

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра процесів, машин і обладнання в агроінженерії

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

САВЕНЕЦЬ ІВАН СЕРГІЙОВИЧ

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

УДК 631.363.285

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Удосконалення конструкції і параметрів роботи шнекового пресу

для віджиму олії з насіння соняшника

(тема роботи)

208 – Агроінженерія

Подається на здобуття освітнього ступеня Магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

І.С. Савенець

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Грудовий Роман Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

кандидат технічних наук

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир - 2021

АНОТАЦІЯ

Савенець І. С. Удосконалення конструкції і параметрів роботи шнекового пресу для віджиму олії з насіння соняшника. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

В роботі проведено аналіз сировини та технології отримання олії з насіння соняшника, машини і обладнання які використовуються для відповідної технології, провели огляд конструкцій шнекових пресів вказали їх переваги та недоліки. На основі проведених теоретичних досліджень обґрунтовано використання удосконаленої конструкції двухзахідного шнекового пресу для виробництва соняшникової олії для невеликих підприємств по спрощеному технологічному процесу видобутку олії з насіння соняшника.

Ключові слова: технологія, виробництво, олія, соняшник, насіння, шнековий прес, продуктивність.

ANNOTATION

Savenets I. Improving the design and operating parameters of the screw press for extracting oil from sunflower seeds. - Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 - Agricultural Engineering. - Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

The paper analyzes the raw materials and technology of obtaining sunflower seed oil, machinery and equipment used for the respective technology, inspected the designs of screw presses and pointed out their advantages and disadvantages. On the basis of the conducted theoretical researches the use of the improved design of the two-western screw press for production of sunflower oil for small enterprises on the simplified technological process of extraction of oil from sunflower seeds is substantiated.

Key words: technology, production, oil, sunflower, seeds, screw press, productivity.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	2
ЗМІСТ.....	3
ВСТУП.....	4
1. РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	7
1.1 Аналіз сировини та технології отримання олії з соняшника.....	7
1.2 Аналіз конструкцій шнекових пресів.....	11
1.3 Висновки та завдання досліджень.....	12
2. РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ДВУХЗАХІДНОГО ШНЕКОВОГО ПРЕСУ.....	15
2.1 Обґрунтування технологічного процесу роботи двухзахідного шнекового пресу для віджиму олії.....	15
2.2 Визначення залежності щільності від тиску в конусному двухзахідному шнеку.....	17
2.3 Дослідження продуктивності від тиску та конструкційних параметрів зони завантаження пресу.....	19
2.4 Висновки по розділу 2.....	22
3. РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
3.1 Обґрунтування конструкції шнекового пресу для віджиму олії з насіння соняшника	23
3.2 Висновки по розділу 3.....	25
ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	28

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Підвищення ефективності виробництва і створення сучасних технологій і машин нового покоління є одними з факторів забезпечують стабільну роботу сільськогосподарських підприємств.

Застосовувані в даний час стандартні способи отримання соняшникової олії відрізняються складністю і дорожнечою технологічного обладнання, підвищеними енерговитратами, що обмежує їх застосування в сільськогосподарських підприємствах, тим більше в селянських і фермерських господарствах. Одним із способів зменшення розглянутих вище явищ, є спосіб холодного пресування насіння соняшника з відділенням олії. Застосування "холодного" пресування насіння олійних культур забезпечує збереження біохімічних показників олії, поживних речовин, що сприяє підвищенню їх засвоюваності і отримання продукту хорошої якості[1,2,7,9,10,12,18-23].

Пріоритетним напрямком досліджень в області отримання високоякісних рослинних жирів з олійних культур, а також зниження енергоємності процесу виробництва олії є застосування шнекових пресів[1,2,5-7,9,10,12,18-23], конструкція яких дозволяє змінювати параметри впливу на перероблений матеріал в залежності від його структури. Для вдосконалення процесу виробництва олії доцільно, на основі теоретичного обґрунтування шнекового пресу, визначити оптимальні режими пресування і можливість оперативної їх зміни в залежності від властивостей вихідної сировини, що є актуальним науковим і практично важливим завданням, що має важливе значення для розвитку країни.

Дослідниками[1-9,17,22,23] даного напрямку запропоновані різні конструкції шнекових пресів для віджиму олії з олійних культур, дано обґрунтування їх параметрів в конкретних виробничих умовах. Сучасні пристрої для переробки олійних культур на олію відрізняються високою продуктивністю і енергоємністю, що неприйнятно для селянських і

фермерських господарств, а готовий продукт не завжди має високу якість. Зниження енергоємності процесу переробки олійних культур і підвищення якості готового продукту можна досягти за рахунок оперативної зміни параметрів в залежності від його структури. У зв'язку з чим є актуальним вдосконалення конструктивних параметрів двухзахідного шнекового пресу, що дозволить збільшити продуктивність шляхом поліпшення умов захоплення матеріалу завантажувальним пристроєм, кращого виходу олії за рахунок переформування шару мезги в зоні інтенсивного стиснення і поновлення дренажних каналів.

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

Завдання дослідження:

1. Провести аналіз і запропонувати перспективну конструкцію двухзахідного шнекового пресу для віджиму олії з насіння соняшнику.
2. Розробити математичну модель і теоретично виявити закономірності технологічного процесу двухзахідного шнекового пресу для обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи.

Об'єкт дослідження - двухзахідний шнековий прес для віджиму олії з насіння соняшнику.

Предмет дослідження – закономірності, умови і режими виробництва олії з насіння соняшнику двухзахідним шнековим пресом.

Методологія і методи дослідження. У теоретичних дослідженнях використані методи фізики, теоретичної механіки, апріорного ранжування, математичної статистики. Обробка результатів досліджень, а також графічні роботи здійснювалися за допомогою прикладних комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2010, Statistica 10.0, Mathcad 14. Microsoft Office, Компас-3D LT V16, і ін.

Практична значимість роботи:

1. Обґрунтування способу отримання олії з насіння соняшнику для невеликих підприємств чи фермерських господарств методом холодного пресування за спрощеною технологією за допомогою удосконаленого прес-екструдера.

2. Удосконалена конструкція двухзахідного шнекового пресу для віджиму олії з насіння соняшнику.

3. Математичні залежності для визначення конструктивних і режимних параметрів запропонованого двухзахідного шнекового пресу на етапі проектування.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано тези у Збірнику доповідей учасників II Міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи в агропромисловому виробництві» та збірнику матеріалів науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020».

