

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра загальнотехнічних дисциплін

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття

ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: «Обґрунтування параметрів та режимів роботи шнекового пресу»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія
ступеня вищої освіти «*магістр*» групи 1

Тацій Валентин Сергійович

Керівник: Канівець І. М.

Рецензент: Біловод О. І.

Полтава – 2022 року

ВСТУП

Підвищення ефективності виробництва, створення сучасних технологій і машин нового покоління є одним з факторів, що забезпечують стабільну роботу підприємств переробних галузей.

Застосовувані в даний час стандартні способи отримання рослинних олій відрізняються тривалістю підготовчих операцій, підвищеними енерговитратами і наявністю канцерогенних речовин, одержуваних в процесі виробництва, які негативно впливають на якість кінцевих продуктів. Одним із способів зменшення розглянутих вище явищ є спосіб холодного пресування олійної рослинної сировини.

Найбільш важливим вузлом екструдера є шнек спеціальної конструкції, який може збиратися з окремих замінних елементів різної конфігурації. Саме шнек визначає режими обробки насіння соняшнику, продуктивність машини і відповідність якості готового продукту технічним вимогам [1, 2].

Конструктивні особливості пресів і різні якісні характеристики сировини дозволяють в широких межах комбінувати параметри процесу пресування, що створює умови для якісного процесу отримання олії з насіння соняшнику.

Застосування «холодного» пресування харчових масел забезпечує збереження біохімічних показників, поживних речовин, що сприяє підвищенню їх засвоюваності і отримання продукту хорошої якості. В даний час одним із способів отримання рослинної олії є пресування. Більшість сучасних пресів для віджиму олії з олійних культур енергоємні, і переналаштування таких пресів на іншу олійну культуру являється ускладненим, і навіть якщо можливе, віджимання олії здійснюється менш ефективно, що є абсолютно неприйнятним для виробництв малої потужності, яким необхідний недорогий універсальний прес, здатний віджимати олію як з високо, так і з низько-олійних культур.

Метою роботи є підвищення ефективності процесу виробництва олії з насіння соняшнику шнековим пресом шляхом обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи.

Об'єктом дослідження є: двозахідний шнековий прес для віджиму олії з насіння соняшнику.

Предметом дослідження є: закономірності, умови і режими виробництва олії з насіння соняшнику двозахідним шнековим пресом.

Практичну цінність становлять теоретичні та експериментальні залежності продуктивності, потужності приводу, виходу олії і енергоємності процесу виробництва олії двозахідним шнековим пресом в залежності від його конструктивно-технологічних параметрів і вихідної щільності сировини.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Аналіз сировини для отримання рослинних олій

Основними характеристиками різного виду рослинних олій при різних умовах виробництва і зберігання є кислотне число, гліцеридний і нежировий склад. У зв'язку з цим науково обґрунтований технологічний режим отримання рослинних олій дозволить провести найбільш якісний віджим олії з насіння соняшнику. Для цього необхідні сучасні знання в галузі фізико-хімічних процесів, органічної, біологічної, аналітичної хімії і т.д.

При розробці технології виробництва рослинних олій доцільно врахувати процеси, що протікають в олійному насінні при виростанні, зберіганні, транспортуванні.

Хімічні і біохімічні процеси, пов'язані з умовами виростання, зберігання насіння і методами добування олії, впливають на гліцеридну і нежирову частини олії. Залежно від умов зростання і селекції може змінюватися не тільки вміст олії в ядрі насіння, а й склад жирних кислот і нежирових домішок. У міру дозрівання насіння поряд зі зменшенням вмісту вільних жирних кислот збільшується вміст ненасичених жирних кислот (йодні числа зростають) [3].

Зберігання олієнасіння в умовах підвищеної вологості і при підвищеній температурі призводить до значної зміни гліцеридної частини масла за рахунок впливу ферментів, що містяться в насінні, і мікрофлори, що вноситься ззовні [4].

В процесі добування олії відбувається нагрівання насіння соняшнику і зволоження під впливом пари і тепла, за рахунок чого активізується розщеплююча дію ліпаз.

До хімічних і біохімічних процесів, що протікають при дозріванні, збиранні, транспортуванні і зберіганні насіння в несприятливих умовах, додаються розщеплення гліцеридної частини і окисні процеси при добуванні олії. Зміни гліцеридної частини олії при добуванні олії, за винятком накопичення вільних жирних кислот, порівняно невеликі, склад же домішок, які супроводжують олію, зазнає значних змін [5].

В процесі зберігання насіння під впливом вологи і тепла відбувається взаємодія масляної фази насіння і нежирових речовин або органічних сполук, близьких до жирних речовин (фосфоліпіди), обумовлюється накопиченням і станом їх в насінні.

Слід зазначити, що вирішальними факторами у взаємодії нежирової частини з масляною в насінні є процеси, що протікають при добуванні олії, при яких значна частина нежирових речовин переходить в олію. Оцінити вплив окремих факторів на перехід домішок в олію можна лише, вивчивши їх виникнення і зміни, починаючи з насіння.

Відомо, що насіння олійних рослин складаються з великої кількості клітин. В процесі зберігання насіння піддаються впливу ферментів, в присутності вологи і повітря це призводить до розпаду органічних речовин з виділенням тепла і утворенням продуктів реакції, аж до вуглекислоти і води, а також впливу речовин, що вносяться ззовні бактеріями, пліснявими грибами, амбарними шкідниками і т. п. Склад насіння може бути різний залежно від їх сорту і умов дозрівання. Під впливом процесів, що розвиваються в насінні при різних умовах зберігання, змінюється їх склад. Ці зміни відбуваються як в гелевій частині насіння, так і в жирах. І в залежності від цього може змінюватися склад гліцеридної частини жиру і домішок, що містяться в ньому.

Олії, одержувані різними методами (холодного чи гарячого пресування, екстракційне і т. п.), відрізняються за смаком, запахом, кольором і нерівноцінні харчовою перевагою. Незначно відрізняючись по гліцеридному складу, вони дуже різні за кількістю і складом нежирових домішок. [6].

Уже в початковій стадії добування олії можлива поява джерел домішок. Так, наприклад, погана очистка насіння, незадовільна робота рушально-віяльних машин призводять до зіткнення олії зі сторонніми мінеральними та олійними (лушпиння) домішками.

При подрібненні насіння тонка структура елеоплазми руйнується, сприяючи тісному зіткненню виділеної олії з внутрішньоклітинним вмістом. Чим вище ступінь подрібнення, тим інтенсивніше перехід фарбувальних речовин в олію і руйнування складних, але нестійких комплексних сполук, наприклад, фосфатидо-протеїдів, фосфатидо-вуглеводно-протеїдів.

Особливе місце при веденні процесів добування олії належить зволоженню. Руйнуючи клітини при процесі смаження, волога сприяє контакту нежирових домішок з маслом і переходу в нього домішок. Зволоження в поєднанні з високою температурою призводить до теплової денатурації білкових речовин.

Необхідно відзначити умови переходу домішок в олії в залежності від режиму і способу добування олії, особливості екстракційного методу вилучення олії з насіння. Застосовувані для екстракції жирів з насіння розчинники – бензин, дихлоретан – витягають також і нежирові домішки. При цьому відмічається посилений перехід нежирових речовин в місцелли, а потім в масло, навіть і в тих випадках, коли окремі органічні домішки, як наприклад госипол, нерозчинні безпосередньо в чистому розчиннику (бензині). Розчинники (бензин і дихлоретан) не впливають на гліцеридний склад екстрагованих жирів, але в їх присутності нежирової речовини зазнають змін, в результаті яких видалення їх важко.

Найбільш перспективним способом отримання рослинних масел є, на нашу думку, екструзійний спосіб [7].

Екструдерна технологія використовується в самих різних галузях. Завдяки своїй високій універсальності і тому, що вона дозволяє контролювати характеристики продуктів, принципи екструдера стали

застосовуватися при переробці олійних культур. За минуле десятиліття шнековий прес швидко завоював визнання при переробці олійних культур.

У шнекового преса, використовуваного на підприємствах з переробки олійних культур, є кілька модифікацій з різними назвами, спеціально створених для цих цілей. Швидке зростання популярності екструдера пояснюється його численними перевагами і низькою вартістю. Це високопродуктивна універсальна установка, якою можна обладнати будь-яке підприємство.

1.2. Аналіз конструкцій шнекового пресу

У різних галузях народного господарства широко використовуються шнекові преси в тому числі при переробці та приготуванні продуктів в харчовій промисловості, при віджиманні олії з олійних культур [4, 6].

Розробка прогресивних конструкцій в шнекових пресуючих механізмах обґрунтована широким спектром застосування цих машин в переробних галузях агропромислового комплексу та особливостями екструзійних технологій.

Розвиток шнекових пресів в різних областях техніки пов'язано з впровадженням безперервних методів виробництва. При конструюванні шнекових пресів фірми-виробники основним завданням ставлять створення універсальних машин для виробництва високоякісних екструдованих продуктів збалансованого складу практично всіх видів з мінімальними енерговитратами

Основним робочим органом шнекового преса є шнек, що обертається в циліндричному корпусі. Робочу частину шнекового преса з урахуванням стадій процесу обробки можна умовно розділити на 3 функціональні зони: I - зона прийому сировини (завантаження і транспортування); II - зона пластифікації і стиснення; III - зона випресовування продукту [8].

Камера складається з двох дисків з набраними між ними зеєрними планками. Величина кільцевого зазору регулюється гайкою, угвинчується в торець диска камери. Недоліком даної конструкції є значна енергоємність технологічного процесу, крім того, потрібно багато часу на складання, розбирання і обслуговування установки в цілому.

Відомі також цілий ряд конструкцій пресів, основною відмінною рисою яких є різні конструктивні особливості пристрою матриці (фільєри) [9].

Одношнекові екструдери мають ряд переваг перед двошнековими, що визначає їх більш широке поширення, в тому числі простоту і високу технологічність конструкції; велике значення крутного моменту; доступна вартість машини; низькі питомі витрати електроенергії.

Особливий інтерес представляють пристрої для вилучення олії з рослинної сировини, представлені в роботах [10].

Для вилучення олії з рослинної сировини [11], спосіб передбачає подачу сировини в зеєрну камеру і обкатування сировини на поверхні останньої елементами, ексцентричними зеєрній камері. Причому сировину обкатують черв'яками з радіально загостреним додатковим витком на їх основних витках.

Пристрій (рисунок 1.1) включає зеєрну камеру 1 шнек 2, розташований під патрубком завантажувальної камери 3 і виконаний на приводному валу 4, який співвісний завантажувальній і зеєрній камерам і приводиться в обертання зовнішнім енергетичним джерелом, наприклад, електродвигуном (на кресленні не показаний), і включається послідовно чергуючими черв'яками 5 з радіально загостреним додатковим витком на їх основних витках.

Черв'яки 5 встановлені з можливістю обертання на закріплених на приводному валу 4 його ексцентриках, в результаті чого черв'яки ексцентричні відносно приводного вала, а значить і відносно зеєрній камери 1.

завантаження рослинної сировини в робочу камеру преса на корпусі встановлені завантажувальні бункери 15.

