

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

САПОЖНИК АНДРІЙ ІВАНОВИЧ

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
завідувач кафедри механізації сільського
господарства
канд. техн. наук, доцент
_____ Анатолій ПОЛЯКОВ
«__» _____ 20__ р.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ
ШНЕКОВОГО ПРЕСУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ РОСЛИННОГО МАСЛА

Спеціальність 208 Агроінженерія

Кваліфікаційна робота
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Керівник:
канд. с.-г. наук, доцент
Євген ЧАПЛИГІН

Оцінка: _____ / _____ / _____
бали/за шкалою ЄКТС/за національною шкалою

Київ – 2023

АНОТАЦІЯ

Сапожник А.І. «Дослідження технологічного процесу та режимів роботи шнекового пресу при виробництві рослинного масла. Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. 2023. Київ. - 80 с.

У кваліфікаційній роботі розглядаються питання які направлені на підвищення ефективності технологічного процесу пресування насіння олійних культур в шнековому відтискному пресі за рахунок зменшення енергетичних затрат та обґрунтування геометричних параметрів шнека.

Проведено дослідження існуючих способів та конструкцій виробничого обладнання для пресування олійного насіння; виявлено тенденції підвищення ефективності процесу видавлювання олії; здійснено теоретичне обґрунтування конструкції шнекових пресів; обґрунтовано залежність енергетичних показників технологічного процесу видавлювання рослинного масла від розмірних характеристик та параметрів шнека.

Ключові слова: шнековий прес, пресування, насіння олійних культур, режими видавлювання, аналіз, ефективність виробництва.

ANNOTATION

Sapozhnyk A.I. "Research of the technological process and modes of operation of the screw press in the production of vegetable oil". Eastern Ukrainian National University named Volodymyr Dal. Kyiv, 2023.- Manuscript. 80 p.

The paper considers the issues of increasing the efficiency of the process of pressing oilseeds in the screw oil press by reducing energy costs by justifying the geometric parameters of the screw shaft. The analysis of existing methods and constructions for seed pressing is investigated, the classification of methods and constructions is analyzed and the tendencies of increase of efficiency of technological process of oil extraction are revealed; the theoretical substantiation

of the design of screw presses is performed and the technological process of oil extrusion is theoretically described; the dependence of energy indicators of oil extraction process on size-mass parameters of auger is established; a comparative analysis of the quality of oil extrusion and the efficiency of the screw oil press in accordance with the requirements.

Key words: screw press, pressing, oilseeds, squeezing modes, analysis, production efficiency.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	8
1.1. Аналіз процесів виробництва рослинного масла	8
1.2. Дослідження очищення і зберігання олійної сировини	11
1.3. Підготовка олійної сировини до вижимання масла	12
1.4. Характеристика олійної сировини	15
1.5. Супутні речовини при виробництві рослинної олії	20
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННОГО МАСЛА	23
2.1. Методи та способи отримання рослинного масла	23
2.2. Дослідження процесу виробництва рослинного масла	31
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
3.1. Вплив факторів на процес пресування олійної сировини	36
3.2. Методика досліджень роботи пресового обладнання	43
3.3. Висновки за розділом.	46
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	48
4.1 Загальні вимоги охорони праці на підприємствах з отримання рослинної олії	48
4.2 Вимоги охорони праці перед початком роботи	51
4.3 Вимоги охорони праці під час виконання роботи	53
4.4 Вимоги охорони праці при закінченні роботи	55
4.5 Вимоги охорони праці в надзвичайних ситуаціях	55
4.6 Розрахунок освітлення в масло екстракційному цеху	56
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	76

ВСТУП

Сапожник А.І. Дослідження технологічного процесу та режимів роботи шнекового пресу при виробництві рослинного масла. Спеціальність 208 Агроінженерія. Київ: Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. 2023. 80 с.

Актуальність теми.

У виробництві рослинного масла, як і у всякому складному виробництві біологічної технології, виникають різноманітні явища, що відрізняються фізичною природою і механізмом процесу. Теплові, механічні, дифузійні, хімічні та інші явища в складному переплетенні і одночасному виникненні і загасанні складають основу технологічних процесів виробництва рослинних олій.

Вивчення процесів виробництва рослинного масла необхідно для: обґрунтування фізичної суті технологічних процесів; створення сучасних новітніх способів здійснення процесів; впроваджувати нові методи інженерних розрахунків машин і апаратів; впровадження комплексної автоматизації процесів.

Процес видавлювання рослинного масла з насіння олійємісних культур методом шнекового пресування є складним та енергозатратним. Результати досліджень процесу видавлювання свідчать, що енергетичні затрати складаються із основних трьох складових – потужності на ущільнення олійної сировини, потужності на подолання сил тертя у шнековій камері, а також потужності на видавлювання олії.

Поліпшити енергетичні показники роботи шнекового преса можливо шляхом оптимізації його технологічних та конструктивних параметрів. До основних показників процесу відносять частоту обертання шнекового валу та площу отворів для відведення макухи, а до менш значущих показників –

довжину шнекового валу, його робочі діаметри, а також крок та форма гвинтового валу.

На енергетичні показники технологічного процесу впливають і фізико-механічні властивості олійної сировини, а саме – геометричні розміри насіння, коефіцієнт тертя ковзання.

У зв'язку з цим необхідно провести дослідити на вплив конструктивних параметрів шнекового відтискного валу на енергетичні параметри процесу пресування.

Метою роботи є дослідження та підвищення ефективності технологічного процесу пресування насіння олійних культур в шнековому відтискному пресі за рахунок зменшення енергетичних затрат та обґрунтування розмірних параметрів шнекового валу.

Задачі дослідження:

- проаналізувати існуючі способи та конструкції обладнання для пресування олійного насіння та виявити тенденції підвищення ефективності технологічного процесу видавлювання рослинного масла;
- виконати теоретичне обґрунтування конструкції шнекових пресів та описати технологічний процес видавлювання рослинного масла;
- методом моделювання встановити залежність енергетичних показників процесу пресування від геометричних параметрів шнека;
- провести порівняльний аналіз якості видавлювання рослинного масла.

Предмет та об'єкт дослідження.

Предметом дослідження є режимні параметри процесу пресування олійних культур та методи оптимізації процесів пресування сировини.

Об'єктом дослідження є насіння олійних культур, шнековий гвинтовий прес для видавлювання рослинного масла.

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційна магістерська робота є самостійно виконаним завершеним науковим дослідженням. Наукові положення, розробки та пропозиції щодо вдосконалення технологічного

процесу виробництва рослинного масла на шнекових гвинтових пресах та аналіз ефективності технологічного процесу одержані автором самостійно.

Публікації. За темою кваліфікаційної магістерської роботи здійснено доповідь на міжнародній науково практичній конференції (листопад 2023) та опубліковані тези у збірнику студентських наукових робіт.

Структура і обсяг магістерської роботи. Робота складається із вступу, п'яти основних розділів, загальних висновків, списку використаної літературних джерел. Кваліфікаційна робота виконана комп'ютерним набором. Загальний обсяг становить 80 сторінок основного тексту, з використанням 50 літературних джерела, ілюстрована 15 таблицями та 18 рисунками.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Аналіз процесів виробництва рослинного масла

«Рослинні олії, отримані з насіння олієвмісних культур, використовують в харчовій та хімічній промисловості, для виробництва миючих засобів для побутових цілей, при виробництві фармацевтичних продуктів, миття виробничого та технологічного обладнання та ін. Вони використовуються для виробництва лакофарбових матеріалів, в якості мастильних матеріалів, оліфи, лінолеуму, непромокальних тканин в текстильній промисловості, в ливарному виробництві та в металообробній промисловості. Останнім часом широке поширення набули технології переробки олієвмісних культур в біопаливо, що за своїми характеристиками дуже близьке до традиційного дизельного пального» [2].

«До факторів, які формують якість рослинного масла, відносять технологію і сировину для виробництва.

Відповідно до класифікації В.Г. Щербакова, олієвмісні культури поділяють на групи в залежності від використання.

Чисто олійні - ці культури вирощуються з метою отримання олії, а інші продукти переробки при цьому є вторинними. Це соняшник, рапс, кунжут, тунг.

Прядильно-олійні - це культури, що вирощуються не тільки для добування олії, а й для отримання якісного волокна: бавовник, льон, коноплі.

До 1860 року бавовник вирощували головним чином для отримання волокна, але вже понад 150 років насіння бавовнику використовують для виробництва якісного масла» [3].

«Ефірно-олійні рослини - поряд з жирними маслами в їх насінні містяться ефірні речовини. Представником цієї групи рослин є коріандр. При

вилученні з рослин ефірного масла отримують технічне жирне масло.

Умовно можна виділити ще дві підгрупи рослин, харчова цінність насіння яких обумовлена неліпідною частиною. Це білково-олійні культури - арахіс і соя та пряно-олійні культури, представником яких є гірчиця.

Поряд з насінням олієвмісних рослин для отримання якісного рослинного масла використовують олієвмісні частини не маслічних рослин: зародки пшениці, кукурудзи, рису, плодові кісточки і ін» [3].

«Відповідно до класифікації олієвмісних культур, технологічні процеси сучасного виробництва рослинних масел діляться на:

- механічні – це очищення та обрушення насіння, відділення від ядра плодових і насіннєвих оболонок, подрібнення ядра насіння та макухи;
- дифузійні і дифузійно-теплові – це кондиціонування за вологістю насіння, смаження м'ятки насіння, екстракція масла, видалення розчинника з місцели і шроту;
- гідромеханічні – це пресування підготовленої мезги, фільтрація і відстоювання масла;
- хімічні та біохімічні процеси – це окислення і гідроліз ліпідів, денатурація білків, освітлення ліпідно-білкових комплексів» [4].

«Вибір технологічної схеми переробки насіння олієвмісних культур і склад основного технологічного обладнання обумовлений фізико-механічними властивостями насіння культур, призначенням рослинного масла, яке вилучається (рис. 1.1).

За технологічною ознакою процес виробництва ділять на шість груп:

- 1) підготовка та зберігання насіння олієвмісних культур;
- 2) підготовка насіння олієвмісних культур до вилучення олії;
- 3) власне процес вилучення олії;
- 4) рафінація отриманого масла;
- 5) розлив масла;
- 6) упаковка та маркування масла.

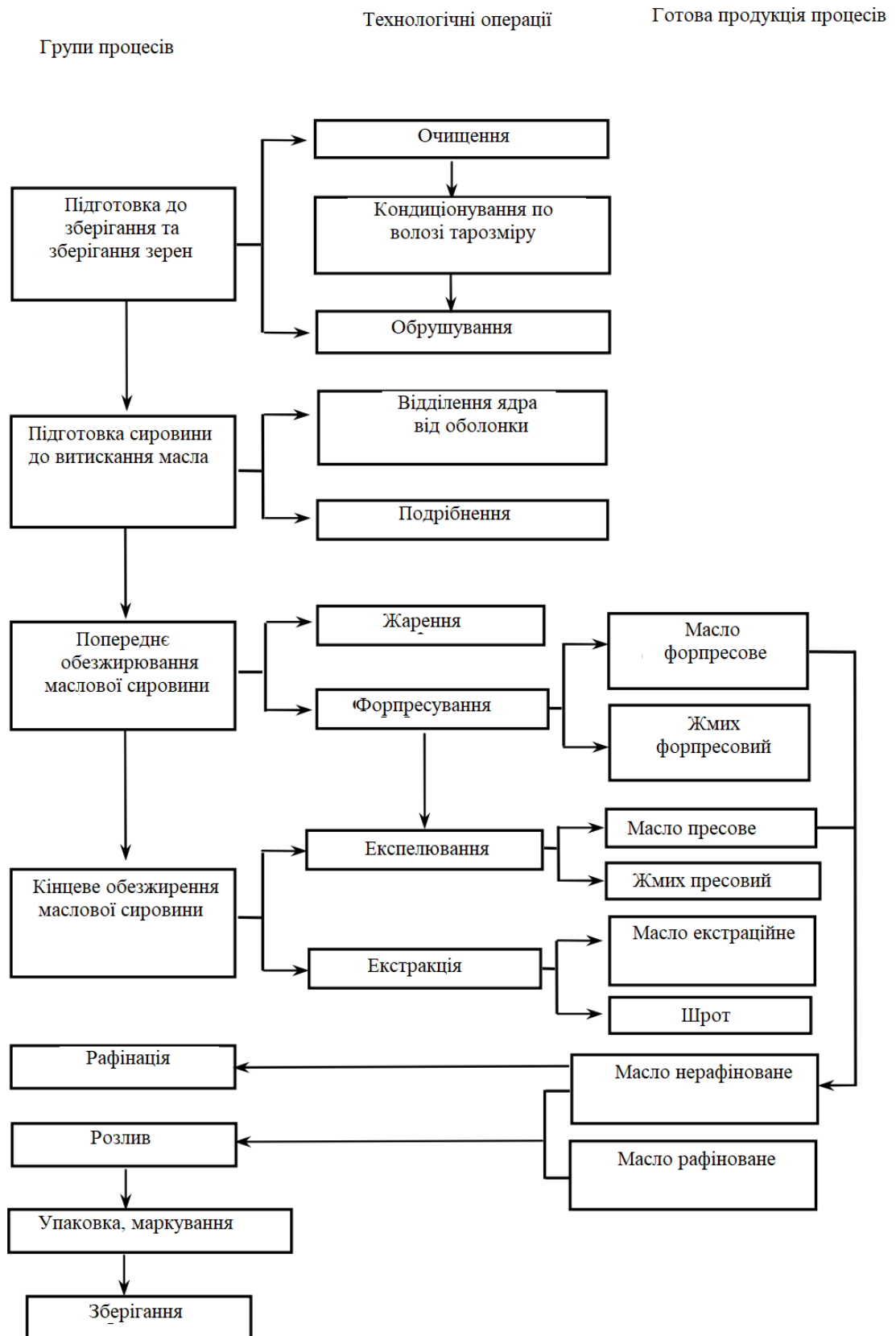


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва рослинного масла» [4].

«У технологічних схемах переробки насіння олієвмісних культур на масло розрізняють такі операції: підготовчі, основні, допоміжні і додаткові.

До підготовчих операцій відносять очищення насіння від домішок, сушку, звільнення ядра від оболонки.

До основних операцій належить: подрібнення ядра, волого-теплова обробка подрібненого продукту і власне сам процес виділення масла.

Допоміжні операції це: відділення розчинника від залишку знежиреного (шроту), отримання готового продукту (масла) з розчину (міцели), рекуперацію і регенерацію розчинника.

До числа додаткових операцій відносять: первинне очищення масла від механічних домішок та комплексну очистку масла з виділенням фосфоліпідів.

Сукупність усіх операцій складає технологічні схеми виробництва рослинного масла. Ці схеми можна поділити на дві основні групи: схеми, що завершуються пресуванням сировини і схеми, що завершуються екстракцією сировини» [5].

1.2. Дослідження очищення і зберігання олійного насіння

«Операція включає наступні технологічні процеси: очищення насіння олієвмісних культур від домішок, кондиціювання насіння по вологості та зберігання насіння.

Очищення насіння від домішок.

Маса насіння, яке надходить на дільницю зберігання та переробку, це неоднорідна суміш з насіння і органічних домішок (стебла рослин, листя, оболонки насіння), мінеральних домішок (земля, каміння, пісок), олійні домішки (частково пошкоджене насіння основної олійної культури) [5].

Очищення насіння олієвмісних культур від домішок виконують на очисних машинах - аспіраторах, сепараторах, каменевідбірниках.

При очищенні насіння використовуючи такі методи:

- поділ маси насіння за розмірами шляхом просіювання його через сита з отворами різних форм і розмірів. При просіюванні отримують дві фракції: прохідна фракція (частина, що проходить через отвори) і східна фракція (частина, що залишилася на ситі);
- поділ маси насіння за аеродинамічними властивостями шляхом продувки шару насіння потоком повітря;
- поділ маси насіння і металоDOMішок по феромагнітним властивостями» [6].

«Кондиціювання маси насіння за вологістю. Підлягає тривалому зберіганню насіння, вологість яких на 2-3% менше критичної. Кондиціювання насіння покращує його технологічні властивості. Для зменшення вологості насіння використовують метод сушіння в промислових сушарках різного типу: шахтного і барабанного типу, сушарки з киплячим робочим шаром, а також метод активного вентилявання насіння в сховищах, обладнаних пристроями для підведення і розподілу повітря по масі насіння.

Зберігання насіння олієвмісних культур переслідує основну мету:

- збереження насіння від псування для отримання при переробці олії високої якості з мінімальними втратами;
- поліпшення якості насіння олієвмісних культур для їх більш ефективної переробки» [6].

