

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Допущений до захисту
Завідувач кафедри
к.т.н., проф. Гунько І.В.

(Підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

“ ___ ” _____ 2023 р.

**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ
СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ОЧИЩЕННЯ ОЛІЇ**

Робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр»
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

Виконав: студент групи 71-АІ-маг
Мальченко Олександр Валерійович

Керівник: PhD, ст. викл.
Бурлака Сергій Андрійович

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Інженерно-
технологічний факультет**ЗАТВЕРДЖУЮ:**
завідувач кафедри
к.т.н., проф. Гунько І.В.

«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУстуденту **Мальченкові Олександр Валерійовичу**

на тему

«Дослідження режимів роботи автоматизованої системи контролю якості
очищення олії»

затверджену Наказом від «__» _____ 2023 року №

Вихідні дані для підготовки роботи:

1. Методичні вказівки з виконання магістерської роботи.
2. План-проспект магістерської роботи.
3. Підручники та навчально-методичні посібники, статистичні дані.
4. Наукові видання (монографії, книги, збірники, журнали, методики, матеріали ЦНТІ).
5. Методика економічної оцінки результатів досліджень.
6. Дані власних досліджень, одержаних за попередній період.

Календарний план виконання магістерської роботи

Структура роботи		Об'єм, стор.	Термін підготовки	Підпис керівника
Анотація		1	Березень 2023 року	
Вступ		4	Квітень 2023 року	
Розділ 1	ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ	24	Квітень 2023 року	
Розділ 2	ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ ОЛІЇ	33	Травень 2023 року	
Розділ 3	УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ	19	Червень 2023 року	
Розділ 4	РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	11	Серпень 2023 року	
Висновки		4	Листопад 2023 року	
Список використаної літератури		8	Квітень 2023 року - листопад 2023 р.	

Термін подання роботи на кафедру

для попереднього захисту «__» _____ 2023 р.

Завдання видано «__» _____ 2023 р.

Завдання прийняв до виконання _____ Мальченко О.В.

Керівник _____ С.А. Бурлака, PhD, ст. викл.

АНОТАЦІЯ

Мальченко О.В. Дослідження режимів роботи автоматизованої системи контролю якості очищення олії

Рукопис.

Магістерська робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» за спеціальністю 208 Агроінженерія.

Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, 2023 р.

Магістерська робота присвячена детальному дослідженню режимів роботи автоматизованої системи контролю якості очищення олії. У зв'язку з постійним розвитком технологій та зростанням вимог до якості продукції у галузі харчової промисловості, особливо в контексті переробки олійних культур, виникає актуальна необхідність вдосконалення систем контролю якості.

Робота включає в себе аналіз існуючих автоматизованих систем контролю, їхніх переваг та недоліків. Основна увага приділяється визначенню оптимальних режимів роботи такої системи для досягнення максимальної ефективності у виявленні та корекції дефектів у процесі очищення олії.

Методологія дослідження базується на використанні сучасних інструментів та технік аналізу даних, що дозволяє об'єктивно оцінити результати роботи системи контролю. Враховуючи велику кількість факторів, що впливають на якість очищення олії, робота пропонує комплексний підхід до підбору оптимальних параметрів системи.

Отримані результати та рекомендації можуть бути корисні для підприємств харчової промисловості, що займаються виробництвом олій та жирів, для покращення якості продукції та оптимізації виробничих процесів. Такий підхід сприятиме підвищенню конкурентоспроможності підприємств на ринку та забезпечить високий стандарт якості їхньої продукції.

Ключові слова: автоматизована система контролю, якість очищення олії, режими роботи, оптимізація процесів, харчова промисловість, системи якості.

ABSTRACT

Malchenko O.V. Study of the modes of operation of the automated oil purification quality control system

Manuscript.

Master's thesis for obtaining an educational and qualification level

"Master" in the specialty 208 Agricultural engineering.

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, 2023

The master's thesis is devoted to a detailed study of the modes of operation of the automated oil purification quality control system. In connection with the constant development of technologies and the growth of product quality requirements in the food industry, especially in the context of oilseed processing, there is an urgent need to improve quality control systems.

The work includes an analysis of existing automated control systems, their advantages and disadvantages. The main attention is paid to determining the optimal operating modes of such a system to achieve maximum efficiency in detecting and correcting defects in the oil purification process.