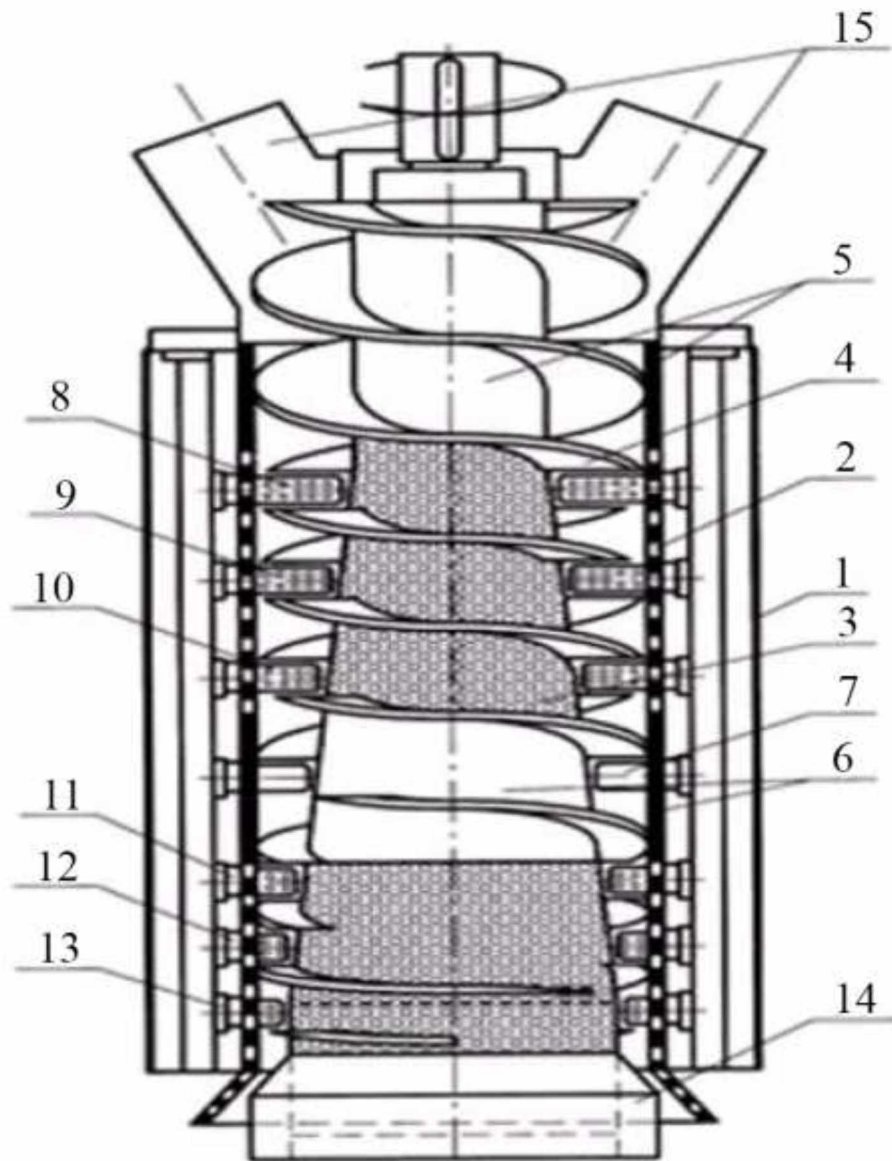


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд пресу

Шнековий прес для віджимання рослинної сировини працює наступним чином. Рослинна маса надходить в завантажувальні бункери 15, де вона підхоплюється витками 4 і піддається первинному стисканню, при цьому з неї видаляється повітря. Потім віджимальна маса транспортується в

зону 5. Тут відбувається значне збільшення парового тиску рідини в клітинах рослинної сировини.

Подальше віджимання супроводжується фільтрацією рідини через перфорації вала 3, сита 2 і фільтруючі контр-лопаті 8-10. На наступному етапі в зоні 6 відбувається повторне стиснення сировини, збільшення в ньому парового тиску рідини, без її фільтрації. Потім сировина потрапляє в нижню частину преса, де з неї остаточно видаляється рідина через перфорації вала 3, сита 2 і фільтруючі контр-лопаті 11-13. Схеми розташування контр-лопатей 7 і фільтруючих контр-лопатей 8-13 гарантують запобігання перемішування, радіального переміщення матеріалу в робочій камері преса і розпушують його. Оптимальний тиск пресування на виході з преса створюється регульовальним конусом 14.

Необхідний ефект досягається наступним чином. При проходженні матеріалу в зонах 5 і 6, суцільних, що не перфорованих поверхонь вала і сита, він піддається постійному стиску з боку конусного вала і витків шнека. У цих зонах за короткий проміжок часу відбувається значне збільшення парового тиску рідини.

Недоліком даної конструкції є тривалість процесу і значні витрати на переробку рослинної сировини і складність конструкції у виготовленні, що робить її мало прийнятною для фермерських господарств.

Прес (рис. 1.3.) складається зі станини 1, на якій закріплений корпус 2 преса з зеєрним циліндром 3 і встановленим в ньому шнековим валом 4 із змінним кроком навивки. Кінці шнекового вала закріплені в підшипниках 5 і 6, а сам вал з'єднаний з приводом 7. Корпус 2 преса має завантажувальну ємність 8 і механізм формування макухи 9. Під корпусом розміщений піддон 10 для збору масла.

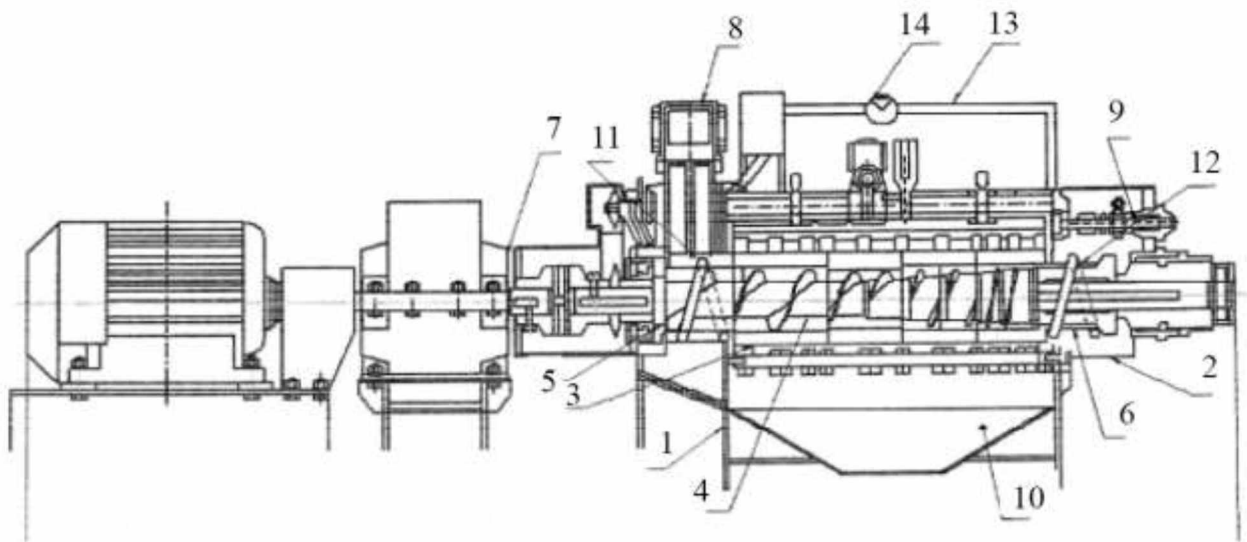


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд преса

Корпус містить конвекційний теплообмінник, виконаний у вигляді двох охолоджувальних сорочок 11 і 12, розміщених в початковій і кінцевій зонах установки шнекового вала і з'єднаних один з одним кільцевим трубопроводом 13. У кільцевому трубопроводі 13 встановлений насос 14. Прес працює таким чином: мезга із завантажувальної ємності 8 надходить в зеєрний циліндр 3, де відбувається її стискання і просування шнековим валом 4 зі змінним кроком навивки. Внаслідок виник тиску і сили тертя відбувається нагрівання мезги і віджимання масла.

Особливий інтерес представляють шнекові преси для віджиму олій з використанням двох і більше шнеків, що забезпечують ефективний процес вилучення олії [13].

Представлений двошнековий прес з підігрівом шляхом установки нагрівальних елементів (рисунк 1.4). Містить він робочу камеру 1, завантажувальний бункер 2, подвоювач 3, привід 4, конус 5 для відводу масла, жолоб 6 для відводу макухи. Керування та теплозахисні кожухи. Робоча камера складається з порожнистих, жорстко з'єднаних послідовно завантажувальної секції 7 з внутрішньої циліндричної поверхнею і

завантажувальним вікном 8, секцій 9, 10 і 11 з непроникними стінками і зеєрних секцій 12 і 13.

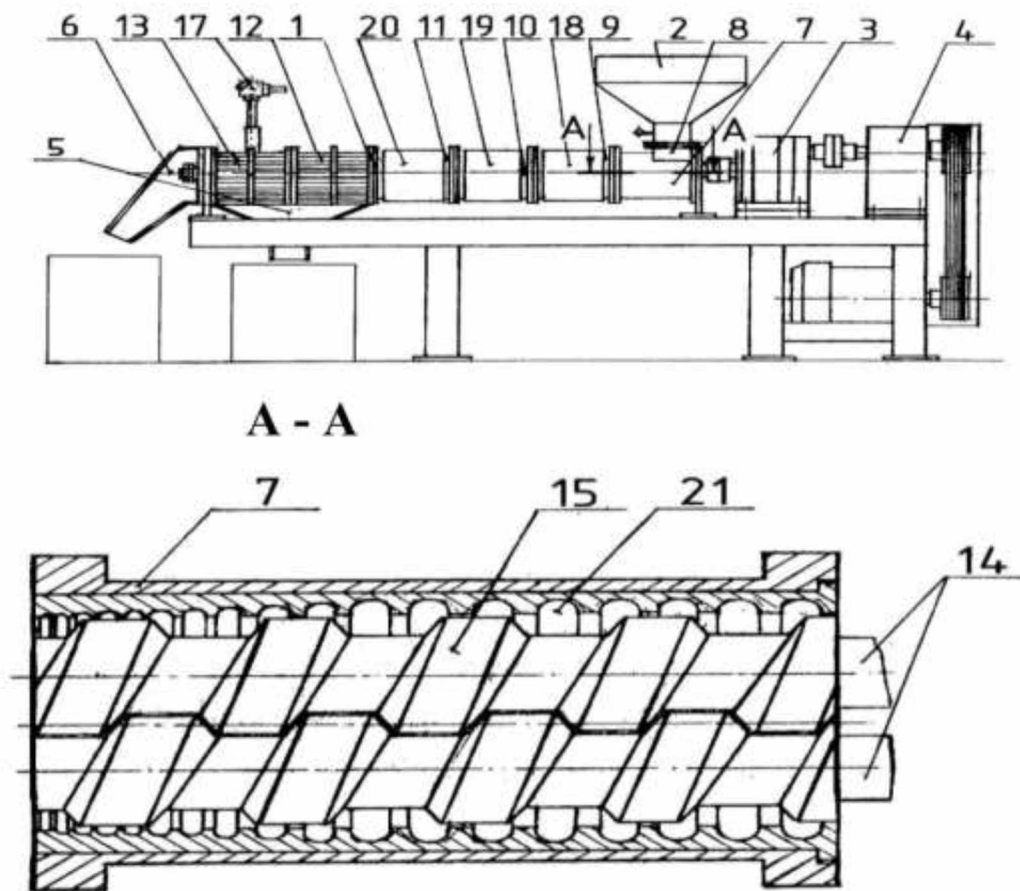


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд двошнекового преса

Подрібнюючі насадки 16 в групі зміщені відносно один одного з утворенням гвинтового каналу. Внутрішні порожнини зеєрних секцій 12 і 13 набираються з планок, розташованих по утворюючим циліндричної поверхні з гарантованим зазором. Зеєрна секція 13 забезпечена термодатчиком 17. На секціях 9, 10 і 11 з непроникними стінками з зовнішньої сторони відповідно встановлені нагрівальні елементи 18, 19 і 20.