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота викладена на 30 сторінках машинописного тексту і містить 10 рисунків, список використаної літератури з 23 найменувань.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз сировини та технології отримання олії з соняшника

Основними характеристиками різного виду рослинних масел при різних умовах виробництва і зберігання є кислотне число, гліцеридний і не жировий склад[2,13,15,20,21]. У зв'язку з цим науково обґрунтований технологічний режим отримання рослинних жирів дозволить провести найбільш якісний віджим олії з насіння соняшнику. Слід зазначити, що вирішальними факторами у взаємодії нежирової частини з масляною в насінні є процеси, що протікають при маслodobуванні, при яких значна частина нежирових речовин переходить в олію[2,7,13,15,20,21].

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.

Клітинка складається з оболонки, заповненої клітинним ядром, протоплазми, пластидами, алейронового зернами. Клітинна оболонка складається з целюлози і тісно пов'язаною з нею геміцелюлози. Протоплазма складається з протоплазматичного тіла і розподіленої в ньому олії. Поряд з жирами в протоплазмі міститься значна кількість плазматичних білків і їх з'єднань з іншими речовинами [21].

Фосфоліпіди також локалізовані в протоплазматичній частині клітини в основному в зв'язаному стані з вуглеводами і білками. Можливо, що частина фосфоліпідів може перебувати у вільному стані, не пов'язаному з вуглецеями і білками, розподіляючись в плазматичній і олійній фазах.

Середній процентний склад протоплазми рослинних клітин за [21]: фосфоровмісні білки 40; білки, позбавлені фосфору 15; вуглеводи 12; жири 12; амінокислоти 1,5; холестерин 2,0; смоли 1,5; калійні та інші неорганічні солі

фосфорної кислоти 6,5; лецитин 0,3; мурашина, оцтова та інші кислоти 0,5; невизначені речовини 0,5.

Вміст клітини дозрілого насіння можна представити у вигляді складної колоїдної системи, що складається з двох фаз: гелевої і масляної. Гелева фаза, що складається з білків, вуглеводів та інших речовин, пов'язаних один з одним, є гідрофільною - полярною частиною, а масляна - неполярна частина, що включає розчинені в ній речовини.

Насіння здатні до набухання, поглинання вологи з повітря, що обумовлено наявністю гідрофільної гелевої фази. Гідрофільність гелевої фази пояснюється великим вмістом білків, розчинних у воді (багатих полярними групами - COOH, O, NH₂, NH), а також наявністю фосфоліпідів і вуглеводів. Вода в основному розміщена в гелевій фазі насіння, і тільки незначна її частина міститься в нежировій частині [7,21].

В процесі зберігання насіння піддається впливу ферментів, в контакт з вологою і повітрям це призводить до розпаду органічних речовин з виділенням тепла і утворенням продуктів реакції, аж до вуглекислоти і води, а також впливу бактерій, пліснявою грибками, шкідниками і т.п.

Склад насіння може бути різний залежно від 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[7,21].

Олії, одержувані різними методами (холодного чи гарячого пресування, екстракційний і т.д.), відрізняються за смаком, запахом, кольором і харчовою цінністю. Принципова відмінність полягає у кількості і складом нежирових домішок. Типова схема виробництва рослинних олій показана на рисунку 1.1[10,17]. Уже на початковій стадії видобутку олії можлива поява різних негативних домішок. Так, наприклад, погана очистка насіння, незадовільна робота рушанки, очисних машин призводять до контакту олії зі сторонніми мінеральними та олійними домішками.

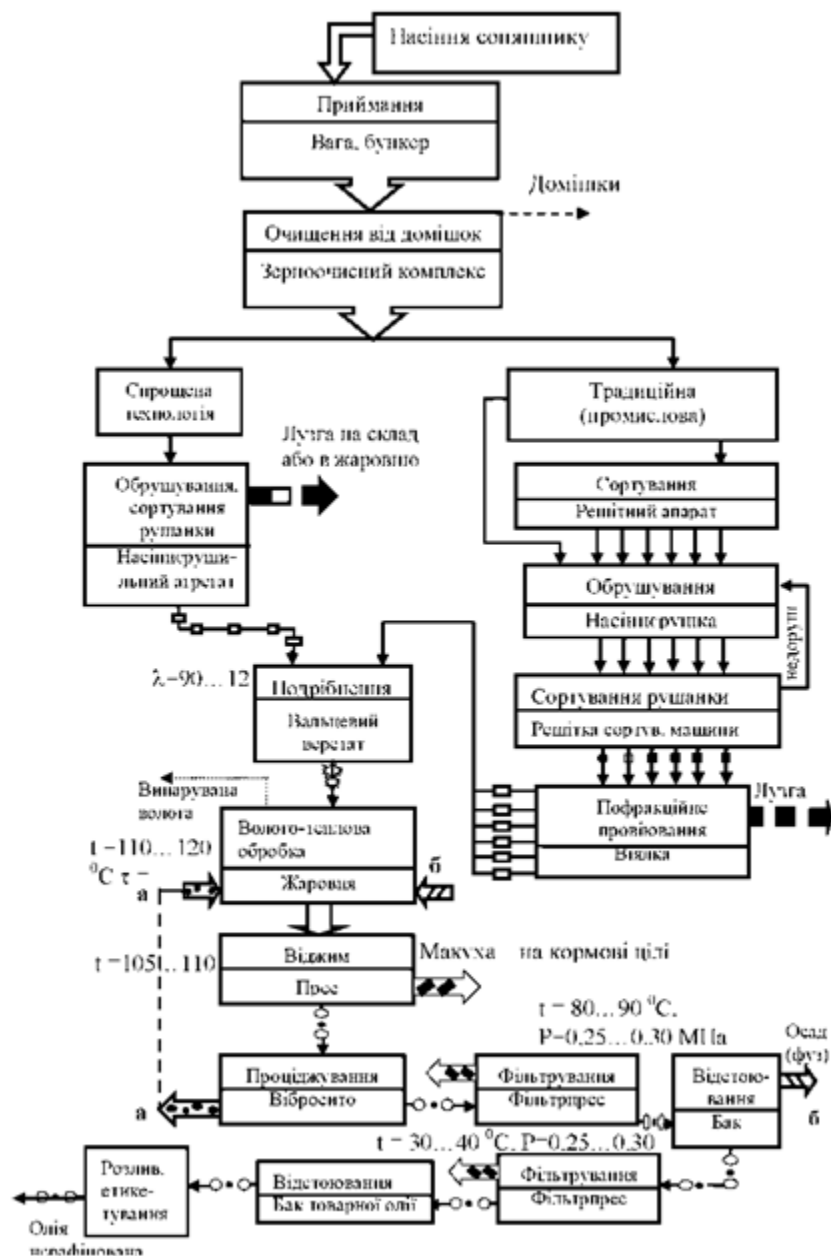


Рисунок 1.1 - Класична технологія пресування олійних культур [10,17].

