

## АПРОБАЦІЯ МОДЕРНІЗОВАНОГО ШНЕКОВОГО ОЛІЙНОГО ПРЕСА

**Роман Шевчук, д. с.-г. н., Олег Сукач, к. т. н.**  
*Львівський національний аграрний університет*  
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Жовківський р-н,  
Львівська обл., Україна,  
e-mail: 19oleg85@ukr.net

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2020.24.069>

### **Шевчук Р., Сукач О. Апробація модернізованого шнекового олійного преса**

Шнекові олійні преси широко використовують малі переробні господарства завдяки безперервності процесу відтискання олії. Найбільшого поширення набули шнекові преси, які переробляють за годину 30 – 50 кг олійної сировини – насіння або ж макухи – та можуть використовуватись у технологічних лініях, адаптованих до варіювання широкого спектра олійних культур та обсягів їх переробки.

Технологічний процес відтискання олії з насіння характеризується значними енергетичними затратами, в яких виділяють три основні складові: перша – це затрата енергії на стискання й переміщення олійної сировини в робочому циліндрі; друга – втрата енергії на подолання опору перемичок між отворами запірної частини переміщенню стиснутої макухи; третя – затрата енергії на переміщення стиснутої макухи в цих отворах. Друга і третя складові формують енергію, необхідну для переміщення стиснутої макухи в запірній частині. Втрата енергії на подолання опору перемичок збільшується зі зростанням тиску, і частка цієї складової стає вагомою в структурі енергії, необхідної для пресування. Відповідно збільшенню втрат енергії на подолання опору перемичок знижується енергоефективність преса. За умови усунення перемичок зменшується енергія, необхідна для переміщення стиснутої макухи в запірній частині, а також енергія, необхідна для пресування олійної сировини, й підвищується енергоефективність преса.

Модернізацією та апробацією конструкції запірної частини створено шнековий олійний прес, який відзначається високими енергоефективністю і якісними показниками відтисненої олії з насіння льону, ріпаку, редьки, гірчиці, розторопші, коноплі й сої. Модернізований прес призначений для малої переробки, зокрема малих фермерських господарств і сільських господарств населення, що вирощують олійні культури. Також може успішно використовуватися в технологічних лініях, адаптованих до широкого варіювання потреби виробництва олії, де необхідний обсяг виробництва пропорційний кількості пресів, які працюють одночасно.

**Ключові слова:** шнековий олійний прес, модернізація, енергоефективність, олія, запірна частина, холодне пресування.

### **Shevchuk R., Sukach O. Test of the modernized screw oil press**

Screw oil presses are widely used by small processing plants due to the continuity of the oil extraction process. Screw presses, which process 30 to 50 kg of oil raw material – seeds or mill cake, and are used in processing scheme, adapted to the processing of wide variation of crops and production volumes are most widespread.

The technological process of extracting oil from seeds is characterized by significant energy costs, which distinguish three main components. The first component is the energy consumption of compressing and moving the oil in the working cylinder; the second is the loss of energy to overcome the resistance of the bridge between holes of the locked part to the displacement of the compressed mill cake; the third is the energy consumption of moving the compressed cake in the holes of the locked part. The second and third components form the energy required to move of the compressed mill cake into the locked part. Loss of energy to overcome the resistance of the bridges increases with increasing pressure, and the proportion of this component becomes significant in the structure of the energy required for pressing. Accordingly, increasing the energy loss to overcome the resistance of the bridges reduces the energy efficiency of the press. If the bridges are removed, the energy required to move the compressed mill cake into the locked part reduced, as well as the energy required to press the oil feedstock, and the energy efficiency of the press is increasing.

The modernization of the developed and tested design of the locking part created a screw oil press, which is characterized by high energy efficiency and quality indicators of the pressed oil from flax, rapeseed, radish, mustard, milk thistle, hemp and soybeans. The modernized press is intended for small-scale processing, at small-scale farms and agricultural households producing oilseeds. It can also be used successfully in production lines adapted to the wide variation in the need for oil production, where the required production volume is proportional to the number of simultaneously working presses.

**Key words:** screw oil press, modernization, energy efficiency, oil, locked part, cold pressing.

**Постановка проблеми.** Шнекові преси набули широкого використання завдяки безперервності процесу відтискання олії [1; 2]. Умовам малої переробки, зокрема малим фермерським господарствам і сільським господарствам населення, що вирощують олійні культури, найбільше відповідають шнекові преси, які переробляють за годину 30–50 кг олійної сировини – насіння або ж макухи [4; 6; 13; 18; 19]. Ці преси також можуть успішно використовуватися в технологічних лініях, адаптованих до широкого варіювання потреби виробництва олії, де необхідний обсяг виробництва пропорційний кількості пресів, які працюють одночасно [10].