Завантажувальна секція 7 з'єднана з бункером 2 через завантажувальний вікно 8 і виконана з внутрішньої циліндричної поверхнею і канавками 21, що утворюють з поверхнями шнеків 15 канали. При цьому канавки, розташовані під завантажувальним вікном 8, виконані з глибиною,

яка дорівнює половині розміру поперечного перерізу переробляються насіння, а наступні канавки виконані з глибиною, зменшеною в напрямку секцій 9 з непроникними стінками.

Двошнекові преси та установки з використанням подачі повітря [14] або введення рідини - розчинника [15] в оброблюваний матеріал в порівнянні з одношнековими пресами більш металомістких, вимагають більше витрат часу на складання, розбирання і обслуговування. Тому використання одношнекових пресів в фермерських господарствах та виробничих цехах малої потужності з економічної точки зору більш доцільно.

Проведений аналіз конструкцій шнекових пресів для віджиму олії з олійних культур і досліджень технологічного процесу показав, що пресування є найякіснішим способом отримання масла зі збереженням вихідних властивостей. Пресування за багатьма показниками підходить для застосування на підприємствах малої потужності і виробництва олії рідкісних видів.

Висновки і задачі дослідження

Проведений аналіз конструкцій шнекових пресів для віджиму олії з олійних культур і дослідженні технологічного процесу показав, що пресування є найякіснішим способом отримання олії зі збереженням вихідних властивостей, обумовлених відсутністю дії хімічних складових. Пресування за багатьма показниками підходить для застосування даного процесу на підприємствах малої потужності і виробництва олії рідкісних видів.

Встановлено, що найбільш ефективним способом збільшення продуктивності шнекових пресів є поліпшення умов захоплення матеріалу завантажувальним пристроєм і зниження опору переміщенню матеріалу до зони його пластифікації, а це, в кінцевому рахунку, знизить енергоємність процесу.

Основні завдання дослідження:

1. Провести аналіз і запропонувати перспективну конструкцію двозахідного шнекового преса для віджиму олії з насіння соняшнику.
2. Теоретично виявити закономірності технологічного процесу двозахідного шнекового преса для обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи
3. Експериментально визначити конструктивно-технологічні параметри шнека і режими роботи.
4. Оцінити техніко-економічну ефективність застосування шнека.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма експериментальних досліджень

Методика експериментальних досліджень розроблялася з використанням загальних принципів віджиму олії з олійних культур методом пресування, методик визначення якості соняшникової олії і методів математичного планування експериментів.

Експериментальні дослідження проводилися для визначення оптимальних конструктивних і кінематичних параметрів преса з метою вдосконалення технологічного процесу виробництва олії.

Програма експериментальних досліджень передбачила вивчення фізико-механічних властивостей насіння соняшнику, проведення лабораторних досліджень впливу конструктивних і режимних параметрів двозахідного шнекового преса на віджимання олії, продуктивність, споживану потужність і енергоємність робочого процесу.

Об'єктом досліджень є технологічний процес отримання олії з насіння соняшнику.

Для реалізації представленої програми експериментальних досліджень був проведений відбір і аналіз методів досліджень, проведена підготовка лабораторної установки, засобів інструментального контролю параметрів і т.д.

При проведенні експериментальних досліджень використовувалося вимірювальне і контрольне обладнання, представлене в таблиці 2.1.

Для проведення експериментальної перевірки відповідно до програми досліджень був обраний лабораторний зразок двозахідного шнекового преса для віджиму олії з насіння соняшнику (рисунки 2.1).

Таблиця 2.1 – Обладнання, що застосовується для вимірювань

Параметр вимірювання	Назва приладу, обладнання	Стандарт на прилад, обладнання	Точність вимірювань
Лінійні розміри	Штангенциркуль ШЦ-2	ГОСТ 166-80	0,1 мм
	Рулетка металева РЗ-10	ГОСТ 7502-80	1,0 мм
Час	Секундомір	ГОСТ 5072-79В	$\pm 1,0 \text{ хв}^{-1}$
Маса	Ваги аналітичні ВК-1500	ГОСТ 24104-2001	$\pm 0,01 \text{ г}$
Потужність	Частотний перетворювач Altivar-61	—	± 1
Тиск	Тензометричний датчик тиску ЛХ-417	—	$\pm 0,32$
Вологість	Сушильний шкаф ШС-0,25-60	—	—
Частота обертань	Датчик MYLB-6-36 VDC	—	—
Температура	Пірометр	ГОСТ 28243-96	$\pm 0,5$



Рисунок 2.1 – Двозахідний шнековий прес для віджиму олії з насіння соняшника: 1 - корпус; 2 - приймальний бункер; 3 - циліндр преса; 4 - зерна камера; 5 - фільєра; 6 - лоток відводу олії; 7 - заслінка; 8 – електродвигун

Двозахідний шнековий прес складається з корпусу 1, приймального бункера 2, циліндра 3, в якому встановлений шнек зеєрної камери 4, регульованої фільтри 5, лотка 6 для відводу масла, електродвигун 8, заслінка 7 для відкриття вивантажного вікна.

Двозахідний шнековий прес працює наступним чином. У приймальний бункер засипаються насіння соняшнику. Після підключення електродвигуна 8 до електричної мережі і виходу його на робочий режим відкривається заслінка 7 після чого насіння соняшнику надходять в циліндр 3 преса. Під дією дисипації сил внутрішнього тертя і створення тиску з насіння соняшнику виділяється масло.

Масло через дренажні отвори в зеєрному циліндрі впливає на лоток 6 і надходить в ємність.

Для виміру і регулювання частоти обертання електродвигуна, виміру споживаної потужності в лабораторній установці використовується частотний перетворювач. Застосування частотного перетворювача в ланцюзі управління електродвигуном двозахідного шнекового преса дозволяє регулювати режимні параметри електродвигуна установки і контролювати поточні показники, полегшуючи процес дослідження.

Величина частоти обертання шнека визначалася за допомогою датчика MYLB-6-36VDC за допомогою сигналу від металеві пластини, встановленої на шківу.

Для визначення залежностей якісних, кількісних і енергетичних показників технологічного процесу виробництва олії з насіння соняшника від конструктивних і режимних параметрів розробленого двозахідного шнекового преса було складено план проведення експерименту. Для дослідження визначені три основних конструктивних і режимних параметра, що впливають на процес виробництва олії. Прийнято наступні інтервали варіювання (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Фактори та їх кодування

X_i	X_i мін, $x_i = -1$	X_i ср, $x_i = 0$	X_i макс, $x_i = +1$	Інтервал
$x_1(t)$ – крок конусного живильника, мм	35	40	45	5
$x_2(n)$ – частота обертання шнеку, хв. ⁻¹	400	450	500	50
$x_1(S)$ – площа вихідного отвору фільєри, м ²	0,001	0,0015	0,002	0,0005

Для забезпечення варіювання факторів (x_i) були виготовлені три варіанти конусних живильників з кроком 35 мм, 40 мм і 45 мм (рисунок 2.2). Вимірювання частоти обертання шнека здійснювали частотним перетворювачем, площа вихідного отвору (S) шляхом відкриття фільєри на необхідну величину.



Рисунок 2.2 – Двозахідні конусні живильники з кроком 35 мм, 40 мм і 45 мм.

Контроль, заміри контрольованих параметрів (потужність, енергоємність, кількість виходу масла, вологість) здійснювалися за існуючими методиками, що регламентуються нормативними документами, а також за розробленими приватним методикам.

Датчики тиску були встановлені в чотирьох точках корпусу циліндра, для чого були виконані різьбові отвори в корпусі циліндра.

Температура олії замірялась за допомогою високотемпературного пірометра (рисунок 2.3) з вбудованим відеоскопом в трьох точках на виході з зерного циліндра, температура макухи – на виході з фільсери.



Рисунок 2.3 – Високотемпературний пірометр

2.2. Методика досліджень фізико-механічних властивостей

Фізико-механічні та хімічні властивості соняшнику залежать не тільки від сорту, але і від технології його обробітку, природних умов і можуть варіюватися в широких діапазонах.

Якість, а отже, і хімічні властивості віджатого масла і макухи в більшій мірі залежать від конструктивних і режимних параметрів двозахідного шнекового преса.

При віджиманні масла з насіння соняшнику в двозахідному шнековому пресі виникають сили тертя між матеріалом і робочими органами преса, які відіграють важливу роль в технологічному процесі (зміна температури і тиску).

Вологість насіння соняшнику визначали за відповідною методикою [16], використовуючи ваги ВК-1500 з абсолютною похибкою не більше 0,01 г і сушильну шафу ШС-0,25-60.

Нижче перераховані основні показники олії з насіння соняшнику, отриманого пресуванням на двозахідному шнековому пресі.

1. Олійність.
2. Вологість.
3. Визначення кислотного числа (світлих олій).
4. Визначення вмісту жирних кислот.
5. Визначення змісту фосфоровмісних речовин.
6. Визначення вмісту вологи та летких речовин.
7. Визначення змісту загальної золи.
8. Визначення прозорості рідких масел.

Вміст жиру – один з основних показників якості олійних культур. Вміст олії в насінні коливається в великих межах залежно від сорту, району і умов зростання, ступеня зрілості зерна.

Відповідно до технічних вимог олійність насіння трактується як вміст у ньому сирого жиру і жироподібних речовин, що витягаються під впливом ефіру в процесі нижчевикладених маніпуляцій.

Існує два лабораторних методи визначення олійності насіння: 1. Екстракційний 2. Рефрактометричний.

Екстракційний метод застосовується для ретельного проведення робіт по визначенню олійності за допомогою апарату Сокслета. Рефрактометричний стає альтернативою при необхідності проведення прискореного аналізу і робиться за допомогою рефрактометра.

Сучасні прилади для визначення жиру дозволяють якісно провести аналіз.

Принцип екстракційного методу полягає в добуванні жиру за допомогою ефірного етилу:

1. Готують навішення з 50 гр. насіння соняшнику, просіюючи через сито, діаметр отвору яких 0,3 мм. Відокремлюють домішки і сміття.
2. Насіння підсушують в порцеляновій ступці при 100 градусах близько 2-х годин.
3. Ядра подрібнюють в ступці, промасленим насінням з випробуваного зразка (але не з навішування).
4. Суміш зважують по 8 -10 грам і поміщають в два патрона.
5. В екстрактор наливають етиловий ефір в обсязі, що виключає його переливання через сифонну трубку, і з'єднують екстракційну трубку з холодильником, в який пускають воду.
6. Колбу з ефіром нагрівають лампою електричною або на водяній бані при 50-60 градусів. При цьому ефір по трубці потрібно зливати 7 разів на годину.