(з попередньою підготовкою насіння до пресування)

Такі технології та склад машин і обладнання є досить складним і добре підходить для промислового виробництва олії на великих заводах.

Основним недоліком такого способу отримання за класичною схемою є багато складних операцій: очищення, подрібнення, плющення, зволоження, теплова обробка, пресування подрібнення макухи, кондиціонування, а також застосування води на стадіях зволоження, теплової обробки та

кондиціонування, що не дозволяє максимально відділити жири, при цьому вміст жирів в макусі становить 20-25%, а олійність шроту 1,5-2,0% [10,17]/

Найбільш перспективним способом отримання олії з насіння соняшнику є, на нашу думку, метод холодного пресування за спрощеною технологією.

Простіший варіант технології який набув попиту в невеликих підприємствах показано на рис.1.2.

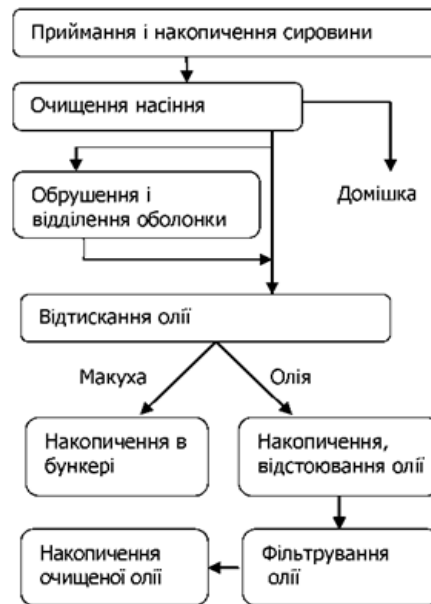


Рис. 1.2. Спрощений технологічний процес видобутку олії з насіння соняшника [10,17]

Така технологія використовується в самих різних галузях завдяки своїй високій універсальності і тому, що вона дозволяє контролювати характеристики продуктів і не вимагає великої кількості машин і устаткування. Принцип заснований на використанні прес екструдера став одним із основних і 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 шнекових пресів

У різних галузях народного господарства широко використовуються шнекові преси в тому числі при переробці та приготуванні продуктів в харчовій промисловості, при віджиманні жирів з олійних культур [1,3-10,17,19,22,23].

Теоретичні та експериментальні дослідження в олійно-жировій галузі, є базою прогресивного розвитку, засновані на розробці і впровадженні новітньої техніки і обладнання.

Розробка прогресивних конструкцій в шнекових пресувальних механізмах обґрунтовані широким спектром застосування цих машин в переробних галузях агропромислового комплексу та особливостями даних 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 продуктів збалансованого складу практично всіх видів з мінімальними енерговитратами.

Зарубіжна і вітчизняна промисловість пропонує широкий спектр прес екструдерів різних конструкцій і модифікацій. За кордоном основними виробниками шнекових пресів різних типів і моделей є фірми AmericanMaplanCorporation, BattenfeldGmbH, BAUSANO&FIGLI S.P.A., BerstorffGmbH, COSTRUZIONE MECCANICHE LUIGI BANDERA SpA, ENTEK Manufacturing, Inc., ENTEX Rust&MitschkeGmbH, ERMAFA KunststofftechnikChemnitzGmbH, GammaMeccanicaSpA, KUHNE GmbH, Instapro, Wenger, Toshiba, Weber, Walter, Berstoff, Bausana, Anderson [23].

Основними виробниками в Україні є – Дніпропетровський машинобудівний завод, НВО «Екструдер» м. Харків, ЗАТ РНВП «УкреспоПроцес» м. Київ НВП «Прогрес» м. Харків.

Також на ринку присутні зразки такого типу обладнання заводів Росії - ООО «ТПК ТРИГЛА», ЗАО «Аксиом Проджектс», ООО «Продвижение» і ін. [23].

На сьогоднішній день одношнекові преси типу КМЗ (КМЗ-2М, КМЗ-2У), шнекові преси ПЭ-КМЗ, ПЭ-1 (ПЭ-КМЗ-2, ПЭ-КМЗ-2М, ПЭ-КМЗ-2У) по цінній політиці і якістю роботи є найбільш поширені на ринку.

Широко використовуються преси типу ПШ-70 з продуктивністю 70 кг/год. олії. Та аналоги типу ПШМ-250, ПШ-68, ПШ-70. [1,3-10,17,19,22,23].

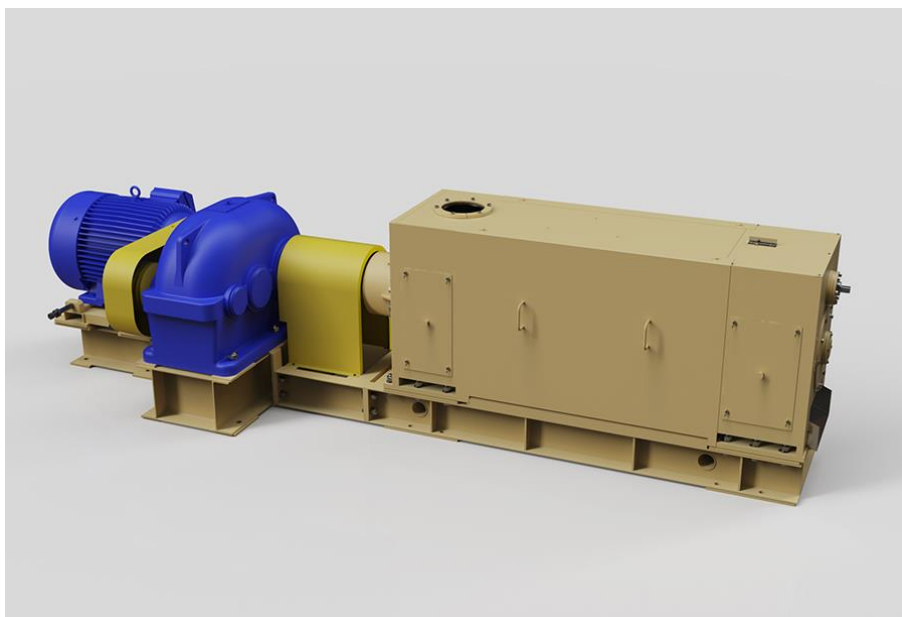


Рисунок 1.3 Прес ПШ-70

Прес для віджиму олії шнековий моделі ПШ - 70, призначений для первинного віджимання олії з насіння різних культур. Найчастіше його використовують при пресуванні в два етапи. Перевагою даного пристрою є універсальність, так як його можна переобладнати під віджимання в один етап.