Шнековий олійний прес, що розроблений у Львівському національному аграрному університеті [14; 15] і широко апробований [4], належить до конструкцій з двоопорним базуванням шнека. Завдяки цьому розроблений прес відзначається високим робочим ресурсом, стабільними режимом роботи й продуктивністю впродовж усього терміну використання. Однак розроблений шнековий олійний прес характеризується зниженою енергоефективністю через втрату енергії на подолання опору перемичок між дуговими отворами запірної частини преса переміщенню стиснутої макухи. Енергія, необхідна для пресування олійної сировини, а саме насіння під час першого пресування чи подрібненої макухи в разі другого пресування, дорівнює сумі трьох складових енергії [8; 9]: перша складова – це затрата енергії на стискання й переміщення олійної сировини в робочому циліндрі; друга – втрата енергії на подолання опору перемичок між дуговими отворами запірної частини переміщенню стиснутої макухи; третя – затрата енергії на переміщення стиснутої макухи в дугових отворах запірної частини. Друга і третя складові формують енергію, необхідну для переміщення стиснутої макухи в запірній частині. Втрата енергії на подолання опору перемичок збільшується зі зростанням тиску, і частка цієї складової стає вагомою в структурі енергії, необхідної для пресування. Відповідно збільшенню втрат енергії на подолання опору перемичок знижується енергоефективність преса. За умови усунення перемичок зменшується енергія, необхідна для переміщення стиснутої макухи в запірній частині, а також енергія, необхідна для пресування олійної сировини, й підвищується енергоефективність преса. Водночас з усуненням перемичок підвищується тангенціальне, тобто колове, переміщення стиснутої макухи перпендикулярно до поздовжньої осі запірної частини. Під час тангенціального переміщення сила тертя

спричинює лише втрату енергії на нагрівання преса, а за його надмірної робочої температури, що перевищує допустиму, погіршуються якісні показники відтисненої олії. У разі обмеження тангенціального переміщення стиснутої макухи в запірній частині зменшується втрата енергії на нагрівання преса, робоча температура якого не перевищує допустимої, й поліпшуються якісні показники відтисненої олії [17].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження шнекових олійних пресів [1; 4; 5; 13; 14] спрямовані на вдосконалення конструкцій та обґрунтування їх параметрів. Результати досліджень актуальні, теоретично і практично вагомі, проте невпинно зростаючі вимоги до технічних засобів націлюють першочергово на модернізацію існуючих конструкцій, кардинальні удосконалення яких зумовлюють перехід до створення технічних засобів нового, вищого рівня, у тому числі й шнекових олійних пресів [20].

**Постановка завдання.** Модернізацією розробленої конструкції преса створити шнековий олійний прес, який відзначається високою енергоефективністю і якісними показниками відтисненої олії з насіння льону, ріпаку, редьки, гірчиці, розторопші, коноплі й сої [12]. Модернізований прес повинен відповідати умовам малої переробки, зокрема малим фермерським господарствам і сільським господарствам населення, що вирощують олійні культури, а також може успішно використовуватися у технологічних лініях, адаптованих до широкого варіювання потреби виробництва олії, де необхідний обсяг виробництва пропорційний числу пресів, що працюють одночасно.

**Виклад основного матеріалу.** Модернізований шнековий олійний прес (рис. 1, 2) містить корпус 1 зі встановленим на ньому електро-механічним приводом у вигляді електричного мотор-редуктора 2, з'єданого через муфту 3 з ведучим валом 4, змонтованим в опорах обертання корпусу 1 преса. До корпусу 1 однією різьбовою стороною прикріплений фіксований контргайкою робочий циліндр 5, по боковій поверхні якого виконані отвори 6 для відведення відтисненої олії, а вздовж твірних його внутрішньої поверхні прорізані рифлі 7. На робочому циліндрі 5 встановлений уловлювач олії 8 у вигляді розташованої навколо робочого циліндра 5 оболонки для спрямування потоку відтисненої олії в накопичувальну місткість. З іншої різьбової сторони робочого циліндра 5 розташована запірні частина 9, вико-

