

Ключевые слова: дренаж, внутріпочвенные увлажнители, противо-фльтрационные завесы, мелиоративные машины.

METHODS OF STUDY THE BASIC PARAMETERS OF THE PROCESSES OF MECHANIZED LAYING OF FLEXIBLE PIPE IN THE GROUND AND ROLL ELEMENTS OF DRAINAGE STRUCTURES AND IMPERVIOUS

To carry out reclamation measures under conditions of deficiency of investment resources in the agrarian sector of Ukraine the prospect of the introduction of high-justified trenchless and trenched construction methods of drainage and impervious structures. The method of calculating the basic structural and technological parameters of the conclusion in soil reclamation equipment and flexible tubular roll of polymeric materials in the construction of drainage, underground humidifiers, cutoff curtains in rice checks.

Key words: drainage, underground humidifiers, curtains, melioration machine.

УДК 620.16.63

ТЕХНОЛОГІЧНІ РЕЖИМИ "ХОЛОДНОГО" ВІДТИСКАННЯ ЛЛЯНОЇ ОЛІЇ ШНЕКОВИМ ПРЕСОМ З АКТИВАТОРОМ ПОДАЧІ НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ

Р.Д. Кузьмінський, канд. техн. наук, **В.О. Василькевич**, асп.
Львівський НАУ

Досліджено вплив технологічних режимів відтискання насіння льону шнековим пресом з активатором подачі насінневого матеріалу на температуру лляної олії. Визначено технологічні режими «холодного» відтискання лляної олії.

Ключові слова: насіння льону, відтискання, шнековий прес, технологічні режими, лляна олія, температура.

Постановка проблеми. Продуктами переробки насіння льону є олія та макуха. Лляна олія є одним з найбагатших джерел α -ліноленової кислоти (вміст 44...57%), містить також 15...29% лінолевої кислоти і 13...29% олеїнової кислоти [12]. Це незамінні жирні кислоти в раціоні, оскільки людський організм самостійно не може виробляти α -ліноленову кислоту. Як джерело ненасичених жирних кислот лляна

© Р.Д. Кузьмінський, В.О. Василькевич.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 96. 2012.

олія має позитивний вплив на обмін речовин і перистальтику, а також може знижувати загальний рівень холестерину і глюкози в крові [11]. Таким чином, лляна олія є важливою сировиною для харчової та фармацевтичної промисловості.

Якість лляної олії суттєво залежить від умов зберігання й переробки насіння льону.

Для промислового отримання олії з насіння олійних культур найчастіше використовують механічне відтискання та екстракцію [5; 7]. Гвинтові преси забезпечують вихід олії з насіння на рівні $\eta = 0,9 \dots 0,95$, у той час як процеси екстракції – $\eta = 0,99$. Незважаючи на дещо менший вихід олії, відтискання гвинтовими пресами – це найпоширеніший спосіб отримання олії, оскільки процес простий, гнучкий і безпечний. У сучасному аграрному виробництві для отримання олії з насіння олійних культур використовують гвинтові преси продуктивністю від 10 кг/год., до десятків тонн на годину. У кінці процесу відтискання тиск у гвинтовому пресі може досягати $p = 4 \dots 35$ МПа залежно від насіння та конструкції преса [10; 16].

Олія, отримана методом «холодного» відтискання, за температури, що не перевищує $45 \dots 50$ °С, зберігає склад жирних кислот, а тому вона значно цінніша для харчової промисловості, парфумерії та фармакології [14].

Таким чином, завдання розробки технічних засобів для реалізації процесів холодного відтискання насіння льону, обґрунтування їх конструктивних параметрів та режимів роботи є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний вклад у розробку інженерних методик визначення конструктивних параметрів шнекових пресів, обґрунтування технологічних режимів їх роботи внесли Л.П. Карташов [3; 6], В.Я. Логінов [4], М.В. Соколов [1] та інші вчені. Однак їх роботи стосувались головню процесів пресування порошкових матеріалів, екструзії полімерних матеріалів і кормів тощо.

Попередні дослідження [7-10; 17] показали, що на рівень виходу олії η та на продуктивність Q процесу відтискання олії шнековими пресами найбільше впливають: геометричні параметри зеєра (робоча площа зеєрної камери); крок t й частота обертання n шнека; вологість насіння ψ ; склад оболонки насіння.