1.3. Дослідження підготовки насіння до вилучення масла

«Ця підготовка передбачає очистку насіння олієвмісних культур від домішок, калібрування насіння за геометричними розмірами, кондиціювання насіння за вологістю, та операції аналогічні відповідним операціям перед закладкою насіння на зберігання; обрушення насіння; поділ рушанки на необхідні фракції; подрібнення очищеного ядра.

Обрушення насіння і відділення ядра від оболонки.

Насіння олієвмісних культур за характером оболонок ділять на дві основні групи:

- з оболонкою (соняшник, бавовник);
- без оболонки (льон, рапс, суріпиця, кунжут).

Оболонкове насіння переробляють після відділення оболонки, а без оболонки – без відділення» [6].

«Обрушення насіння (лущення) – це руйнування оболонок олійного насіння, яке виконують різними способами:

- розколюванням ударом оболонки (соняшник);
- стисненням оболонки (рицина);
- розрізанням оболонки (бавовник);
- обдиранням оболонки по шорсткій поверхні (конопля).

Класифікація робочих органів машин для лущення насіння:

- для удару насіння об металеві поверхні (відцентрові насінерушки), наприклад МРН насінерушка бичевого типу, робочими обрушувальними елементами якої є колосники з хвилястою поверхнею - деки;
- зі сталевими ріжучими робочими органами (дискові типу АС-900, вальцьові і ножові шелушилки);
- з рифленими або гладкими металевими поверхнями для роздавлювання.

Недоліком приведених методів є часткове руйнування ядра насіння, поява січки й олійного пилу» [6].

«Більш сучасна модель лущення насіння - відцентрова обрушувальна машина РЗ-МОС. Перевагою цієї машини є орієнтування насіння олієвмісних культур довгою віссю в момент удару об деку. При такому ударі лузга сприймає все навантаження, і ядро майже не подрібнюється, в той час як при ударі лезом сильно дробиться і ядро, втрати масла з відходами лушпиння

збільшуються.

Із сучасних напрямків обрушення насіння олієвмісних культур найбільший інтерес представляють наступні методи:

- аеродинамічний, суть якого полягає в тому, що насіння, яке надходить до апарату, підхоплюються потоком стисненого повітря, яке подається через сопло, потім насіння видаляються через трубу до розвантажувача.

Обрушення насіння відбувається під дією декількох факторів:

- стираючої дії струменя повітря, сил інерції;
- створення надлишкового тиску всередині насіння. Цей метод використовується в декількох варіантах:

- в електромагнітному полі надзвукової частоти, під дією якого волога з ядра насіння випаровується практично миттєво, пари концентруються в просторі між оболонкою і ядром, підвищується тиск всередині насіння, оболонка руйнується;

- багаторазовою зміною тиску (в герметичній камері насіння піддаються пульсуючи при дії високого тиску, в результаті чого з'являються втомні явища в насінні, це викликає руйнування оболонки);

- одноразовим скиданням тиску (насіння розміщують в апараті з підвищеним тиском і після швидкої розгерметизації насіння потрапляють в приймач з атмосферним тиском; за рахунок миттєвого перепаду тиску зовні і всередині насіння відбувається руйнування оболонки)» [6].

«Загальна користь цих методів: не відбувається значного руйнування ядра насіння, мало січки й олійного пилу.

Недоліки: дороге технічне обладнання і великі витрати електроенергії.

В результаті обрушення насіння отримують рушанку, яка представляє собою суміш декількох різних фракцій: насіння цілого - ціляка, насіння частково необрушеного - недоруша, цілого ядра, половинок ядра, ядра зруйнованого - січки, масляного пилу і лузги (оболонки соняшнику, у насіння бавовнику - лущиння). Встановлено допустимі норми вмісту ціляка,

недоруша, січки і олійного пилу» [7].

«Поділ рушанки на фракції.

Для поділу готової рушанки використовують відмінності у властивостях її окремих компонентів: в лінійних геометричних розмірах; по масі частинок; в аеродинамічних властивостях; по електрофізичних властивостях; по опорі тертю.

На виробництвах використовуються аспіраційні насінні війки Р1-МСТ, електричні сепаратори СМР-11, для поділу подрібненої сої - сепаратори граностар повітряно-ситового типу.

Рушанку поділяють на лузгу (лушпиння) і ядро.

Відділення оболонок від ядер в технології має велике значення. При цьому в процесі підвищується якість масла, так як в нього не переходять ліпіди оболонок, що містять значну кількість супутніх речовин; підвищується продуктивність виробничого обладнання; зменшуються втрати масла з лушпинням» [7].

«Подрібнення ядра.

Метою цієї операції для максимального вилучення масла є руйнування клітинної структури ядра при подальших технологічних операціях. Для подрібнення насіння і ядра використовують п'ятивалкові, однопарні і двохпарні верстати з гладкими і рифленими поверхнями. В результаті отримують сипучу масу - м'ятку.

При пелюстковому розмелюванні на двохпарному плющильно вальцьовому верстаті ФВ-600 отримують пелюстки - пластинки сплющеної макухи товщиною менше 1 мм» [7].

1.4 Дослідження характеристики олійної сировини

«До групи олійних відносять рослини, плоди і насіння яких містять великий відсоток жиру (від 20% до 60%) і є основною сировиною для

технології виробництва рослинної олії.

Рослинні жири широко використовуються в харчових продуктах і в багатьох інших галузях промисловості.

З цієї групи в наших широтах найбільше поширення отримали: соняшник, соя, ріцин, льон, гірчиця. В останні роки має зростання урожай ріпаку. На невеликих ділянках висіваються арахіс, насіння кунжуту і інші.

Насіння олієвмісних культур призначені для виробництва рослинних олій. Побічні продукти: лушпиння, шроти і жмихи – залишки після віджиму (пресуванням) з олійного насіння, що містять 30-35% речовин білкових і 8-10% залишкового жиру; відходи отримані після екстракція олії з насіння за допомогою розчинників, що містять від 20% до 50% білкових речовин і до 3% жиру – це цінний білковий концентрований корм для сільськогосподарських тварин.

Багато насіння олієвмісних культур переробляють зеленим кормом і силосом (соняшник, соя, рапс). Будучи в більшості випадків культурами повзучими, вони служать хорошим попередником для багатьох польових культур і допомагають очистити поля від бур'янів» [8].

«Характеристика рослинних олій.

Олія соняшникова – це основна харчова олія нашої країни, на її частку припадає приблизно три чверті всього процесу виробництва рослинних олій. Колір олії соняшникової золотисто-жовтий, запах специфічний, приємний. Широко застосовується гідрогенізація цієї олії для технології виготовлення маргарину. У суміші з іншими оліями соняшникова олія може використовуватися для приготування оліфи.

Льняну олію отримують з льону-довгунця і олійного льону. Олія льону характеризується меншим вмістом кислот ненасичених, що в свою чергу знижує її технічну цінність. Свіжу льняну олію можна вживати в їжу. Олія висихає швидко, тому застосовується для виготовлення масляних лаків, оліфи, лінолеуму і клейонки» [9].

«Олія конопляна висихає трохи довше, ніж льняна олія. Свіжа конопляна олія, призначена для харчових цілей, має приємний смак і запах. Олія конопляна використовують для приготування оліфи, а також для виготовлення медичного зеленого мила.

Олія бавовняна. Сира олія бавовняна має темно-коричневий колір, неприємний запах і гіркий смак. Після рафінації бавовняна олія набуває жовтого забарвлення, приємного запаху і смаку та стає придатною для харчових цілей. Після соняшnikової олії бавовняна є найбільш поширеною сировиною для жиропереробної промисловості. Вона значно широко використовується при приготуванні маргарину і та в миловарінні.

Олія кукурудзяну - отримують із зародків насіння кукурудзи. Зародки містять до 50% жиру. Це дуже гарна харчова олія. Крім того кукурудзяну олію використовують для приготування рідкого мила, а також в лакофарбовій промисловості» [10].

«Олія соєва - після вилучення відразу має інтенсивне забарвлення, а після проведення рафінування має золотисто-жовтий колір. Олію соєву у чистому вигляді використовують у консервній промисловості, а після гідрогенізації – в миловарному і маргариновому виробництвах.

Олію гірничну - отримують з білої і сарептської гірчиці. Добре рафінована олія гірнична світло-жовтого кольору, має приємний запах і м'який смак. Олію гірничну використовують при випічці хлібобулочних виробів, виготовленні жирів харчових та в консервній промисловості. Вона також використовується безпосередньо в їжу, особливо в районах обробітку гірчиці.

Олія арахісова - безбарвна або слабо забарвлена, має приємний запах і смак. Олію арахісову застосовують головним чином для харчових цілей, а також використовують в консервному і маргариновому виробництвах. Макуха арахісова застосовується в кондитерській промисловості для приготування смачної халви.

Олію оливкову - отримують з подрібненої м'якоті і кісточок плодів дерева оливкового. Вміст в плодах олії досягає 50%. Олія оливкова має приємний запах і смак, а також має золотисто-жовтий колір. Її також називають прованською олією. Олія оливкова широко використовується в консервній промисловості, а також в якості жиру харчового.

Олію касторову отримують з насіння рицину. Вона блідо-жовтого кольору. Олія касторова відрізняється високим вмістом кислоти рицинової (80-90%), яка являє собою ненасичену оксидними кислотами з одним подвійним зв'язком. Внаслідок цього олія касторова в порівнянні з іншими оліями має більш високу в'язкість і велику щільність. Характерною особливістю олії касторової є її легка розчинність в етиловому спирті. Макуха рицину містить отруйний алкалоїд рицинін; після проведення пропарювання макухи цей алкалоїд втрачає свої отруйні властивості» [10].

«Масла рослинні можна класифікувати за такими ознаками:

- за походженням олійної сировини: олії з насіння або з м'якоті плодів;
- по консистенції масла при 20 °С: рідкі, тверді, мазеподібні;
- по можливості в присутності кисню полімеризації: не висихають, наполовину висихають, висихають;
- за методом вилучення з олієвмісної сировини: екстракційний або пресовий (класифікація за цією ознакою є найбільш поширеною);
- за методами очищення і переробки масла: нерафіновані, гідратовані, дезодоровані, рафіновані, вибілені, гідрогенізовані, виморожені.

Консистенція, здатність до полімеризації і інші фізико-хімічні та механічні властивості рослинних масел залежать від їх будови і складу» [10].

«Основою масла рослинного, як і всіх жирів, є повні складні ефіри вищих аліфатичних кислот і гліцерину. Багато вищі аліфатичні кислоти вперше були отримані і виділені саме з жирів, тому в літературних джерелах їх часто називають кислотами «жирними». У складі ефіру

складного одна молекула гліцерину пов'язана із залишками трьох жирних кислот, тому ці сполуки називають триацил-гліцерини (в літературних джерелах можна зустріти і більш стару назву тригліцериди). Масова частка в жирах тригліцеринів становить 93 - 98%. Властивості масла залежать від того, залишки яких аліфатичних вищих кислот входять до складу триацил-гліцеринів. Чим більше частка кислот граничних, що містять тільки одинарні прості σ -зв'язку, тим вище температура кипіння і температура плавлення такого масла, тим ближче масло по консистенції до твердих жирів (масло какао, олія пальмова), тим нижче реакційна здатність масла (в реакціях полімеризації і окислення)» [11].

«Присутність у складі тригліцеринів переважно ненасичених вищих кислот, містять одну або кілька подвійних зв'язків (до складу яких крім σ -зв'язку входить менш міцна і тому більш реакційно спроможна π -зв'язок) знижує температуру кипіння і температуру плавлення масла, але збільшує реакційну здатність масла. Наприклад, при контакті з киснем повітря або при нагріванні до 250 - 300 °C рослинні масла піддаються окисної полімеризації («висихають»), при цьому утворюючи плівки.

За здатністю до висихання масла рослинні умовно можна підрозділити на ті що висихають, на половину висихають і ті що не висихають. Перші, наприклад, конопляне, льняне і тунгове масла, містять головним чином ефіри кислот з двома або трьома подвійними зв'язками. Другі, наприклад соєве, кукурудзяне та макове масла, містять залишки кислот з однією або двома подвійними зв'язками. Треті, наприклад пальмове і кокосове масла, мають в своєму складі переважно ефіри насичених кислот і гліцерину і (стеаринової, лауринової, пальмітинової) і невелика кількість мононенасичених кислот (олеїнової). Невисихаюче касторове масло містить тригліцериди рицинової кислоти» [11].

«Від будови радикала кислоти, що входить до складу триацілгліцерина, залежать властивості і консистенція масла, тому в літературі часто йде мова

про кислотний склад масла, але в згірклих маслах присутні тільки вільні кислоти в помітних кількостях. Вміст у свіжих рослинних маслах вільних кислот не перевищує 1-2%.

Решта речовин, розчинені в жирі і потрапили до масла в процесі масловидавлювання, і називаються супутніми. Супутні речовини, так само як і тріаціл-гліцерини, є складовими частинами тваринних або рослинних клітин і потрапляють в олію в процесі масловидавлювання» [12].

«До групи неомильних ліпідів входять головним чином вуглеводні терпенового ряду і їх кисневмісні похідні (прості ефіри, спирти, кетони). Серед вище зазначених сполук є вітаміни та інші біологічно активні речовини.

Особливу групу супутніх речовин складають речовини специфічні, які характерні тільки для окремого виду або для окремих груп жирів. До таких речовин відносять госсипол (для бавовняного масла), сезамін (для кунжутного масла), теобромін (для какао масла), тіоглюкозиди і продукти їх розщеплення (для масла насіння сімейства хрестоцвітних).

Специфічні властивості речовин олійних культур використовуються при ідентифікації різних, індивідуальних жирів або для їх виявлення в жирових сумішах. Зміст речовин супутніх в оліях постійний. Вміст супутніх речовин певною мірою залежить від складу і якості сировини, і особливо від технології вилучення з культури олії. Зазвичай вміст супутніх речовин збільшується при витяганні жиру розчинниками (екстракцією) при високій температурі» [12].

«Крім супутніх речовин, при видавлюванні в масло потрапляють і домішки. За своєю природою вони можуть бути органічними (частини листя, оболонки насіння і стебла) і мінеральними (каміння, пісок, земля). Крім того, домішки (найчастіше органічні) можуть потрапити в готове масло в результаті відповідних умов (виращування олійних культур їх переробки та зберігання масла). До таких домішок відносять бензин (в екстракційних

маслах) і різні пестициди, мило (в жирах, рафінованих лугом). Домішки можуть виявитися в маслах також через протікання процесів біологічного і термічного розкладання, окислення, гідролізу, різних побічних перетворень при гідрогенізації жирів і т.д» [12]

1.5. Супутні речовини в рослинних оліях

«Складова супутніх речовин в рослинних оліях також відрізняється в залежності від типу масла, способу його вилучення, способу фільтрації і очищення. Як правило, зміст супутніх речовин вище в оліях, які видобули екстракційним способом, ніж механічним (пресовим), так як ліпіди та інші супутні сполуки добре розчинні в органічних розчинниках, що застосовуються для екстракції. В процесі очищення масла складова супутніх речовин зменшується.

Жирні вільні кислоти можуть міститися в рослинній сировині (насіння недозрілих рослин або насіння самодозріле при зберіганні у стані вологому) або утворюватися як в процесі виділення масла в результаті часткового гідролізу тригліцеринів (жирні вищі кислоти), так і при тривалому зберіганні або при окисленні під дією світла (жирні низькомолекулярні кислоти: масляна, капронова, каприлова, уксусна, оцтова)» [13].

«Сумарний вміст кислот вільних в нерафінованих оліях може досягати 1-2% по масі, воно визначає їх кислотність і характеризується числом кислотності. Наявність низькомолекулярних вільних жирних кислот, розчинних у воді і випаровуються при нагріванні, характеризується числом Рейхарта - Мейсля; наявність кислот, які у воді не розчиняються, але здатних випаровуватися при нагріванні - числом Поленський» [13].

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННОГО МАСЛА

2.1. Дослідження методів отримання рослинного масла

«Протягом століть були прийняті різні методи для отримання олії з насіння олійних культур. Метою цих методів була оптимізація виробничого процесу шляхом віджиму максимальної кількості наявної олії в олійних культурах з мінімальними виробничими витратами. В усьому світі в даний час існує чотири основні технологічні методи отримання рослинної олії (рис.2.1): екстракція хімічна, екстракція з використанням надкритичної рідини, дистиляція парова і екстракція механічна» [7].



Рисунок 2.1 – Класифікація методів отримання рослинного масла

2.1.1. Механічний метод отримання рослинного масла.