нана як прикріплений до робочого циліндра 5 і фіксований контргайкою 10 розтруб 11, в якому виконані внутрішні циліндрична 12 та дві конусні поверхні: менша 13 – запірні і більша 14 – на прямна. Уздовж твірних внутрішньої циліндричної поверхні 12 розтруба 11 прорізані рифлі 15, причому коло поперечного перерізу поверхні 12 описує вершини рифлів 7, прорізані уздовж твірних внутрішньої поверхні робочого циліндра 5. На зовнішній різьбі розтруба 11 змонтована

фіксована контргайкою 16 і виготовлена у формі циліндричного стакана насадка 17 запірної частини 9. До торця насадки 17 гвинтами 18 прикріплений запірний конус 19. Уздовж циліндричної бокової частини та на торці насадки 17 виконані дугові вікна 20 для відведення макухи, розмежовані підтримувальними ребрами 21, поздовжні елементи яких відповідають циліндричній частині насадки 17, а радіальні елементи відповідають торцю насадки 17.

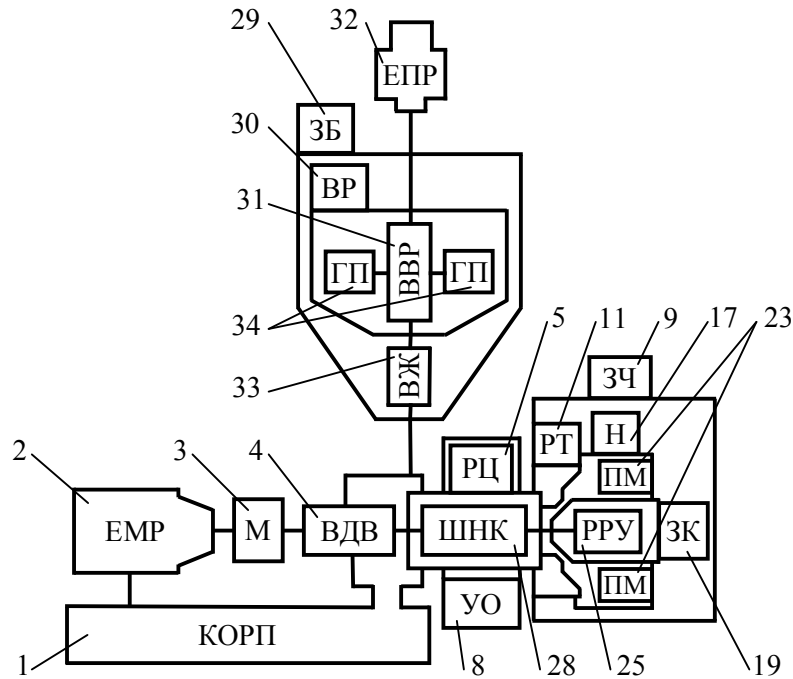


Рис. 1. Структурна схема модернізованого шнекового олійного преса  
Fig. 1. Block diagram of the modernized oil screw press

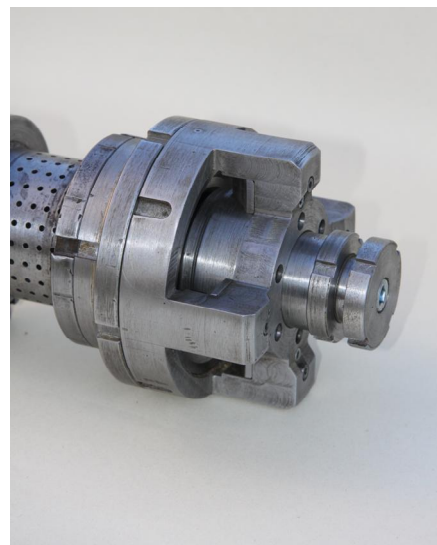
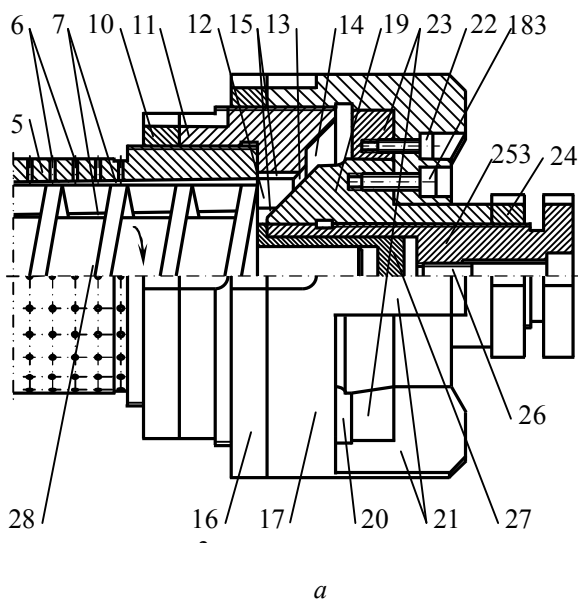