Енергетичний аналіз роботи шнекових пресів переважно полягав у визначенні питомої енергоємності процесу відтискання олії з насіння олійних культур [9], водночас питання визначення температури олії та макухи досліджені недостатньо. Встановлено лише, що збільшення

частоти обертання вала шнека n , а також зменшення відносної вологості насіння ψ призводять до зростання температури T олії та макухи [13].

У праці [13] експериментально досліджено неізотермічний характер температурного поля уздовж зеєра під час відтискання пальмової олії шнековим пресом. Оскільки зміна температури суттєво впливає на в'язкість, тому є необхідність урахування теплових явищ у моделях роботи шнекових пресів.

Дослідженню технологічних режимів й енергоємності процесу отримання, власне, лляної олії присвячено роботи [10; 15; 16]. Зокрема виявлено обернено пропорційну залежність між відсноною вологістю насіннєвого 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, 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 технологічних режимів роботи шнекового преса, які уможливають отримання лляної олії “холодного” відтискання.

Виклад основного матеріалу. Експериментальні дослідження виконували на шнековому олійному універсальному пресі ПО-50, додатково оснащеному активатором подачі насіннєвого матеріалу (рис. 1). Конструкція експериментальної установки передбачала можливість: 1) регулювання частоти обертання шнека n за допомогою перетворювача частоти струму живлення електродвигуна приводу; 2) регулювання зазору отвору для відведення макухи в межах $\Delta = 1,0 \dots 2,0$ мм; 3) встановлення однозахідних шнекових валів, форма канавки яких виконана у вигляді сегмента кола з кроком витків $t = 20$ мм, $t = 22$ мм і $t = 24$ 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 зеєра; $d = 36$ мм – діаметр вала шнека; $D_k =$

66 мм – діаметр регульовального конуса; $\alpha = 45^\circ$ – кут регульовального конуса; $\Delta = 1,0 \dots 2,0$ мм – зазор отвору для відведення макухи.

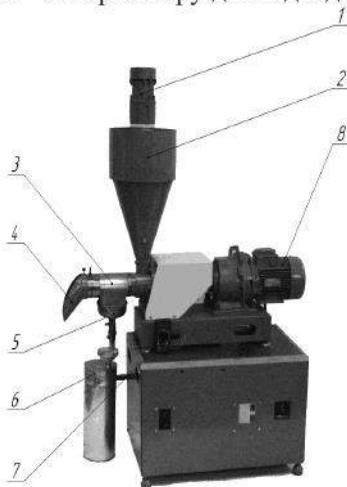


Рис. 1. Експериментальна установка на базі преса ПО-50: 1 – електропривод системи активації подачі насіння; 2 – завантажувальний бункер; 3 – робоча камера; 4 – лоток для відведення макухи; 5 – олієприймач; 6 – олієзбірник; 7 – вимірювач температури; 8 – привод преса

Для досліджень було взято насіння олійного льону сорту Лірина з 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 η використовували триразове відтискання олієвмісного матеріалу ($j = 3$). Для вимірювання температури олії на кожному проході T_j використовували термометр.

За результатами експериментальних досліджень було проведено апроксимацію отриманих результатів теоретичними моделями у вигляді поліномів другого порядку, здійснено перевірку теоретичних моделей за критерієм Фішера [2] та побудовано лінії рівнів температури лляної олії для кожного з трьох проходів.

Як бачимо (рис. 2 – 4), для сталого кроку шнека $t = \text{const}$ та постійної частоти його обертання $n = \text{const}$ із зменшенням відносної площі отворів для виходу макухи ϵ температура лляної олії, отриманої на всіх трьох проходах, нелінійно зростає. Для заданих значень $\epsilon = \text{const}$ і $n = \text{const}$ на кожному наступному проході температура олії була вищою.

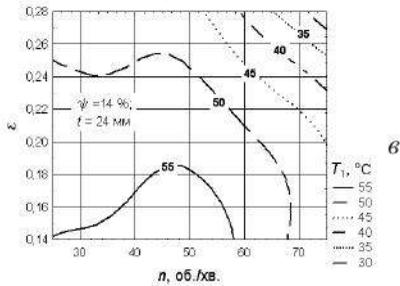
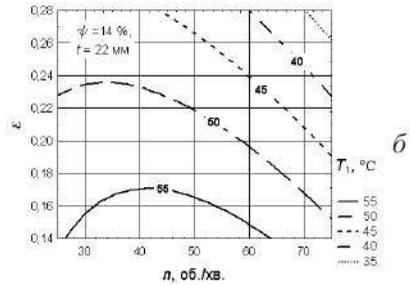
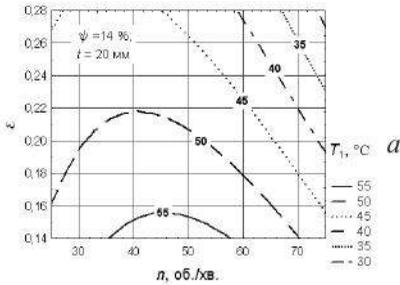


