**Пугач А.М.**

к.т.н., д.н.держ.упр., професор

Бровко Р.С.

аспірант

**Дніпровський державний
аграрно-економічний
університет****Puhach A.**Doctor of Science in Public
Administration, Professor**Brovko R.**

postgraduate student

**Dnipro State Agrarian and
Economic University****УДК 631.361:665.347****DOI: 10.37128/2306-8744-2025-4-1**

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ШНЕКОВОГО ПРЕСУ

Об'єктом дослідження є шнековий прес Krupp EP20 у модифікованій конструкції з живильним пристроєм, а саме технічна система, що включає горизонтальний і вертикальний шнеки та шнековий тракт у частині подачі й пресування олієвмісної сировини. Проведено аналіз науково-технічної інформації щодо питання проектування й експлуатації пресового обладнання для одержання олії, проблематики забезпечення його надійності, довговічності та ефективності. Виконано конструкційні модифікації пресу шнекового олійного Krupp EP20 для надання матеріалу (олійній сировині) однорідності перед подачею в шнековий тракт з повним та структурованим переліком переваг, які підтверджують доцільність використання запропонованого рішення, що дозволяє всебічно оцінити ефективність виконаної роботи: відсутність зависання матеріалу між горизонтальним живильником і шнековим трактом; усунення порожнин у потоці матеріалу; однакова щільність матеріалу; запобігання налипанню матеріалу на живильному витку; стабільна робота та продуктивність пресу. Апробовано розроблену конструкцію шнекового олійного пресу та встановлено його продуктивність для переробки олієвмісної сировини з насіння соняшнику з 680 т/добу на 720 т/добу. Після здійснення апробації пресування одержали продукти: - олію соняшникову нерафіновану невиморожену пресову вищого та першого ґатунків; - жмих соняшниковий – твердий продукт, який одержують за схемою пресування. Для встановлення якісної характеристики олії визначали фізичні і хімічні властивості олії. Дослідні зразки отриманої соняшникової олії повністю відповідали встановленим показникам якості згідно з вимогами ДСТУ 4492:2005 «Олія соняшникова. Технічні умови». Таким чином, можна стверджувати, що одержана нерафінована олія характеризується належними показниками якості і відповідає чинним нормативам, встановленим для харчових олій. Розроблений прес може задовольняти потреби як малих, так і великих переробних підприємств, що вирощують олійні культури.

Ключові слова: прес шнековий олійний, живильний пристрій, насіння соняшнику, олія, технологічні параметри.

Постановка проблеми. У процесі експлуатації олійних пресів відбувається інтенсивне зношування ключових робочих елементів, що призводить до зниження продуктивності обладнання, погіршення якості віджиму олії та збільшення витрат на технічне обслуговування. Часті заміни зношуваних деталей спричиняють простої виробництва, підвищення собівартості готової продукції та скорочення ресурсу всієї технологічної лінії.

За умов сучасного ринкового середовища підприємствам необхідно забезпечувати безперервність виробничих процесів та мінімізувати втрати, пов'язані з ремонтом і заміною елементів пресового обладнання. Це зумовлює потребу в пошуку інноваційних підходів до подовження строку служби деталей, оптимізації матеріалів, технологій відновлення та модернізації конструкцій. Одним із перспективних напрямів є конверсія зношуваних деталей, що передбачає їх повторне використання шляхом



реставрації, зміцнення поверхонь чи конструктивного вдосконалення.

Попри наявні технології відновлення, залишається низка нерозв'язаних питань, пов'язаних з вибором оптимальних методів конверсії, забезпеченням надійності відреставрованих компонентів, економічною ефективністю таких заходів та відповідністю оновлених деталей вимогам експлуатаційної безпеки. Отже, актуальним є комплексний аналіз процесів конверсії зношуваних деталей олійних пресів із метою визначення найбільш ефективних технологічних рішень, що забезпечать підвищення довговічності обладнання та зниження експлуатаційних витрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Україна належить до числа провідних світових виробників соняшникової олії, частка якої у глобальному балансі становить близько 20 %. У зв'язку з динамічним розвитком олієжирової промисловості дедалі більшої актуальності набуває питання підвищення надійності, довговічності та ефективності технологічного обладнання.