Рис. 2. Запірна частина преса: а – конструктивна схема; б – загальний вигляд  
Fig. 2. The locking part of the press: а – the design scheme; б – general view

На радіальних елементах підтримувальних ребер 21 гвинтами 22 закріплені подільники макухи 23 у формі двогранного клина. У запірному конусі 19 змонтований фіксований контргайкою 24 різьбовий регулювальний упор 25, з однією сторони якого встановлений гвинт-заглушка 26, а з іншої – запресована антифрикційна втулка 27. У робочому циліндрі 5 встановлений шнек 28, з'єднаний з ведучим валом 4, а передня носова частина шнека 28 встановлена в антифрикційній втулці 27 різьбового регулювального упора 25.

Крім цього, на корпусі 1 преса закріплений завантажувальний бункер 29, в якому в опорах обертання змонтована ворушилка 30 [7]. Виконана ворушилка 30 у вигляді вертикального вала 31, один кінець якого з'єднаний з електричним приводом 32, інший – з вертикальним лопатевим живильником 33, лопаті якого нахилені. Уздовж вертикального вала 31 закріплені горизонтальні пружинні пальці 34 у вигляді закріплених на вертикальному валу 31 пластинчастих пружин, до яких приєднані стрижні пальців.

Перед увімкненням преса, враховуючи властивості насіння, що буде перероблятися, регулюється зазор у запірній частині 9 між меншою запірною конусною поверхнею 13 розтруба 11 та запірним конусом 19. Тобто регулюється ширина суцільної кругової конусної щілини, у вигляді якої виконаний отвір запірної частини 9 для виходу макухи. Під час регулювання відпускається контргайка 24 і вкручується різьбовий регулювальний упор 25 разом з антифрикційною втулкою 27, щоб її торець заглибився в запірний конус 19. Відпускається контргайка 16 і повертанням насадки 17 впирається запірний конус 19 у меншу запірну конусну поверхню 13 розтруба 11. Після цього насадка 17 повертається у зворотному напрямі й з урахуванням кроку її різьбового з'єднання встановлюється необхідний зазор у запірній частині 9. Насадка 17 фіксується контргайкою 16, викручується і фіксується контргайкою 24 різьбовий регулювальний упор 25, якщо торець антифрикційної втулки 27 підведений до шнека 28.

Після встановлення необхідного зазору, за якого досягається високий вихід олії, вмикається живлення електричного мотор-редуктора 2 і крутний момент через муфту 3 передається ведучому валу 4 та з'єднаному з ним шнеку 28. Одночасно з цим вмикається електричний привід 32 ворушилки 30 та вертикального лопатевого живильника 33. У завантажувальний бункер 29 засипається насіння

олійної культури, де воно зрушується горизонтальними пружинними пальцями 34 ворушилки 30, захоплюється вертикальним лопатевим живильником 33 і неперервним потоком подається в робочий циліндр 5 преса. Лопатевий живильник 33 створює підпір насіння на вході в цей циліндр, проте через можливість зворотного переміщення насіння у проміжках між лопатями унеможливується забивання входу і, відповідно, порушення постійної подачі. Насіння поступово переміщується вздовж рифлів 7 робочого циліндра 5 і стискається. Відтиснена олія перетікає до внутрішньої поверхні робочого циліндра 5, потрапляє у виконані в ньому отвори 6 і відводиться в уловлювач олії 8, а далі – у накопичувальну місткість. Уловлювач олії виконаний у вигляді циліндричної поверхні, яка лише частково з певним радіальним проміжком охоплює робочий циліндр преса. У нижній частині цієї поверхні виконана бокова щілина, один край якої збігається з твірною циліндричної поверхні, а інший край переходить по дотичній у плоский, похилий лоток для відведення олії в накопичувальну місткість.