Рис. 2. Лінії рівнів значень температури T_1 лляної олії, отриманої на першому проході, залежно від частоти обертання шнека n та відносної площі отворів для виходу макухи ε : *a* – $t = 20$ мм; *б* – $t = 22$ мм; *в* – $t = 24$ мм

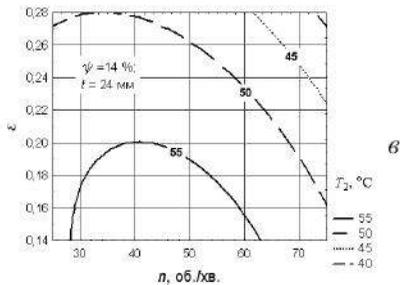
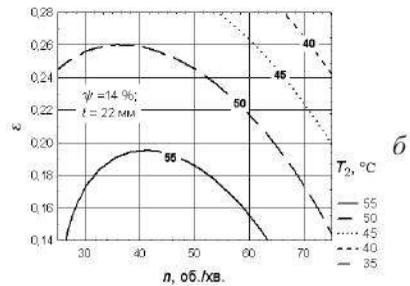
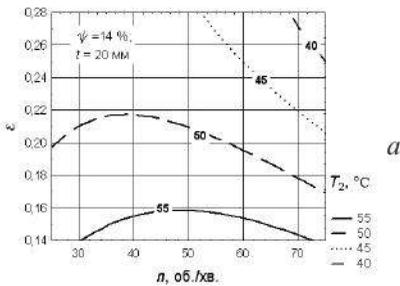


Рис. 3. Лінії рівнів значень температури T_2 лляної олії, отриманої на другому проході, залежно від частоти обертання шнека n та відносної площі отворів для виходу макухи ε : *a* – $t = 20$ мм; *б* – $t = 22$ мм; *в* – $t = 24$ мм

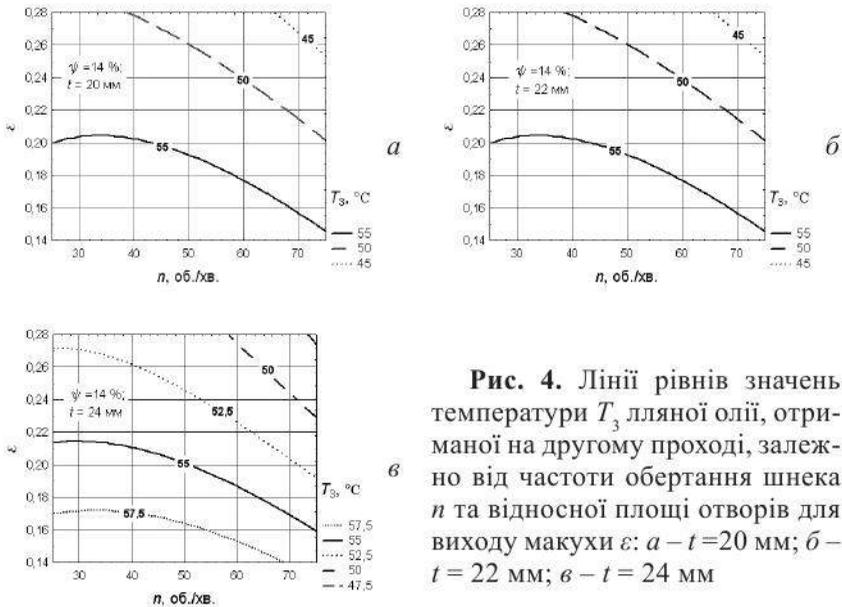


Рис. 4. Лінії рівнів значень температури T_3 лляної олії, отриманої на другому проході, залежно від частоти обертання шнека n та відносної площі отворів для виходу макухи ε : *a* – $t=20$ мм; *б* – $t=22$ мм; *в* – $t=24$ мм

Збільшення кроку шнека t (збільшення продуктивності преса) також призводить до збільшення температури лляної олії. Особливо цей вплив є відчутним на першому проході.