На основі аналізу літературних джерел, класифікації олієвідтискних шнекових пресів (рис.1.4) та відповідних конструкцій, що пропонує ринок робимо висновок – найбільш перспективною конструкцією машин і обладнання для видобування олії з насіння соняшнику є шнековий прес.



Рисунок 1.3 Класифікація шнекових пресів

Особливий інтерес представляють шнекові преси для віджиму олій з використанням двох і більше шнеків, що забезпечують ефективний процес відділення олії [1,3-10,17,19,22,23].

Двохшнекові преси та установки з використанням подачі повітря або введення рідини - розчинника в оброблюваний матеріал в порівнянні з одношнековими пресами більш металоемніші, вимагають більше затрат 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 найкращим способом отримання олії зі збереженням вихідних властивостей.

Пресування за багатьма показниками підходить для застосування на підприємствах малої потужності і виробництва олії рідкісних видів.

1.3 Висновки та завдання досліджень

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.

Крім того створення місцевих опорів у вигляді розпушувача спресованої маси в зоні стиснення дозволить збільшити вихід олії за рахунок переформування шару і оновлення дренажних каналів, що сприяє збільшенню виробництва олії при подальшому ущільненні в зоні інтенсивного стиснення.

Метою даної роботи є вдосконалення процесу виробництва олії з насіння соняшнику за рахунок установки в зоні подачі конусного двухзахідного шнека, що дозволяє збільшити подачу вихідної сировини, і розпушувача для переформування мезги і поновлення дренажних каналів.

Основні завдання дослідження:

1. Провести аналіз і запропонувати перспективну конструкцію двухзахідного шнекового пресу для віджиму олії з насіння соняшнику.
2. Розробити математичну модель і теоретично виявити закономірності технологічного процесу, дослідити вплив конструктивних і режимних параметрів двухзахідного шнекового преса на основні показники його роботи.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ДВУХЗАХІДНОГО ШНЕКОВОГО ПРЕСУ

2.1 Обґрунтування технологічного процесу роботи двухзахідного шнекового пресу для віджиму олії

На підставі проведеного аналізу можна зробити висновок, що основними критеріями оцінювання роботи двухзахідного шнекового пресу є (рисунок 2.1): u_1 , u_2 , u_3 - продуктивність пристрою, потужність приводу і енергоємність виробництва олії, а також u_4 , u_5 - якість олії, отриманої в наслідок віджиму.

Основними зовнішніми впливами (вхідними факторами), що впливають на роботу машин і обладнання в процесі віджиму олії є узагальнені статистичні показники f_1 , f_2 .. f_i . На показники оціночних критеріїв впливають внутрішні фактори, обумовлені внутрішньою структурою і параметрами дозуючих і пресують пристроїв. Такими є конструкційні і кінематичні параметри дозаторів і преса, фільтри матриці. При цьому основним завданням конструктора є визначення оптимальних або раціональних значень узагальнених параметрів пристроїв X_d , $X_{прес}$, X_v з метою доведення показника u_3 до оптимального (а при неможливості - до раціонального) рівня (для енергоємності - мінімум, для продуктивності - максимум), при дотриманні вимог, і відповідно рівня показників u_1 , u_2 для забезпечення ефективних значень u_3 .

Відповідно до позначення на рис.3.1 A_d - пристрій для дозування насіння соняшнику, що надходить на прес; $A_{прес}$ - пресувального пристрій двухзахідного шнекового пресу; A_v - фільтрний пристрій матриці преса; f_1 , f'_1 , f_2 , f_3 - узагальнені статистичні показники, в зонах стиснення і гомогенізації, на виході з двухзахідному шнековому пресі, їх фізико-механічні властивості; X_1 , X_2 , X'_2 , X''_2 , X_3 - узагальнені значення внутрішніх факторів (відповідно дозуючого пристрою, зони пресування, стиснення матеріалу і його гомогенізації, матриці; u_1 , u_2 , u_3 - узагальнені значення результируючих

факторів: продуктивності пристроїв, потужності приводу, енергоємності процесу, показників поліпшення якості олії; узагальнені показники, що характеризують матеріалоемність і надійність $Y_{\text{мн}}$ двухзахідного шнекового пресу, в структурну схему умовно не було введено.

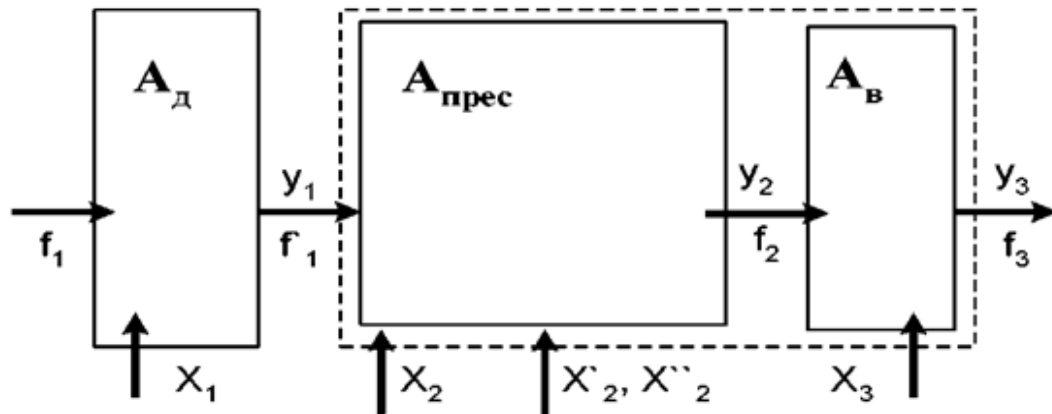


Рисунок 2.1 – Структурна схема функціонування двухзахідного шнекового пресу для віджиму олії.

У відповідності до рис.3.1 потрібно визначити раціональні значення технологічних і конструктивних параметрів використовуваних пристроїв, що забезпечують якісне одержання олії при дотриманні пресом досить високої (або максимальної) продуктивності і по можливості мінімальної (раціональної) енергоємності виробництва олії.

Таким чином, критеріями вимірювання роботи двухзахідного шнекового пресу є ряд факторів:

- кількісні - продуктивність двухзахідного шнекового пресу;
- енергетичними показниками є потрібна потужність приводу і енергоємність віджиму.

Основними критеріями оптимізації процесу будуть як кількісні показники (продуктивність), так і енергоємність.

Для визначення даних показників необхідно провести математичне дослідження роботи самого пресу і його складових частин.