Стиснута макуха з робочого циліндра 5 та його рифлів 7 поступово без додаткового місцевого опору надходить у запірну частину 9, адже коло поперечного перерізу внутрішньої циліндричної поверхні 12 розтруба 11 описує вершини рифлів 7. Прорізани вздовж твірних внутрішньої циліндричної поверхні 12 рифлі 15 створюють опір тангенціальному руху стиснутої макухи перпендикулярно до поздовжньої осі запірної частини 9. Обмежується тангенціальне переміщення макухи, зменшується втрата енергії на нагрівання преса, робоча температура якого не перевищує допустимої і, відповідно, отримується олія з поліпшеними якісними показниками. Макуха переміщується вздовж рифлів 15 циліндричної поверхні 12 і виходить суцільним потоком через отвір запірної частини 9, виконаний як суцільна кругова конусна щілина між меншою запірною конусною поверхнею 13 розтруба 11 і запірним конусом 19. Потік макухи спрямовується більшою конусною поверхнею 14 розтруба 11 до дугових вікон 20 відведення макухи, виконаних у насадці 17, а також до подільників макухи 23, що закріплені на радіальних елементах підтримувальних ребер 21. Подільники 23 у формі двогранного клина розділяють суцільний потік макухи, яка по їх гранях ковзає до дугових вікон 20 насадки 17 і відводиться з преса.

Під час переміщення горизонтальних пружинних пальців 34 в однорідному середовищі насіння, засипаного у завантажувальний бункер 29, пружинні пальці не коливаються. Їхня лінійна швидкість і зусилля дії на середовище насіння залишаються постійними. Крутний момент на вертикальному валу 31 і потужність електричного приводу 32 ворущилки 30 також постійні.

Досягнути високого виходу якісної олії за низької температури в режимі одноразового пресування насіння неможливо. Тому отримана макуха засипається в завантажувальний бункер 29 для повторного пресування. Середовище макухи неоднорідне, оскільки її частинки різні за розміром. Під час зрушування такого неоднорідного середовища горизонтальні пружинні пальці 34 починають коливатися. Лінійна швидкість пальців та зусилля їхньої дії на частинки макухи теж коливаються від мінімальних до максимальних значень навколо деяких середніх значень, які відповідають швидкості й зусиллю дії пальців на насіння в разі відсутності коливань. Потужність електричного приводу 32 ворущилки 30 за умови коливання горизонтальних пружинних пальців 34 залишається такою ж, як за відсутності коливань. Проте зростає ступінь подрібнення макухи, що пропорційний максимальному значенню зусилля дії горизонтальних пружинних пальців 34 на частинки макухи. Зі зростанням ступеня подрібнення макухи підвищується щільність потоку, який постійно подається в робочий циліндр 5 для повторного пресування, підвищується щільність заповнення подрібненою макухою міжжиткового простору шнека 28 й дещо підвищується продуктивність преса.

Широкі технологічні можливості модернізованого преса підтверджує перелік олійних культур, насіння яких може перероблятися, причому кожному насінню відповідає свій необхідний зазор у запірній частині. Одночасно із зазором вагомим параметром преса також є частота обертання шнека, що може змінюватися перетворювачем частоти струму, наприклад Lenze ESV 222 N04TXB, через який вмикається електричний мотор-редуктор приводу. Регулювання частоти обертання шнека сприяє ефективнішому використанню преса на відтисканні олії з насіння вказаного переліку олійних культур, а також – додатковому розширенню цього переліку і, відповідно, технологічних можливостей модернізованого шнекового олійного преса.

Поліпшення технологічної ефективності шнекового олійного преса вдосконаленням конструкції його запірної частини – логічне продов-

ження науково-дослідної роботи з обґрунтування та розробки комплексу машин для виробництва холоднопресованої олії для умов малої переробки [4; 11; 14; 15]. На сьогодні розроблено та апробовано [3] низку шнекових олійних пресів (див. табл.), які умовно можна розділити на два основні типи: без системи подачі перероблюваного матеріалу та зі системою подачі. Пресу без системи подачі характерні зависання масиву насіння в бункері, а особливо макухи під час повторного відтискання, що призводить до переривання надходження матеріалу в робочу камеру та зниження продуктивності преса. У разі додаткового оснащення преса системою подачі у вигляді електро-механічного приводу, ворущилки та перерваного конусного шнека відбувається постійне зрушування масиву насіння або ж макухи та їх нагнітання в робочу камеру під деяким тиском [5]. Це дозволяє значно підвищити ступінь наповнення робочої камери та забезпечити стабільну й неперервну роботу преса.

Іншим важливим напрямом підвищення технологічної ефективності олійного преса є вдосконалення конструкції його запірної частини. Для цього розроблено декілька видів запірних частин, що виготовлені у вигляді уніфікованих взаємозамінних модулів [20], які принципово різняться конструктивними та геометричними параметрами зони для виведення макухи.