The research methodology is based on the use of modern tools and techniques of data analysis, which allows you to objectively evaluate the results of the control system. Taking into account the large number of factors affecting the quality of oil purification, the work offers a comprehensive approach to the selection of optimal system parameters.

The obtained results and recommendations can be useful for food industry enterprises engaged in the production of oils and fats, to improve product quality and optimize production processes. This approach will contribute to increasing the competitiveness of enterprises on the market and ensure a high standard of quality of their products.

Keywords: automated control system, oil purification quality, work modes, process optimization, food industry, quality systems.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ	10
1.1. Аналіз процесу виробництва рослинної олії	10
1.2 Класифікація та аналіз автоматизованих систем управління технологічними процесами	17
2. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ ОЛІЇ	20
2.1 Вимоги до сировини та якості готової продукції	20
2.2 Розрахунок потреби основної та допоміжної сировини за існуючою технологією	22
2.3 Пропозиції щодо реалізації відходів підприємства та невикористаної сировини	27
3. УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ	30
3.1 Аналіз технологічного обладнання, яке використовується при виконанні дослідницької операції та його класифікація	30
3.2 Технологічні, санітарно-гігієнічні, технічні та інші вимоги до класу машин	31
3.3 Аналіз конструкцій машин досліджуваного класу та виявлення проблем, що виникають під час їх експлуатації	33
3.4 Розробка алгоритму автоматизованої системи контролю	35
3.5 Опис конструкції та принцип дії машини та обґрунтування напряму її удосконалення	40
3.6 Технологічний та конструкторський розрахунки параметрів пропонованої машини	42
3.7 Кінематичний та енергетичний розрахунки машини	47
3.8 Розрахунки на міцність відповідальних деталей машини	50

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	55
4.1 Апробація вимірювального макету контролю дисперсності соняшникової олії на базі лазерного дифрактометра ВДЛ-1М	55
4.2. Вимірювання дисперсності соняшникової олії у технологічному процесі рафінації	58
4.3 Контроль показників люмінесценції зразків соняшникової олії у технологічному процесі очищення	63
ВИСНОВКИ	70

ВСТУП

Виробництво рослинних олій – одна з провідних галузей харчової промисловості. В даний час існує необхідність у отриманні високоякісних рослинних олій. Цього домагаються шляхом виведення з рафінованої або дезодорованої соняшникової олії сторонніх домішок, залишків твердих оболонки насіння центрифугуванням та осадженням на фільтрах, видаленням воскових і високоплавких речовин виморожуванням (вінтеризацією) з отриманням салатної соняшникової олії, тобто більш очищеної.

Рафіновані (очищені) рослинні олії використовуються для безпосереднього вживання в їжу; виробництва маргарину, служать сировиною для виробництва комбінованих жирів, що складається з суміші олії вершкової та рослинної, а також використовують у багатьох галузях харчової промисловості. Очищені рослинні олії містять набагато менше калорій і не містять холестерину, провокуючого захворювання серця, судин та печінки [11].

Для отримання конкурентної продукції, що визначається її якістю, низькою собівартістю та екологічною безпекою, потрібна розробка високоефективних екологічно чистих технологій та виробництв, що включають дієві засоби об'єктивного контролю, вибраних показників продукту, що аналізується вимогам експрес діагностики. Таким критеріям у повній мірі відповідають оптичні методи контролю інформативних показників харчових продуктів, що базуються на взаємодії електромагнітного випромінювання оптичного діапазону із досліджуваною речовиною та реєстрації вимірювальних сигналів, що характеризуються якісні та кількісні характеристики об'єкту досліджень. В оптичних аналітичних методах контролю якості продуктів харчування використовується ультрафіолетова (УФ), видима та інфрачервона (ІЧ) області спектру електромагнітного випромінювання.

Для визначення мілкодисперсних часток, у полярних та неполярних розчинах, набули широкого використання оптичні лазерні методи, що використовують хвильові властивості випромінювання УФ-, видимого та ближнього ІЧ діапазону довжин хвиль. У дифракційних методах та методах лазерної дифрактометрії вимірюють залежність інтенсивності розсіяного випромінювання від кута розсіювання q , тобто функцію $I(q)$. При цьому тривалість хвилі після розсіювання не змінюється. Має місце так зване пружне розсіювання. В основі лазерних методів вимірювання кутового розсіювання лежить просте співвідношення для довжини хвилі та відстані між розсіюючими атомами [10].