2.2 Визначення залежності щільності від тиску в конусному двухзахідному шнеку

Дана конструкція зони подачі пресу дозволяє значно підвищити щільність вихідного матеріалу, зменшити навантаження на підшипниковий вузол, а в підсумку збільшити кількість віджатої олії і підвищити експлуатаційну надійність установки.

Переваги одно- чи багатозахідних шнеків можуть змінюватися в залежності від технологічних вимог[1,3-10,17,19,22,23]. Однак, якщо метою є досягнення підвищення щільності кінцевого продукту, перевага, зокрема, двухзахідного шнекового пресу перед однозахідним очевидна.

В даному дослідженні визначальним фактором, що впливає на динаміку процесу віджиму, буде число заходів гвинтового каналу. Однак слід обумовити ряд припущень, які практично не впливають на якість кінцевого результату:

- сумарний об'єм гвинтових каналів не залежить від числа заходів.
- відносна товщина гребеня незначна.
- тиск це тільки функція відстані уздовж осі шнека.
- коефіцієнт тертя не залежить від тиску.
- відцентрові сили незначні.

В якості додаткового фактора, що підвищує тиск в середині каналу, використаний такий конструктивний прийом як конусність тіла шнека. (рис. 2.2).

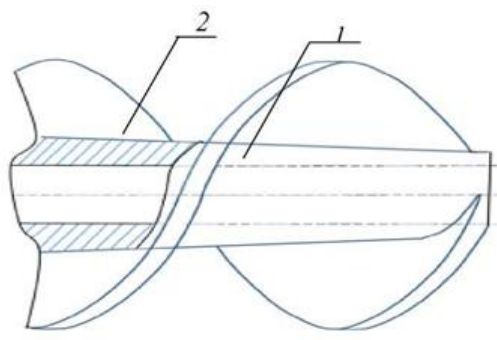


Рисунок 2.2. Двухзахідний конусний шнек: 1 конусний напрямник, 2 - виток шнека

Таким чином, досліджується шнек з двома додатковими факторами, що імовірно підвищують якість процесу: конусність вала шнека і двухзахідний гвинтовий канал.

Зв'язок між окремими конструктивними і режимними параметрами конструкції пресу однозначно встановити складно, але з певними припущеннями і спрощеннями можливе вирішення даного завдання.

З метою визначення залежності щільності вихідного матеріалу від тиску в конусному двухзахідному шнеку виходимо з визначення маси як $m = \rho \cdot V$, яке після диференціювання приймає наступний вигляд:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{d\rho}{dt} \cdot V + \rho \frac{dV}{dt}, \quad (2.1)$$

де m - поточне значення маси вихідного матеріалу, кг;

ρ - поточне значення щільності цього матеріалу, кг/м³;

V - об'єм даного матеріалу, м³;

t - час, с.

Очевидно, що в реальному процесі жоден з чотирьох членів правої частини рівняння не може дорівнює нулю. Для подальших перетворень можна скористатися виразом:

$$\frac{\rho_{\infty} - \rho}{\rho_{\infty} - \rho_0} = \exp(-c_1 \cdot p), \quad (2.2)$$

де ρ_{∞} - граничне значення щільності добре спресованої маси, кг/м³;

ρ - щільність при тиску p , кг/м³;

ρ_0 - початкова щільність маси, кг/м³;

c_1 - емпіричний коефіцієнт, м²/Н.

Після деяких перетворень отримуємо вираз зміни щільності матеріалу.

$$\Delta\rho = c_1(\rho_{\infty} - \rho_0) \cdot p. \quad (2.3)$$

Вплив конусності напрямника не знайшло відображення в даному виразі, а це означає, що з точки зору динаміки процесу рівняння адекватне за будь-яких використовуваних значеннях кута конуса (в тому числі при нульовому).

2.3 Дослідження продуктивності від тиску та конструкційних параметрів зони завантаження пресу

Для видобутку олії з насіння соняшника пропонується використовувати прес-екструдер з двухзахідним шнековим пресом в зоні завантаження. Складністю при роботі прес-екструдера є взаємозалежність подачі матеріалу на переробку (а отже і продуктивності пресу) і тиску пресування. При збільшенні вивантажувального отвору у прес-екструдері збільшується його продуктивність, однак при цьому знижується робочий тиск. При збільшенні подачі матеріалу в зону завантаження, вдається підтримувати технологічний тиск в зоні пресування. При цьому зона завантаження повинна забезпечувати необхідний тиск на вході в зону пресування[3,7,916,17].

Таким чином, при оптимізації параметрів зони завантаження прес-екструдера потрібно попередньо визначити вплив конструкційних параметрів зони завантаження преса на максимальну подачу матеріалу і максимально створюваний тиск. Надлишок подачі матеріалу і створюваного тиску вимагають надмірних витрат потужності на привід шнека.

Тому усереднену поточну подачу матеріалу (кг/с) при рівномірному завантаженні знаходимо з рівняння 2.4:

$$Q = \frac{dm}{dt}, \quad (2.4.)$$

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

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

dt - поточний час виведення з циліндрично-конусного шнека матеріалу масою dm , с.

Нехай в напрямнику на ділянці повного заповнення матеріалом конусної шнек-насадки буде виділено елементарний перетин товщиною dl , через яку за час dt проходить усереднена маса матеріалу dm (рис. 2.3).

Після відповідних перетворень максимальна продуктивність шнека на ділянці завантаження (при постійній щільності матеріалу) визначиться із формули 2.5 [1-3].

$$Q_{Max} = \frac{\rho \cdot \pi (d_k^2 - d_H^2)}{4} \cdot \frac{z \cdot t_1 \cdot \omega}{2 \cdot \pi} = \frac{\omega \cdot \rho \cdot \pi \cdot (d_k^2 - d_H^2) z \cdot t_1}{8 \cdot \pi}, \quad (2.5)$$

Тим самим, максимальна продуктивність шнека зростає зі збільшенням кількості заходів і кроку гвинта шнека при інших рівних умовах.