Розчинник конденсується в холодильнику, стікаючи в екстрактор, у міру заповнення якого витягує олію навішування і переміщує в колбу. Під час роботи Сокселета слід обернути його шийку марлею, щоб уникнути попадання в нього води. Насіння соняшнику піддаються екстракції 22-24 години. Екстракція завершується після того, як в розчиннику не залишиться жиру. Дізнаються це шляхом його нанесення на годинне скло - на ньому, після випаровування ефіру, не повинно бути жиру. В іншому випадку процес екстракції продовжують. Отриманий сирий жир сушать при 100-150 градусів до постійної маси. Первинне зважування здійснюють через 1 годину після початку сушіння, а наступні - через півгодини. Для розрахунків беруть меншу масу, і олійність насіння соняшнику визначають за формулою:

$$X = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{m_2}, \quad (2.1)$$

де m – вага колби з олією, г;

m_1 – вага порожньої колби, г;

m_2 – вага навішування насіння.

Перерахунок отриманих значень на суху речовину здійснюється за формулою:

$$X = \frac{X \cdot 100}{100 - W}, \quad (2.2)$$

де W – вологість навішування насіння, що визначається у % паралельно з олійністю насіння.

Кінець екстракції встановлюють по відсутності олії при пробі на повноту екстракції. Для цього відокремлюють екстрактор від холодильника, нахиляють його в сторону сифонної трубки і зливають весь розчинник із екстрактора в колбу через сифонну трубку; останні краплі розчинника наносять на сухе чисте годинне скло. Після випаровування ефіру на склі не повинно залишатися слідів масла. В іншому випадку апарат знову збирають і екстракцію продовжують до повного вилучення олії.

Після закінчення екстракції прилад роз'єднують, патрон виймають пінцетом з екстрактора і відганяють ефір в цьому ж приладі. Для відгону знову збирають апарат і нагрівають колбу з ефіром до тих пір, поки не відганяючи ефір. Сирий жир, що залишився в колбі сушать в сушильній шафі при температурі 100-105°C до постійної маси. Первинне зважування проводять через 1-1,5 год., наступні – через кожні півгодини. Якщо збільшення маси повторюється двічі, висушування припиняють і для розрахунку беруть найменшу масу.

Одночасно в двох наважках підсушеного і подрібненого насіння визначають вологість методом висушування до постійної маси при температурі 100-105°C. Перше зважування проводять через 1 год., наступні – через кожні півгодини.

Вміст жиру в звільненому від сміття і підсушеному насінні у відсотках обчислюють за формулою:

$$X = \frac{(P_2 - P_2) \cdot 100}{P}, \quad (2.3)$$

де P_2 – маса колби з олією, г;

P_z – маса порожньої колби, м.

$$X = \frac{X \cdot 100}{100 - B}, \quad (2.4)$$

де B – вологість підсушеного і подрібненого насіння, що визначається одночасно з олійністю насіння, %.

За остаточний результат приймають середнє з двох паралельних визначень, розбіжність між якими не повинна перевищувати 0,5%.

2.3. Методика визначення комплексного показника якості соняшникової олії

Якість соняшникової олії, одержуваної методом пресування насіння соняшнику перевіряють щодо відповідності встановлених показників технічним умовам [17].

Відповідно до технічних умов встановлені показники якості соняшникової олії визначаються за загальною методикою [18].

Оцінку якісного аналізу соняшникової олії проводять за такими основними показниками:

- кислотне число, мг КОН/г;
- масова нежирових домішок, %;
- масова частка фосфоровмісних речовин, %;
- перекисне число, моль активного кисню / кг;
- масова частка води з летючих речовин, %;
- масова частка мила.

Однак кожен окремо показник олії односторонньо характеризує вироблений продукт. У зв'язку з цим необхідно розробити методику визначення комплексного показника якості соняшникової олії:

- встановити основні якісні показники соняшникової олії;
- дати аналітичну залежність комплексного показника у вигляді узагальненого коефіцієнта якості.

Комплексний показник якості продукту, що виробляється необхідний і при проведенні експериментальних досліджень, коли він приймається за критерій оптимізації технологічного процесу і конструктивно-режимних параметрів установки.

Зазначені властивості, що характеризують якісну і кількісну сторону соняшникової олії, зводяться воедино у вигляді окремих коефіцієнтів і виражаються в цифровому обчисленні узагальненим коефіцієнтом якості.

За еталон приймається коефіцієнт якості, що дорівнює одиниці і визначаються межі величин окремих коефіцієнтів. Узагальнений коефіцієнт якості виробленої олії приймається рівним добутку величин окремих коефіцієнтів. При множенні окремих коефіцієнтів величина узагальненого коефіцієнта залежить від кожного коефіцієнта. Так, якщо по одному з показників якість виробленої олії отримано низьким, то відповідно і узагальнений коефіцієнт якості буде мати малу величину.

Подібна узгодженість величини узагальненого коефіцієнта якості від величини кожного, приватного показника якості, виходить від добутку окремих коефіцієнтів.

Підсумовування окремих коефіцієнтів в даному випадку не прийнятно. Доказом того може служити приклад коли якість по одному з показників не відповідає вимогам і окремий коефіцієнт дорівнює нулю, а узагальнений коефіцієнт виходить рівним величині іншого окремого коефіцієнта і в той же час буде перебувати в допустимих межах.

Висновки

1. Методика лабораторних досліджень двозахідного шнекового преса по віджиму олії з насіння соняшнику включала в себе підготовку преса до

досліджень, контрольно-вимірювального обладнання, вихідної сировини і послідовність їх взаємодії.

2. Представлена загальна методика досліджень, що враховує залежність конструктивних і технологічних параметрів на показники досліджуваного процесу виробництва сирової нерафінованої соняшникової олії.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Теоретичний аналіз зони завантаження пристрою

У сільськогосподарському виробництві широко застосовуються матеріали, які в процесі їх переробки піддаються пресуванню. При цьому часом ставиться завдання не просто ущільнення частинок матеріалу, а в ряді випадків потрібне відведення зайвої вологи. Для пресування кормових сільськогосподарських матеріалів пропонується використовувати двозахідний шнековий прес, що має в зоні завантаження багатозахідний шнек. Складністю при роботі пресів є взаємозалежність подачі матеріалу в прес (а отже і продуктивності преса) і тиску пресування. При збільшенні вивантажного отвору у преса збільшується продуктивність преса, однак при цьому знижується створюваний тиск. У разі можливості збільшеної подачі матеріалу в зоні завантаження, вдається підтримувати технологічний тиск в зоні пресування. При цьому зона завантаження повинна забезпечувати необхідний тиск на вході в зону пресування.

Таким чином, при оптимізації параметрів зони завантаження преса потрібно попереднє визначення впливу конструктивних параметрів зони завантаження преса на максимальну подачу матеріалу і максимально створюваний тиск. При надлишку створюваної продуктивності зони завантаження над продуктивністю преса створюються умови підвищення тиску в кінці зони завантаження. При цьому реальний тиск не зможе перевищити теоретично можливий максимальний тиск. Надлишок подачі матеріалу і створюваного тиску вимагають надмірних витрат потужності на привід шнека.

Об'єктом досліджень є робочий процес багатозахідного шнека з конічним валом на матеріал в зоні завантаження преса.

Пристрій преса (рисунок 3.1) включає до свого складу корпус 1, що має завантажувальний бункер 2, а всередині корпусу 1 встановлений активний робочий орган, що складається з трьох співвісно встановлених на приводному валу шнеків: подавальний шнек 3 (конусний направляч), виконаного у вигляді шнека з конічної направляючої; пресує шнека 4, і шнека 7, виконаного зі зменшенням кроку витка. Робочий орган утворює чотири зони переробки продукту (зона завантаження матеріалу - I, зона його стиснення - II, зона стабілізації тиску - III, зона інтенсивного стиснення матеріалу - IV).

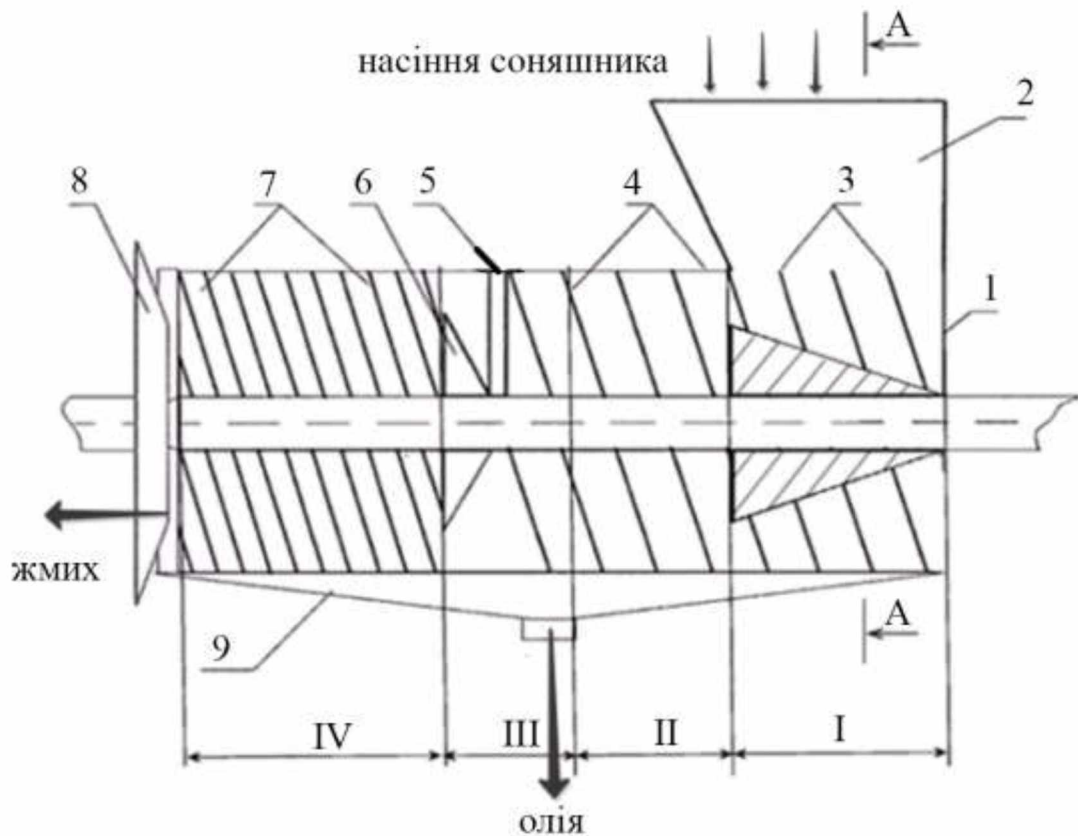


Рисунок 3.1 – Конструктивно-технологічна схема двозахідного шнекового преса: 1 - корпус; 2 - завантажувальний бункер; 3 - подавальний шнек; 4 - пресувальний шнек; 5 - розпушувач мезги; 6 - конусна напрямна втулка; 7 - шнек; 8 - регулятор тиску; 9 - маслозбірник; I - зона завантаження матеріалу, II - зона стиснення, III - зона стабілізації тиску, IV - зона інтенсивного стиснення

Подавальний двозахідний шнековий прес 3 має направляючу у вигляді конусної втулки. При цьому діаметр більшої основи конусної втулки дорівнює зовнішньому діаметру заднього витка пресуючого шнека.

Дана конструкція преса дозволяє поступово збільшувати тиск стиснення матеріалу, сприяючи збільшенню тривалості віджиму, а відповідно збільшення виходу олії. Величина зміни тиску в циліндрі преса регулюється зазором між корпусом 1 і конусним регулятором тиску 8. Відведена олія збирається в маслозбірнику 9.

В якості критерію оптимізації передбачається використовувати критерій, який визначається як добуток співвідношень експериментальних і теоретичних значень показників: продуктивності та створюваного тиску.