«В технологічному процесі найбільш поширений метод вилучення харчової олії з олієвмісної сировини, який протягом тисячоліть

практикується – це механічне пресування (віджимання) насіння олійних культур. Механічне вилучення олії (пресування) засновано на стисканні олієвмісної сировини. За допомогою механічного пресування олія відділяється від сировини (суміш твердо-рідинна) під дією зовнішніх стискаючих сил. Ці сили виникають в спеціальних машинах, які називаються пресами.

Метод пресування забезпечує вилучення незабрудненого, багатого білками знежиреного продукту при відносно низькій вартості. Недоліком методу пресування є те, що механічні преси не мають високої ефективності вилучення олії, близько 8-14% доступної олії залишається в макусі» [10].

«В даний час виробнича операція пресування сировини може проводитися в гідравлічних пресах, які приводяться в дію тиском рідини, або в гвинтових пресах, де зусилля пресування створюється спіральним шнеком (черв'яком). Шнек обертається в замкнутому просторі (камері пресування).

Гідравлічне пресування олієвмісної сировини включає прикладення тиску через плунжер до олійного матеріалу в циліндричній ємності. Циліндрична ємність зазвичай збоку перфорована. Це призводить до осевого ущільнення матеріалу і радіального потоку олії. При гідравлічному пресуванні олієвмісного насіння можна виділити три основні стадії (рис. 2.2).

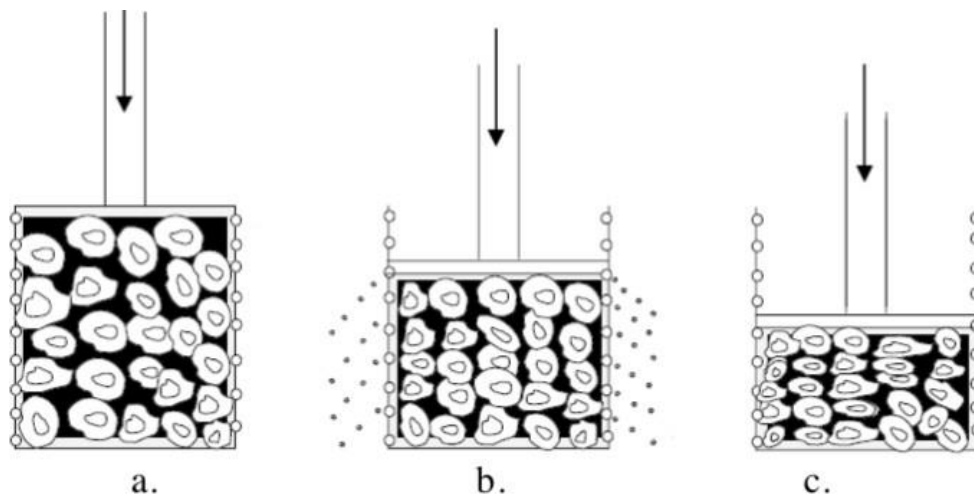


Рисунок 2.2 - Стадії гідравлічного пресування олієвмісної сировини:

а – стадія початкова; б – стадія динамічна; с – стадія кінцева» [11].

«Гідравлічний прес схематично представлений на рисунку 2.3. Олієвмісне насіння поміщають на сітчасту пластину в камері з контрольованою температурою ($30-100 \pm 1^\circ\text{C}$) діаметром 30 мм покриту дрібною сіткою. Тиск в камері до 100 МПа створюється гідравлічним поршнем. Гідравлічний прес оснащений термопарою ($\pm 1^\circ\text{C}$), датчиком тиску і датчиком положення поршня ($\pm 0,01$ мм), який вимірює відстань, пройдену поршнем. Виміряні значення записуються автоматично за кожну секунду.

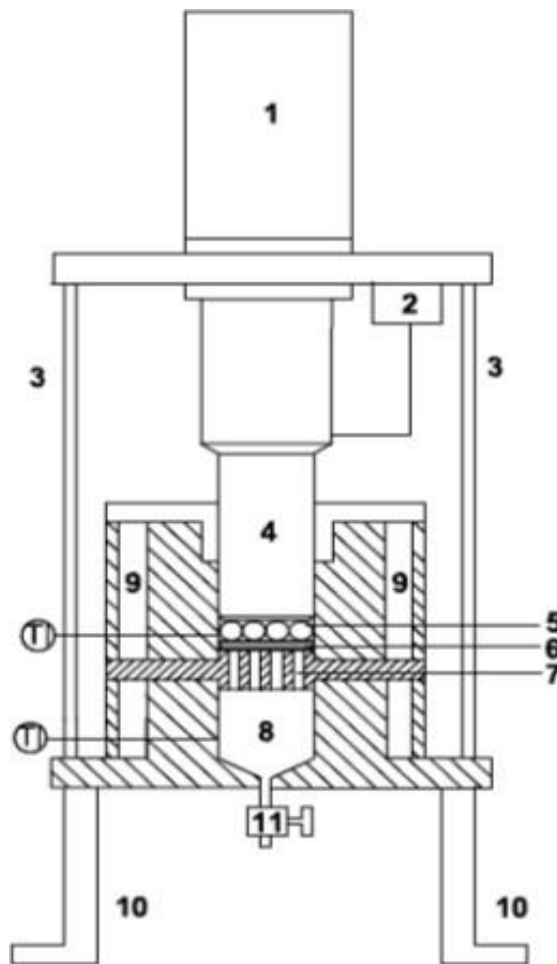


Рисунок 2.3 - Прес гідравлічний: 1 – гідроагрегат (прес); 2 – датчик переміщення поршня; 3 – штатив; 4 – пуансон; 5 – сировина для пресування; 6 – фільтр середній; 7 – сито; 8 – камера накопичення олії; 9 – барабан; 10 – опори; 11 – клапан; 11 – термopapa» [15].

«Перший гвинтовий прес для віджиму масла був розроблений в 1900 році в США В.Д. Андерсоном. Цей прес давав можливість безперервно працювати гідравлічним пресам, що призводило до збільшення продуктивності виробництва при меншому обладнанні і менших затратах праці» [16].

«Прес механічний шнековий (рис. 2.4) складається з вертикального живильника і горизонтального шнека у якому зростає діаметр корпусу для прикладення тиску на насіння олійємісних культур в міру просування сировини по довжині преса. Барабан, який охоплює шнек, має прорізи по всій робочій довжині, що дозволяє збільшити внутрішній тиску спочатку витісняючи повітря, а потім отриману олію зливають. Олія збирається в жолобі під шнеком, а очищений від масла шрот проходить крізь розвантажувальний отвір і скидається з кінця гвинта. Основною перевагою преса гвинтового є те, що великі кількості олійємісних культур можуть бути перероблені з мінімальними витратами праці, і це дозволяє безперервне отримання олії. [16]

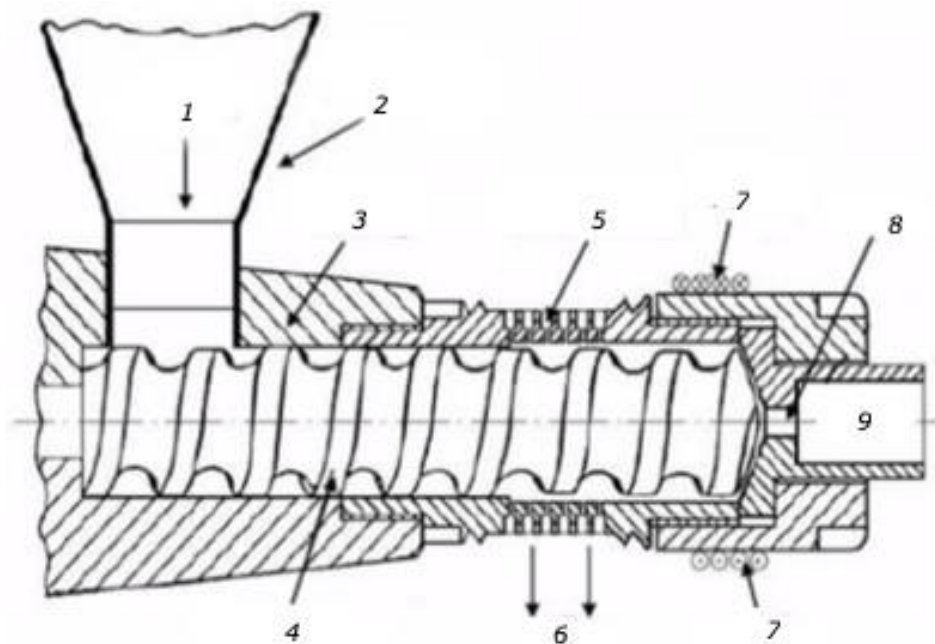


Рисунок 2.4. Шнековий прес: 1 – сировина; 2 – завантажувальний бункер; 3 – підшипник; 4 – гвинт (черв'як); 5 – отвори для зливу олії; 6 – олія; 7 – підігрівач; 8 – розвантажувальний отвір; 9 – шрот» [15].

«В минулі роки були прикладені значні зусилля для підвищення ефективності вилучення олії пресами шнековими. Більшість з них були зосереджені на оптимізації змінних факторів процесу пресування, таких як прикладений тиск, кондиціонування вологості сировини і температура пресування.

Для поліпшення методів приготування сировини та вилучення якісної олії була застосована технологія видавлювання (Extrusion-Expelling). Ця технологія була використана для отримання олії з сої. Технологія видавлювання і витіснення поєднує в собі сухий екструдер, в якому за допомогою безперервного гвинтового преса тепло генерується тертям» [16].

«Цільну сою грубо подрібнену з вологістю 10-14% піддавали обробці екструзії протягом менш ніж 30 секунд при температурі 135 °С, а потім в безперервному гвинтовому пресі відразу ж пресували. Перед виштовхуванням екструзія значно збільшувала пропускну здатність виштовхувача в порівнянні з номінальною ємністю, віджимна олія була стабільною, а отримана макуха на 50% складалась з білка і на 6% з залишкової олії» [16].

2.1.2. Хімічні методи отримання рослинної олії

«Хімічні методи отримання олії – це інша технологія, яка використовується для вилучення рослинної олії з насіння олієвмісних культур. У разі хімічних методів для екстракції олії використовуються ферменти або розчинники.

Екстракція розчинником – це процес відділення рідини від системи рідина - тверда речовина з використанням розчинника. Для вилучення олії використовуються наступні легкі парафінові нафтові фракції: пентан, гексан, гептани і октави» [16].

«При екстракції розчинником насіння спочатку відшелушують і

подрібнюють (ця операція необхідна для того, щоб збільшити площу контакту олійного насіння з розчинником, що приводить до збільшення виходу олії). Після виконання цих операцій отримані насінні пластівці змішують з розчинником для вилучення олії. В результаті виходить суміш розчинника і олії, яка називається місцела. Ця суміш нагрівається в випарювальних апаратах при температурі 80 °С. Пара вприскується для відновлення і випаровування розчинника приблизно до 5% олії, потім олію відганяють парою у колоні вакуумній при температурах до 110°C» [17].

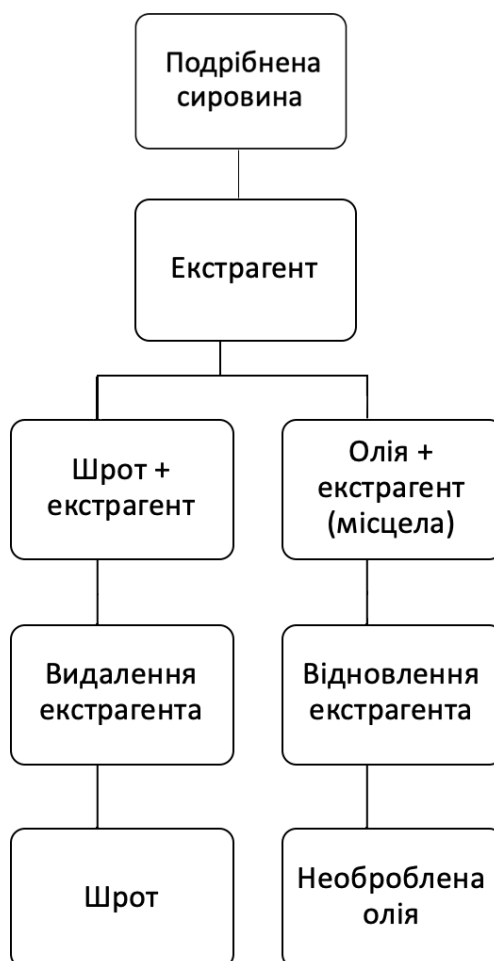


Рисунок 2.5. Технологічна схема отримання олії методом екстракції розчинником

«Це метод найбільш ефективний при вилученні олії з олійних культур. В шроті залишкова олія буде менше 1% після промислової екстракції

розчинником. Однак існують деякі недоліки і обмеження, пов'язані з вилученням олії з розчинників: розчинники хімічні шкідливі для здоров'я людини, речовини хімічні легко спалахують, висока вибухова і пожежна небезпека, високі початкові експлуатаційні та капітальні витрати та висока енергоємність при нижчій якості олії, ніж при пресуванні.

Щоб знизити вартість обробки і підвищити ефективність екстракції розчинником, в якості попередньої обробки насіння олієвмісних культур використовують процес екструзії» [17].

«При використанні хімічного методу отримання олії, зокрема екстракції, досягається вищий коефіцієнт видобування, як правило менше 1%.

В якості розчинних матеріалів для м'якоті в більшості випадків застосовують бензини, які мають температуру закипання в межах 65-76°C.

Екстракція - це технологічний процес, в результаті якого проходить так зване висмоктування олії. Всмоктування виникає за рахунок різниці концентрацій олії поза межами м'якоті та в самій м'якоті. Розчинник при проникненні в жмих розчиняє там рослинні масла, роблячи їх розрідженими. Це приводить до полегшення проходження розчинника через клітини. В результаті цього процесу розчинник витискає олію назовні. Процес відбувається до встановлення стану рівноваги. Процес може бути безперервним, якщо в процесі екстракції відводити олію та додавати новий жмих.

Такий процес екстракції відбувається у двох формах.

Перша форма екстракції – занурення. М'якоть олієвмісних рослин беззупинно проходить через розчинник в протилежному напрямку відносно руху розчинника. Просування жмиху відбувається за рахунок роботи шнеків по колоні» [17].

«Початковий матеріал при екстракції поступає у колону за допомогою транспортера. Далі маса попадає на витки спіралі шнеку, що спричинює

поздовжньо- поступальний рух м'якоті. В подальшому м'якоть переміщується в колону і транспортується наверх. В цей же час розчинник подається в верхню частину колони, там розпилюється і падає вниз під дією тиску та сил тяжіння. Робоча температура розчинника складає 55-65°C.

Після екстракції відходи виводяться. Оскільки відходи містять багато розчинника, надалі їх транспортують до відділення випарювання. Там зі шроту видаляють залишки розчинника (бензинові включення)» [17].

«До суттєвих переваг процесу екстракції відповідно слід віднести простоту самої реалізації технологічного процесу та відносно пристойна продуктивність виробництва. Недоліками процесу екстракції є високий вміст шкідливих домішок у шроті, адже не всі хімічні елементи можна видалити способом випарювання. Також готовий продукт (олія) не є досить чистим, оскільки і в ньому залишаються частинки радикалів хімічних реакцій.

При технологічному процесі екстрагування ступеневим зрошуванням м'якоть або зерно олієвмісного продукту залишається нерухомо, тоді як розчинні матеріали переміщаються. При такому способі отримання олії вихідний продукт є більш чистішим, проте такий процес набагато більше часу забирає для виконання» [18].

«При екстракції на стрічковому екстракторі сировина з бункера подається власне на рухому сітчасту стрічку транспортера, проходить під форсунками зрошування, і місцела послідовно зрошується бензином. Екстрактор має вісім ступенів з рециркуляцією місцели і вісім місцелоприймачів.

Після екстракції місцела містить до 1% домішок, і її направляють, на патронні або ротаційні дискові фільтри для очищення. Дистиляція олії - це видалення розчинника з місцели. Найбільші по ширині триступінчаті схеми дистиляції» [18].

2.2. Дослідження процесу витягування рослинного масла

«Одним з початкових і головних процесів при переробці рослинного масла є відтискання олійновмісних культур, як правило зерен на гідравлічних і механічних пресах з метою отримання з них олії. Цей процес є досить сильно енергозатратним, тому оптимізації цього процесу має важливий характер, оскільки саме від довготривалості та продуктивності роботи такого пресу залежить продуктивність всього виробництва. Тому забезпечення безперервності роботи пресу є першочерговою задачею.