Шнекові олійні преси широко застосовуються як на малих, так і на великих переробних підприємствах, що зумовлено безперервним характером процесу віджимання олії. На сучасних виробництвах переважно використовується обладнання безперервної дії, тому навіть короточасні простої, спричинені відмовами, призводять до суттєвих матеріальних і фінансових втрат, а також негативно впливають на фізико-хімічні та органолептичні показники готової продукції. Водночас, попри тривалий досвід проектування й експлуатації пресового обладнання для одержання олії, проблематика забезпечення його надійності, довговічності та ефективності залишається предметом постійних наукових досліджень [1].

У роботі науковця [2] проведено дослідження процесів, що визначають ефективність функціонування та довговічність деталей олійних пресів. Встановлено основні чинники, які обмежують напрацювання і термін служби елементів зєрного тракту преса. Показано, що одним із ключових факторів, які впливають на ефективність роботи пресового обладнання, є функціонування вихідного вузла. При цьому характер і механізм спрацювання деталей зєрного тракту є неоднорідними: на вхідній ділянці преса переважає корозійно-механічне спрацювання, тоді як на вихідній – абразивне спрацювання у поєднанні з корозійно-механічним.

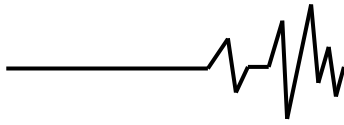
Механічний віджим є одним із методів отримання нерафінованої рослинної олії. Основним елементом цього процесу виступає шнековий прес, який застосовують для вилучення олії з насіння олійних культур. Такі преси

використовують як при холодному, так і при гарячому віджиманні. Принцип їх роботи ґрунтується на обертовому русі шнекового валу, що створює тиск на сировину. Подрібнене насіння подається в зєрну камеру, де відбувається віджимання олії. Конструкція пресу включає ванни для збору олії та жолоби для виведення твердого залишку: макухи. Шнекові преси можуть застосовуватися як на стадії первинного пресування, так і на етапі підготовки до екстрагування, забезпечуючи ефективну роботу як при холодному, так і при гарячому віджиманні олії [3-5]. Дослідники [6] досліджували процес отримання олії з особливим акцентом на визначенні впливу різних змінних факторів на продуктивність шнекових пресів. Було проведено критичний аналіз кількісних та силових параметрів процесу пресування, а також характеристик залежності напруження від деформації пресованого матеріалу за різних умов експлуатації на прикладі побутового шнекового преса LiangTai LTP200. Зокрема, детально розглянуто вплив швидкості обертання шнека (частоти обертання) та кроку лопатей на продуктивність преса, максимальний тиск матеріалу в пресувальній камері та корисну (чисту) потужність досліджуваної машини. Результати цього дослідження можуть бути корисними для науковців та інженерів, які займаються проєктуванням шнекових пресів та вдосконаленням їх експлуатаційних характеристик.

Науковці [7] провели дослідження конструктивних та технологічних параметрів енергоефективного шнекового преса. Особливістю його конструкції є наявність паророзпилювача, розташованого в приймальному бункері під рифленими роликами, що забезпечує проведення волого-теплової обробки сировини. Прес також оснащений теплообмінником, нагрівальним елементом, розширювальним баком і гідравлічною групою. Крім того, парогенератор з'єднаний із паророзпилювачем, який встановлений у приймальному бункері.

У технічній літературі виділяють кілька повторюваних проблем, які прямо стосуються EP20 і аналогічних шнекових пресів: нетипова розподільна здатність живильника, підвищена варіація щільності матеріалу на вході, утворення повітряних кишень (каналів), налипання матеріалу на вінці живильника та «зависання» матеріалу між живильником і наступним шнековим трактом. Ці дефекти ведуть до коливань продуктивності, збільшення питомої енергії пресування і погіршення якості продукту.