**Експериментальні результати та їх аналіз.** Для встановлення технологічних параметрів процесу відтискання олії з насіння льону здійснено низку лабораторних випробувань. Загалом проведено апробацію чотирьох (див. табл., рис. 3) запірних частин із такими типами вихідних каналів:

- тип *A* – кругові концентричні отвори для виведення макухи;
- тип *B* – дугові отвори, перемежовані радіальними перемичками з прямокутним поздовжнім перерізом;
- тип *C* – дугові отвори, перемежовані радіальними перемичками з похилими дуговими жолобками для переміщення макухи;
- тип *D* – суцільний круговий конусний отвір.

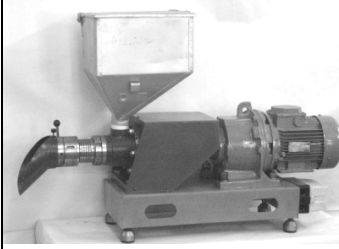
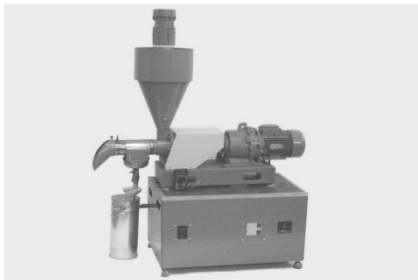



Як видно з таблиці, запірна частина (тип *A*), яка має вигляд запірної конуса з отворами, характеризується значним нерегульованим лобовим опором переміщенню макухи. Внаслідок цього значно зростають споживана потужність та витрати енергії на одиницю перероблюваної сировини й у середньому становлять 65,3 Вт·год/кг,

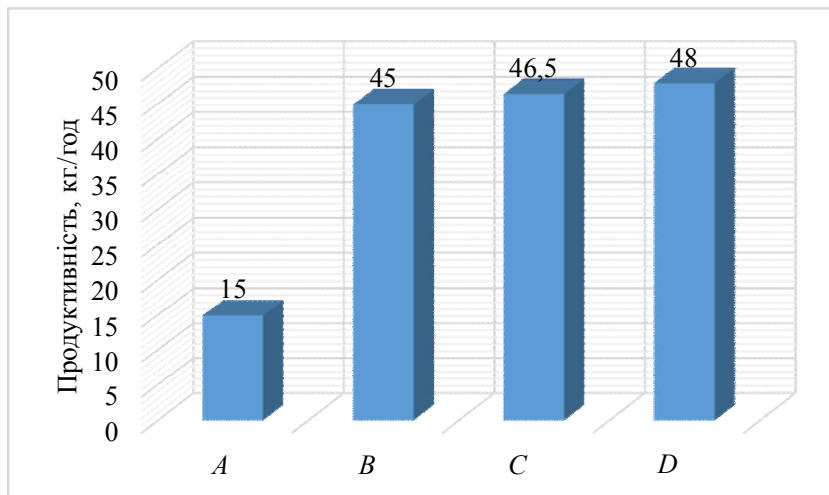
середня температура процесу відтискання перебуває в межах 45...55 °С (рис. 3, в).

Запірна частина (тип *B*) виконана як запірний фланець з дуговими отворами, які обмежені радіальними перемичками з прямокутним поздовжнім перерізом. Завдяки використанню такої запірної насадки значно підвищується продуктивність преса, а питомі енергозатрати й середня температура процесу відтискання дещо знижуються.

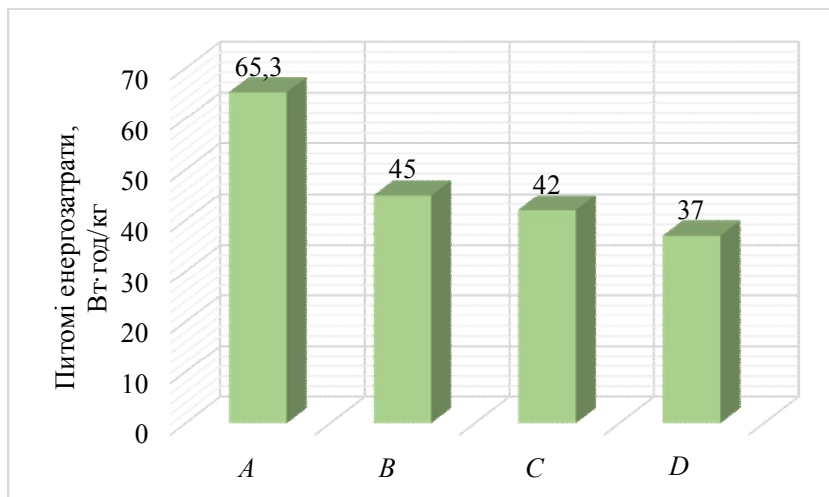
Конструктивними особливостями запірної частини (тип *C*) є фронтальний профіль радіальних перемичок – похилі дугові жолобки, що забезпечують зменшення нерегульованих опорів під час переміщення макухи. При цьому спостерігається поліпшення техніко-економічних показників роботи шнекового олійного преса. Споживана пресом потужність перебуває на рівні 1800 Вт, середня питома енергоємність відтискання для насіння льону становить 42 Вт·год/кг (рис. 3, б), а температура процесу відтискання не перевищує 50 °С.