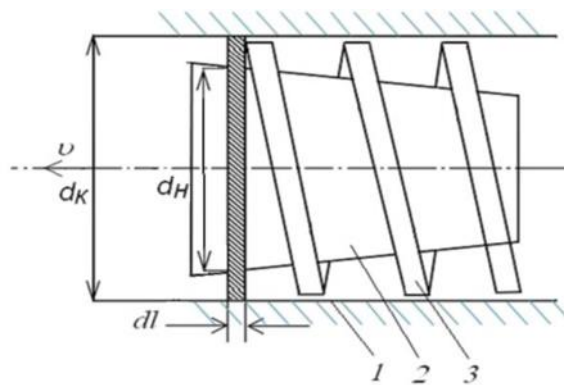
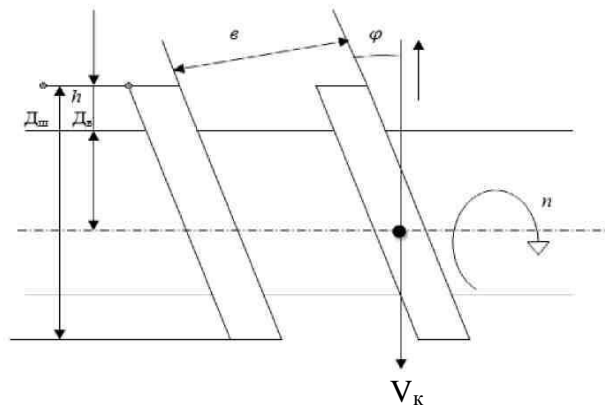


Рисунок 2.3 Розрахункова схема конусної шнек-насадки зони завантаження (рух матеріалу справа наліво): 1 - корпус шнекового преса; 2 - конусна втулка; 3 - шнек; dl - товщина елементарного поперечного шару матеріалу біля конусної шнек-насадки, м; d_k - діаметр корпусу шнека; d_H - діаметр конусної втулки в зоні елементарного поперечного шару матеріалу, ϑ - осьова швидкість матеріалу, м/с.

В процесі віджиму олії, з насіння соняшнику, руйнується органічна структура зернини і вивільняється олієвмісна рідина при цьому відбувається поділ на квазітверду фазу (крихту) і рідку, яка містить жирні кислоти[2,7,20].

В якості основного теоретичного твердження приймається залежність масової витрати матеріалу, геометричних характеристик робочого органу і динаміки процесу, розглянуті в роботах [2-5,8,9] (рис. 2.4).



* Напрямок руху матеріалу, що пресується з права на ліво

Рисунок 2.4 Геометричні параметри робочого органу (шнека):

$D_{ш}$ - діаметр шнека, м; $D_{в}$ - діаметр вала, м; h - глибина каналу, м; n - частота обертання вала, об/хв.; φ - кут підйому гвинтової лінії, рад.; e - крок витка, м; v_k - колова швидкість, м/с.

Для прийнятих позначення ця залежність виражається в залежності 2.6 і 2.7:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{\rho \cdot b \cdot h \cdot v_k}{\cos \varphi} \cong \rho \cdot \pi^2 \cdot D_{ш}^2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.6)$$

$$v_k = D_{ш} \cdot n, \quad (2.7)$$

де ρ – густина матеріалу, кг/м³.

Після деяких перетворень формули (2.6) можна отримати зовсім іншу залежність витрат від робочих параметрів:

$$\begin{aligned} \frac{dm}{dt} &= G - (C_2 - C_3 \cdot \exp(-c_1 \cdot p)) \cdot \pi^2 \cdot D^2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \varphi = \\ &= K_1 - K_2 \cdot \exp(-c_1 \cdot p), \end{aligned} \quad (2.8)$$

де C_4 , K_1 і K_2 - константи.

Для аргументації сказаного наведемо залежність вищевказаних констант від фізичних властивостей вихідного матеріалу і конструктивних параметрів шнека:

$$K_1 = C_2 \cdot C_4 = \rho_k \cdot \pi^2 \cdot D^2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.9)$$

$$K_2 = (\rho_k - \rho_0) \cdot \pi^2 \cdot D^2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.10)$$

де $C_2 = \rho_k$; $C_4 = \pi^2 \cdot D^2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \varphi$;

ρ_k - щільність пресованого матеріалу, що відповідає максимальній продуктивності, кг/м^3 ;

ρ_0 - щільність вихідного матеріалу, кг/м^3 ;

D - діаметр твердого шару, м.

Вираз (2.5) свідчить про наявність прямого зв'язку між продуктивністю двухзахідного шнекового преса і тиском.

Двухзахідний шнек має низку переваг перед однозахідним:

- наявність додаткового гребеня(витка) практично вдвічі збільшує осьове зусилля, що призводить до значного підвищення тиску;
- швидкість руху матеріалу в двухзахідному пресі нижча, але це компенсується додатковим приростом тиску;
- контактна площа гвинтових каналів збільшується в зв'язку з наявністю додаткових витків, що є наслідком підвищення заповнюваності каналів шнека.

2.4 Висновки по розділу 2.

1. Аналіз і теоретичні дослідження дозволили встановити оптимальні режими переробки насіння соняшнику для виробництва олії та визначити показники роботи запропонованого двухзахідного шнекового пресу.

2. Теоретичне вивчення процесу пресування насіння соняшнику дозволило аналітично обґрунтувати доцільність використання двухзахідного шнека, визначити продуктивність шнека на ділянці завантаження, графічно представити зміни продуктивності преса від тиску.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Обґрунтування конструкції шнекового пресу для віджиму олії з насіння соняшника

Для вдосконалення процесу виробництва олії, на основі проведеного теоретичного і пошукового дослідження обґрунтовано удосконалення конструкції шнекового пресу, визначили оптимальні режими пресування і можливість оперативної їх зміни в залежності від властивостей вихідної сировини, що є актуальним науковим і практичним завданням.

Для покращення експлуатаційних показників обґрунтували зміну конструкції двухзахідного шнекового пресу, а саме вдосконалення зони завантаження. Встановлено, що для збільшення тиску і продуктивності в зоні завантаження доцільно встановити двухзахідний конусний шнек, а в зоні інтенсивного стиснення пристрій для розпушення мезги, що сприяє оновленню дренажних каналів, тим самим збільшуючи віджимання олії.

Для виробництва олії з насіння соняшника обґрунтована конструктивно-технологічна схема шнекового пресу (рисунок 3.1), що складається з завантажувального бункера 2; корпусу 1, всередині якого встановлено шнек, що складається з трьох, співвісно встановлених на приводному валу шнеків: подавальний 3 який виконаний у вигляді двухзахідного шнека, пресувального 4, і шнека 7, виконаного зі зменшеним кроком витка, що утворюють чотири зони переробки продукту (зона завантаження - I, зона стиснення - II, зона стабілізації тиску - III, зона інтенсивного стиснення - IV).

У зоні завантаження I, двухзахідний шнек виконаний у вигляді конусної втулки, яка повернена більшою основою в сторону пресувального шнека.