Українськими вченими [8] розроблено та апробовано конструкцію шнекового олійного преса. Модернізований прес характеризується високою енергоефективністю завдяки усуненню



перемичок у запірній частині та застосуванню отвору для виходу макухи у вигляді суцільної кругової конусної щілини. Обмеження тангенціального переміщення стиснутої макухи в запірній частині сприяє зменшенню втрат енергії на нагрівання преса, підтриманню робочої температури в межах допустимої, а також покращенню якісних показників отриманої олії. Постійна подача насіння або макухи в робочий циліндр забезпечується встановленням у завантажувальному бункері мішалки з підпружиненими пальцями та вертикального лопатевого живильника.

Недоліком вважаємо конструкцію пресу, в якій передбачено і встановлено живильник лопатевого типу вертикальний, недостатньо ефективною в порівнянні з конструкцією в пресі живильника вертикального і горизонтального шнекового типу, який плануємо розглядати в нашій роботі.

Модернізований прес має задовольняти потреби як малих, так і великих переробних підприємств, зокрема фермерських і сільських господарств, що вирощують олійні культури. Водночас численні питання щодо надійності та довговічності олійних пресів, підвищення їх ефективності, зносостійкості деталей і

конструктивного вдосконалення потребують подальших досліджень.

Мета роботи. Метою роботи є модифікація конструкції шнекового пресу Krupp EP20 для покращення кількісних та якісних показників роботи пресу та його ефективності.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні задачі:

- виконати конструктивні модифікації пресу Krupp EP20 з живильним пристроєм, що включає горизонтальний та вертикальний шнеки для надання матеріалу однорідності перед подачею в шнековий тракт;

- встановити продуктивність пресу для переробки олієвмісної сировини.

Виклад основного матеріалу. Існуючий прес Krupp EP20 зазвичай оснащений горизонтальним шнековим живильником, а це означає, що матеріал має надходити до преса самопливом, що, у свою чергу, може спричиняти:

- непостійність щільності матеріалу;
- зависання / утворення повітряних пробок;
- нестабільну роботу та обмежену продуктивність.

Зовнішній вигляд пресу Krupp EP20 та його конструктивну схему представлено на рисунках 1, 2.



Рис. 1. Прес Krupp EP20 – загальний вигляд

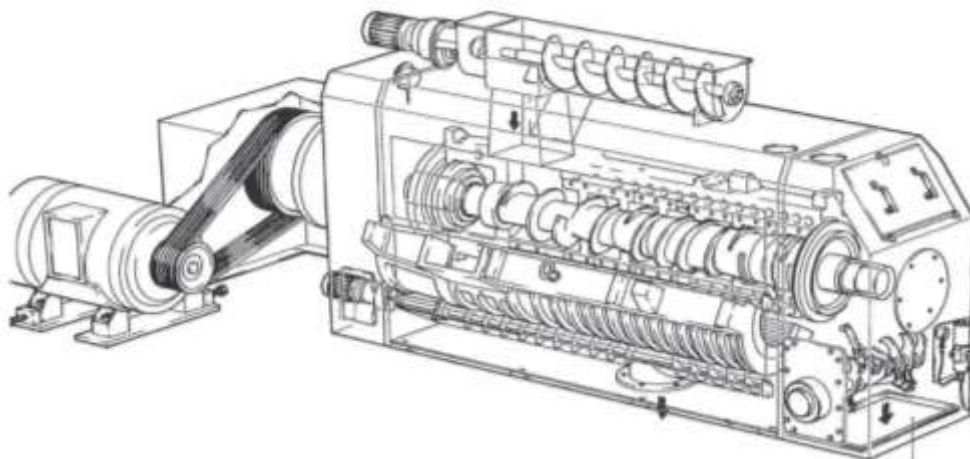
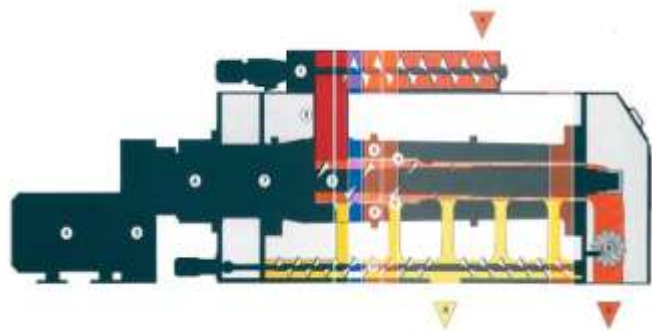
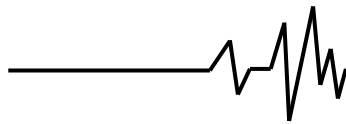