**Таблиця.** Результати апробації олійних пресів, оснащених різними робочими системами  
**Table.** The results of the test production of oil presses equipped with different operating systems

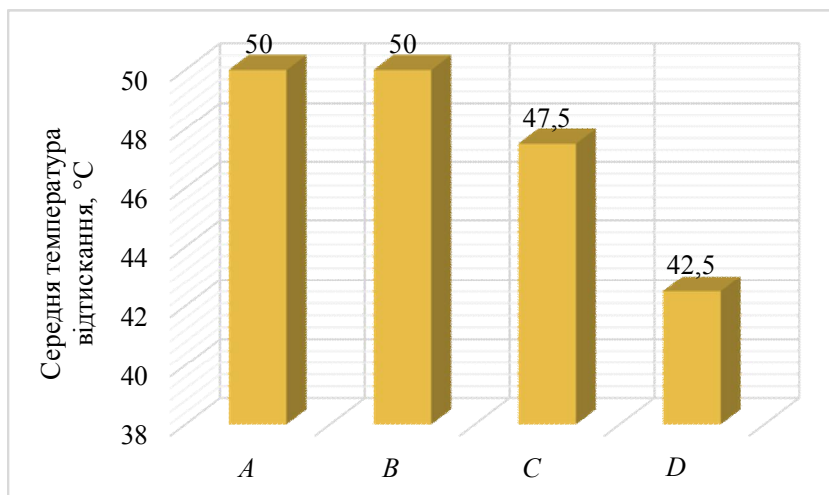
| Параметр  | Тип обладнання   |  |   |         |
|---|--|--|---|---------|
| Тип преса   | Олійний прес без активатора подачі<br> | Олійний прес з активатором подачі<br>           |   |         |
|   | Тип запірної частини   | кругові концентричні отвори (тип <i>A</i> )<br> | дугові отвори   |         |
| перемички з прямокутним поздовжнім перерізом (тип <i>B</i> )<br> |  |  | перемички з похилими дуговими жолобками (тип <i>C</i> )<br> |         |
| Потужність приводу, Вт  | 1100   | 2200   | 2200  | 2200    |
| Продуктивність, кг  | 15   | 40 – 50  | 43 – 50   | 46 – 50 |
| Споживана потужність, Вт·год  | 980  | 1800   | 1800  | 1700    |
| Питомі енергозатрати, Вт·год/кг   | 65,3   | 45   | 42  | 37      |
| Середня температура відтискання, °С   | 45 – 55  | 45 – 55  | 45 – 50   | 40 – 45 |



*a*



*б*



*в*

**Рис. 3.** Результати випробувань олійних пресів, оснащених різними типами робочих систем: *a* – продуктивність; *б* – питомі енергозатрати; *в* – середня температура відтискання

**Fig. 3.** The results of the test production of oil presses equipped with different operating systems: *a* – productivity; *б* – energy consumption; *в* – average temperature

Модернізований шнековий олійний прес, оснащений запірною частиною (тип D), працює ефективніше. Цей прес у режимі одноразового пресування переробляє за годину до 50 кг насіння, а в багаторазовому – його продуктивність зменшується відповідно до кратності відтискань. Порівняно з попередніми типами конструкцій [4; 7; 14; 15; 16] енергоємність модернізованого шнекового олійного преса знижується на 20% і не перевищує 40 Вт·год/кг (рис. 3, б), а робоча температура преса, яка не перевищує 45 °С, відповідає умовам отримання олії з високими якісними показниками [17; 18].