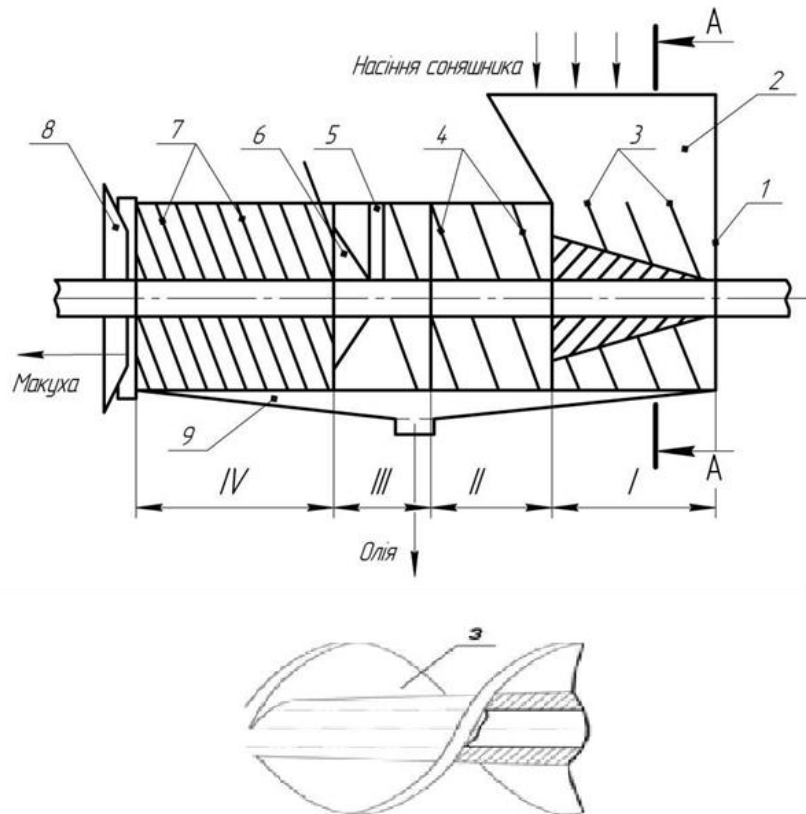


Рисунок 3.1 Конструктивно-технологічна схема шнекового пресу для віджиму олії з насіння соняшника: 1 - корпус; 2 - завантажувальний бункер; 3 - подавальний шнек; 4 - пресувальний шнек; 5 розпушувач мезги; 6 - конусна втулка; 7 - шнек зі зменшеним кроком витка; 8- регулятор тиску; 9 – піддон для відведення олії.

I - зона завантаження матеріалу, II - зона стиснення, III - зона стабілізації тиску, IV - зона інтенсивного стиснення.

У зоні стабілізації тиску III, між шнеком 4 і шнеком 7, виконаним зі зменшенням кроку витка, співвісно з останнім встановлена конусна втулка 6, повернена меншою основою в сторону пресувального шнека 4, а також перед конусною втулкою змонтований розпушувач мезги 5, що сприяє перемішуванню і розпушуванню мезги, а це збільшує відведення вологи при меншому тиску пресування. Заключна стадія пресування здійснюється на ділянці шнека 7, виконаного зі зменшенням кроку витка. Тиск пресування регулюється зміною зазору між корпусом 1 і регулятором тиску пресування 8.

Пристрій працює наступним чином. Вихідний матеріал, який підлягає переробці, з бункера 2 надходить в зону завантаження I, де ущільнюється, далі

захоплюється витками пресувального шнека 4, де відбувається пресування мезги з вивільненням вологи і видалення її через зерні планки, встановлені на корпусі 1, в піддон для відведення олії 9.

У момент переходу спресованої мезги, із зони стиснення II в зону стабілізації тиску III, відбувається порушення її цілісності, так як із зони високого тиску перед цим витком шнека ущільнена маса спрямовується в зону меншого тиску за цим витком. Крім того, встановлений розпушувач мезги 5 додатково перемішує і розпушує спресовану мезгу.

В результаті відбувається переформування шару і оновлення дренажних каналів, що сприяє збільшенню відведення вологи при подальшому ущільненні мезги в зоні інтенсивного стиснення шнеком 8.

Удосконалена конструкція пресу дозволяє поступово збільшувати тиск пресування матеріалу, що супроводжується збільшенням тривалості віджиму, а це відповідно збільшення виходу олії. Величина зміни тиску в циліндрі преса регулюється зазором між корпусом 1 і конусним регулятором тиску 8. Олія збирається в піддоні для олії і виводиться із пресу через зливну горловину.

У гвинтовому каналі шнекового преса змінюються властивості олійного матеріалу: щільність, розміри і гранулометричний склад частинок, кількість олії всередині частинок і в міжвиткових просторах.

Якщо переписати формулу (2.5) у вигляді $\frac{dm}{dt} = K_1 - \frac{K_2}{e^{c_1 - p}}$, то можна зробити наступний висновок: якісне проведення процесу відділення олії з насіння соняшника носить експоненціально-асимптотичний характер. Це означає, що витрата екструдата в міру переміщення уздовж осі шнека змінюється за експоненціальним законом і наближається до деякого максимального значення. Графічна залежність продуктивності від тиску показана на рисунку 2.5. Користуючись графіком як характеристикою процесу, можна звернути увагу на ряд особливостей. Зокрема, кривизна кривої в міру зростання параметра P зменшується і прямує до нуля. А це, в свою чергу свідчить про те, що при постійному нарощуванні тиску приріст продуктивності

знижується. З точки зору економічності енерговитрат можуть бути неадекватні якісні показники і ціна продукту.

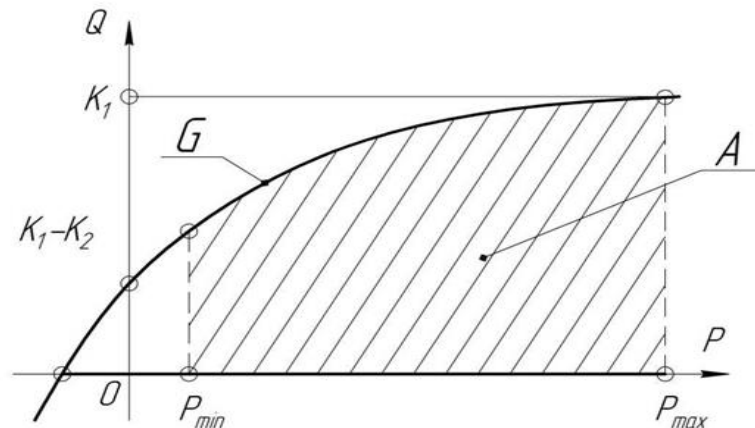


Рисунок 2.5. Графік зміни продуктивності від величини тиску

A - зона можливих значень продуктивності в залежності від величини тиску (від P_{\min} ($P_{\text{атмф}}$) до P_{\max}); K_1 , K_2 – константи

Отриманий результат доводить, що активна сила, яка впливає на матеріал в двухзахідному шнеку, перевершує аналогічну силу в однозахідному, а це підвищує ефективність технологічного процесу першого шнека.