Методи, засновані на дослідженні спектрів виборчого поглинання та випромінювання аналізованим речовиною, називаються спектроскопічними (у разі прямого суб'єктивного аналізу результатів вимірів) або спектрофотометричними (при застосуванні електронного вимірювального засобу для реєстрації характеристичного спектру поглинання чи/або випромінювання) . Для кожного речовини спектри поглинання та випромінювання індивідуальні і залежать від хімічної будови речовини [3].

Одні із дієвих методів контролю якісних та кількісних показників хімічних речовин сталого складу (до яких у повній мірі можна віднести соняшникову олію) є люмінесцентна спектрофотометрія, в основі якої лежить явище наведеної чи збудженої люмінесценції у досліджуваних зразках. Люмінесценція характерна для багатьох природних та синтетичних матеріалів неорганічної та органічної природи. Суть люмінесценції полягає в випромінювальному переході атома зі збудженого електронного стану в основний або інший стан з меншою енергією. У ході такої релаксації вивільняється квант енергії, що характеризує певний енергетичний перехід і визначає положення смуги випромінювання на шкалі електромагнітних хвиль.

Застосування методів та засобів лазерної дифрактометрії (для визначення дисперсного складу олійної суміші) та методики люмінесцентної спектрофотометрії (для видового якісного аналізу зразків соняшникової олії)

може бути основою комплексного методу контролю якості соняшникової олії в окремих технологічних процесах її виготовлення.

Метою магістерської дисертації є розробка інформаційної вимірювальної технології контролю вибраних показників якості соняшникової олії методами та засобами лазерної дифрактометрії та флуоресцентної спектрофотометрії у технологічних процесах очищення.

Для вирішення даної мети необхідно виконати такі завдання:

1. Провести огляд технологічних прийомів та засобів очищення соняшникової олії на різних стадіях її виготовлення.

2. Проаналізувати методики контролю об'єктивних показників якості соняшникової олії в окремих ланках технологічного процесу сучасними оптикоелектронними вимірювальними засобами.

3. Провести огляд та дослідження характеристик Рис.огабаритних вимірювальних засобів та інформаційних вимірювальних систем придатних для контролю мілкодисперсних розмірних фракцій органічної та неорганічної природи у досліджуваних зразках.

4. Зробити порівняльну характеристику засобів флуоресцентної спектрофотометрії у контролі інформативних показників соняшникової олії різного якісного та кількісного складу на окремих етапах її виробництва.

5. Обґрунтувати доцільність розробки інформаційної вимірювальної технології контролю вибраних показників соняшникової олії методами та засобами лазерної дифрактометрії та флуоресцентної спектрофотометрії у технологічних процесах очищення.

6. Провести вимір показників якості соняшникової олії за допомогою вимірювального макету на базі лазерного вимірювача дисперсності ВДЛ-1М та модулю реєстрації квантового виходу люмінесценції досліджуваних зразків.

7. Розробити алгоритм проведення вимірів мілкодисперсних частинок автоматизованими засобами вимірювального макету.

1. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ

1.1. Аналіз процесу виробництва рослинної олії

Виробництво рослинної олії складається з великої кількості операцій, у ході яких використовуються такі машини:

1. Повітряно-ситові сепаратори типу ЗСМ служать для відділення домішок від насіння. Домішки відокремлюють за два прийоми:

- перше очищення проводять перед сушінням при прийомі насіння на зберігання;
- друге очищення (виробниче) проводять безпосередньо перед переробкою у виробничому корпусі.

Основними робочими елементами у цих машинах є ситові рами та аспіраційна система [4].

2. Метод активного вентилявання насіння є профілактичним засобом зберігання насіння. Для тривалого зберігання насіння олійних культур застосовують метод теплової сушіння при якому насіння нагрівається за допомогою сушильного агента (повітря) і видалення вологи. Для цієї операції застосовують сушарки. Насіння олійних культур можна сушити різними способами:

- у стані (пневматичні сушарки);
- у киплячому шарі (ротаційні сушарки);
- при перемішуванні (барабанні сушарки);
- у безперервному потоці (шахтні сушарки);
- у рухомому шарі, насипом.