При подачі матеріалу від зовнішнього дозуючого джерела з продуктивністю Q_d , матеріал захоплюється витками шнека і подається через конічний напрямитель на віджимання. При цьому теоретично можлива подача шнека в зоні вершини конуса $Q_{вк}$ буде перевищувати значення Q_d . Це необхідно для обвалення частинок і запобігання сводоутворення в завантажувальній горловині. В даному випадку частина міжвиткового простору буде вільна від матеріалу, тобто ступінь заповнення міжвиткового простору на даній ділянці $\psi < 1$. У міру руху матеріалу до основи конусного напрямителя матеріал заповнює увесь міжвитковий простір ($\psi = 1$), а потім починається інтенсивне відведення масла з насіння соняшнику при його стисненні.

У зоні завантаження матеріалу потрібно забезпечити умову $\psi = 1$, тобто подача матеріалу шнеком біля основи конуса $Q_{ок}$ повинна відповідати подачі завантаження матеріалу ($Q_{ок} = Q_d$), або дещо нижче. З огляду на стиск матеріалу, зона завантаження повинна забезпечувати необхідний початковий підпір (тиск). При $\psi \geq 1$ матеріал не буде встигати проходити біля основи конуса, утворюючи затор і переповнення завантажувальної горловини. Тобто робота технологічної лінії неможлива. Якщо можливості подачі в наступні зони обмежені наявністю в них матеріалу, то створюється надлишковий тиск.

На наступних ділянках преса буде проводитися відведення частини матеріалу (масла), тому подача по ходу преса буде знижуватися. Однак в силу зміни параметрів шнека на цих ділянках, умова стиснення матеріалу буде так само дотримана.

З урахуванням подачі матеріалу по завантаженню Q_d і відведення масла, конічний регулятор тиску 8 займатиме відповідне положення з урахуванням завантаження електродвигуна і забезпечення потрібної вологості продукту.

У разі збільшення подачі матеріалу на пресування всередині преса піднімається тиск, відповідно зростає відведення рідини, однак для запобігання заклинювання шнека і перегріву електродвигуна потрібно своєчасне деяке відведення регулятора тиску 8 від корпусу преса.

Для визначення теоретичної залежності руху матеріалу в пресі від західності шнека і кроку витків розглянемо ділянку преса, де матеріал заповнює весь обсяг простору шнека у конусного направляча (тобто $\psi = 1$).

Отже, нехай в кінцевому перетині, проведеному через більшу підставу конуса, виділяється векторний проміжний продукт (рисунок 3.2).

Нехай в направляч на ділянці повного заповнення матеріалом конічного напрямителя буде виділено елементарний перетин товщиною dl , через який за час dt проходить усереднена маса матеріалу dm .

Усереднена поточна подача матеріалу (кг/с) при рівномірному завантаженні може бути визначена:

$$Q = \frac{dm}{dt}, \quad (3.1)$$

де Q – поточна подача (витрата) матеріалу, кг/с;

dm – поточне середнє значення маси матеріалу, що визначає величину елементарного поперечного перерізу, кг;

dt – місцевий час виведення (надходження) з конічного напрямителя матеріалу масою dm , с.

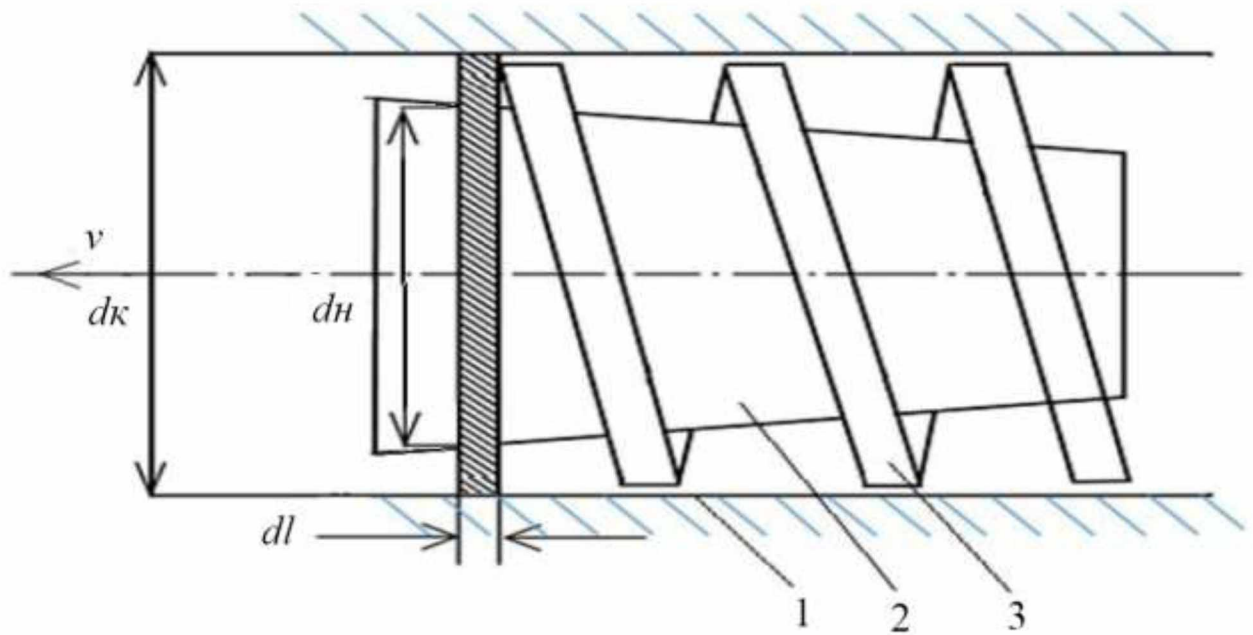


Рисунок 3.2 – Конусний напрямляч зони завантаження (рух матеріалу справа наліво): 1 - корпус двозахідного шнекового преса; 2 - конусна втулка; 3 - шнек; dl - товщина елементарного поперечного шару матеріалу біля конусного напрямляча, відповідна елементарній довжині шнека, м; dk - діаметр корпусу шнека; dn - діаметр конусної втулки в зоні елементарного поперечного шару матеріалу, v - осьова швидкість матеріалу, м/с

Враховуємо, що:

$$m = \rho \cdot V \text{ або } dm = \rho \cdot dV, \quad (3.2)$$

де ρ – щільність матеріалу, кг/м³;

V - об'єм матеріалу масою m , м³;

dV – об'єм матеріалу масою dm , відповідний елементарної тонкої пластини матеріалу товщиною dl , м³.

Тоді вирази (3.2) набувають вигляду:

$$Q = \frac{d(\rho V)}{dt} = \frac{d\rho}{dt} \cdot V + \rho \frac{dV}{dt}, \quad (3.3)$$

Оскільки зона завантаження не дозволяє створювати конструктивно високий тиск, то першим складовим можна знехтувати. При постійному тиску ($p = \text{const}$) і відсутності відведення частини матеріалу щільність матеріалу незмінна, тоді вираз (3.3) може бути записане таким чином:

$$Q = \rho \cdot \frac{dV}{dt}. \quad (3.4)$$

Представивши обсяг матеріалу як $dV = S \cdot dl$, можна отримати наступне співвідношення при незмінній площі поперечного перерізу матеріалу S :

$$Q = \rho \cdot S \frac{dl}{dt} = \rho \cdot S \cdot v, \quad (3.5)$$

де S – площа поточного поперечного перерізу простору конічного направляча у елементарної пластини матеріалу, м^2 ;

v – миттєва осьова швидкість матеріалу в поперечному перерізі направляча, м/с .

При мінливій площі перетину подача визначається, кг/с :

$$Q = \rho \cdot S \frac{d(S \cdot l)}{dt} = \rho \cdot l \cdot \frac{dS}{dt} + \rho \cdot S \cdot \frac{dl}{dt}, \quad (3.6)$$

де dS – зміна площі S , м^2 .

Величина S являє собою площу матеріалу в елементарному нескінченно-тонкому кільцевому зазорі між зовнішньою поверхнею конуса і корпусом шнека, м^2 :

$$S = \pi(d_K^2 - d_H^2)/4, \quad (3.7)$$

де d_K , d_H – поточні діаметри корпусу шнека і конічного напрямителя в зоні елементарного перетину матеріалу, м .

Площею, займаної витками шнека, нехтуємо, зважаючи на малу її значення. Поточна швидкість матеріалу в перерізі може бути визначена, м/с :

$$v = \frac{Q}{\rho \cdot S}, \quad (3.8)$$

Тим самим, збільшення подачі і зниження площі підвищує фактичну осьову швидкість переміщення матеріалу. При цьому в зоні завантаження матеріалу щільність матеріалу істотно не змінюється.

У той же час при вільному переміщенні максимальна осьова швидкість матеріалу може скласти, м/с:

$$v = \frac{\pi \cdot d_K \cdot t g \alpha}{T} \quad (3.9)$$

де α – кут підйому гвинтової лінії, рад.;

T – час обороту шнека, с.

Тангенс кута підйому гвинтової лінії, рад.:

$$t g \alpha = \frac{t}{\pi \cdot d_K} = \frac{z \cdot t}{\pi \cdot d_K}, \quad (3.10)$$

де z - західність шнека,

t - хід шнека, м;

t_1 - крок гвинта шнека, м.

Після перетворень ($T = \frac{2\pi}{\omega}$) максимальна осьова швидкість матеріалу визначиться:

$$v = \frac{\omega \cdot d_K}{2} \cdot t g \alpha = \frac{z \cdot t_1 \cdot \omega}{2 \cdot \pi}, \quad (3.11)$$

де ω – кутова швидкість обертання шнека, рад/с.

Таким чином, збільшення кутової швидкості обертання шнека і кута α розташування витка шнека (а відповідно зростання кроку шнека) сприятиме зростанню швидкості осьового переміщення матеріалу, що в свою чергу сприятиме більшій подачі (продуктивності) пристрої.

Максимальна продуктивність двозахідного шнекового преса на ділянці завантаження (при постійній щільності матеріалу) визначиться:

$$Q_{MAX} = \frac{\rho \cdot \pi (d_K^2 - d_H^2)}{4} \cdot \frac{z \cdot t_1 \cdot \omega}{2 \cdot \pi} = \frac{\omega \cdot \rho \cdot \pi \cdot (d_K^2 - d_H^2) \cdot z \cdot t_1}{8 \cdot \pi}, \quad (3.12)$$

Тим самим, максимальна продуктивність шнека зростає зі збільшенням західності і кроку гвинта шнека при інших рівних умовах. Створюваний тиск в пресі буде пропорційно осьовій силі.

Згідно з даними літератури, на створюваний тиск, а відповідно і на щільність матеріалу впливає:

- накопичення (підведення) матеріалу шнеком, що в першу чергу, є функцією частоти обертання направляча [19];
- конусність направляча [20];
- багатозахідність [21].

Окружна сила F_t , створювана шнеком, взаємопов'язана з осьовою силою F_a залежністю [22]:

$$F_t = F_a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.13)$$

де F_t - колова сила, Н;

F_a - осьова сила, Н;

φ - кут тертя матеріалу об стінки корпусу пристрою, рад.

Осьова сила запишеться:

$$F_a = \frac{F_t}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}, \quad (3.14)$$

Потужність на привід елементарної довжини шнека визначиться, Вт:

$$P = \omega \cdot T_{KP} = \frac{\omega \cdot p \cdot \pi \cdot d_K^2 \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \cdot \left(1 - \left(\operatorname{tg}(\varphi) \cdot (d_K^2 - d_H^2)\right)\right)}{8 \cdot \operatorname{tg}(\varphi)^2 \cdot \frac{z \cdot t_1}{\pi} + (d_K^2 - d_H^2)} \quad (3.15)$$

Тим самим, при постійному тиску матеріалу зростання західності і кроку гвинта збільшує потрібний крутний момент, тобто витрати енергії.