Рис. 2. Прес Krupp EP20 – конструктивна схема



Технічні характеристики пресу Kgrupp EP20 представлено в таблиці 1:

Таблиця 1. Технічні характеристики пресу Kgrupp EP20

Технічні характеристики	Технічні характеристики
Напруга живлення: 400 В, 50 Гц	Ширина отворів зеєра (за напрямком руху маси):
Маса близько 17000 кг	0,72–0,57–0,57–0,37–0,37–0,57–0,37–0,28–0,28–0,28–0,17
Маса в робочому стані ~ 19000 кг	Приводна потужність 4 кВт
Приводна потужність 500 кВт	Частота обертання двигуна 1/хв
Частота обертання двигуна 1500 1/хв	Частота обертання приводу при 50 Гц: 64 1/хв
Частота обертання приводу 64 1/хв	Набивний шнек (опція)
Номер редуктора: 242559/112, 242559/114, 242559/113	Приводна потужність 5,5 кВт
Передавальне число 20	Частота обертання двигуна 1/хв
Витрата масла редуктора близько 60 л	Частота обертання приводу при 50 Гц: 83 1/хв
Клиновий ремінь 12 шт. ХРСх4500 мм	Дробарка жмиху (опція)
Шків клинового ремня – Ø	Приводна потужність ____ кВт
(з боку редуктора) D = 630 мм	Частота обертання двигуна 1/хв
Шків клинового ремня – Ø	Шнек відбору масла
(з боку двигуна) D = 540 мм	Приводна потужність 0,75 кВт
Витрата холодної води ~ 1,5 м³/год	Частота обертання двигуна 1380 1/хв
Дозувальний шнек (опція)	Частота обертання двигуна 62 1/хв

Нами запропоновано і здійснено конструктивні зміни пресу Kgrupp EP20 шляхом встановлення живильного пристрою (рис. 3, 4), який включає горизонтальний та вертикальний шнекові живильники виробництва «Rosedowns» серії Sterling та включає:

- горизонтальний шнековий живильник – частини, що контактують з матеріалом, із сталі 304 SS;

- привід прямий, мотор-редуктор (макс. 5,5 кВт);

- вертикальний шнековий живильник – частини, що контактують з матеріалом, із сталі 304 SS;

- привід на фланцевому кріпленні.