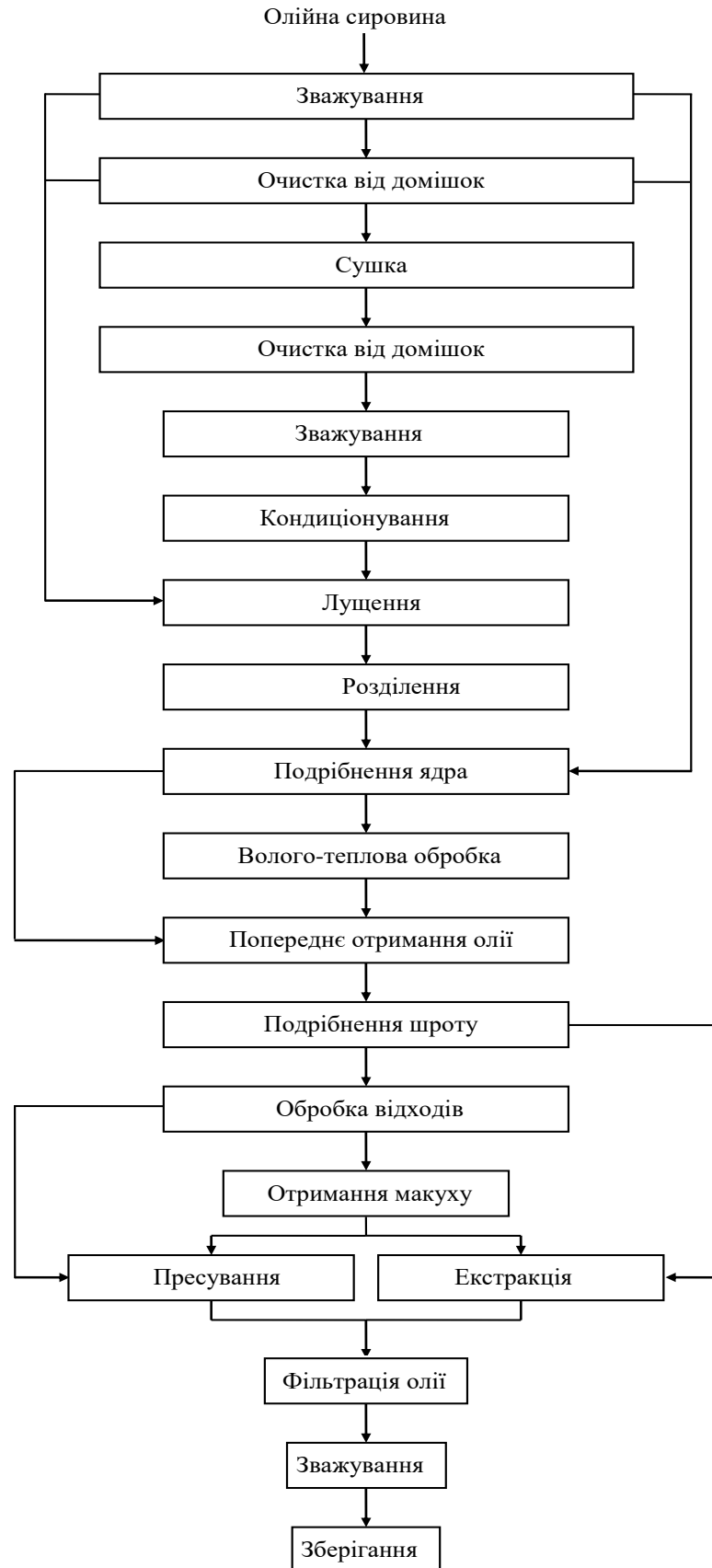


Рис. 1.1 Загальна технологічна схема отримання олії з соняшникового насіння

На рисунку 1.2 представлена схема пневматичної сушарки .

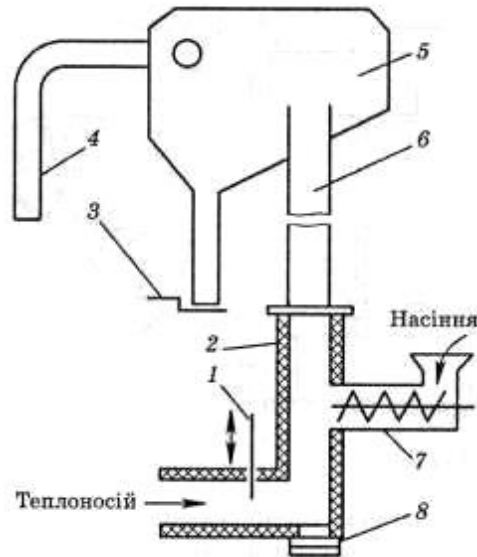


Рис. 1.2 Схема пневматичної сушарки: 1 – регулювальна заслінка; 2 – змішувальна камера; 3 – засувка; 4 – труба відпрацьованого теплоносія; 5 – бункер-сепаратор; 6 – труба; 7 – поживний шнек; 8 – клапан для холодного повітря