Таким чином, отримані вирази відображають наявне протиріччя: чим більше західність і крок витка шнека, тим більша і можлива подача матеріалу, більший і максимальний створюваний тиск шнеком, але при цьому зростає крутний момент і потрібна потужність приводу. Для створення

потрібного тиску в кінці зони завантаження повинна забезпечитися можлива подача матеріалу шнеком зони завантаження більше ніж реальна подача всього преса.

Для поліпшення роботи двозахідного шнекового преса пропонується використовувати багатозахідний (двозахідний, як один з варіантів) шнек в зоні завантаження преса. Збільшення західності і кроку витків сприяє зростанню подачі матеріалу, а при надмірній продуктивності зони завантаження над продуктивністю преса сприяє і зростанню створюваного тиску.

Зменшення всередині двозахідного шнекового простору зовні конуса (зростання dH) сприяє підвищенню тиску, проте знижує подачу. При цьому усувається вільний простір між частинками матеріалу і, тим самим, поліпшується ущільнення матеріалу.

3.2. Результати визначення фізико-механічних і хімічних властивостей насіння соняшнику

Для визначення впливу параметрів вихідної сировини на технологічний процес вивчені фізико-механічних і хімічних властивостей насіння соняшнику, використовуваного при дослідженнях двозахідного шнекового преса при віджиманні масла.

Таблиця 3.1 - Фізико-механічні властивості насіння соняшнику

Показник	Значення
Щільність, кг/м ³	667
Кут природнього відхилення, λ	18,3
Коефіцієнт внутрішнього тертя	0,7
Коефіцієнт тертя по сталі	0,49
Вологість, %	7,6-8
Олійність, %	44-46

3.3. Вплив конструктивних і кінематичних параметрів на продуктивність пристрою

Метою дослідів по визначенню продуктивності розглянутого процесу було одержання регресійних моделей і визначення кореляції між даними, отриманими на основі теоретичних залежностей і даними, отриманими в результаті обробки експериментальних значень.

Для отримання регресійної моделі для продуктивності реалізований повний факторний експеримент 3^3 , рівні та інтервали варіювання незалежних факторів, вибиралися на підставі конструктивних особливостей запропонованого преса і особливостей даного процесу. Матриця планування експерименту і отримані в ході реалізації дослідів дані представлені в таблиці 3.2 [23].

Таблиця 3.2 – Результати експерименту по дослідженню продуктивності

№	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$\frac{x_1x_2}{x_3}$	Q, кг/ч
1	1	35	400	0,001	0,33	0,33	0,33	1	1	1	-1	111
2	1	45	400	0,001	0,33	0,33	0,33	-1	-1	1	1	138
3	1	35	500	0,001	0,33	0,33	0,33	-1	1	-1	1	120
4	1	45	500	0,001	0,33	0,33	0,33	1	-1	-1	-1	146
5	1	35	400	0,002	0,33	0,33	0,33	1	-1	-1	1	114
6	1	45	400	0,002	0,33	0,33	0,33	-1	1	-1	-1	141
7	1	35	500	0,002	0,33	0,33	0,33	-1	-1	1	-1	119
8	1	45	500	0,002	0,33	0,33	0,33	1	1	1	1	148
9	1	35	450	0,0015	0,33	-0,67	-0,67	0	0	0	0	115
10	1	45	450	0,0015	0,33	-0,67	-0,67	0	0	0	0	143
11	1	40	400	0,0015	-0,67	0,33	-0,67	0	0	0	0	130
12	1	40	500	0,0015	-0,67	0,33	-0,67	0	0	0	0	136
13	1	40	450	0,001	-0,67	-0,67	0,33	0	0	0	0	133
14	1	40	450	0,002	-0,67	-0,67	0,33	0	0	0	0	137
15	1	40	450	0,0015	-0,67	-0,67	-0,67	0	0	0	0	135

В результаті обробки було отримано рівняння регресії, що адекватно описує продуктивність преса при віджиманні олії з насіння соняшнику:

$$Q = 131,07 + 13,7X + 3,5Y + 1,1Z - 6,67X^2 - 4,266Y^2 - 3,066Z^2 + 0,125XY + 0,375XZ - 0,625YZ + 0,375XYZ, \quad (3.16)$$

$$\text{де } X = \frac{t - 40}{5}; Y = \frac{n - 450}{5}; Z = \frac{S - 0,0015}{0,0005},$$

t - крок навивки шнека, мм;

n - частота обертання шнека, хв^{-1} ;

S - площа вихідного отвору фільтри, м^2

Для аналізу отриманої регресійної моделі (3.16) зафіксуємо один з факторів на відповідних рівнях варіювання. Таким фактором зручніше вибрати крок навивки шнека t , так як варіювання двох інших факторів не пов'язаний з необхідністю виготовлення додаткових деталей.

Таким чином, фіксуючи крок навивки шнека на трьох обраних рівнях з відповідними значеннями, отримаємо три рівняння регресії:

$$Q^{t=35} = 1,663n + 56242S - 0,0017n^2 - 1,226 \cdot 10^7 \cdot S^2 - 40nS - 321,99;$$

$$Q^{t=40} = 1,643n + 50242S - 0,0017n^2 - 1,226 \cdot 10^7 \cdot S^2 - 25nS - 293,75;$$

$$Q^{t=45} = 1,623n + 44242S - 0,0017n^2 - 1,226 \cdot 10^7 \cdot S^2 - 10nS - 278,84.$$

Для візуального представлення отриманих рівнянь, що представляють собою криволінійні поверхні, в координатах $[n; S]$, будемо рівняння (рисунок 3.3).

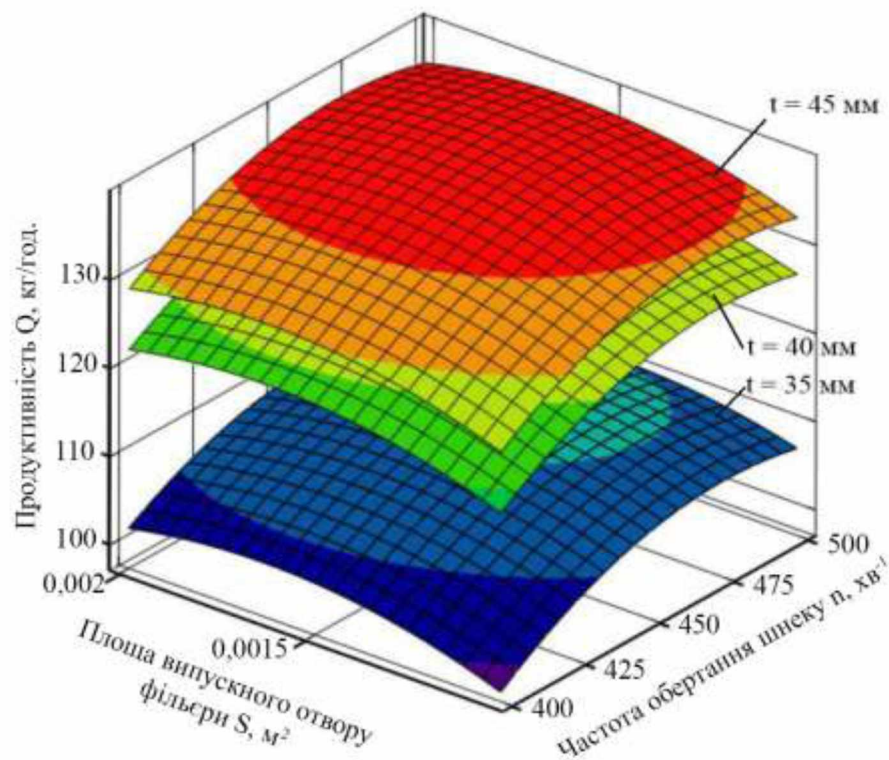


Рисунок 3.3 – Продуктивність преса Q в залежності від частоти обертання шнека n і площі випускного отвору S при фіксованих значеннях кроку шнека t

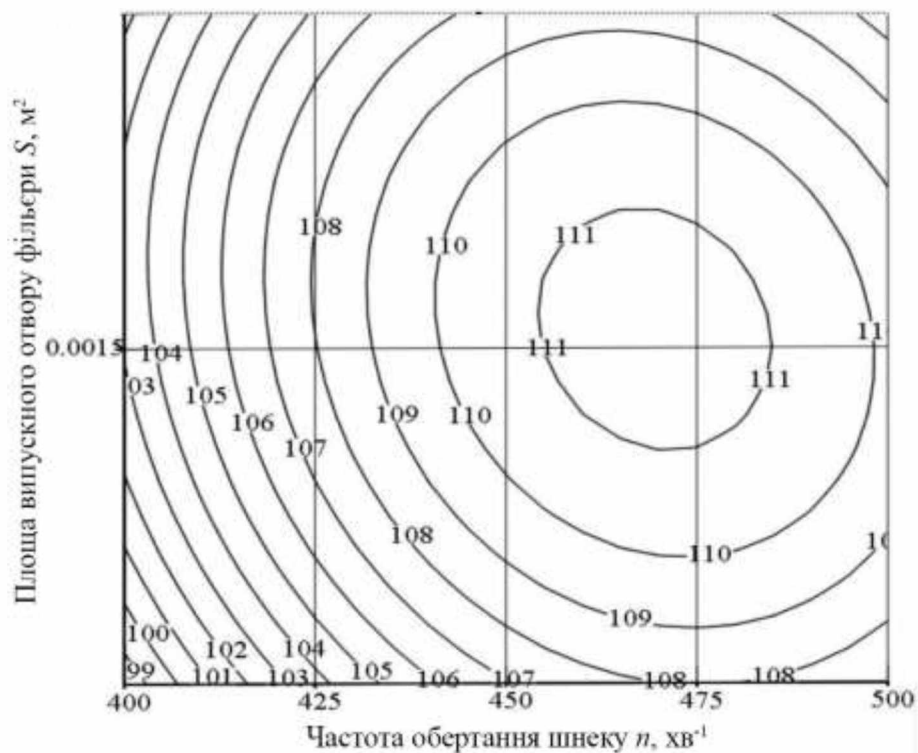


Рисунок 3.4 – Продуктивність Q в залежності від частоти обертання шнека n і площі випускного отвору S при фіксованому значенні кроку шнека $t = 35$ мм