Рис. 3. Живильний пристрій – загальний вигляд

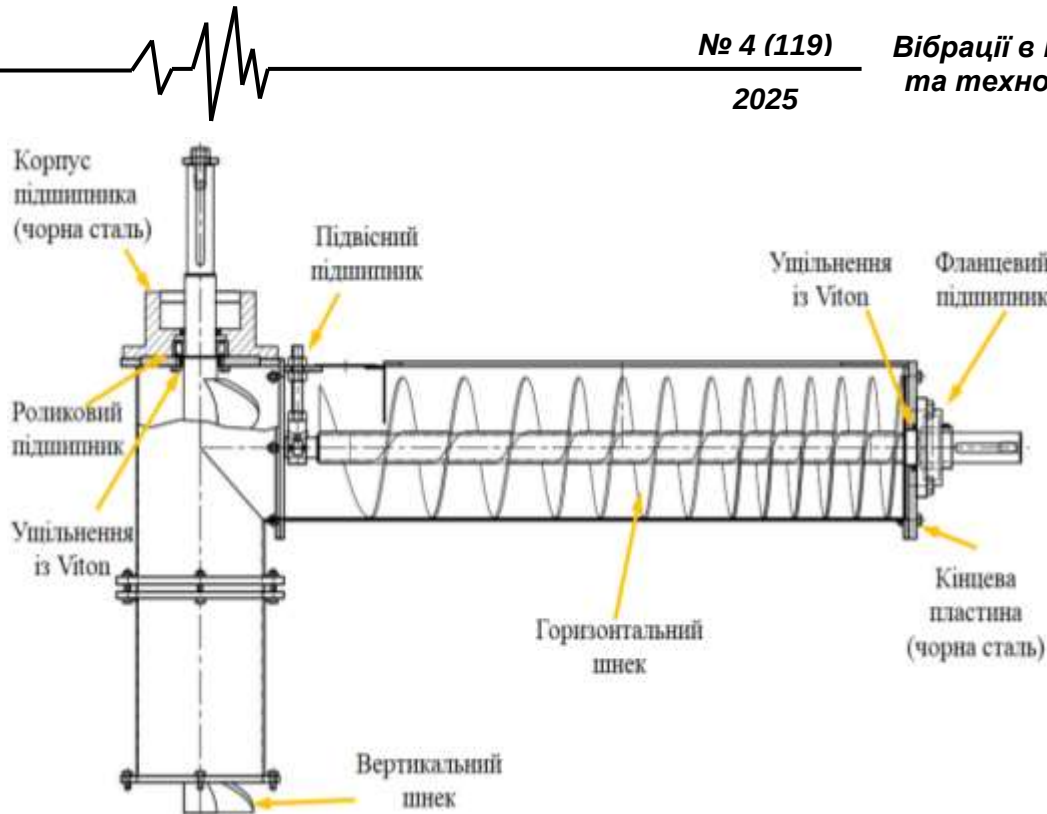


Рис. 4. Живильний пристрій: дизайн «Rosedowns» – конструктивна схема

На місці кріплення оригінального шнекового живильника було встановлено живильний пристрій з новим дизайном, який включає в себе горизонтальний та вертикальний шнеки (рис. 5):

- в горизонтальному шнековому живильнику частини, що контактують із сировиною, виготовлені зі сталі 304 SS;
- привід прямий, мотор-редуктор (мах = 5,5 кВт);
- у вертикальному шнековому живильнику частини, що контактують із сировиною, виготовлені зі сталі 304 SS;
- привід на фланцевому кріпленні.



Рис. 5. Прес Krupp EP20 з модифікованим дизайном живильного пристрою (вертикальний+горизонтальний)

Для можливості встановлення живильного пристрою з новим дизайном була необхідність в модифікації дизайну частини пресу в місці входу сировини в прес (зеерну камеру), а саме чому:

- діаметр вертикального шнекового живильника 350 мм → оригінальні розміри входу у зеерну камеру пресу 300×400 мм, фото якого представлено на рисунку 6.



Рис. 6. Стандартна камера пресу EP20 (вхід 300×400 мм)

Тому було змінено дизайн входу в прес з прямокутного на круглий діаметром 350 мм і це дозволило приєднати розроблений живильний пристрій з вертикальним шнеком (рис. 7).

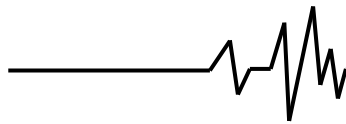


Рис. 7. Модифікована камера пресу ER20 (350 мм)

В результаті впроваджених конструктивних модифікацій в пресі Kgrpp ER20 маємо позитивні зміни в його роботі, а саме надання матеріалу однорідності перед подачею в шнековий тракт, що означає:

- відсутність зависання матеріалу між горизонтальним живильником і шнековим трактом;
- усунення порожнин у потоці матеріалу;
- однакова щільність матеріалу;
- запобігання налипанню матеріалу на живильному витку;
- збільшення продуктивності з 680 т/добу на 720 т/добу сировини з насіння соняшника.