3. Машини для руйнування олійного насіння призначені для руйнування оболонки з метою подальшого її відокремлення від «ядерного» продукту, оскільки вона містить речовини, перехід яких у олію небажаний. Шрот з лузгою також нижче за якістю, за вмістом протеїну. Ступінь відділення оболонки впливає на продуктивність основного обладнання. Наприклад, при зниженні лузжистості та ядра з 8 до 3% продуктивність пресового та екстракційного обладнання зростає приблизно на 10%.

Машини, які застосовуються для руйнування, засновані на кількох способах руйнування. Так для насіння соняшнику застосовують багаторазові і одноразові удари, а для насіння бавовни - різання і сколювання.

Машини для поділу насіння призначені для отримання самостійних технологічних потоків: лушпиння, відділення якої як відходу виробництва

пов'язане зі зниженням втрат масла, сорбованого, пористою структурою лушпиння, зниження обсягу перероблюваного матеріалу і навантаження на технологічне обладнання, зниження попадання в масло компонентів ліпідів, які погіршують його якість; ядра, які потребують подальшої обробки з метою відділення олії.

4. Ступінь різниці між окремими частинами компонентів насіння є передумовою для вибору принципу поділу насіння, обґрунтування схеми та режимів роботи обладнання.

В даний час набули поширення два типи машин:

машини, які поділяють насіння одразу за розмірами на ситах, а потім у повітряному потоці за аеродинамічними властивостями;

Машини, які поділяють соняшникове насіння на ситах з різним рухом (подвійні струшувачі та бітер-сепаратори при поділі насіння бавовни).

5. Машини для подрібнення насіння і ядра забезпечують викриття клітинної структури масляного матеріалу, що переробляється, яке полегшує виділення масла як пресуванням, так і екстракцією. Глибина вилучення олії пов'язана з повнотою викриття клітин.

Існують різні способи подрібнення ядра та насіння:

- стиск зі зсувом,
- стирання,
- удар,
- роздавлювання.

Для подрібнення насіння та ядра найбільш поширені вальцьові верстати. Конструкції вальцьових верстатів, які використовуються для подрібнення масляних матеріалів, відрізняються розташуванням валків (вертикальне, горизонтальне та діагональне).

Схема конструкцій вальцьових верстатів показано Рис.юнку 3 .

6. Апарати для волого-теплової обробки насіння забезпечують перерозподіл олії за формами зв'язку з матеріалом у напрямку збільшення св

ободного масла, яке інтенсифікує і поглиблює зняття олії на наступній стадії пресування підготовленого таким чином матеріалу.

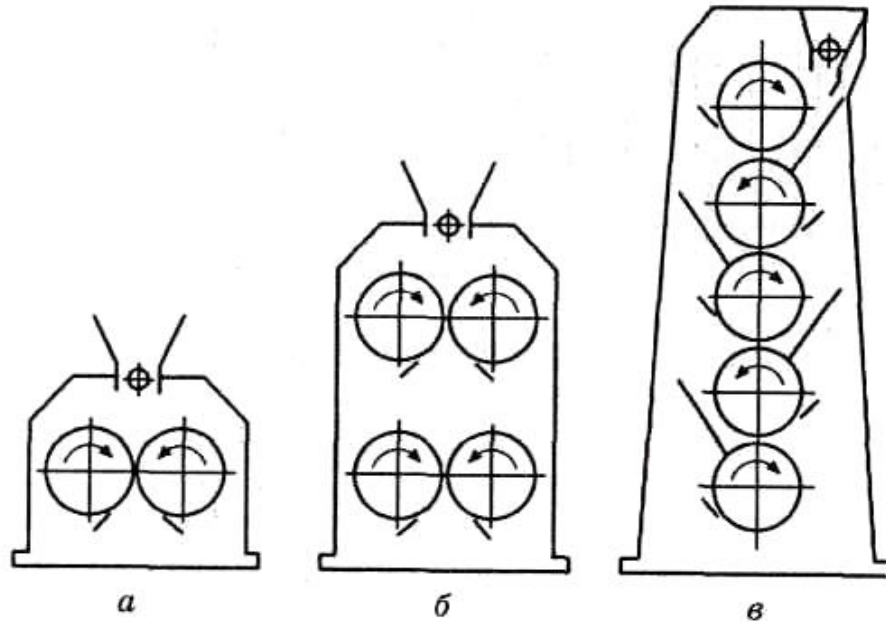


Рис. 1.3 Схема конструкцій вальцових верстатів: а – однопарний; б – двопарний; в – п'ятивальцовий