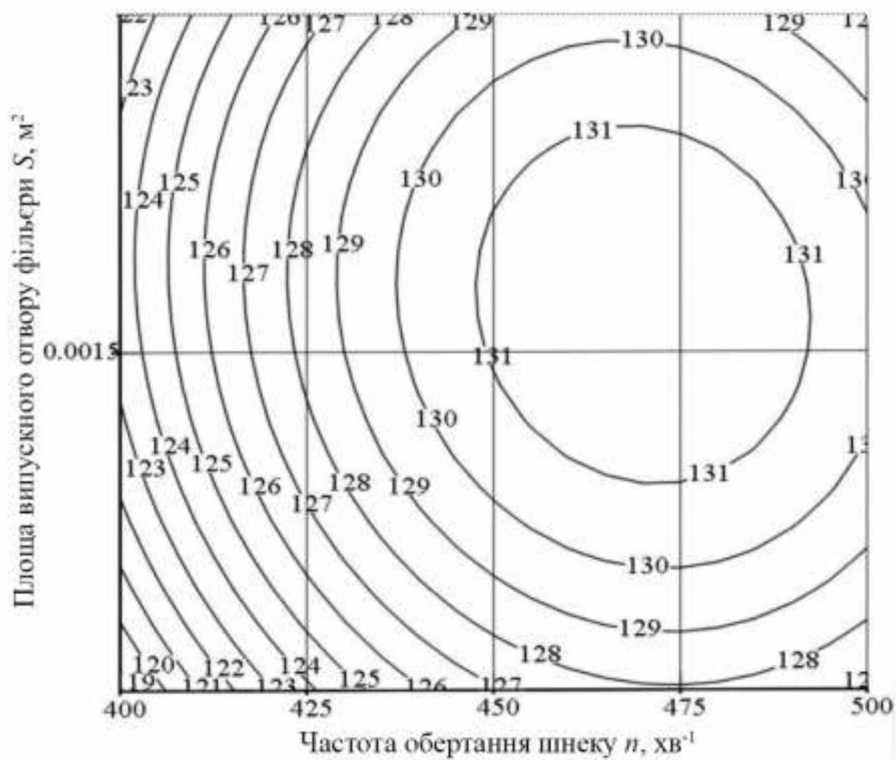


Рисунок 3.5 – Продуктивність Q в залежності від частоти обертання шнека n і площі випускного отвору S при фіксованому значенні кроку шнека $t = 40$ мм

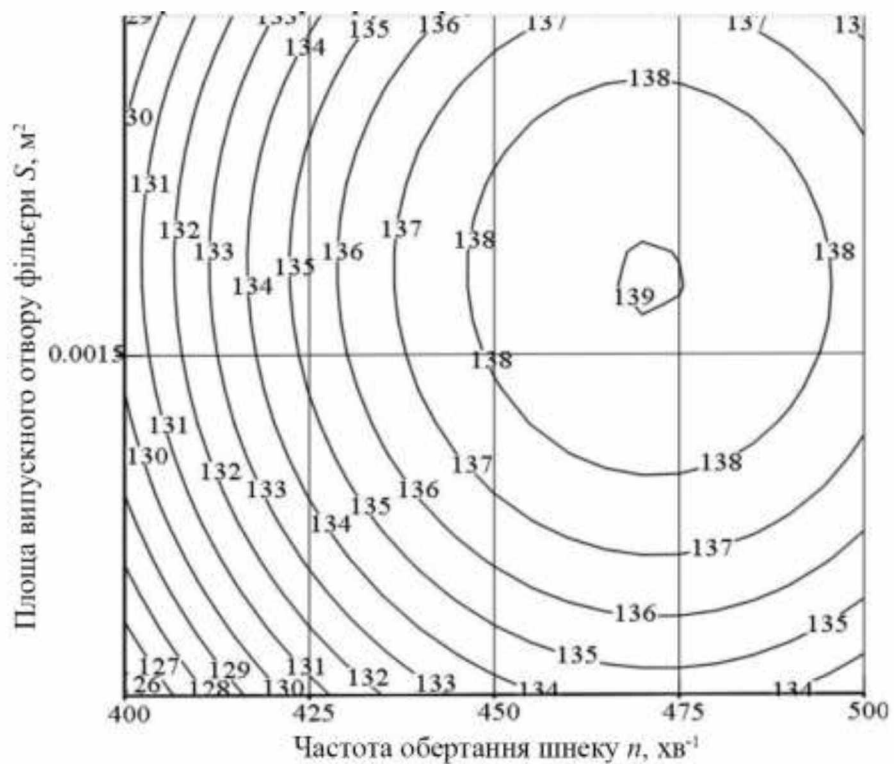


Рисунок 3.6 – Продуктивність Q в залежності від частоти обертання шнека n і площі випускного отвору S при фіксованому значенні кроку шнека $t = 45$ мм

Як видно з рисунків 3.4 ... 3.6 характер всіх трьох поверхонь схожий і видно чітко окреслені області з високою продуктивністю. Для визначення максимально можливої продуктивності, за допомогою програми Mathcad 14 були проведені необхідні розрахунки і отримані значення були занесені в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 – Значення продуктивності при різних поєднаннях незалежних факторів

Значення	Продуктивність Q , кг/год.	Конструктивні та режимні параметри		
		Крок шнеку t , мм	Частота обертання n , хв. ⁻¹	Площа випускного отвору S , м ²
Максимальне значення Q_{max}	139,03	45	471	0,00161
Мінімальне значення Q_{min}	98,28	35	400	0,001
Діапазон зміни	98,28...139,03	35...45	400...500	0,001...0,002
Оптимальне значення	139,03	45	471	0,00161

Таким чином, проведені відповідно до методики багатофакторного планування лабораторні дослідження преса соняшникової олії за визначенням продуктивності дозволили виявити залежність продуктивності пристрою від конструктивних і режимних параметрів: частоти обертання валу з розташованими на ньому робочими органами, виконаними у вигляді шнека кроку t . Аналіз отриманої залежності дозволив визначити інтервал варіювання продуктивності пристрою, який склав 98,28..139,03 кг/год. Крім того, розрахунковим шляхом отримано значення максимально можливої продуктивності, яке склало 139,03 кг/год.

3.4. Визначення раціональних режимів роботи шнекового преса

Визначивши всі необхідні залежності контрольованих параметрів від незалежних факторів, ми можемо повністю охарактеризувати процес на будь-якому режимі роботи. Однак не всі режими роботи є раціональними з точки зору відповідності отриманої олії стандартам якості і мінімальних енергетичних витрат.

Для вибору оптимального режиму складемо таблицю 3.4, в яку занесемо раціональні інтервали варіювання конструктивних і режимних параметрів, що відповідають інтервалам незалежних факторів, інтервали зміни продуктивності, виходу олії, кислотності і енергоємності.

Таблиця 3.4 – Вибір раціонального режиму роботи преса

Показники	Значення	Значення	Конструктивні параметри		
			Крок шнеку t , мм	Частота обертання n , хв^{-1}	Площа випускного отвору S , м^2
Енергоємність E , Вт·год/кг	Діапазон вимірювання	107...187	35...45	400...500	0,001...0,002
	Раціональне значення	107,45	45	500	0,002
Вихід олії M , %	Діапазон вимірювання	7,69...39,91	35...45	400...500	0,001...0,002
	Раціональне значення	39,91	45	500	0,001
Продуктивність Q , кг/год.	Діапазон вимірювання	98...139,03	35...45	400...500	0,001...0,002
	Оптимальне значення	139,03	45	471	0,00161
Кислотність, pH	Діапазон вимірювання	1,005...1,5	35...45	400...500	0,001...0,002
	Оптимальне значення	1,005	45,99	454,9	0,001268

Основними критеріями оптимізації є висока якість олії, низькі енергетичні витрати і висока продуктивність. Тому при аналізі таблиці 3.4 насамперед звертаємо увагу на кислотність і на те, якими режимами вона

забезпечується. Потім порівнюємо ці значення зі значеннями по виходу олії, енергоємності, продуктивності і вибираємо компромісне.

Температура олії замірялась в трьох точках зеєрної камери, і у всіх дослідах була практично однакова. Температура макухи замірялась на виході з фільтри і змінювалась від 100°C до 105°C в залежності від площі вихідного отвору фільтри. Температура масла в залежності від частоти обертання і площі вихідного отвору перетину коливалась в наступних межах: $t_1 = 50...56^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 65...70^{\circ}\text{C}$, $t_3 = 85...90^{\circ}\text{C}$. Температура насіння соняшнику склала 24°C .

Висновки

При визначенні технічної характеристики подрібнювача виявилися залежності продуктивності, виходу олії, кислотності і енергоємності від наступних конструктивних і режимних параметрів: крок шнека, частота обертання валу і ступінь відкриття вихідного отвору. Обробка та аналіз результатів експериментів дозволила отримати рівняння регресії для всіх контрольованих параметрів, а також виявити раціональні режими роботи преса. Раціональними (компромісними) конструктивними і режимними параметрами преса є наступні значення: крок шнека 45 мм, частота обертання валу 455 хв^{-1} , ступінь відкриття вихідного отвору $0,0012 \text{ м}^2$, при даних параметрах вихід олії складе 31,13%, продуктивність – 136, 46 кг/год., кислотність – 1,15 і енергоємність $132,01 \text{ Вт}\cdot\text{год./кг}$.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РОЗРОБОК

4.1. Екологічна експертиза

Екологічна експертиза в Україні – вид науково-практичної діяльності спеціально уповноважених державних органів, еколого-експертних формувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, реалізація і дія яких може негативно впливати або впливає на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, і спрямована на підготовку висновків про відповідність запланованої чи здійснюваної діяльності нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання й відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

Метою екологічної експертизи є запобігання негативному впливу антропогенної діяльності на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, а також оцінка ступеня екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях і об'єктах.

Об'єкти, суб'єкти, види екологічної експертизи висвітленні у законі України «Про екологічну експертизу» (9.02.1995р.).

Екологічна експертиза може бути державна, громадська та інша.

Державна екологічна експертиза проводиться експертними підрозділами чи спеціально створюваними комісіями спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів та його органів на місцях на основі принципів законності, наукової обґрунтованості, комплексності, незалежності, гласності та довгострокового прогнозування.

Для участі в проведенні державної екологічної експертизи можуть залучатися відповідні органи державного управління України, представники науково-дослідних, проектно-конструкторських, інших установ та організацій, вищих навчальних закладів, громадськості, експерти міжнародних організацій.

Висновок державної екологічної експертизи після затвердження спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів є обов'язковим для виконання.

Позитивний висновок державної екологічної експертизи є підставою для відкриття фінансування всіх програм і проектів.

Реалізація програм, проектів і рішень без позитивного висновку державної екологічної експертизи забороняється.

Громадська екологічна експертиза здійснюється незалежними групами спеціалістів з ініціативи громадських об'єднань, а також місцевих органів влади за рахунок їх власних коштів або на громадських засадах.

Громадська екологічна експертиза проводиться незалежно від державної екологічної експертизи.

Висновки громадської екологічної експертизи можуть враховуватися органами, які здійснюють державну екологічну експертизу, а також органами, що заінтересовані у реалізації проектних рішень або експлуатують відповідний об'єкт.

Інші екологічні експертизи можуть здійснюватися за ініціативою заінтересованих юридичних і фізичних осіб на договірній основі із спеціалізованими еколого-експертними органами і формуваннями.

Завданням екологічної експертизи є:

а) визначення екологічної безпеки господарювання та іншої діяльності, яка може нині або в майбутньому прямо або посередньо негативно вплинути на стан навколишнього середовища;

б) встановлення відповідності передпроектних, передпланових, проектних та інших рішень вимогам законодавства про охорону навколишнього середовища;

в) оцінка повноти й обґрунтованості передбачуваних заходів щодо охорони навколишнього природного середовища та здоров'я населення, яка здійснюється Міністерством охорони навколишнього природного середовища разом із Міністерством охорони здоров'я України.

4.2. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Охорона праці в нашій країні охоплює заходи по подальшому полегшенні умов праці на основі механізації важких і шкідливих виробничих процесів, широкому впровадженню сучасних засобів охорони праці, усуненню причин, що породжують травматизм і професійні захворювання робітників. Вона тісно пов'язана з умовами праці.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в умовах сільського виробництва – важливе завдання, вирішення якого забезпечить нормальні умови праці працівниками сільського господарства. Це заходи по подальшому поліпшенню і оздоровленню умов праці, широкому впровадженню сучасних засобів безпеки, усуненню причин, що породжують травматизм, створенню на виробництві необхідних гігієнічних і санітарно-побутових умов.