Проведені дослідження показали також, що виявлена іншими вченими [13] закономірність зростання температури олії T внаслідок збільшення частоти обертання вала шнека n стосовно процесів відтискання лляної олії справджується лише на певному інтервалі значень n . Для кожного кроку шнека t та кожного j -го проході можна встановити певну критичну частоту обертання $[n]$, таку, що подальше зростання частоти обертання вала шнека ($n > [n]$), навпаки, призводить до зменшення температури олії T_j .

Висновки. 1. Встановлено нелінійний вплив технологічних режимів відтискання лляної олії на її температуру. 2. Результати експериментальних досліджень уможливають вибір технологічних режимів роботи та налаштувань універсального олійного преса ПО-50, які забезпечують отримання лляної олії «холодного» відтискання.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Автоматизированное* проектирование и расчет шнековых машин: монография / [М. В. Соколов, А. С. Клинков, О. В. Ефремов, П. С. Беляев, В. Г. Однолько]. – М. : Машиностроение, 2004. – 248 с.
2. *Брандт* З. Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников и инженеров / З. Брандт. – М. : Мир, 2003. – 686 с.
3. *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.
4. *Математическая* модель формирования наполненных композиций в одношнековом прессе / [Логинов В. Я., Равичев Л. В., Беспалов А. В., Старостина Н. Г.] // ТОХТ. – 1999. – Т. 33. – № 2. – С. 208-216.
5. *Патент №42802 U України, МПК В30В 9/02.* Олійний прес із системою активованої подачі насіння / Р. С. Шевчук, В. О. Василькевич, В. В. Том'юк; заявник та патентовласник Львівський національний аграрний університет. – №u 2009 00133. – Заявл. 08.01.2009; опубл. 27.07.2009, бюл. №14. – 4 с.
6. *Учет* изменяющейся температуры в математической модели экструдера / [Л. П. Карташов, В. Ю. Полищук, Т. М. Зубкова, В. П. Ханин] // Техника в сельском хозяйстве. – 2000. – № 1. – С. 12-14.
7. *Шевчук Р. С.* Шнековый маслоджимной пресс / Р. С. Шевчук, В. О. Василькевич, В. В. Томюк // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – №10 – С. 11-12
8. *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.
9. *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.
10. *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.

11. *Flaxseed* reduces plasma cholesterol levels in hypercholesterolemic mouse models / [M. A. Pellizzon, J. T. Billheimer, L. T. Bloedon, P. O. Szapary, D. J. Rader] // *Journal of the American College of Nutrition*. – 2007. – V. 26 (1). – P. 66-75.
12. *Muir A.D.* Flax: The genus *Linum* / A. D. Muir, N. D. Westcott. – New York : Taylor & Francis Inc, 2003.
13. *Omobuwajo T. O.* Heat transfer between the pressing chamber and the oil and oilcake streams during screw expeller processing of palm kernel seeds / T. O. Omobuwajo, M. T. Ige, O. A. Ajayi // *Journal of Food Engineering*. – 1977. – V. 31 (1). – P. 1-7.
14. *Quality* of screw-pressed flaxseed oil / [D. Wiesenborn, Y. Zheng, N. Kangas K. at al.] // *Proceedings of the 60 th Flax Institute of the U.S.* – Fargo, 2004. – P. 8-14.
15. *Screw pressing* of whole and dehulled flaxseed for organic oil / [Y. I. Zheng, D. P. Wiesen-born , K. Tostenson, N. Kangas] // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2003. – V. 80. – P. 1039-1045.
16. *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.
17. *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.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ «ХОЛОДНОГО» ОТЖИМА ЛЬНЯНОГО МАСЛА ШНЕКОВЫМ ПРЕССОМ С АКТИВАТОРОМ ПОДАЧИ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА

Исследовано влияние технологических режимов отжима семян льна шнековым прессом с активатором подачи семенного материала на температуру масла. Определены технологические режимы «холодного» отжима льняного масла.

Ключевые слова: семена льна, отжим, шнековый пресс, технологические режимы, льняное масло, температура.

PROCESS CONDITIONS OF «COLD» DIPS LINSEED OIL BY SCREW PRESS WITH AN ACTIVATOR OF SEED SUPPLY

The influence of process conditions screw-pressed flaxseed oil by a press with an activator of seed supply in the oil temperature is investigated. The process conditions for «cold» extraction of linseed oil are defined.

Key words: flax seed, spin, screw press, technological regimes, flaxseed oil, the temperature.