Сама операція волого-теплової обробки включає два етапи: зволоження крапельною вологою або водяною парою до заданої величини і подальше сушіння шару матеріалу, який перемішується.

Найбільш поширеними апаратами для здійснення операції волого-теплової обробки насіння жаровні (рис 1.4), у яких верхньому чану здійснюється етап зволоження, а всіх наступних чанах – сушіння. Нині існує тенденція окремих етапів волого-теплової обробки застосовувати окремий апарат.

7. Машини для одержання олії шляхом пресування застосовуються для одержання олії механічним способом шляхом пресування масляного матеріалу, який пройшов попередню підготовку. Цей спосіб одержання олії поширений практично на всіх заводах, де основною залишається технологічна схема «форпресування-екстракція».

Нині застосовується лише безперервний спосіб пресування на шнекових пресах. Розрізняють шнекові преси для попереднього отримання масла (форпреси) та для остаточного отримання олії (екстрактори). Головне відмінність у конструкції основного робочого органу шнекового преса – шнековий вал, зібраний з окремих витків, які насаджуються на загальний вал.

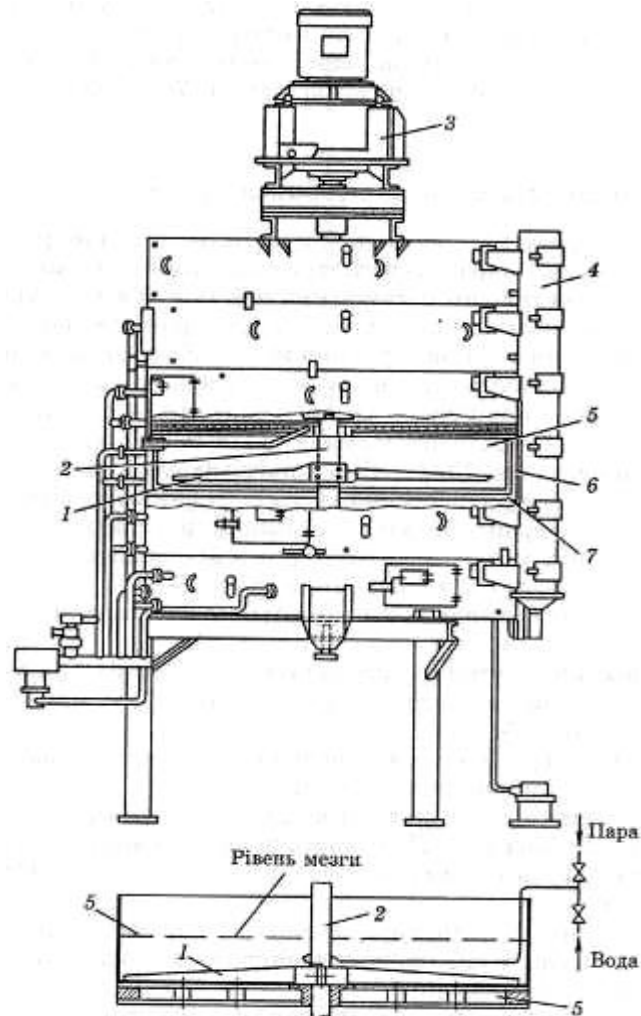


Рис. 1.4 Чанна жаровня: 1 – лопатка ножа мішалки; 2 – вал жаровні; 3 – привід жаровні; 4 – аспіраційна трубка; 5 – чан; 6 – парова оболонка днища та стінок чана; 7 – днище чана

Пресс-екструдер ПЕМ-01 призначений для отримання рослинної олії способом тисняви насіння соняшнику та інших олійних культур.