Кожна людина і, безперечно, людина з вищою освітою повинна усвідомлювати важливість питань уникнення ризиків у житті та праці.

Україна в освітньому плані приєдналася до Європейської програми навчання з ризиків FORM-OSE. Безпека життя та праці сьогодні формується як меганаука, без якої людство приречене на значні втрати.

Умови праці – це складне об'єктивне суспільне явище, що формується в процесі трудової діяльності під впливом взаємопов'язаних факторів соціально-економічного характеру, які впливають на здоров'я,

працездатність людини, на її відношення до праці та ступінь задоволення від неї, на ефективність праці та інші економічні результати виробництва. Вони характеризуються оціночними показниками мікроклімату, наявністю в робочій зоні шкідливих та небезпечних виробничих факторів, психофізичним та естетичними елементами діяльності працівників господарства.

Охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності, створення безпечних та нешкідливих умов праці є одним з найважливіших державних завдань. Успішне вирішення цього завдання значною мірою залежить від належної підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці.

З часу виникнення людської цивілізації кожна людина дбала про власну безпеку та безпеку своїх близьких так само, як і людству доводилось дбати про безпеку свого існування. Людська цивілізація досягає все більшої могутності, а проблема безпеки її існування стає все більш гострою. Актуальність проблеми охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в світі значно зросла на початку третього тисячоліття. Сьогодні ця проблема стала пріоритетною для світової цивілізації.

При нанесенні антифрикційних покриттів на гільзи робітник має справу з різноманітними металообробними верстатами.

Основними технічними засобами охорони праці в цьому випадку є захисні пристрої.

Для запобігання захоплення, удару робочими механізмами всі види передач різних верстатів і установок, які використовуються при відновленні гільз і нанесенні покриттів повинні мати огорожувальні пристрої - кожухи, щити, екрани, козирки, планки, бар'єри (суцільні та сітчасті).

Крім того застосовують: блокувальні пристрої (механічні, електронні, електричні, пневматичні, гідравлічні), пристрої, до яких відносяться системи захисту від ураження електричним струмом, пристрої сигналізації.

Для безпеки експлуатації при нормальному режимі роботи електроустановок необхідно забезпечити захисне заземлення.

При виявленні нагріву третьових деталей, появі гару або диму верстат потрібно негайно зупинити і приступити до гасіння пожежі наявними засобами, викликати пожежну команду. Двигун, що загорівся, або електропроводку необхідно гасити сухим піском або вогнегасником (вуглекислотним або порошковим). При значному поширенні пожежі, коли його не можна ліквідувати наявними на ділянці засобами, робітники будуть евакуюватися через заздалегідь передбачену необхідну кількість дверей.

У конструктивній розробці даного дипломного проекту запропоновано пристосування для нанесення зносостійких покриттів на внутрішню поверхню гільз циліндрів двигунів фрикційним способом. Характерною особливістю є використання різноманітних хімічних речовин (ПАВ (поверхнево-активні речовини), порошкоподібні мінеральні і органічні солі антифрикційних металів, водорозчинні ЗОР (змащуючо-охолоджуючі рідини), гліцерин, органічні кислоти та ін.).

Робота з такими речовинами створює небезпеку отруєнь, опіків та професійних захворювань. Вдихання шкідливих речовин призводить до ураження верхніх дихальних шляхів і загальнотоксичного впливу. Попадання кислот і лугів на шкіру може викликати подразнення або опік. Тому необхідно працювати в спеціальній захисній формі.

Поряд з хімічними небезпечними і шкідливими факторами технологічний процес характеризується і фізичними факторами: шумом, вібрацією, запиленістю та ін.

Щоб захистити працюючих від запиленості, шуму і вібрації потрібно встановити в приміщенні вентиляцію, кондиціонери, звукоізолюючі кожухи, екрани, стіни, перетинки, які виготовляють із щільного матеріалу.

Також для працівників повинні проводитись всі потрібні інструктажі і навчання з охорони праці, повинен бути журнал з проведення інструктажів, з відповідними замітками.

Всяке порушення аналітичної цілості організму або його функцій внаслідок дії на людину, дії будь-якого небезпечного фактора визначається як травма.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця, конструктивні недоліки конкретного вузла чи машини;
- спонукають працюючого допускати помилки у процесі роботи, низька кваліфікація працюючого та рівень знань з охорони праці;
- створюють можливість проникнення працюючого у небезпечну зону в наслідок відсутності відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці, та інші.

У розділі охорони праці дипломного проекту представлений аналіз загальних питань охорони праці, розглянуто основні шкідливі фактори, що виникають в під час технологічного процесу та їх вплив на організм людини, запропоновано заходи для забезпечення нормальних умов праці:

- 1) для забезпечення безпеки обладнання запропоновані захисні і огорожувальні пристрої;
- 2) для виключення ураження електричним струмом необхідно застосування заземлюючих пристроїв;
- 3) для захисту від небезпечних хімічних речовин – використання спеціального захисного одягу;
- 4) для зменшення запиленості – використання вентиляції, для зменшення шуму і вібрацій – звукоізолюючі засоби.

4.3. Техніко-економічне обґрунтування розробки

Економічна ефективність застосування преса, обладнаного двозахідним шнеком і розпушувачем мезги, є наслідком вдосконалення технологічного

процесу, збільшення виходу олії з насіння соняшнику. Розрахунки проводилися за методиками визначення економічної ефективності використання техніки [28].

$$Z_{cz} = Z_O + Z_E + Z_{TOuP} + Z_A + Z_{стр}, \quad (4.1)$$

де Z_O – витрати коштів на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн.;

Z_E – витрати на електроенергію, грн.;

Z_{TOuP} – витрати на технічне обслуговування і ремонт, грн.;

Z_A – витрати на амортизацію обладнання грн.

Витрати на оплату праці, в розрахунку на 1 т виробленої олії [9]:

$$Z_O = \frac{K_{дон} П О_T}{Q_{ч}}. \quad (4.2)$$

де $K_{дон}$ – коефіцієнт нарахувань заробітної плати при різних формах оподаткування (єдиний соціальний, єдиний сільськогосподарський податки);

$П$ – число обслуговуючого персоналу, чел.;

$П О_T$ – оплата праці обслуговуючого персоналу, грн./чол. год.;

$Q_{ч}$ – продуктивність обладнання, кг/год.

Витрати коштів на електроенергію:

$$Z_E = P_e Ц_e, \quad (4.3)$$

де P_e – витрата електроенергії, кВт·год.;

$Ц_e$ – вартість електроенергії, грн./кВт·год.

Витрати коштів на технічне обслуговування і ремонт

$$Z_{TOuP} = \frac{B_c H_{TOuP}}{T_z Q_{ч}}, \quad (4.4)$$

де H_{TOIP} – коефіцієнт відрахувань на технічне обслуговування і ремонт машин;

T_z – річне завантаження шнекового преса, год.

Амортизаційні відрахування на експлуатацію обладнання:

$$Z_A = \frac{B_c H_A}{T_z Q_{\text{ч}}}, \quad (4.5)$$

де B_c – балансова вартість машини, грн.;

H_A – коефіцієнт відрахувань на амортизацію техніки.

Балансова вартість машин визначається виходячи з вартості експериментальної установки, вартості при серійному виробництві, податку на додану вартість і постачальної націнки посередників.

Ціна пристрою, встановлена заводом виробником, визначається виходячи з вартості експериментальної установки з урахуванням зниження вартості при серійному виробництві

Ціна експериментальної установки:

$$C_{\text{ЭУ}} = C_{\text{гот}} + C_{\text{изг}} + Z_{\text{сб}}, \quad (4.6)$$

де $C_{\text{гот}}$ – ціна готових виробів і деталей, грн.;

$C_{\text{изг}}$ – ціна виготовляються вузлів і деталей, грн.;

$Z_{\text{сб}}$ – витрати на складання установки, грн.

Вартість виготовлених вузлів і деталей:

$$C_{\text{ост}} = \frac{B_c (\lambda_{\text{т.р.}} - \lambda_{\text{а.р.}})}{\lambda_{\text{т.р.}} T_z Q_{\text{ч}}}, \quad (4.7)$$

де $\lambda_{\text{т.р.}}$ – технічний ресурс техніки (за даними підприємства-виготовлювача), год.;

$\lambda_{\text{а.р.}}$ – ресурс техніки, год.

Річна економія сукупних витрат даних коштів від експлуатації нової техніки обчислюють з урахуванням обсягу напрацювання нової техніки за формулою:

$$E_{c.z.} = B_z \left[\left(Z_{c.z.}^b - C_{ocm}^b \right) - \left(Z_{c.z.}^n - C_{ocm}^n \right) \right]. \quad (4.8)$$

Показники порівняльної економічної ефективності базового і пропонованого обладнання наведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Порівняльна економічна ефективність

Назва показників	Значення показників по зразках	
	Базовий ПШМ-250	Пропонований
Сукупні затрати, грн./кг	18,55	15,13
Питома витрата електроенергії, кВт·год/кг	0,73	0,54
Вихід олії із соняшника з олійністю 44 %	15-20	30-36
Річна економія сукупних витрати, грн.	—	97013
Строк окупності додаткових капітальних вкладень, роки	—	0,97
Ціна техніки, грн.	65000	98600

Розрахунок показників економічної ефективності запропонованого рішення показав економічну доцільність застосування розробленого шнекового преса для віджиму олії з насіння соняшнику. Річний економічний ефект від впровадження двозахідного шнекового преса і додатково отриманого продукту склав 97 013 грн., термін окупності інвестицій – 0,97 року.

Висновки

Проведена екологічна експертиза свідчить, що запропонована конструкція розробленого шнекового преса для віджиму олії з насіння соняшнику є безпечною для навколишнього середовища.

Виконано аналіз умов виникнення і розвитку травм і аварій, для їх усунення запропоновані наступні заходи: встановлення захисних щитків, блокуючих приладів, заземлення при роботі з металообробними верстатами, використання спецодягу для приготування технологічних розчинів, проведення регулярних інструктажів з техніки безпеки.

Річний економічний ефект від впровадження двозахідного шнекового преса і додатково отриманого продукту склав 97 013 грн., термін окупності інвестицій – 0,97 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз конструкцій шнекових пресів для віджиму олії з олійних культур і дослідженні технологічного процесу показав, що пресування є найякіснішим способом отримання олії зі збереженням вихідних властивостей, обумовлених відсутністю дії хімічних складових. Пресування за багатьма показниками підходить для застосування даного процесу на підприємствах малої потужності і виробництва олії рідкісних видів.

2. Виконані теоретичні дослідження конструктивних і режимних параметрів запропонованого двозахідного шнекового преса дозволили виявити вплив на продуктивність і потужність його приводу

3. Проведені експериментальні дослідження двозахідного шнекового преса з встановленими конструктивними і режимними параметрами підтвердили достовірність теоретичних положень. Сукупний аналіз отриманих експериментальних даних дозволив виявити оптимальні значення конструктивних і режимних параметрів преса: частота обертання 455 хв^{-1} , крок подавального шнека 45 мм, площа вихідного отвору $0,0012 \text{ м}^2$, при цьому вихід олії складе 31,13%.

4. Річний економічний ефект від впровадження двозахідного шнекового преса і додатково отриманого продукту склав 97 013 грн. Термін окупності інвестицій – 0,97 року.