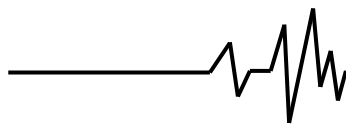
Одержані результати дорівнюють стабільній та продуктивній роботі пресу.

Для здійснення експериментального дослідження роботи пресу використовували олієвмісну сировину – насіння соняшнику (виробництво Україна), згідно з ДСТУ 4694:2006 «Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови» (табл. 2).

Таблиця 2. Характеристика вхідної сировини за ДСТУ 4694:2006 «Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови»

Найменування сировини	Клас, марка	Показники, обов'язкові для перевірки перед використанням		Спеціальні вимоги
		Найменування одиниці вимірювання	Величина	
Насіння соняшнику	Вищий I II	Кислотне число олії, мг КОН, не більше ніж:		Кожну партію насіння супроводжують відповідним документом щодо якості сировини
		Вищий клас	1,3	
		I клас	1,4-2,2	
		II клас	2,3-5,0	
		Вологість, %:		
		не менше ніж	6,0*	
		не більше ніж	8,0*	
		Сміттєві домішки, %, не більше ніж	3,0*	
		зокрема насіння ріцини	Не допускають	
		Олійні домішки, %, не більше ніж	7,0*	
		Зараженість шкідниками	Не допустимо, окрім зараженості кліщем, не вище II-го ступеня	
		Допустимі рівні токсичних елементів, мг/кг, не більше ніж:		Кожну партію насіння супроводжують відповідним документом щодо вмісту: токсичних елементів, пестицидів, мікотоксинів, радіонуклідів
		- свинець	1,0	
		- кадмій	0,4	
		Допустимі рівні пестицидів, мг/кг, не більше ніж:		
		- ДДТ	0,125	
		- ГХЦГ (гама ізомер)	0,5	
		- гептахлор	0,125	
		Допустимі рівні радіонуклідів, Бк/кг не більше:		
		Cs-137 (цезій-137)	70	
		Sr-90 (стронцій 90)	10	
		Допустимі рівні мікотоксинів, мг/кг, не більше ніж:		
		- афлатоксин В1	0,005	
		- зеараленон	1,0	
		- дезоксиніваленон	1,0	
		- Т-2 токсин	0,1	

* За узгодженням замовника та постачальника вологість, вміст сміттєвих домішок та вміст олійних домішок більше ніж обмежувальна норма не є бракувальним чинником за умови подальшого доведення такого насіння до якісних показників стандарту, що забезпечує збереження насіння та випуск якісної продукції



Після здійснення апробації пресування одержали продукти:

- олію соняшникову нерафіновану невиморожену пресову вищого та першого ґатунків, призначену для безпосереднього вживання в їжу людини та для виробництва харчових продуктів. Олія соняшникова повинна відповідати вимогам ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови» за умови додержання вимог транспортування і зберігання;

- жмих соняшниковий – твердий продукт, який одержують за схемою пресування; поділяють на універсальний і високопротеїновий, який в свою чергу виготовляють негранульованим та гранульованим, призначений для харчування тварин. Жмих соняшниковий повинен відповідати вимогам згідно Наказу Міністерства аграрної політики та продовольства України від 9.03.2012 № 131 «Про затвердження Переліку максимально допустимих рівнів небажаних речовин у кормах та кормовій сировині для тварин».