Високоєфективна безвідходна технологія, яка застосована в процесі переробки сировини, дозволяє отримати високоякісне масло та макуху з високим вмістом протеїну.

Прес складається з корпусу, шнека, який приводиться у обертання електродвигуном через ремінну передачу та редуктор.

Для подачі сировини в прес служить лійка, через яку сировина підходить у шнекову камеру. Шнек переміщує масу, що пресується в шнекову камеру, внаслідок чого відбувається її стискування. Віджате масло проходить через щілини головки і зливається в лоток. Відходи у вигляді макухи виходять назовні через вихідний отвір у насадці, яка встановлюється на головку за допомогою накидної гайки.

Зміна величини вихідного отвору проводиться шляхом зміни насадок (для насіння різних культур та сортів). Діаметр вихідного отвору маркований на бічній поверхні насадки.

Шнековий прес для витягування олії представлений Рис.юнку 5 .

8. Машина для первинного очищення пресованої олії призначені для поділу суспензій, які, як відомо, виробляють методами відстоювання та фільтрації. При цьому відстоювання можливе як у полі гравітаційних сил, так і поле відцентрових сил. Насправді при первинному очищенні застосовують всі зазначені методи, які забезпечуються такими машинами, як дисковий механізований фільтр, центрифуга.

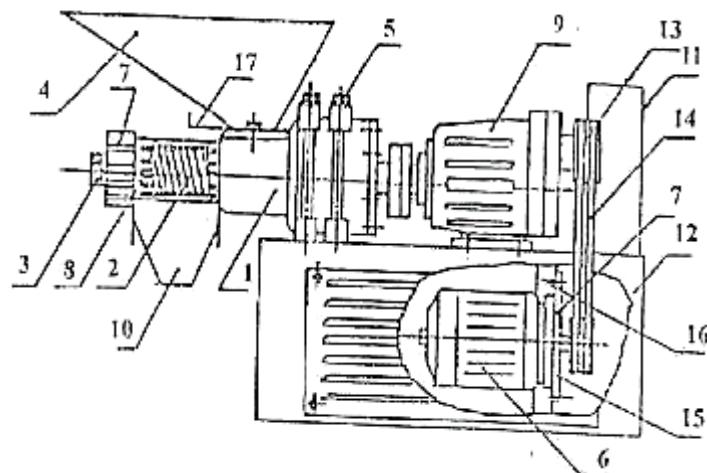


Рис. 1. 5 Пресс-екструдер ПЕМ-01: 1 – корпус; 2 – шнек; 3 – насадка; 4 – вирва; 5 – болти; 6 – електродвигун; 7 – гайка накидна; 8 – головка; 9 – редуктор; 10 – лоток; 11 - електрошафа; 12 – рама; 13 – шківи; 14 – ремені; 15 – підмоторна плита; 16 – проміжна плита; 17 – штора бункера

Технічна характеристика преса-екструдера ПЕМ-01:

Продуктивність технічна за насінням, кг/год.....	180
Встановлена потужність, кВт.....	4,0
Напруга змінного струму, В.....	380
Частота, Гц.....	50
Швидкість обігу шнекового валу, об/хв.....	45
Вологість насіння, %.....	6–8
Габаритні розміри, мм.....	1200×500×1235
Маса, кг.....	280

9. Обладнання для підготовки макухи до екстракції. Ця підготовка зводиться до здійснення послідовних операцій: попереднє подрібнення макух і черепашки ножами, які встановлюються на виході з пресів; вторинному подрібненню в локальних шнеках на купки розміром не більше кількох сантиметрів; пропускання подрібненої черепашки через магнітні сепаратори; подрібнення шматків на подрібнювачах (молоткових, дискових та ін) у крупу; калібрування крупки на ситових бар абанах; кондиціювання крупки в чанних жаровнях , а потім прокотці в пелюсток в парних плющильних вальцівках [4].

1.2 Класифікація та аналіз автоматизованих систем управління технологічними процесами

Проведені дослідження показали, що зараз в Україні вже існує велика кількість підприємств, які потребують впровадження автоматизованої системи простежуваності. Тому їх розробка є більш ніж доцільною.



Рис. 1.6 Загальна схема процесу виробництва олії

Класифікація цих систем виходить за межі простої розподілу на групи, охоплюючи широкий спектр функціональних можливостей та технічних властивостей. Вони розділяються залежно від призначення та потреб управління, використовуючи технології PLC, SCADA, MES та інші, що відображають різні вимоги та особливості виробничих процесів.