### Висновки

1. Модернізований шнековий олійний прес унаслідок усунення перемичок у його запірній частині й виконання отвору для виходу макухи у вигляді суцільної кругової конусної щілини відзначається високою енергоефективністю, а в результаті обмеження тангенціального переміщення стиснутої макухи в запірній частині зменшується втрата енергії на нагрівання преса, робоча температура якого не перевищує допустимої, й поліпшуються якісні показники відтисненої олії.

2. Постійна подача насіння чи макухи в робочий циліндр преса досягається оснащенням олійного преса розташованою в завантажувальному бункері системою подачі.

3. Увімкнення електричного мотор-редуктора преса через перетворювач частоти струму дає змогу регулювати частоту обертання шнека, що сприяє ефективнішому використанню преса на відтисканні олії з насіння широкого переліку олійних культур, а також – додатковому розширенню цього переліку і, відповідно, технологічних можливостей модернізованого шнекового олійного преса.

4. Модернізований шнековий олійний прес переробляє за годину до 50 кг насіння, енергоємність процесу відтискання олії не перевищує 40 Вт·год/кг, а робоча температура преса є в межах 40...45°C, що забезпечує отримання олії з високими якісними показниками.

### Бібліографічний список

1. Дацишин О. В., Гудзенко М. М. Порівняльна оцінка олієвіджимних пресів. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2007. Вип. 117. С. 324–333.
2. Дацишин О. В., Гудзенко М. М. Порівняльний аналіз одногвинтових екструдерів для відтискання олії. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2009. Вип. 9, т. 1. С. 31–38.
3. ДСТУ 4397:2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 16 с.

4. Комплекс машин для виробництва рослинної олії. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=cTPAg2CmZ5c> (дата звернення: 04.03.2020).

5. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: практикум / М. В. Бакум, О. М. Горбатовський, Ю. О. Манчинський та ін.; за ред. Ю. О. Манчинського. Харків: ХНТУСГ, 2005. 196 с.

6. Обладнання підприємств харчової та переробної промисловості / І. С. Гулий, М. М. Пушанко, Л. О. Орлов та ін.; за заг. ред. І. С. Гулого. Вінниця: Нова кн., 2001. 576 с.

7. Олійний прес: пат. № 90656 Україна: МПК В30В 9/18. № u201313651; заявл. 25.11.2013; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 11. 5 с.

8. Панов Е. И., Полищук В. Ю., Ханін В. П., Медведева Ю. В. Напряженное состояние пластического полуфабриката при экструзии через сужающуюся коническую полость. *Вестник СамГУПС*. 2014. № 1. С. 107–111.

9. Паславський В. Р. Теоретичні дослідження робочого циклу малогабаритного шнекового олійного преса. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка*. 2018. Вип. 192. С. 210–221.

10. Сичеський М. П. Харчова промисловість як основа продовольчої безпеки та розвитку держави. Київ: Аграрна наука, 2019. 388 с.

11. Сукач О. М. Харчова цінність олії роторопші. *Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Львів, 2013. С. 95–98.

12. Хоміна В. Я. Нетрадиційні жиромісні культури для умов Лісостепу Західного. *Техніка і технології АПК*. 2014. № 4. С. 11–14.

13. Шаршунов В. А. Технология и оборудование для производства растительных масел и переработки их отходов. Минск: Мисанта, 2011. 536 с.

14. Шевчук Р. С., Василькевич В. О., Шевчук В. В., Том'юк В. В. Комплекс обладнання для отримання рослинної олії в малих переробних цехах. *Техніка і технології АПК*. 2011. № 9. С. 11–13.

15. Шевчук Р. С., Василькевич В. О., Том'юк В. В., Базиляк Л. Я. Шнековый маслоотжимной пресс. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2009. № 10. С. 11–12.

16. Шнековий олійний прес для підприємств громадського харчування. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=HjDju5HWdxE> (дата звернення: 04.03.2020).

17. Andrea L. E., Aliani M., Grant N. Pierce Stability of bioactives in flaxseed and flaxseed-fortified foods. *Food Research International*. 2015. (77) 2. P. 140–155. doi:10.1016/j.foodres.2015.07.035.

18. Gunstone F. D. Vegetable oil in food technology composition: composition, properties and uses. Blackwell publishing, CRC Press, 2011.

19. Luthria D. L. Oil extraction and analysis: critical issues and comparative studies. AOCs Press, 2004.

20. Vintila I. Smart engineering and energy saving management in edible oil processing technology and speciality fats industrial application. *Advanced Materials Research*. 2014. 837. P. 228–233. doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.837.228.

Стаття надійшла 01.07.2020