Слід відмітити, що віджимний прес працює в умовах великих навантажень. Тому виникає необхідність контролювання усіх навантажених елементів віджимного пресу, зокрема асинхронних двигунів, які забезпечують роботу приводу» [19].

«В загальному випадку якісне рослинне масло можливо отримати з олійовмісних культур двома способами, за допомогою процесу екстракції та власне пресування. З використанням цих методів можна виділити такі технологічні рішення для виробництва рослинного масла:

- Віджим холодний – відбувається з насінням без будь-якої обробки. Для деяких культур і в деяких випадках добре підходить, проте в промислових масштабах приводить до втрати частини продукції.
- Форсоване пресування – це процес попереднього віджиму олії з насіння, за яким як правило слідує подальші операції витягування олії.
- Одноразове пресування насіння.
- Дворазове пресування насіння – це віджим культури в кілька етапів. На першому технологічному етапі проводиться первинне пресування, а на другому етапі більш сильніше пресування з меншою кількістю продукції. Таким чином отримують олійних продуктів різну якість. В деяких виробництвах отримані продукти можуть змішуватись на двох стадіях відтискання, а можуть фасуватися окремо» [19].

Форсоване пресування олійної сировини з подальшим процесом екстракції.

«На першому етапі проводять базове розминання зерна для полегшення процесів екстракції. Власне сама екстракція – це витягування олії за допомогою певних розчинників.

Для підвищення ефективності технологічного процесу витягу олії з культури бажано забезпечити теплову обробку зерна. Ця обробка забезпечить вивід зайвої вологи та полегшить процес віджиму насіння. При цьому продукт віджиму необхідно дуже ретельно перемішувати для забезпечення рівномірності процесу. Як правило при реалізації виробничого процесу теплову обробку проводять в два етапи. Проте на сучасному обладнанні вона проводиться одночасно.

На першій стадії виробництва відбувається процес висушування м'якоті олієвмісного насіння рослин для їхнього нагрівання. Така операція, як правило, здійснюється в процесі транспортування продукту (м'якоті) до пресу або іншої технологічної операції, а потім м'якоть проходить крізь пропарювально зволожувальні транспортери шнекового типу. При цьому насіння олієвмісних культур нагріваються до 80-85С. Такий технологічний процес приводить до того, що енергія зв'язку масла з м'якоттю значно зменшується» [19].

«На другій стадії технологічного процесу проводиться додаткове підвищення температури продукту пресування шляхом його нагрівання. Це приводить до забезпечення зменшення в'язкості та густини масла і поверхневого натягу. Це приводить також до того, що видавлена олія легше витікає з м'якоті при пресуванні. Власне кажучи, такий технологічний процес є необхідний, оскільки в декілька разів піднімає активність відтискання. Продукт, який утворюється в результаті вище вказаних процесів називається мезгою.

В подальшому проводять технологічний процес попереднього віджиму

з утвореної пористої сипучої маси. Ця операція приводить до відділення 60-85% рослинної олії.

Проте для ефективності процесу отримання олії в подальшому проводять екстракцію або друге пресування. Для виконання цієї операції використовують різне технологічне обладнання, яке розділяють в залежності від створеного при процесі пресування тиску: експелер (забезпечує остаточне відтискання) та форпрес (забезпечує попереднє пресування)» [19].

«В більшості випадків найефективніше для форсованого пресування застосовувати преси шнекового типу. В таких пресах стискання відбувається за рахунок зменшення розмірів корпусу матеріалу в стінки та звуження витків шнеку. Стінки робочого циліндру такого пресу мають отвори, через які отримана олія може відводитись для збирання. В результаті такої технологічної операції отримується пресова олія та жмих, в якому ще є достатня кількість олії (близько 15-25%, залежно від конструкції пресу та умов роботи процесу). Отриманий жмих транспортується на додаткові операції відділення олії або знову подається на вхід пресу для віджиму.

При кінцевому пресуванні або віджимі умови роботи пресу стають дещо жорсткішими, тиск зростає. В результаті такого процесу вміст рослинного масла зменшується до 4-6%. На цій стадії преси проводять відтискання олії за рахунок руйнування підготовленого матеріалу між двома шестернями або шнеками, які доторкаються один до одного. При цьому перед самим пресом встановлені подрібнювальні пристрої. Також, необхідно додатково очищати жмих від певних включень (металічні частинки, пісок), оскільки пресування більш навантажене. Ця операція проводиться в бункері перед завантаженням до подрібнювача. Також для покращення процесу до жмиху потрібно додати вологу приблизно 6-8%» [19].

«На рисунку 2.3 представлена схема пресового типового апарату, який застосовують для відтискання олієвмісних культур.

В представленій машині є три зони, де проводиться процес

відтискання.

Зона перша підготовча, як правило вона оснащена конвеєром, по якому поступає насіння або інші елементи.

У другій зоні проводиться зволожувальна термічна обробка м'якоті за допомогою нагрівних елементів і пристроїв. В такому технологічному процесі насіння рівномірно та безперервно перемішується і нагрівається. При цьому температура насіння різко зростає до 95-115°C, що в свою чергу приводить до суттєвого зменшення сил натягу в зернівці і олія вільні відділяється від м'якоті.

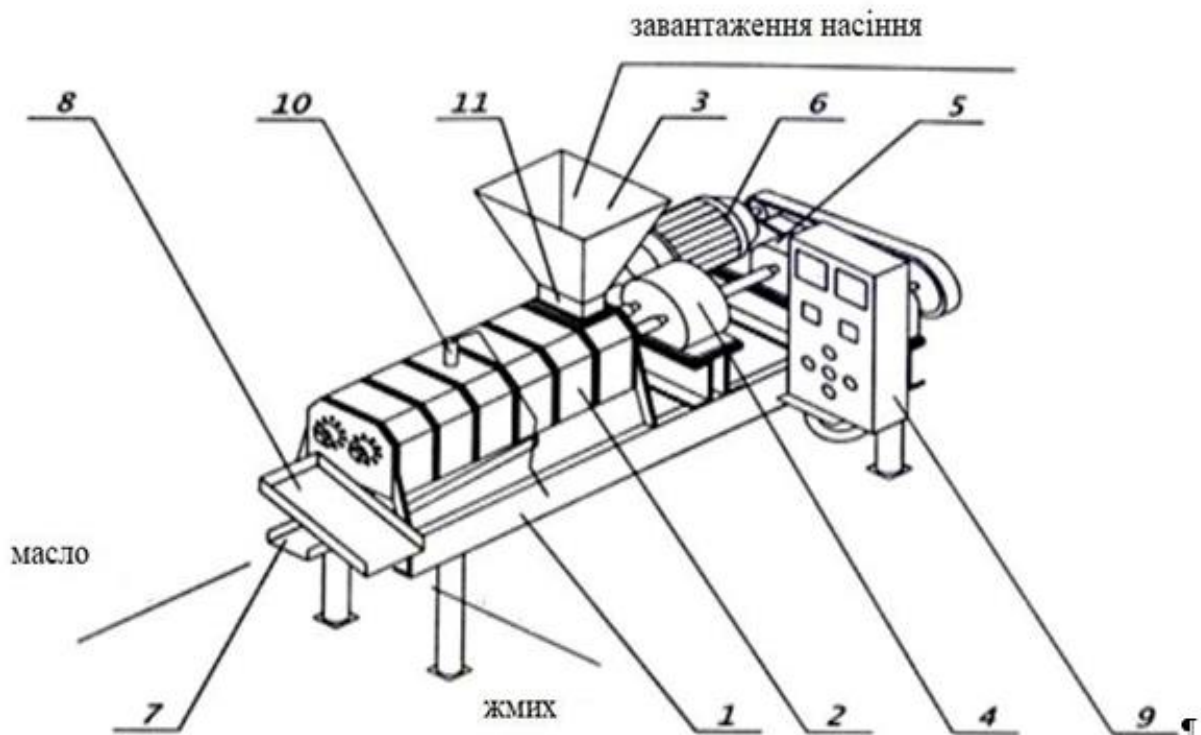


Рисунок 2.3 – Схема пресового типового апарату для віджимання олії:

1 - станина; 2 – корпус пресовий з отворами; 3 – пристрій завантаження; 4 – пристрій роздвоєння; 5 - редуктор; 6 –привід електричний; 7 – елемент для відводу отриманої олії; 8 – пристрій для відведення жмиху; 9 – ручна система керування процесом; 10 – датчик температури» [20].

«Зона третя – власне пресова зона. Вона характеризується процесом стискання м'якоті та збільшення тиску з метою відділення олії. Для

витікання олії передбачено отвори в циліндричному корпусі шнеку. У цій зоні також відбувається проштовхування та нагрівання матеріалу між двома шнеками. Це надає процесу ефекту віджиму олії та поступального руху жмиху. Такий технологічний процес забезпечує ефективне відтискання рослинної олії.

Для завантаження шнеку сировиною використовують різні конструкції бункерів. Вони можуть бути круглої або прямокутної форми. Також в бункері можуть використовуватися магніти для уловлення і видалення металічних включень, які в процесі роботи можуть пошкодити екструдер.

Також на цьому обладнанні змонтований роздвоювач, який задає швидкості обертання від одного приводу для двох шнеків. Таке виконання забезпечує між обертанням валів синхронізацію, що дозволяє створити їх синхронне обертання. Також на обладнанні для сприймання осьових зусиль від пресу встановлені опорно-радіальні підшипники» [20].

«Для забезпечення обертових рухів змонтовано асинхронний трифазний двигун, який через редуктор з'єднаний з валами екструдера. В деяких конструкціях крутний момент передається напряму валам або через клинопасову передачу.

Для роботи екструдера використовують два основних силові контури, які споживають значну електричну потужність. Перший – це контур приводу головного руху, другий – це контур нагрівники для сушіння м'якоті. Ці два елементи контурів необхідно жорстко контролювати, оскільки їх робота напряму впливає на роботу здатність та продуктивність установки» [20].

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив технологічних факторів на процес пресування олійної сировини

«Пріоритетним напрямком переробної промисловості в нашій країні було і залишається забезпечення населення якісними продуктами харчування і при цьому зменшити витрати на їх виробництво. Забезпечення населення якісною рослинною олією здійснюється за рахунок виробництва олієвмісної культур в сільському господарстві і подальшої переробки сировини на підприємствах масложирової промисловості.

Розвиток масложирової промисловості та її виробничої бази відбувається в даний час, як за рахунок реконструкції діючих оліє екстракційних виробництв, так і створення малих (фермерських) переробних підприємств, наближених до виробників сільськогосподарської сировини. Поява в країні великої кількості малих виробництв по переробці олієвмісної сировини з'явилася наслідком економічного напрямку розвитку країни, які створилися в умовах переходу до ринкових відносин» [28].

«Ефективність переробки олієвмісної сировини в обох випадках залежить від технології в створюваних виробництвах і використання досконалої техніки, що при переході до ринкових відносин вкрай важливо.

Висока ефективність виробництва рослинної олії дозволяє отримати високу конкурентоспроможність при боротьбі за ринок, як з вітчизняними виробниками, так і із закордонними постачальниками продуктів харчування. Забезпечення конкурентоспроможності малих підприємств виробників рослинної олії досягається зниженням витрат на експлуатацію і створення виробництва, а також за рахунок підвищення якості і виходу продукції.

У свою чергу підвищення конкурентоспроможності готового продукту

досягається за рахунок зниження витрат матеріальних на виробництво одиниці продукції, що дає можливість підприємствам знижувати ціну на продукт до прийняттого рівня без збитку рентабельності» [28].

«Вирішення технологічних питань пов'язаних з енергозбереженням для умов переробних виробництв є одним з основних завдань, розв'язання якого можливе за рахунок впровадження на технологічних лініях енергоефективної техніки.

Комплект технологічної лінії по переробці олієвмісної сировини включає машини, що виконують виробничі функції різні за своїм технологічним призначенням.

Більшість виробників рослинної олії, для забезпечення процесу пресування, віддає перевагу прес-екструдерам. Використання цих машин дозволяє суттєво спростити технологію переробки насіння олієвмісних культур за рахунок поєднання у виробничому процесі операцій подрібнення олійного матеріалу і його теплової обробки» [29].

«Виробничі потужності українських масложирових підприємств дозволяють переробляти 2,5 млн. тон насіння соняшнику і виробляти близько 1,1 млн. тон якісної соняшникової олії. Згідно даним асоціації «Укроліяпром» за підсумками останніх років, українські підприємства виробили лише половину продукції, на яку розраховані їх потужності. Це пов'язано з тим, що існуючі повнокомплектні набори машин і обладнання, які здійснюють виконання таких операцій як шеретування, відвіювання оболонок насіння, вальцювання сировини, теплової обробки та відокремлення олії за допомогою гідравлічних або гвинтових пресів застарілі і мають велику енергетичну та металоємність. Використання цього обладнання є збитковим, а придбання сучасного комплексу обладнання закордонних зразків для більшої кількості підприємств через велику вартість обладнання неможливо» [30].

«В даний час для отримання олії з насіння соняшника використовують

два способи – пресування і метод прямої екстракції [2 – 11]. Проте витрати на виробництво рослинної олії пресуванням, як показали дослідження, в 8-10 разів менше в порівнянні з методом екстракції.

Дослідженню процесу пресування олієвмісних матеріалів присвячені роботи академіків В.П. Горячкіна, І.І. Вольфа, Е.М. Гутяра, А.А. Чапкевіча, М.А. Пустигіна, М.Н. Летошнєва, і інших учених. В їхніх роботах розкривається залежність між переміщенням шнека і тиском пресування, що відображає характер і величину виникаючих деформацій» [30].

«Проте основним показником, що характеризує будь-який процес ущільнення матеріалу, є кінцева щільність отримуваних монолітів (брикетів, жмивів), яка підвищується у міру збільшення робочого тиску. Тому пізніші дослідники С.А. Алфьоров, Є.І. Храпач, І.А. Долгов, В.І. Особов і інші свої зусилля зосередили на вивченні залежності між щільністю отримуваних монолітів і тиском пресування і (макуха, брикети, гранули).

У цьому ж напрямі працювали зарубіжні вчені Дж.Л. Батлер, Х. Скальвейт, Х.Ф. Мак-Коллі, Е. Мевес і інші. В результаті було запропоноване велике число емпіричних виразів, які зв'язують фізико-механічні властивості матеріалу з тиском пресування і щільністю отримуваних монолітів» [30].

«Проведений огляд патентно-інформаційних матеріалів та літературних джерел щодо застосування машин та обладнання для виробництва олії свідчить про те, що відомі сучасні технічні рішення, як правило, мають низький коефіцієнт корисної дії (ККД). Також таке обладнання не завжди технологічне при вирішенні питань підвищення продуктивності обладнання та відсотків виходу олії.

Таким чином, основним завданням є розробка малогабаритної та малоенерго споживчої техніки для комплектації технологічних ліній переробки олієвмісної сировини в умовах господарств з невеликими обсягами виробництва» [30].

«Одержані в результаті теоретичних досліджень аналітичні вирази,

відображають ідеалізований технологічний процес отримання рослинної олії. Тому метою досліджень експериментальних була перевірка правильності теоретичних висновків і розрахункових параметрів у виробничих умовах, визначення технологічної надійності обладнання. Проведено обґрунтування якісних показників технологічного процесу за трьома критеріями оптимізації: мінімальної енергоємності, максимального виходу олії, максимальної продуктивності процесу» [31].

«Для досягнення поставленої мети здійснювалося вирішенням ряду задач, а саме:

- виявлені основні технологічні фактори, які найбільшою мірою впливають на якість виконання процесу і піддаються регулюванню;
- проведено удосконалення експериментальну установку;
- досліджувалися основні залежності продуктивності пресу (ПП), вихід олії (ВО) і енергоємність процесу (ЕП) від фізико-механічних властивостей насіння, лінійної швидкості витків і кутової швидкості обертання шнекового валу, площі перерізу зерної камери, подачі сировини та щільності м'ятки.

Дослідження проводилися з використанням трирівневих планів другого порядку; виявлені основні закономірності виконання технологічного процесу пресування соняшникового насіння.

Перед початком досліджень експериментальних необхідно по можливості вибрати всі технологічні фактори, що впливають на виробничий процес і вказати межі їх варіювання» [31].

«На початковій стадії дослідження будь-якого об'єкту з використанням теорії планування експерименту, необхідно, окрім детального аналізу та дослідження літератури, треба провести апіорне ранжування факторів. Це виконується методом експертної оцінки. Суть цього методу зводиться до того, що дослідникам, пропонується розташувати технологічні фактори, які впливають на хід виконання процесу в послідовності зниження впливу на критерії оптимізації, тобто необхідно здійснити ранжування відповідно

визначених порядкових номерів (рангів) 1, 2, 3...k.