Для встановлення якісної характеристики олії застосовували методи дослідження, а саме, визначали фізичні і хімічні властивості олії. До фізичних показників складу якості рослинних олій, що дозволяють ідентифікувати її як певний вид рослинного жиру, відносяться: щільність, коефіцієнт рефракції, температура застигання, в'язкість. До хімічних показників, які характеризують якість олії призначеної для харчових цілей відносяться: кислотне число, пероксидне число, число омилення, йодне число та роданове число [9]. Дослідні зразки отриманої соняшникової олії повністю відповідали встановленим показникам якості згідно з вимогами ДСТУ 4492:2005 «Олія соняшникова. Технічні умови». Таким чином, можна стверджувати, що одержана нерафінована олія характеризується належними показниками якості і відповідає чинним нормативам, встановленим для харчових олій.

Висновок. Виконано конструкційні модифікації пресу шнекового олійного Kruip EP20 для надання матеріалу (олійній сировині) однорідності перед подачею в шнековий тракт з повним та структурованим переліком переваг, які підтверджують доцільність використання запропонованого рішення, що дозволяє всебічно оцінити ефективність виконаної роботи: - відсутність зависання матеріалу між горизонтальним живильником і шнековим трактом; - усунення порожнин у потоці матеріалу; - однакова щільність матеріалу; - запобігання налипанню матеріалу на живильному витку; - стабільна робота та продуктивність пресу.

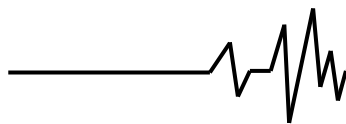
Визначено та встановлено продуктивність пресу олійного для переробки олієвмісної сировини з насіння соняшнику з 680 т/добу на 720 т/добу.

Список використаних джерел

1. Бойко О.С., Гейко Л.М. Сучасний стан підприємств олійно-жирової промисловості України. *Економічний простір*. 2020. (157). С. 32-37. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/157-6>
2. Ястреба С.П. Підвищення ефективності роботи і довговічності олійних пресів: автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.18.12. НУХТ., К. 2012. 19 с.
3. Дідур В.В., Журавель Д.П., Шокарев О.М., В'юнник О.В., Комар А.С. Аналіз технологій отримання олії з олійних культур. *Науковий вісник ТДАТУ: електронне наукове фахове видання*. 2022. Вип. 12. Том 3. С. 180-189.
4. Прес для віджиму олії: різновиди та особливості. (2024). Вилучено з <https://tan.com.ua/pres-dlya-vidzhimu-olii-riznovidi-ta-osoblivosti/>.
5. Кім Н.І. Обґрунтування конструктивного рішення шнекового пресу для відокремлення олії. 2022. С. 22-25.
6. Корендій В.М., Гавран В.Б.. Аналіз процесу витискання олії та визначення перспектив автоматизації роботи шнекового преса. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2024. 34(1). С. 85-90. <https://doi.org/10.36930/40340112>
7. Dotsenko N.A., Gorbenko O.A., Batsurovska I.V. Investigation of constructive and technological parameters of an energy-efficient screw oil press. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2023. p. 012135.
8. Shevchuk P., Sukach O. (2023). Test of the modernized screw oil press. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Series Agroengineering Research*, (24), 69-76. <https://doi.org/10.31734/agroengineering2020.24.069>
9. Осейко М.І. Технологія рослинних олій: підручник. Київ: Варта. 2006. 280 с.

References

1. Boyko O.S., Geyko L.M. Suchasniy stan pidpriemstv oliyno zhirovoi promislovosti ukraini. *Ekonomichniy prostir*. 2020. (157). 32-37. [in Ukrainian].
2. Yastreba S.P. Pidvishchennya effektivnosti roboti i dovgovichnosti oliynih presiv: avtoref. dis. kand. tehn. nauk: spec. 05.18.12. NUHT., K. 2012. 19. [in Ukrainian].
3. Didur V.V., Zhuravel D.P., Shokarev O.M., Yunik O.V., Komar A.S. Analiz tehnologiy otrimannya olii z oliynih kultur. *Naukoviy visnik*



TDATU: elektronne naukove fahove vidannya. 2022. 12. (3). 180-189. [in Ukrainian].