Таким чином, встановлено вплив на величину тиску зернового матеріалу по довжині (X , частка від L) каналу пресування від швидкості руху матеріалу (V , м/с) і діаметра фільєри (D , м).

За проведеними дослідження двухзахідного шнекового пресу встановили оптимальні значення конструктивних і режимних параметрів його роботи: частота обертання 455 хв^{-1} , крок шнека 45 мм, площа вихідного отвору $0,0012 \text{ м}^2$, при цьому вихід олії складатиме близько 31,0%.

3.2 Висновки по розділу 3

На основі проведених теоретичних досліджень обґрунтовано використання удосконаленої конструкції двухзахідного шнекового пресу для виробництва соняшникової олії для невеликих підприємств по спрощеному технологічному процесу видобутку олії з насіння соняшника

ВИСНОВКИ

1. На основі літературного пошуку робимо висновок, що найбільш перспективним способом отримання олії з насіння соняшнику для невеликих підприємств чи фермерських господарств є, на нашу думку, метод холодного пресування за спрощеною технологією за допомогою удосконаленого прес-екструдера.

2. Удосконалено конструкцію двухзахідного шнекового пресу для віджиму олії з насіння соняшнику, особливістю якого є те, що подача насіння соняшнику в циліндрі преса здійснюється двухзахідним конусним шнеком, встановленим співвісно прес шнеку, а для очищення дренажних каналів перед зерною камерою змонтований розпушувач мезги, що збільшує якість віджимання олії з меншими питомими затратами електроенергії.

3. Виконані теоретичні дослідження конструктивних і режимних параметрів запропонованого двухзахідного шнекового пресу дозволяють визначати залежність зміни продуктивності від величини тиску пресування, необхідної потужності його приводу.

4. За проведеними дослідження двухзахідного шнекового пресу встановили оптимальні значення конструктивних і режимних параметрів його роботи: частота обертання 455 хв^{-1} , крок шнека 45 мм, площа вихідного отвору $0,0012 \text{ м}^2$, при цьому вихід олії складатиме близько 31,0%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біопалива (технології, машини і обладнання) / Дубровін В.О., Корчемний М.О., Масло І.П. та інші. - К.: ЦТІ „Енергетика і електрифікація”, 2004. - 256 с.
2. Белобородов В.В. Процессы массо-и теплопереноса масложирового производства / В.В. Белобородов, Г.П. Забровский, Б.А. Вороненко. - С-Пб.: ВНИИЖ, 2000. - 429 с.
3. Гарус, А.А. Математическое моделирование процесса отжима масличного материала в шнековых прессах : Дис.... канд. техн. наук 05.18.12 / Гарус Алексей Алексеевич. – Краснодар, 2000. – 231 с.
4. Гевко І. Б. Гвинтові транспортно–технологічні механізми: розрахунок і конструювання. – Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. – 307 с.
5. Герман Х. Шнековые машины в технологи / Пер. с нем.; Под ред. М.П. Фридмана. - Л.: Химия, 1975. - 229 с.
6. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры. / А.М. Григорьев – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с..
7. Гриценко В.Т. Технології і лінії переробки олійного насіння з використанням екструдерного методу відтискання олії / В.Т. Гриценко, Ю.О. Дурін // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. - Запоріжжя, 2002. - Вип.7. - С. 181-183.
8. Гудзенко М.М. Аналіз сучасних конструкцій одногвинтових пресів для відтискання олії / М.М. Гудзенко, Ю.Г. Сухенко, В.М. Захарієнко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. - К.: НУБіП України, 2010. Вип. 144, ч. 2. - С. 166-171.
9. Дацишин О.В. Тенденції розвитку олієвіджимних пресів / О.В. Дацишин, М.М. Гудзенко // Науковий вісник Національного аграрного університету. - 2006. Вип. 95. - С. 280-286.

10. Дацишин О. В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв : навчальний посібник / О. В. Дацишин, А. І. Ткачук, О. В. Гвоздєв. - Вінниця : Нова книга, 2008. - 488 с.
11. Душинський В. В. Основи наукових досліджень. Теорія та практикум з програмним забезпеченням: навчальний посібник / В. В. Душинський. К.: НТУУ "КПІ", 1998. – 408 с.
12. Калошин Ю.А. Технологія і устаткування масложирових підприємств: - М.: ІРПО: Видавничий центр «Академія», 2002. – 363 с.
13. Камінський В.Д. Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції: навч. посібник для вузів / В.Д. Камінський, М.Б. Бабич. - Одеса: Аспект, 2000. - 460 с.
14. Кузнєцов Ю. М. Теорія технічних систем / Ю. М. Кузнєцов, І. В. Луців, С. А. Дубиняк. – Київ-Тернопіль, 1997 – 310 с.
15. Лобанов В.Г. Теоретические основы хранения и переработки семян подсолнечника [Текст] / В.Г. Лобанов, А.Ю. Шаззо, В.Г. Шербаков. - М.: Колос, 2002. - 592 с.
16. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел. 2-е перераб. и допол. изд. М.: Пищевая промышленность, 1974. - 428 с.
17. Машини та обладнання переробних виробництв: навч. посібник для студ. вузів / О.В. Дацишин [та ін.]; за ред. О.В. Дацишина. – К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.
18. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. посібник/ О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, М.М. Сердюк. – К.: Вища освіта. 2006. – 479 с.
19. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. За ред. академіка УААН Гулого І.С. – Вінниця : Нова книга, 2001 – 576 с.
20. Подпрятів Г.І. Технологія виробництва борошна, крупи та олії / Г.І. Подпрятів, Л. Ф. Скалецька. - К.: НАУ, 2000. - 202 с.

21. Ткалич И.Д. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника): монография / Ткалич И.Д., Ткалич Ю.И., Рычик С.Г. ; под ред. И.Д. Ткалич. -Днепропетровск, 2011. - 172с.

22. Цепляев А.Н. Модернизация линий производства масла из семян подсолнечника на малых предприятиях / А.Н. Цепляев, М.А. Перепелкин // масложировая пром-сть. - 2007. - №4. - С. 14-15.

23. Шевчук Р.С. Комплекс обладнання для отримання рослинної олії в малих переробних цехах. / Р.С. Шевчук, В.О. Василькевич, В.В. Шевчук, В.В. Том'юк // Техніка і технології в АПК. - 2011.- № 9 (24) - С. 11 - 13.