Ранжування технологічних факторів або, як його ще називають психологічний експеримент, необхідно провести для того, щоб скоротити об'єм експериментальної роботи, оскільки фактори які не суттєві можна швидко виключити з подальшого розгляду. Ці дії полегшують подальші етапи вирішення експериментальної задачі» [42].

«Процес ранжування факторів експерименту здійснюється таким чином. Кожному досліднику при опитуванні пропонується заповнити анкету, в якій вказані технологічні фактори, їх розмірність і передбачувані інтервали варіювання факторів. Дослідник повинен призначити місце кожного технологічного фактору, а також доповнити анкету іншими, не включеними в розгляд режимними факторами.

На першому дослідному етапі статистичної обробки отриманих результатів опитування обчислюється коефіцієнт конкордації W по формулі:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (k^3 - k)}, \quad (3.1)$$

де: S - сума відхилень квадратів;

m - число опитуваних дослідників;

k - число вибраних факторів.

Сума відхилень квадратів обчислюється за формулою:

$$S = \sum_{i=1}^k \left(\sum_{j=1}^m a_{ij} - L \right)^2, \quad (3.2)$$

де: a_{ij} - порядковий номер при опитуванні (ранг) i -го фактору у j -го дослідника;

L – сума середніх значень рангів по кожному фактору» [42].

«Сума середніх значень рангів знаходять за виразом:

$$L = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij} \quad , \quad (3.3)$$

В інтервалі від 0 до 1 змінюється значення коефіцієнта конкордації, і чим більше його значення, тим більше узгодженість думок у дослідників.

По критерію Пірсона, після обчислення коефіцієнта конкордації, визначають його значущість з числом ступенів свободи $f=k-1$ (критерій X^2 - розподілу). Значення X^2 - розподілу розрахункове визначається по формулі:

$$\chi^2 = m \cdot W \cdot (k-1) \quad , \quad (3.4)$$

Діаграма рангів факторів досліджень, приведена на рисунку 3.1.

При побудові діаграми по осі абсцис нанесені фактори у порядку зменшення їх рангу, а по осі ординат нанесені фактори суми рангів для відповідного технологічного фактору» [42].

«Була розроблена оцінка значущості факторів за допомогою одержаної діаграми. У разі нерівномірного убудання діаграми для подальшого розгляду (типу експоненціального розподілу) відбирають лише невелику частину важливих факторів, а інші виключають. Якщо вийде діаграма з монотонним убуданням (непевна відмінність між факторами), то в подальший розрахунок слід включити як можна більше число перших технологічних факторів.

У досліджуваному випадку оцінки основних факторів, що впливають на технологічний процес, діаграма має не тільки убудання, але і стрибки. Для визначення технологічних факторів, які не впливають на технологічний процес використовувався критерій Стюдента (t-критерій), значення визначалися за формулою:

$$t_{розр} = \frac{\sqrt{m} \cdot \sum_{i=1}^k (a_{i.ср} - \bar{a})}{\sqrt{S_y^2}}, \quad (3.5)$$

де: $a_{i.ср}$ - середнє значення відповідного рангу по кожному з факторів;
 \bar{a} - середнє значення технологічного фактору по всій області ранжирування;

S^2 - дисперсія помилки по всій області ранжирування факторів» [42].

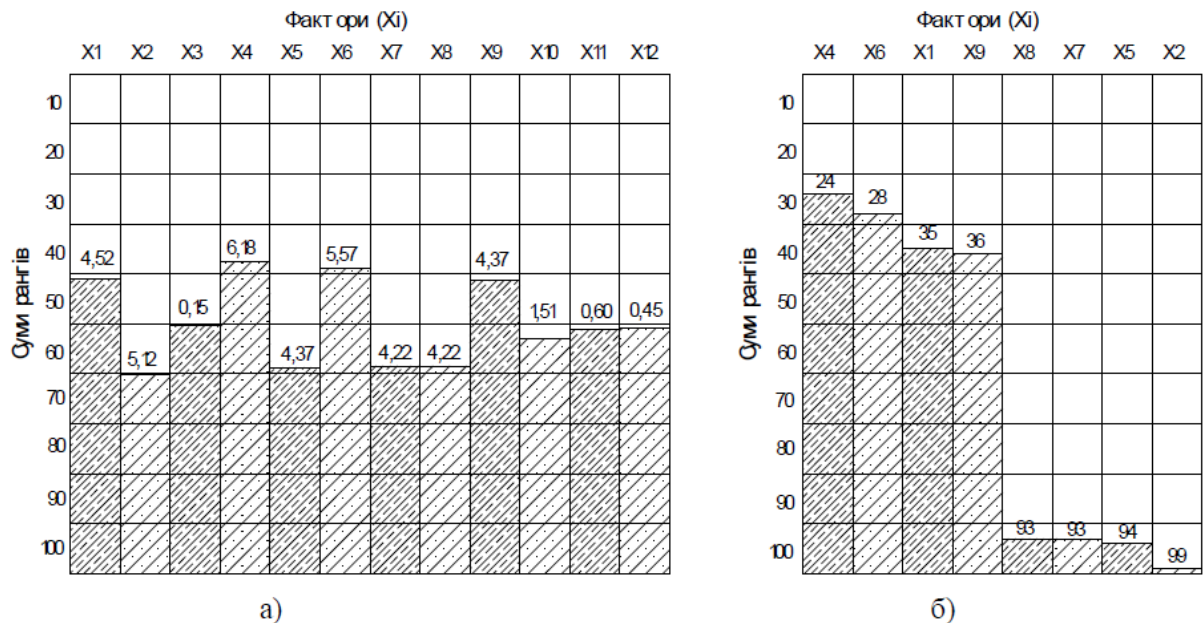


Рисунок 3.1 – Діаграма ранжування технологічних факторів процесу пресування олійної сировини

«Характеристика діаграми ранжування технологічних факторів:

а) до статистичної оцінки значимості технологічних факторів; б) після ранжування і визначення не значимих технологічних факторів; X1 – довжина приймально-підготовчої камери пресування, м; X2 – ступінь подрібнення м'ятки соняшника, мм; X3 – ширина зеєрних каналів преса, м; X4 – робоча площа зеєрної камери преса, м²; X5 – вологість підготовленої м'ятки, %; X6 – щільність насіння соняшника, кг/м³; X7 – температура нагріву м'ятки, °C; X8

– швидкість обертання шнеку преса, с^{-1} ; X_9 – лінійна швидкість руху витків шнеку преса, м/с ; X_{10} – рівень надходження м'ятки на пресування, кг/с ; X_{11} – сумарна площа зеєрних каналів преса, м^2 ; X_{12} – довжина зеєрного барабану преса, м » [42].

«Порівнюючи отриману величину розрахункових значень критерію Стюдента з табличним значенням можна зробити висновок про відсутність впливу наступних факторів X_3 ; X_{10} ; X_{11} і X_{12} на якість технологічного процесу отримання олії. При аналізі проведеної експертної оцінки гіпотеза про значущість факторів не приймається і ці фактори виключаються з подальшого розгляду.

Після аналізу значущості і виключення не впливових факторів була побудована класична діаграма рангів зі зменшенням величини рангів по ступеню впливу того або іншого технологічного фактору на якість виконання технологічного процесу (рис. 1.(б)). Основні значення рівня рангів проставлені на фоні стовпців діаграми. Аналіз отриманих результатів експертної оцінки і статистична обробка результатів дозволяє зробити висновок про найбільший вплив перших п'яти факторів на якість і хід виконання технологічного процесу. Фактори X_1 , X_4 і X_6 можна виключити і відкинути при проведенні подальших досліджень з використанням теорії планування експерименту» [42].

3.2. Методика досліджень роботи пресового обладнання.

«Дослідження вибраних та проблемних елементів роботи пресового обладнання дало можливість запропонувати технічне рішення комбінованого шнекового пресу (рисунок 3.2). Ці технічні рішення пропонуються для впровадження в технологічну лінію.

В основу технічного рішення комбінованого шнекового пресу поставлено завдання створення такого шнекового преса для віджимання олії,

в якому здійснення попереднього подрібнення ядра насіння олієвмісних культур до стану м'ятки дозволяє інтенсифікувати процес відокремлення олії під час пресування.

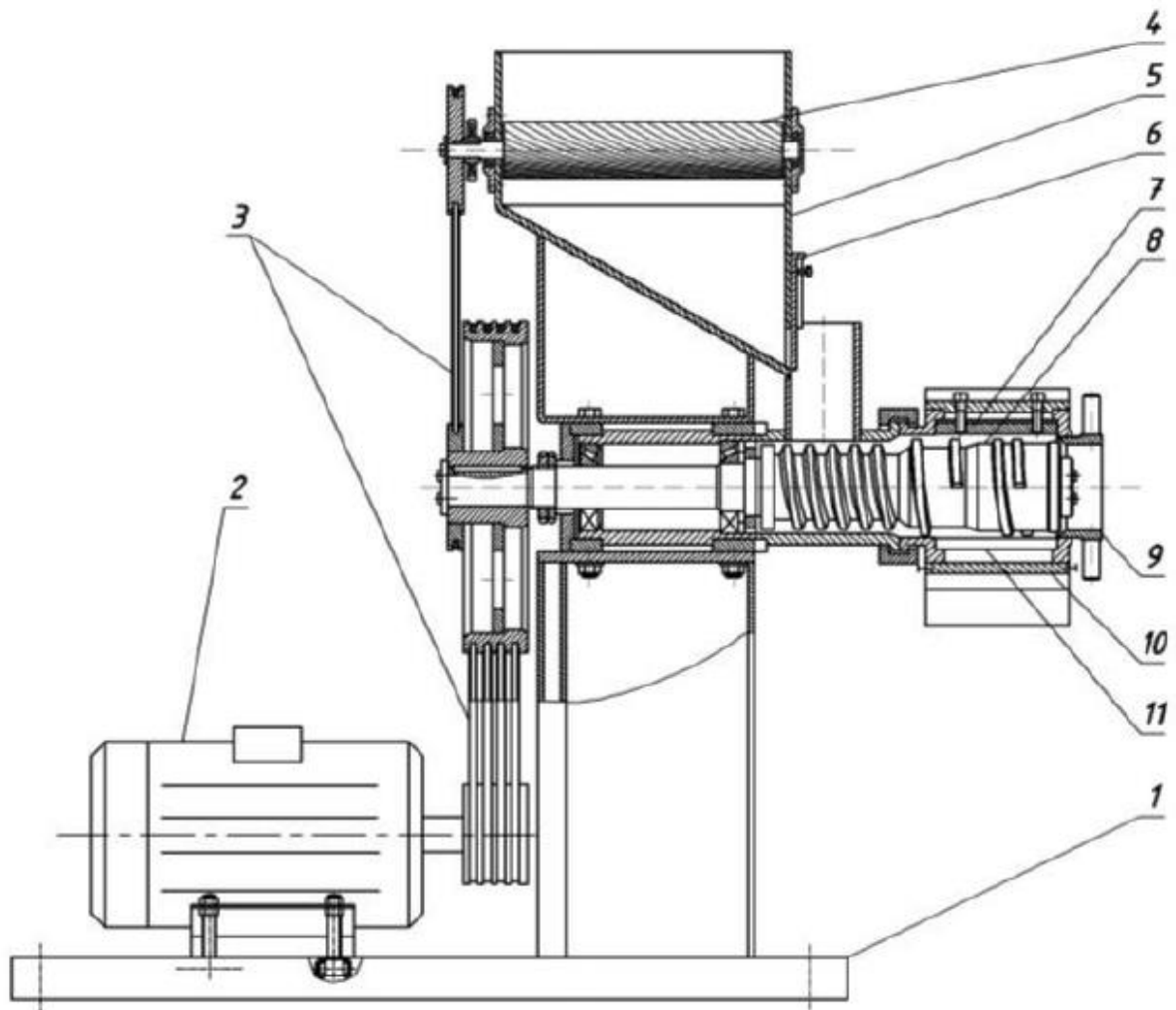


Рисунок 3.2 – Шнековий прес для віджимання олієвмісного насіння:

1 – станина; 2 – електричний двигун; 3 – передача клинопасова; 4 – вальці нарізні; 5 – бункер приймальний; 6 – заслінка; 7 – клин натяжний; 8 – вал шнековий; 9 – гайка регулювальна; 10 – барабан зеєрний; 11 – планки зеєрні» [30].

«Поставлене завдання вирішується тим, що в приймальному бункері олійного пресу встановлено пару нарізних вальців, які отримують обертальний рух від шнекового валу пресу через клинопасову передачу. В

приймальному бункері ядро олієвмісного насіння первинно подрібнюється, і переходить до стану м'ятки. М'ятка направляється в зеєрну камеру пресу, де здійснюється процес видавлювання олії.

Шнековий прес складається із станини 1, що є основою, на якій змонтовані всі головні вузли установки. В приймальному бункері преса 5 встановлено заслінку 6 і пару нарізних вальців 4.

Головним елементом шнекового пресу являється зеєрний барабан 10, який має зварну циліндричну форму. Всередині циліндричної поверхні барабана набрані зеєрні планки 11. Утримання планок забезпечується натяжним клином 7.

Встановлення нарізних вальців 4 в приймальному бункері 5, які перетворюють ядро на м'ятку, сприяє інтенсифікації процесу відокремлення олії і ефективному використанню зеєрного барабану 10 шнекового преса.

Вал шнековий 8 є основним робочим органом шнекового олійного пресу. Конструктивно вал шнековий виконано збірним з окремих шнекових витків, які відрізняються діаметром і кроком, та проміжних кілець, що фіксуються від провертання шпонкою та насаджені на гладкий вал. Таке конструктивне рішення дозволяє виготовляти окремі витки шнека з однаковим постійним кроком, що спрощує технологію виготовлення витків шнека, а також заміну шнекових витків у під час їх спрацювання» [30].

«Гайка конусного типу 9 забезпечує регулювання тиску в робочій камері шнекового преса, що особливо важливо в період запуску та розігрівання пресу протягом певного періоду часу. Конусна гайка має вигляд продовгуватої втулки, яка має різьбу на частині своєї зовнішньої поверхні.

Привід вальців і преса здійснюється від електричного двигуна 2 через клинопасову передачу 3.

Шнековий прес комбінований для віджимання рослинної олії, що пропонується, працює таким чином. Попередньо приготовлене пошеретоване насіння соняшника надходить в завантажувальний бункер 5, де насіння

подрібнюється нарізними вальцями 4 і переходить в стан м'ятки. Зазор між нарізними вальцями регулюється в залежності від фізико-механічних властивостей олієвмісного матеріалу, який пресується. Після подрібнення насіння мезга через завантажувальний отвір поступає всередину приймальної камери ступінчастого робочого циліндра, так званого зеєрного барабана 10. М'ятка захоплюється там витками шнекового валу 8 і переміщується до виходу з пресу. Простір між внутрішньою поверхнею зеєрного барабана 10 і зовнішньою поверхнею шнекового валу 8 є робочим простором» [30].

«При обертанні шнекового валу олієвмісний пресований матеріал транспортується в робочому просторі у напрямку до виходу і у зв'язку із зменшенням вільного об'єму уздовж шнекового валу 8. В результаті збільшення діаметру тіла шнека і зменшення кроку витків сировина пресується з віджиманням олії. Отримана олія проходить через зазори між зеєрними планками 11.

Таким чином, внаслідок попереднього подрібнення ядра олієвмісного насіння процес пресування інтенсифікується та підвищується ефективність використання зеєрного барабану пресу. Така конструкція забезпечує збільшення виходу олії, а також зменшується спрацювання поверхонь тертя шнекового валу та деталей зеєра. Це дає можливість збільшити строк служби олійного пресу» [30].

3.3. Висновки за розділом.

На підставі проведених теоретичних та розрахункових досліджень можна зробити наступні висновки:

- встановлено перелік основних режимних факторів, що впливають на якість виконання технологічного процесу пресування зернової олійної сировини:
- існуючі повнокомплектні набори виробничого обладнання, які

забезпечують процес переробки олієвмісних зернових культур, мають велику метало та енергетичну ємність, а використання такого обладнання в умовах переробних сільськогосподарських підприємств може призвести до збитковості;

- найбільш енергоємним технологічним процесом пресування при переробці олієвмісних культур є процес, який робить необхідним впровадження у виробничих умовах енергоефективного обладнання для пресування насіння;

- зниження енергоємності виробничого обладнання для пресування олієвмісної сировини потребує проведення глибокого аналізу теоретичних аспектів процесу пресування, а також додаткового визначення позитивних та негативних сторін роботи пресового обладнання;

- використання в виробничих умовах комбінованого пресу дає змогу інтенсифікувати процес відокремлення олії за рахунок попереднього подрібнення ядра насіння олієвмісних культур до стану м'ятки.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Загальні вимоги охорони праці на підприємствах з отримання рослинної олії

«До роботи з випуску рослинних олій методом пресування та допускаються особи, які досягли 18-річного віку, які пройшли:

- медичний огляд і не мають медичних протипоказань;
- вступний та первинний інструктаж з охорони праці, інструктаж з пожежної та електробезпеки;
- стажування і перевірку знань з питань охорони праці.