4. Pres dlya vidzhimu olii: riznovidi ta osoblivosti. 2024. Vilucheno z <https://tan.com.ua/pres-dlya-vidzhimu-olii-riznovidi-ta-osoblivosti/>.

5. Kim N.I. Obr'untuvannya konstruktivnogo rishennya shnekovogo presu dlya vidokremlennya olii. 2022. 22-25. [in Ukrainian].

6. Korendiy V.M. Gavran V.B. Analiz procesu vitiskannya olii ta viznachennya perspektiv avtomatizacii roboti shnekovogo presa scientific bulletin of UNFU. 2024. 34(1). 85-90. [in Ukrainian].

7. Dotsenko N.A., Gorbenko O.A., Batsurovska I.V. Investigation of constructive and technological parameters of an energy-efficient screw oil press. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2023. 012135. [in Ukrainian].

8. Shevchuk P., Sukach O. (2023). Test of the modernized screw oil press. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Series Agroengineering Research*, (24), 69-76. [in Ukrainian].

9. Oseiko M.I. Tekhnolohiia roslynnykh olii: pidruchnyk. Kyiv: Varta. 2006. 280. [in Ukrainian].

DESIGN DEVELOPMENT AND SUBSTITUTION OF SCREW PRESS PARAMETERS

The object of the study is a Krupp EP20 screw press in a modified design with a feeding device, namely a technical system that includes horizontal and vertical screws and a screw path in the part of feeding and pressing oil-containing raw materials. An analysis of scientific and technical information was conducted on the issue of designing and operating oil pressing equipment,

as well as the issues of ensuring its reliability, durability, and efficiency. Structural modifications of the Krupp EP20 screw oil press were made to provide the material (oil raw material) with uniformity before feeding into the screw path with a complete and structured list of advantages that confirm the feasibility of using the proposed solution, which allows a comprehensive assessment of the effectiveness of the work performed: no material hanging between the horizontal feeder and the screw path; elimination of cavities in the material flow; uniform material density; prevention of material sticking on the feed coil; stable operation and productivity of the press. The developed design of the screw oil press was tested and its productivity for processing oil-containing raw materials from 680 t/day to 720 t/day of sunflower seed raw materials was established. After testing the pressing, the following products were obtained: - unrefined, unfrozen, pressed sunflower oil of the highest and first grades; - sunflower cake - a solid product obtained by pressing. To establish the qualitative characteristics of the oil, the physical and chemical properties of the oil were determined. The test samples of the obtained sunflower oil fully met the established quality indicators in accordance with the requirements of DSTU 4492:2005 "Sunflower oil. Technical conditions". Thus, it can be stated that the obtained unrefined oil is characterized by proper quality indicators and meets the current standards established for edible oils. The developed press can meet the needs of both small and large processing enterprises that grow oilseeds.

Key words: screw oil press, feeding device, sunflower seeds, oil, technological parameters.

Відомості про авторів

Пугач Андрій Миколайович – кандидат технічних наук, доктор наук з державного управління, професор кафедри тракторів і сільськогосподарських машин Дніпровського державного аграрно-економічного університету (вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Україна, 49600, e-mail: anpugach13@gmail.com).

Бровко Руслан Сергійович – аспірант кафедри тракторів і сільськогосподарських машин Дніпровського державного аграрно-економічного університету (вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Україна, 49600, e-mail: ruslan.brovko@ukr.net).

Andrii Puhach – Doctor of Science in Public Administration, Professor Department of Agricultural Machinery Dnipro State Agrarian and Economic University (Sergiy Yefremov str., 25, Dnipro, Ukraine, 49600, e-mail: anpugach13@gmail.com).

Ruslan Brovko – graduate student of the Department of Agricultural Machinery Dnipro State Agrarian and Economic University (Sergiy Yefremov str., 25, Dnipro, Ukraine, 49600, e-mail: ruslan.brovko@ukr.net).

Стаття надійшла 15.11.2025

Стаття прийнята 28.11.2025

Опубліковано 25.12.2025