Робітник з виробництва рослинних олій методом пресування та екстракції зобов'язаний:

- дотримуватися режиму праці та відпочинку, встановленому законодавством, правилами внутрішнього трудового розпорядку організації, трудової дисципліни, виконувати вимоги охорони праці, правила особистої гігієни;
- дотримуватися вимог пожежної безпеки, знати порядок дій при пожежі, вміти застосовувати первинні засоби пожежогасіння. Курити допускається тільки в спеціально призначених для куріння місцях;
- при проведенні робіт вживати заходів щодо попередження попадання сторонніх предметів в сировину, напівфабрикати і готову продукцію;
- працювати тільки на справному обладнанні;
- не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце;
- утримувати робоче місце в чистоті, не захаращувати його;

- про несправності устаткування, засобів механізації та інших зауваженнях, виявлених в процесі роботи, повідомляти керівництву підприємства, іншим посадовим особам» [34].

«Працівник повинен бути забезпечений спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Відповідно до Типових галузевих норм безплатної видачі засобів індивідуального захисту працівникам харчової промисловості, робітникам повинні бути видані такі засоби індивідуального захисту ЗІЗ які наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Забезпечення засобами індивідуального захисту робітників на масло екстракційному підприємстві

Засіб індивідуального захисту	Строк заміни, місяців
Жилет утеплений	12
Халат бавовняний	12
Головний убір	12
Черевики шкіряні на жаростійкій підшві	6
Нарукавники бавовняні	3
Рукавиці трикотажні	до зносу
Респіратор	до зносу
Навушники протишумові	до зносу
Захисні окуляри	до зносу

Робітнику заборонено з'являтися на робочому місці в стані алкогольного, наркотичного та токсичного сп'яніння, а також розпивання спиртних напоїв, вживання наркотичних, токсичних і психотропних речовин в робочий час і за місцем роботи» [34].

«Робітник повинен виконувати тільки ту роботу, яка передбачена його обов'язками або яку йому доручив його безпосередній керівник, не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце.

У процесі роботи на робітників можуть впливати наступні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- рухомі машини і механізми (конвеєри, транспортні засоби, вантажні підйомники, підлоговий колісний безрейковий транспорт);
- сировина, вироби, тара, що переміщуються;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях інструментів, обладнання, інвентарю;
- підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, сировини і продукції;
- конструкції, які відлітають при руйнуванні і падаючі предмети;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищений вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони;
- підвищена або знижена температура, вологість і рухливість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- недостатня освітленість робочої зони;
- фізичне динамічне навантаження за зміну.

У разі виявлення несправності обладнання, пристосувань, інструментів, порушень технологічного процесу, а також виявлення порушень норм і правил охорони праці, пожежі, аварії або травмування працівника слід негайно зупинити роботу і повідомити про це безпосереднього керівника.

Робітник повинен вміти надавати першу (долікарську) допомогу потерпілому при нещасному випадку; знати, де знаходиться аптечка, і при необхідності забезпечити супровід потерпілого до лікувального закладу.

Працівник зобов'язаний сприяти і співпрацювати з наймачем у справі забезпечення здорових і безпечних умов праці, негайно сповіщати свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу наймача про

несправності устаткування, інструменту, пристосувань, транспортних засобів, засобів захисту, про погіршення стану свого здоров'я» [34].

4.2 Вимоги охорони праці перед початком роботи

«Робітник повинен оглянути і надіти спецодяг. Застібнути одяг на всі гудзики (зав'язати на всі зав'язки), не допускаючи звисаючих кінців одягу. Заколювати одяг шпильками, голками, тримати в кишенях одягу гострі, предмети забороняється.

Робітник повинен підготувати робочу зону для безпечної роботи:

- забезпечити наявність вільних проходів;
- перевірити стійкість виробничого столу, стелажа, міцність кріплення обладнання до фундаментів і підставок;
- надійно встановити (закріпити) пересувне (переносне) обладнання та інвентар на робочому столі, підставці, пересувному візку;
- зручно і стійко розмістити запаси сировини, продуктів, інструмент, пристосування відповідно до частоти використання і витрачання;
- перевірити зовнішнім оглядом:

1. достатність освітлення робочої поверхні; відсутність звисаючих, оголених кінців електропроводки; надійність закриття всіх струмоведучих і пускових пристроїв обладнання;

2. наявність і надійність заземлюючих з'єднань (відсутність обривів, міцність контакту між металевими частинами обладнання і заземлюючим проводом);

3. наявність, справність, правильну установку і надійне кріплення огороження, захисних кожухів і екранів рухомих частин обладнання, нагрівальних поверхонь;

4. відсутність сторонніх предметів всередині і навколо обладнання; наявність і справність приладів безпеки, регулювання та автоматики

(наявність клейма або пломби; терміни таврування приладів; дати огляду посудин, що працюють під тиском; знаходження стрілки манометра на допустимій позначки; цілісність скла;

5. відсутність пошкоджень, що впливають на показання контрольно-вимірювальних приладів); відсутність тріщин, сколів, значних потовщень стінок ємностей, пропусків в зварювальних швах, течі в клепаних і болтових з'єднаннях, розривів прокладки і тому подібного в варильному і водогрійному обладнанні;

6. стан підлоги (відсутність вибоїн, нерівностей, пролитих рідин);

7. справність застосовуваного інвентаря, пристроїв та інструменту (поверхня тари, ручки совків, лопаток і тому подібного повинні бути чистими, гладкими, без відколів, тріщин і задирок; рукоятки ножів повинні бути щільно насадженими, неслизькими і зручними для захоплення, що мають необхідний упор для пальців руки, що не деформуються від впливу гарячої води; полотна ножів повинно бути гладкими, відполірованими, без вм'ятин і тріщин);

- звільнити шляхи переміщення вантажу і шляхи евакуації від сторонніх предметів;

- укласти на шляху переміщення вантажу тверде покриття або настили шириною не менше 1,5 м на м'якому ґрунті або нерівній поверхні;

- перевірити достатність освітлення проходів і місць складування; при необхідності вимагати освітлення місць навантаження, вивантаження і переміщення вантажів» [35].

Про виявлені при огляді порушення і недоліки доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати.

4.3 Вимоги охорони праці під час виконання роботи

«Робітник зобов'язаний виконувати тільки ту роботу, по якій пройшов навчання і до якої допущений особою, відповідальною за безпечне виконання робіт.

Забороняється доручати свою роботу ненавченим і стороннім особам. Робітник повинен застосовувати необхідні для безпечної роботи справне устаткування, інструмент, пристосування, використовувати їх тільки для тих робіт, для яких вони призначені.

Збірники місцели, місцелоомивач, робочий бак для розчинника, внутрішньоцехові баки для олій і шламовипарювач повинні бути забезпечені показниками рівня рідини і пристроями, що виключають перелив рідини назовні і забезпечують безпеку обслуговуючого персоналу.

Збірники для екстракційного масла повинні бути обладнані переливними трубами для скидання масла в додаткову ємність.

Жолоби шнеків ролерів повинні мати кришки, що щільно закриваються, а завантажувальні отвори - знімні ґрати.

Кожна норія повинна мати пристрій, що запобігає зворотному ходу стрічки.

На шротозавантажувачі, мікроціклонах і шротопроводах необхідна установка необхідного числа герметичних лючків для огляду, ревізії та очищення» [36].

«Кришка центрифуги повинна бути заблоковані з вимикаючим пристроєм для автоматичної установки центрифуги при знятті (відкриванні) кришки.

Екстрактори повинні мати автоматичний пристрій, що забезпечує припинення роботи з подачею сигналу шнека завантажувальної колони екстракторів.

Забороняється включати в роботу шнековий і чанний випарники без подачі води в конденсатор випарника при вимкненому автоблокуванні електродвигунів, несправності групових мастильних апаратів без попереднього впуску всередину його гострого пара» [36].

«Застосування відкритих рамних фільтр-пресів для фільтрації місцели не допускається.

У приміщеннях для фільтрації олій і місцели забороняється витрушувати серветки від шламу і залишати їх на зберігання навіть на нетривалий час.

Перед завантаженням фільтра необхідно за допомогою пробного крана переконаватися у відсутності тиску в фільтрі.

Автоматичні поточкові лінії повинні мати центральні пульти керування для роботи в налагоджувальному і в автоматичному режимі.

Системи автоматичного управління лініями повинні забезпечити неможливість самоперемикання з налагоджувального на автоматичний режим і виключити випадкове спрацьовування пускового пристрою лінії.

На внутрішній стороні дверей пульта управління повинен бути вивішений креслення принципової схеми електрообладнання лінії.

Кожне робоче місце в лінії повинно мати аварійну кнопку «СТОП» з грибоподібним штовхачем червоного кольору.

Рухомі елементи механізмів і машин повинні мати автоматичні мастильні пристрої або маслянки з резервуарами необхідної ємності.

Забороняється захаращувати проходи і проїзди, проходи між устаткуванням, стелажми, штабелями, проходи до пултів управління, рубильники, шляхи евакуації та інші проходи порожньої тарою, інвентарем, вантажами» [36].

4.4 Вимоги охорони праці при закінченні роботи

«Після закінчення роботи привести в порядок робоче місце, інструменти, пристосування прибрати у відведене місце.

Зняти і здати на збереження спецодяг та інші засоби захисту.

Виконати правила особистої гігієни.

Повідомити керівнику і змінника про всі порушення і зауваження, виявлених в процесі роботи» [36].

4.5 Вимоги охорони праці в надзвичайних ситуаціях

«До аварійних ситуацій можуть привести такі ситуації:

- захоплення одягу обертовими механізмами;
- ураження електричним струмом;
- падіння з висоти;
- падіння вантажу;
- пролиті рідини.

При виникненні ситуацій, які можуть привести до аварії і нещасних випадків, слід негайно:

- припинити всі роботи;
- відключити використовуване обладнання;
- доповісти керівнику робіт.

При виникненні пожежі або загоряння робочий зобов'язаний:

- негайно повідомити про це в пожежну службу;
- вжити заходів щодо забезпечення безпеки та евакуації людей;
- приступити до гасіння пожежі за допомогою наявних на об'єкті первинних засобів пожежогасіння;
- після прибуття підрозділів пожежної служби повідомити їм необхідні відомості про вогнище пожежі і заходи, вжиті за його ліквідації;

- на період гасіння пожежі забезпечити охорону матеріальних цінностей з метою виключення розкрадання.

При отриманні травми, отруєння або раптового захворюванні потерпілому повинна бути надана перша (долікарська) допомога; при цьому постраждалого потрібно попередньо звільнити від дії травмуючого фактора. Постраждалого слід доставити в лікувальний заклад і зберегти місце нещасного випадку, якщо це не загрожує життю і здоров'ю оточуючих» [36].

4.6 Розрахунок освітлення цеху на масло екстракційному підприємстві

«Правильно спроектоване і виконане освітлення на підприємствах забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності. Збереження зору людини, стан його центральної нервової системи і безпеку на виробництві значною мірою залежать від умов освітлення. Від освітлення залежать також продуктивність праці і якість продукції, що випускається.

Основним завданням виробничого освітлення є підтримання на робочому місці освітленості, що відповідає характеру зорової роботи. При освітленні цеху екстракції використовується суміщене освітлення, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним. При цьому природне освітлення є комбінованим, тобто поєднує верхнє (здійснюється через світлові ліхтарі) і бічне (здійснюється через вікна цеху) освітлення.

Штучне освітлення цеху екстракції також є комбінованим, тобто представляє сукупність місцевого і загального освітлення. Для розрахунку штучного електричного освітлення цеху екстракції на маслоекстракційному заводі необхідно знати площу цеху та висоту приміщення. В даному випадку площа цеху складає $8 \times 16 = 128 \text{ м}^2$. Висота приміщення 4,5 м» [37].

«Для олійного цеху можна застосовувати світильники типу «Універсаль» з матовим затінювачем.

При виконанні ремонтних та експлуатаційних робіт з екстракторами робоча зона освітлення розміщується на висоті $l = 1,2$ м. Прийmemo $h_p = 1$ м, а відстань між світильниками $l_{св} = 4$ м.

Розраховуємо необхідну кількість ламп:

$$n = \frac{S}{l_{св}^2},$$

$$n = \frac{8 \cdot 16}{4^2} = 8 \text{ шт.}$$
(4.1)

$$n_{св} = 8 \text{ шт.}$$

Наступним етапом необхідно розрахувати світловий потік лампи:

$$F_{л} = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n_{св} \cdot \eta_{св}},$$
(4.2)

де E_{\min} – мінімальна освітленість, лк;

S – площа приміщення, m^2 ;

K_3 – коефіцієнт запасу;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітленості;

$n_{св}$ – кількість світильників;

$\eta_{св}$ – коефіцієнт використання світлового потоку.

Для визначення світлового потоку лампи чисельні значення величин, що входять в формулу, підберемо за довідковими значеннями. Для приміщень із середнім виділенням пилу при застосуванні ламп розжарювання коефіцієнт запасу дорівнює $K_3 = 1,3$. Мінімальну норму

освітленості виберемо для робіт, що вимагають розрізнення предметів від більш 1 до 10 мм – $E_{\min} = 100$ лк» [37].

«Коефіцієнт нерівномірності освітлення Z приймаємо за нормами освітленості робочих поверхонь у виробничих приміщеннях. Для світильників типу «Універсаль» з матовим затінювачем підберемо $Z = 0,955$.

За розрахованим світловим потоком вибираємо лампу і її потужність. Отже, для напруги 220 В підходить лампа НГ 220-300 потужністю 300 Вт, зі світловим потоком 4350 лм.

За розрахованими значеннями було складено схему розміщення світильників в цеху, яку наведено на рис. 4.1.

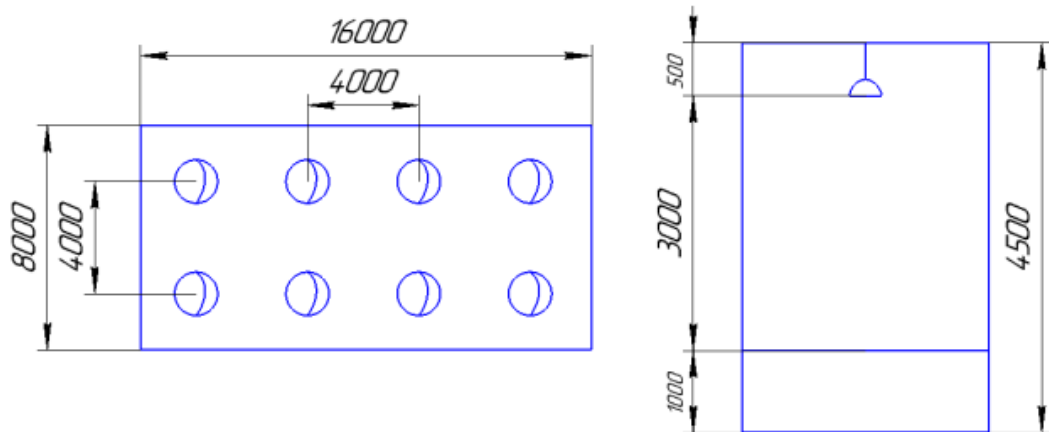


Рисунок 4.1 – Схема розміщення світильників в цеху екстракції» [37].

Висновки по розділу.

В розділі з охорони праці розглянуто основні вимоги охорони праці при роботі на підприємствах з переробки олієвмісної сировини, зокрема в цеху з пресування продукту. Виконано розрахунок штучного електричного освітлення цеху екстракції рослинного масла та рекомендовано до встановлення 8 ламп НГ 220-300 потужністю 200 Вт, які забезпечують необхідний світловий потік 4350 люксів кожна. На основі розрахованих даних створено схему розміщення світильників в робочому цеху екстракції.

РОЗДІЛ 5

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

«Витрати на виробництво сільськогосподарської продукції на підприємствах формуються за об'єктами обліку та центрами відповідальності, калькулювання та планування собівартості продукції (робіт, послуг). Собівартість готової одержаної продукції визначається у загальноприйнятому порядку.

У процесі виробництва залежно від характеру участі усі витрати внутрішньо господарського підсобного промислового підрозділу з виробництва соняшникової олії поділяються на накладні і основні. Основні витрати пов'язані з безпосереднім виконанням технологічних операцій щодо виробництва продукції, а накладні – з управлінням та обслуговуванням діяльності підрозділу» [39].

«Витрати на виробництво продукції у плануванні та обліку групуються за статтями, які сільськогосподарське підприємство визначає самостійно, виділяючи в окремі статті змінні і постійні витрати. Відповідно до затверджених рекомендацій, розрахунок собівартості виробництва і собівартість готової одержаної продукції (соняшникової олії) здійснюється за такими статтями витрат:

1. Витрати на оплату праці.
2. Єдиний соціальний внесок (ЄСВ).
3. Матеріали та сировина.
4. Послуги та робота.
5. Ремонтні витрати.
6. Інші витрати на утримання основних засобів.
7. Інші витрати.
8. Витрати загальновиробничі.

У свою чергу витрати змінні поділяються на пропорційні, величина яких визначається обсягом одержаної продукції, та непропорційні витрати, величина яких залежить від виконаного обсягу робіт. До постійних відносяться витрати, величина яких не залежить ні від обсягу виконаних у внутрішньо господарському підрозділі робіт, ні від кількості одержаної продукції» [39].

«До статті *«Витрати на оплату праці»* входить основна і додаткова оплата праці працівників, які зайняті у технологічному процесі виробництва соняшникової олії.

У підсобному внутрішньогосподарському промисловому підрозділі з виробництва соняшникової олії кількість персоналу обслуговуючого складає двоє працівників (основний механік і підсобний робітник). Як передбачено частиною першою статті 50 Кодексу законів України про працю (КЗпП), нормативна тривалість робочого часу працівників не обмежених у працездатності і дії не може перевищувати на тиждень 40 годин. Відповідно до цієї вимоги законодавчо встановлена норма робочого часу на 2022 рік затверджена на рівні 1993 годин. Відповідно у середньому кількість робочих годин у місяць становить:

$$1993 : 12 = 166 \text{ годин.}$$

Відповідно до проекту Закону України про державний бюджет на 2022 рік, мінімальна заробітна плата у 2022 р. в Україні у місячному розмірі становитиме 80000 грн, а у погодинному – 45,13 грн» [39].

«Оплата праці механіка, зайнятого у внутрішньогосподарському підрозділі з виробництва соняшникової олії, здійснюється за тарифними ставками на механізовані роботи. Присвоєння кваліфікаційно-тарифних розрядів, тарифікація робіт і встановлення норм виробітку працівникам підрозділу здійснюються згідно з тарифікацією робіт, кваліфікаційно-тарифними довідниками і нормами виробітку, що діють у відповідних галузях переробної промисловості. Відповідно до цих нормативів робота

механіка по обслуговуванню технологічного комплексу з виробництва соняшникової олії тарифікується по III розряду механізованих робіт (погодинна тарифна ставка складає 48,42 грн) (табл. 5.1).

Таблиця 5.1. Погодинні тарифні ставки працівників переробної промисловості

К а т е г о р і ї п р а ц і в н и к і в	Р о з р я д и р о б і т						Коефіцієнти співвідношень мінімальних гарантованих розмірів тарифних ставок робітників I-го розряду
	I	II	III	IV	V	VI	
Коефіцієнти міжрозрядних співвідношень	1,00	1,09	1,20	1,35	1,55	1,80	-
На ручних роботах	27,40	29,87	32,88	36,99	42,47	49,32	1,00
На механізованих роботах	35,35	38,53	42,42	47,72	54,79	63,63	1,29

Таким чином, тарифний фонд оплати праці механіка складе:

$$1993 \times 48,42 = 94543 \text{ грн},$$

де 1993 – кількість робочих годин у 2022 році, години;

48,42 – тарифна погодинна ставка працівника III розряду на механізованих роботах, грн» [39].

Преміювання робіт механіка здійснюється за своєчасне і якісне виконання плану виробництва готової сільськогосподарської продукції у розмірі 10 % почасового заробітку працівника по тарифу. Таким чином, розмір преміювання працівника складе:

$$94543 \times 10 : 100 = 9454 \text{ грн}.$$

Нормативний фонд оплати відпустки працівника розраховується у розмірі:

$$[24 : (365 - 52 - 24 - 11)] \times 100 = 8,6 \%,$$

Де - 365 – загальна кількість днів у 2022 році;

52 – кількість днів вихідних (тижнів) у 2022 році;

24 – тривалість відпустки працівника тарифної;

11 – загальна кількість святкових днів, робота в які не проводиться.

Розмір фонду оплати відпустки працівника механіка цеху складе:

$$(94543 + 8454) \times 8,6 : 100 = 8990 \text{ грн.}$$

Загальний фонд оплати праці механіка складе:

$$94543 + 9454 + 8990 = 105990 \text{ грн.}$$

Виконання робіт працівника підсобного по обслуговуванню обладнання з виробництва соняшникової олії тарифікується на роботах ручних по II розряду (погодинна тарифна ставка працівника складає 46 грн). Розраховуємо тарифний фонд оплати праці підсобного робітника у цеху складе:

$$1993 \times 46 = 91690 \text{ грн.}$$

Розмір премії підсобного працівника становить (5 % почасового заробітку):

$$91690 \times 5 : 100 = 4670 \text{ грн.}$$

Розмір фонду оплати відпустки підсобного працівника становить:

$$(91690 + 4670) \times 8,6 : 100 = 8480 \text{ грн.}$$

Загальний фонд оплати праці підсобного працівника складе:

$$91690 + 4670 + 8480 = 104840 \text{ грн.}$$

Загальний фонд оплати праці працівників у цеху по виробництву рослинної олії становить:

$$105997 + 104840 = 202837 \text{ грн.}$$

«Стаття *«Єдиний соціальний внесок»* розраховується у розмірі 22 % від загального фонду оплати праці працівників по виробничому структурному підрозділу:

$$182837 \times 22 : 100 = 40225 \text{ грн.}$$

До статті витрат *«Сировина та матеріали»* входить вартість насіння соняшнику, яке утворює основу виготовленої рослинної олії.

Для визначення необхідної кількості насіння соняшника необхідно

розрахувати річну продуктивність олійного цеху. Теоретично річна продуктивність прес-екструдера ППРМ-15,3/380-210 по насінню соняшника дорівнює» [39].:

$$1993 \times 185 = 348775 \text{ кг (або 3498 центнер)}$$

де 1993 – річний фонд робочого часу на підприємстві у 2022 році, годин;

185 – паспортна потужність робочого прес-екструдера за 1 годину, кг.

«Але фактична продуктивність виробничого обладнання буде дещо нижчою, бо певний обсяг робочого часу потрібен для проведення технічного обслуговування, ремонтів, виконання різних допоміжних робіт тощо.

Фото хронометричні спостереження роботи обладнання засвідчили, що на виконання усіх технологічних робіт витрачається близько 15 % робочого часу. Тому коефіцієнт використання технологічної потужності переробного обладнання даної модифікації був прийнятий на рівні 0,85» [39].

Таким чином, фактична продуктивність робочого прес-екструдера по переробці насіння соняшника складе:

$$3498 \times 0,85 = 2985 \text{ центнерів (або 298,5 т)}$$

Планується на підприємстві переробляти насіння соняшнику власного виробництва. Тоді у розрахунках сировина оцінюється за виробничою собівартістю. За рівня собівартості 1 ц насіння соняшнику на підприємстві у 2022 році 894 грн загальні витрати за цією статтею складуть:

$$2985 \times 894 = 2621060 \text{ грн}$$

«Але при переробці насіння соняшника, яка крім основної також дає побічну продукцію, вартість використаної сировини зменшується на вартість відходів зворотних, що виникли у процесі виготовлення соняшникової олії, бо вихідний матеріал (насіння соняшнику) при переробці повністю втрачає початкові споживчі якості (фізичні і хімічні властивості, у тому числі конфігурацію, повномірність) і внаслідок цього не може бути використаний за прямим призначенням» [40].

«Побічною продукцією переробки насіння соняшнику є макуха, яка буде використовуватися для підсилення кормової бази тваринництва, зокрема для згодовування молочному стаду великої рогатої худоби, поголів'я якої планується інтенсивно відроджувати. При виході соняшникової олії у 36 % при переробці на прес- екструдері ППРМ-15,3/380-210 і виході лушпиння – 10 % частка макухи складе:

$$100 - 36 - 10 = 54 \%$$

Відповідно, абсолютний обсяг побічної продукції становить:

$$2965 \times 54 : 100 = 1600 \text{ ц}$$

При оцінці 1 центнера макухи була використана загальноприйнята у сільськогосподарських підприємствах методика – по вмісту кормових одиниць (у макусі їх міститься 1,15) та собівартості еталонної кормової одиниці (фактична собівартість 1 ц вівса у 2022 р. склала 525 грн)» [40].

Таким чином, собівартість 1 центнера макухи становить:

$$525 \times 1,15 = 590 \text{ грн}$$

Загальна вартість отриманої макухи на прес-екструдері ППРМ-15,3/380- 210 становить:

$$1600 \times 590 = 881410 \text{ грн}$$

Таким чином, вартість насіння соняшника буде становити:

$$2621060 - 881410 = 3439650 \text{ грн.}$$

«У статті витрат «Роботи та послуги» відображаються витрати на роботи та послуги власних допоміжних виробництв, які забезпечують потреби виробничі, та вартість послуг характеру виробничого, які надані сторонніми підприємствами та організаціями.

До структури цієї статті включають вартість послуг власного та залученого тракторного, автомобільного транспорту на переміщення насіння соняшнику зі складів зберігання сировини, складів виробничих підрозділів підприємства та інших складів до місця переробки насіння соняшника.

Відстань від складів, де зберігається олійна сировина, до виробничого підприємства з її переробки у середньому складає 2,0 км» [40].

Тому загальний обсяг вантажоперевезень при перевезенні 298,5 т насіння соняшнику за рік складе:

$$2,0 \times 298,5 = 597 \text{ т на км}$$

Враховуючи, що фактична собівартість перевезення однієї тони км у 2022 р. склала 35 грн, загальна сума витрат на цей вид виробничих послуг складе:

$$597 \times 35 = 20895 \text{ грн.}$$

Вартість послуг електричного постачання визначається з включенням вартості електричної енергії, одержаної зі сторони.

Кількість електричної енергії необхідної для переробки 2985 ц насіння соняшнику на прес-екструдері ППРМ-15,3/380-210 визначається:

$$1993 \times 0,85 \times 12,3 = 20720 \text{ кВт,}$$

де 1993 – річний фонд часу робочого працівника у 2022 році, год.;

0,85 – коефіцієнт використання виробничої потужності обладнання;

12,3 – номінальна виробнича потужність прес-екструдера, кВт.

«Для визначення кількості електроенергії, яка буде витрачена фільтр-пресом УОРМ-0,55/380-150 потрібно визначити обсяг отриманої на прес-екструдері та, відповідно, обсяг очищеної соняшникової олії (за умови 100 % очищення)» [40].

За виходу соняшникової олії у межах 36 % обсяг її виробництва за рік складе:

$$298500 \times 36 : 100 = 107460 \text{ кг.}$$

За продуктивності роботи обладнання фільтр-преса при температурі $t=30^\circ\text{C}$ вихід становить 60 кг/год, то час роботи фільтра за рік становить:

$$107460 : 60 = 1791 \text{ год.}$$

За розрахунками використання робочого загально часу працівників річного фонду становить:

$$(1880 : 1993 \times 100) = 89 \%,$$

Ці відсотки є достатнім для даного виду допоміжного обладнання.

«За такої тривалості роботи споживання електричної енергії за рік фільтр-пресом УОРМ-0,55/380-150 складе:

$$1780 \times 0,55 = 980 \text{ кВт.}$$

Загальне споживання електричної енергії за рік прес-екструдером ППРМ-15,3/380-210 та фільтр-пресом УОРМ-0,55/380-150 складе:

$$25920 + 980 = 26900 \text{ кВт.}$$

Фотохронометражні спостереження роботи обладнання засвідчили, що близько 10 % від прямих витрат електричної енергії технологічним обладнанням (2700 кВт) споживається на загальновиробничі потреби виробничого підприємства (освітлення приміщення, пробні пуски обладнання після проведення пусконаладжувальних та ремонтних робіт)» [40].

«Таким чином, загальні витрати електричної енергії на підприємстві при переробці насіння соняшнику на рослинну олію становлять:

$$26900 + 2700 = 29600 \text{ кВт}$$

Вартість цієї електричної енергії становить:

$$29600 \times 2,55 = 75670 \text{ грн,}$$

де 2,55 – вартість 1 кВт·год. електричної енергії, грн.

Технологічні витрати води (зволоження сировини, миття обладнання,) та загальновиробничі витрати (гігієнічні потреби працівників, вологе прибирання приміщення) на підприємстві з переробки насіння соняшнику за одну зміну становлять у середньому 1,5 м³. Таким чином, при роботі олійного цеху 278 нормозмін за рік:

$$365 - 52 - 24 - 11 = 278,$$

де 365 – кількість календарних днів за рік;

52 – кількість вихідних днів (неділь) за рік;

24 – тривалість тарифної відпустки працівника;

11 – кількість святкових днів, робота в які не проводиться» [40].

Загальна річна виробнича потреба у воді в олійному цеху складе:

$$278 \times 1,5 = 420 \text{ м}^3.$$

При собівартості отримання одного м³ води з власної свердловини становить 5,45 грн витрати за статтею:

$$420 \times 5,45 = 2430 \text{ грн.}$$

«До складу статті витрат *«Витрати на ремонт»* включають витрати на оплату праці працівників, зайнятих на операціях з ремонту обладнання, вартість запасних частин обладнання, ремонтно-будівельних матеріалів, витрачених на поточний ремонт основних технологічних засобів, вартість послуг сторонніх організацій та майстерні підприємства з технічного обслуговування і поточного ремонту будівлі і обладнання.

Для планування витрат за статтею *«Витрати на ремонт»* (допоміжне і основне технологічне олійнопереробне обладнання) необхідно розрахувати його початкову вартість» [40].

«Розрахункові дані початкової вартості технологічного обладнання з переробки насіння соняшнику наведені у табл. 5.2.

Таблиця 5.2 Розрахункові дані початкової вартості технологічного обладнання з переробки насіння соняшнику

Обладнання та об'єкт розрахунку	Значення показника
Основне обладнання	
Прес-екструдер ППРМ-15.3/380-210, грн	123694
Фільтр-прес УОРМ-0.55/380-150, грн	15560
Вартість налагоджувальних робіт (11,5 % вартості основного обладнання), грн	16014
Допоміжне обладнання (меблі, терези, посуд тривалого використання та ін.), грн	5370

Маса основного обладнання (разом прес-екструдер + фільтр-прес), кг	1150
Відстань від постачальника основного обладнання до виробничого підприємства, км	132
Собівартість 1 тони · км у підприємстві, грн	6,50

Примітки» [40].

За розрахунками початкова вартість технологічного обладнання з переробки насіння соняшнику на підприємстві становить:

$$125694 + 18560 + 16014 + 7370 + (1,15 \times 132 \times 6,50) = 261625 \text{ грн.}$$

(без урахування ПДВ):

$$261625 \times 100 : 120 = 234688 \text{ грн.}$$

«Для подальших розрахунків витрат на амортизацію та ремонти початкова вартість технологічного обладнання з переробки насіння соняшнику зменшується на ліквідаційну вартість – суму коштів, яку підприємство очікує отримати від реалізації (ліквідації) цього обладнання після закінчення терміну його корисного використання (експлуатації).

У нашому випадку ліквідаційна вартість становить ціну металобрухту. Закупівлі однієї тони металобрухту 4500 грн :

$$1,2 \times 4500 = 5380 \text{ грн.}$$

Таким чином, для розрахунку приймаємо:

$$134688 - 5380 = 129510 \text{ грн.}$$

Протягом кожного звітного року планується відшкодовувати кошти на проведення усіх видів ремонту, модернізації, реконструкції, технічного переоснащення та інших видів робіт пов'язаних з поліпшення технологічного комплексу з переробки насіння соняшнику, а це становить 5 % його сукупної балансової вартості на початок року» [40].

«За розрахунками норматив відрахувань на ремонт обладнання становить:

$$129510 \times 5 : 100 = 6480 \text{ грн.}$$

Балансова вартість споруд, де розташовується олійнопереробне обладнання складає 224000 грн. Таким чином, щорічні відрахування на ремонт будівлі становлять:

$$124000 \times 5 : 100 = 6200 \text{ грн.}$$

До статті витрат «Інші витрати на утримання основних засобів» входить амортизація необоротних активів відповідних видів діяльності. В роботі визначений термін корисного використання технологічного обладнання з переробки насіння соняшнику – це 7 років» [40].

Норматив амортизаційних відрахувань на виробництві становить:

$$100 : 7 = 15,3 \text{ \%}.$$

Відповідно вартість річної амортизації по технологічному обладнанню виробництва олії становить:

$$229513 \times 15,3 : 100 = 28520 \text{ грн.}$$

«Термін корисного використання споруди, де розміщується технологічне обладнання з переробки насіння соняшнику, був визначений у 20 років» [40].

Амортизаційні відрахування на будівельні споруди:

$$100 : 20 = 5 \text{ \%}.$$

Вартість амортизаційних відрахувань будівельних споруд:

$$124000 \times 5 : 100 = 6200 \text{ грн.}$$

«У статті витрат *«Інші витрати»* - це витрати, що пов'язані з виробництвом основної продукції, але не включені ні до однієї з наведених вище статей, а саме:

- вартість спецвзуття та спецодягу, що видаються працівникам підприємства;
- швидкозношувальні та малоцінні предмети та інвентар;
- інші технологічні витрати, що входять до собівартості продукції олійного цеху і не віднесені до цієї та інших статей витрат.

У цеху з переробки насіння соняшнику ці планові витрати становлять 8500 грн на рік.

На підприємстві з переробки насіння соняшнику планові *загальновиробничі витрати* становлять 32000 грн на рік.

Для розрахунку собівартості переробки 1 тони насіння соняшнику на олію усі витрати підприємства (без вартості сировини) розділяємо на обсяг переробки 296 т):

$$328576 : 296 = 2108 \text{ грн}$$

При встановленні ціни за надання виробничих послуг з переробки насіння соняшнику стороннім замовникам, виробничу собівартість переробки збільшують на 15 % від розміру норми прибутку і на 20 % ПДВ (при розрахунках він надійде до державного бюджету)» [40].

Таким чином, розрахункова планова ціна за переробку 1 тони давальницького насіння соняшнику становить:

$$2108 \times 1,15 \times 1,20 = 1529 \text{ грн.}$$

За нормативного виходу олії при віджиманні олії на прес-екструдері становить 36 %.

Розраховуємо виробництво соняшникової олії за рік:

$$298500 \times 36 : 100 = 116740 \text{ кг.}$$

Проводимо розрахунок планової виробничої собівартості 1 кг отриманої соняшникової олії загальні витрати на виробництво (з вартістю сировини):

$$2857818 : 116740 = 18,04 \text{ грн.}$$

«Структура собівартості виробництва соняшникової олії наведена у табл. 5.3

Традиційно у приватних промислових підприємствах з переробки сільськогосподарської сировини найбільшу частку у структурі виробничої собівартості продукції займає сировина (в олійнопереробному цеху ціна

сировини складає 61,7 %). На другому місці – становлять витрати на оплату праці – 19,7 %.

Для розрахунку річної планової економічної ефективності виробництва соняшникової олії необхідно визначити загальну суму коштів від реалізації продукції (соняшнокової олії):

$$106740 \times 27,50 = 1867950 \text{ грн.}$$

де 106740 – обсяг виробництва і реалізації соняшникової олії за рік, кг; 27,50 – ринкова оптова середня ціна 1 кг соняшникової олії у регіоні у середньому за рік, грн» [40].

«При визначенні повної (комерційної) собівартості виробництва соняшникової олії виробничу собівартість олії збільшують на витрати обігу і зокрема на розмір витрат, що пов'язані з реалізацією (збутом) готової продукції.

Таблиця 5.3 Структура собівартості виробництва соняшникової олії

Статті витрат	Значення показника, грн	Частка у структурі, %
1. Витрати на оплату праці	168881	19,7
2. Єдиний соціальний внесок	37154	4,3
3. Сировина та матеріали	529242	61,7
4. Роботи та послуги – всього	66895	7,8
У тому числі:		
автотранспорт	2893	0,3
електроенергія	62975	7,3
водопостачання	1027	0,2
5. Витрати на ремонт необоротних активів – всього	12676	1,5
У тому числі:		

обладнання	6476	0,8
будівлі	6200	0,7
6. Інші витрати на утримання основних засобів – всього	24720	2,9
У тому числі:		
обладнання	18520	2,2
будівлі	6200	0,7
7. Інші витрати	6250	0,7
8. Загальновиробничі витрати	12000	1,4
Всього витрат	857818	100,0

Примітки» [40].

«Відповідно до зростання ролі повної собівартості складової підприємницької діяльності у ринкових умовах господарювання, частка витрат коштів (не пов'язаних з основним технологічним процесом) при реалізації соняшникової олії власного виробництва складає 17,5 % від виробничої собівартості, або це становить:

$$1857818 \times 17,5 : 100 = 150118 \text{ грн.}$$

Таким чином, повна собівартість отриманої та реалізованої соняшникової олії становить:

$$1857818 + 150118 = 2007936 \text{ грн,}$$

за 1 кг продукції, відповідно:

$$2007936 : 106740 = 19,44 \text{ грн}$$

Загальна кількість коштів від реалізації виробленої соняшникової олії за рік за вирахуванням ПДВ становить:

$$1867950 \times 100 : 120 = 3556625 \text{ грн,}$$

а очікувана кількість прибутку:

$$3556625 - 2007936 = 1548689 \text{ грн.}$$

Рівень рентабельності реалізованої продукції:

$$1548689 : 2007936 \times 100 = 34,4 \% \text{» [40].}$$

«У сучасних складних умовах ведення підприємницької діяльності отримані показники характеризують достатньо прийнятний рівень економічної ефективності олійного виробництва (табл. 5.4).

Подальший розвиток і організація приватної фермерської промислової діяльності у сільськогосподарських підприємствах – це один з шляхів демонополізації крупних переробних підприємств на виробництві окремих видів продукції агропромислового комплексу і створення якісних передумов для конкуренції товаровиробників на ринку продовольства.

Таким чином, створення у сільському господарстві олійнопереробного виробництва малої потужності є доцільним якщо дотримуватися таких умов:

- достатня забезпеченість сировиною;
- наявність налагодженої системи збуту продукції;
- високий техніко-технологічний рівень виробництва для досягнення рівня якості та безпеки продукції, що передбачає вибір ефективного сучасного обладнання та оптимальної схеми технологічного процесу» [40].

«Таблиця 5.4 Розрахункова економічна ефективність виробництва соняшникової олії

Показник	Значення показника
Обсяг переробки насіння соняшнику, кг	298500
Вихід продукції, %:	
основної (соняшникова олія)	36
побічної (макуха)	55
Обсяг виробництва продукції, кг:	
основної (соняшникова олія)	106740
побічної (макуха)	160100
Всього прямих виробничих витрат, грн:	
з сировиною	1857818
без сировини	528576
Собівартість переробки 1 кг сировини, грн	9,11

Собівартість основної продукції (соняшникова олія), грн/кг:	виробнича	28,04
	повна (комерційна)	39,44
Витрати на реалізацію, %		17,5
Середня ринкова оптова ціна 1 кг соняшникової олії, грн		47,50
Виручка від реалізації продукції, грн:		
з податком на додану вартість		3867950
без податку на додану вартість		2546430
Плановий прибуток від реалізації продукції, грн		1548510
Рівень рентабельності, %		32,4
Окупність витрат, років		3,1

Примітки» [40].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На підставі проведених теоретичних та розрахункових досліджень можна зробити наступні висновки:

- визначено перелік основних технологічних факторів, що впливають на якість виконання процесу пресування олієвмісної сировини.

- існуюче виробниче обладнання, яке забезпечує процес переробки олієвмісних культур, має велику метало та енергоємність і використання такого технологічного обладнання в умовах переробних сільськогосподарських підприємств може бути збитковим;

- процес пресування є найбільш енергоємним технологічним процесом при переробці олієвмісних культур, який створює необхідним впровадження енергоефективного виробничого обладнання для пресування насіння;

- використання комбінованого пресу в умовах виробничого процесу дає змогу інтенсифікувати процес відокремлення олії за рахунок здійснення попереднього подрібнення ядра насіння олієвмісних культур до стану отримання м'ятки.

- у сучасних умовах розвитку сільськогосподарських підприємств та агропромислового комплексу одним з напрямків стабільного розвитку є диверсифікація комерційної і виробничої діяльності підприємств, яка в першу чергу залежить від розширення асортименту продукції виробництва, освоєння нових ринків збуту продукції з метою підвищення загальної ефективності ведення господарської діяльності в цілому.

- впровадження з переробки насіння соняшнику сучасного технологічного комплексу на базі прес-екструдера дає можливість отримати за рік 1087,5 ц соняшникової олії. Планові надходження коштів від реалізації отриманої продукції без ПДВ за розрахунками складають 2546,4 тис. грн, а загальний прибуток становить 1548,5 тис. грн при рівні рентабельності 32,4 % і окупності початкових інвестицій 3,1 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні рекомендації до підготовки та захисту кваліфікаційних робіт для здобувачів аграрного факультету / уклад. Л. Є. Берестова, О. В. Івлева, О. А. Овчаренко, Т. О. Степаненко / за заг. ред. Л.А. Мартинець. Київ: СНУ ім. В. Даля, 2023. 45 с.
2. Сиротюк С.В. Механізація переробки та зберігання продукції рослинництва: Курс лекцій - 2-е вид. - Львів: ЛДАУ, 2000 - 249с.
3. Мазур О. В. Удосконалення технології підготовки соняшникової макухи до видобування олії: дис.канд. техн. наук: спец. 05.18.06 Технологія жирів, ефірних масел і косметичних продуктів. Харків, 2013. 160с.
4. 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.
5. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв: навчальний посібник / [Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздєв О.В. та ін.]; за ред. О.В. Дацишина. – Вінниця: Нова книга, 2008. – 488 с.
6. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Підручник / О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик та ін. - К.: Вища освіта, 2006. -479 с.
7. Дацишин О.В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик та ін. Навчальний посібник. - Вінниця: Нова Книга, 2008. – 488 с.
8. 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.
9. Том'юк В. В. Дослідження розподілу тиску вздовж шнекового вала олійновідтискного преса / В. В. Том'юк // Вісн. Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – 2009. – №78. – С. 242–249.

10. Патент UA №49079, B30B9/12. Комбінований шнековий прес для отримання рослинної олії / В. В. Стрельцов, О. А. Горбенко, О. О. Катрич; Заявлено 30.11.2009. Опубліковано 12.04.2010.

14. Дидур В. А. Влияние противотоков на режим работы шнекового пресса. / В. А. Дидур, В. А. Ткаченко, В. В. Дидур // Праці ТДАТУ. – 2011. – Вип.11, Т. 4. – С.20–34

15. Ніщенко І. О. Вплив конструктивних параметрів шнекового вала на енергетичні показники олійновідтискового преса / І. О. Ніщенко, С. Й. Ковалишин, В. В. Том'юк // загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. / Конструювання та експлуатація сільськогосподарських машин: Вип. 40, Ч.2. – Кіровоград : КНТУ, 2010. – С. 186–200.

16. Ковалишин С. Й. Оптимізація параметрів олійновідтискового преса / С. Й. Ковалишин, В. В. Том'юк // Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2010. – №14. – С. 261–269.

17. Методика расчета зерной камеры шнекового пресса / В. А. Дидур, В. А. Ткаченко, В. В. Дидур, Ю. А. та ін // Праці ТДАТУ. – 2011. – Вип.11, Т. 4. – С.20–34.

18. Богдан І.Ф., Лазня В.В., Шепотько Л.О. Промислові виробництва на селі / за ред. І.Ф.Богдана. Київ: Урожай, 1992. 173 с.

19. Павлик В.П. Системний підхід до управління сільськогосподарськими підприємствами. Економіка АПК. 2018. № 1. С. 66-73.

20. Петров В.М. Диверсифікація виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств. Вісник Харківського національного аграрного університету; сер. «Економічні науки». Харків, 2018. № 1. С. 41-53.

21. Петров В.М. Організація виробництва та планування діяльності на підприємствах АПК: навч. посібник / Харк. нац. аграр. ун-т. Харків: Майдан, 2016. 362с.

22. Россоха В.В. Управління господарською діяльністю аграрних підприємств та її збутова політика. *Економіка АПК*. 2016. № 8. С. 71-78.

23. Пузік В.К., Петров В.М. Бабарика Я.В. Стан і перспективи вирощування та формування ринку соняшнику в Україні. Посібник українського хлібороба. Київ. 2014. Том 2. С. 46-50.

25. Петриченко В.Ф., Воронецька І.С. Виробництво олійних культур в Україні: сучасні виклики та перспективи. . *Економіка АПК*. 2017. № 10. С. 32-38.

26. Супрун О.М. Економічна ефективність вирощування соняшнику в умовах Слобожанщини. . *Економіка АПК*. 2017. № 11. С. 74-79.

27. Талавиця М.П., Шарковська С.О. Формування та функціонування ринку соняшнику в Україні. *Економіка АПК*. 2018. № 8. С. 76-81.

28. Тулуш Л.Д., Грищенко Д.Ю. Фіскальне регулювання розвитку ринку олійних культур в Україні. *Економіка АПК*. 2018. № 5. С. 63-76.

29. Петров В.М. Організація підсобних промислових та переробних підприємств: навч. посібник. Харків: ХНАУ, 2002. 192 с.

30. Пузік Л.М., Пузік В.К., Рожков А.О. Технологія переробки продукції рослинництва: навч. посібник / Харк. нац. аграр. ун-т. Харків. Майдан, 2015. 416с.

31. Пузік Л.М., Пузік В.К. Технологія зберігання і переробки зерна: навч. посібник / Харк. нац. аграр. ун-т. Харків. Точка, 2013. 311 с.

32. Розроблення високоефективної віброекстракційної апаратури та перспективи її практичного використання / [Зав'ялов, Т. Г. Мисюра, Н. В. Попова та ін.]. // *Вібрації в техніці та технологіях*. – 2017. – №2. – С. 81.

33. Павлюк І. В. Екстрагування шроту рослинної сировини з метою одержання комплексу біологічно активних сполук : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.17.08 "Процеси та обладнання хімічної технології" / Павлюк Інесса Віталіївна – Львів, 2016. – 23 с.

34. НПАОП 15.4-1.10-92 Правила безпеки у виробництві олії методом пресування та екстракції. К.: Держгірпромнагляд України. 1992.

35. ДСТУ-П ОHSAS 18002:2006 Системи управління безпекою та

гігієною праці. Основні принципи виконання вимог (OHSAS 18002:2000, IDT).

36. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

37. ДБН.В 2-5-28-2006 «Природне та штучне освітлення».

38. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

39. Азізов С.П. Організація виробництва і аграрного бізнесу в сільськогосподарських підприємствах. – К.: ІАЕ, 2001. – 340 с.

40. Батіг А. І. та ін. Планування та організація діяльності аграрного підприємства. – К.: Аграрна освіта, 2003. – 425 с.

41. Гряник Г.М., Лехман С.Д. та ін. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 269 с.

42. Лузан І. Я. Оплата праці в сільськогосподарському виробництві. – К., 2000. – 93 с.

43. Нагірний Ю. П. Обґрунтування інженерних рішень. – Урожай. 1994. – 216 с.

44. Механізація сільського господарства. – Одеса.: ОДАУ, 2008. – 280с.

45. Механіко–технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Практикум / Бакум М.В., Горбатовський О.М., Манчинський Ю.О. та ін.; За ред. Манчинського Ю.О. – Харків: ХНТУСГ, 2005. – 196 с.

46. Основи наукових досліджень: навчальний посібник / Свердан М.М. [навчальний посібник]. – Чернівці: Рута, 2006. – 352 с .

47. Основи наукових досліджень: навчальний посібник/ Пилипчук М.І., Григор'єв А.С., Шостак В.В [підручник]. – К.: Знання, 2007. – 270 с. 160

48. Actual methods for obtaining vegetable oil from oilseeds / [M. Ionescu, N. Ungureanu, S. Biris and all]. // International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development. – 2013. – P. 167–172.

49. Hussain S. Solid liquid extraction of rice bran oil using binary mixture of ethyl acetate and dichloromethane / S. Hussain, A. Shafeeq, U. Anjum. // Journal

of the Serbian Chemical Society, Vol. 83. – 2018. – C. 911–921.

50. Karachun V. Research of influence of ultrasound on the extraction of vegetable oil / V. Karachun, L. Ruzhindka, Zh. Ostapenko. // Technology Audit and Production Reserve. – 2019. – №1. – C. 33–35.

ДОДАТКИ