Аналіз цих систем включає у собі глибоке вивчення їхньої функціональності, ефективності, надійності та вартості експлуатації. Він охоплює оцінку технічних можливостей для управління технологічними процесами, врахування енергоефективності, стійкості до збоїв та споживання ресурсів.

Такий аналіз дозволяє досліджувати та класифікувати системи управління технологічними процесами, а також забезпечує поглиблене розуміння їхньої ролі та впливу на виробничий процес. Він служить основою для удосконалення та оптимізації виробничих систем, забезпечуючи підвищення продуктивності та ефективності промислових процесів.

Ця сфера аналізу також розглядається через призму різноманітних методів та критеріїв оцінки. Вона вимагає ретельного вивчення технічних

характеристик систем, їх алгоритмів та взаємодії з іншими компонентами виробничих ланцюгів.

Оцінка ефективності включає аналіз точності управління технологічними процесами, швидкість реакції системи на зміни, а також оптимізацію використання ресурсів та зниження втрат.

Поняття надійності вимагає оцінки стійкості систем управління до виникнення помилок, резервування та можливостей відновлення після збоїв. Це включає аналіз та тестування на відповідність стандартам безпеки та надійності.

Оцінка вартості експлуатації системи охоплює аналіз витрат на підтримку, обслуговування та модернізацію. Це враховує економічні аспекти управління, такі як загальні витрати виробництва та інвестиційна вигода від впровадження таких систем.

Цей аналіз забезпечує можливість свідомого вибору та оптимізації автоматизованих систем управління технологічними процесами, що є критичним для підвищення ефективності та конкурентоспроможності у сучасних умовах виробництва.

2. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ ОЛІЇ

2.1 Вимоги до сировини та якості готової продукції

Сировина масложирової промисловості, у разі насіння соняшника має відповідати вимогам, які висуваються тим чи іншим підприємством чи організацією, яких вони поступають. Найголовніші з вимог – маслянистість та вологість насіння. Маслянистість у більшості випадків залежить від сорту культури та умов вирощування, а вологість – від умов збирання насіннєвої маси та її зберігання. Під час зберігання має місце такий процес, як дихання. Він залежить від вологості насіння та погано впливає на його якість. Енергію для дихання насіння одержують за рахунок витрати запасних речовин - олії [5].

Інтенсивність дихання насіння залежить від трьох факторів – вмісту вологи в насінні, температури насіння та газового складу атмосфери, що оточує насіння. Ці фактори впливають не тільки на олійне насіння, але і на всі живі компоненти насіннєвої маси – мікроорганізми, які завжди присутні на насінні та бур'янових домішках. Насіння бур'янів, присутність яких у олійному насінні є можливим і залежить від ступеня засміченості насіннєвої маси, а також і різних комах (кліщів, довгоносиків та ін), є можливими практично завжди [5].

Вологість насіння. Насіннєва маса, яка складається з олійного насіння, яке повністю дозріло на рослині, має низьку вологість і низький рівень дихання. Умови для життєдіяльності інших компонентів у сухій насінній масі також ускладнені. У разі підвищення вологості насіння інтенсивність дихання зростає спочатку повільно, потім, починаючи з певної межі вологості, інтенсивність дихання різко збільшується.

Стрибкоподібне зростання інтенсивності дихання, що свідчить про активування всіх біологічних процесів у насінні, обумовлене появою в

тканинах насіння вільної води. Вільна вода, на відміну від пов'язаної, присутньої в сухому насінні, здатна брати участь у хімічних реакціях, у тому числі і таких, що супроводжуються витратою запасних речовин насіння, – ліпоїдів.

Чим вища маслянистість насіння, тим за нижчої вологості необхідно його зберігати.

Олійне насіння, яке зберігається при вологості вище критичної, інтенсивно дихає, виділяючи в навколишнє середовище багато тепла та вологу. Тому температура і вологість насінневої маси починають рости і процес самозігрівання, який почався навіть в одній частині насінневої маси, швидко охоплює все насіння, розвиваючись прискорено на кшталт ланцюгової реакції.

Температура насіння . Зберігання насіння при підвищених температурах сприяє посиленню дихання насінневої маси. Низькі температури уповільнюють біохімічні процеси в насінні. Значний інтерес тому представляють зберігання насіння в охолодженому стані, можливого восени і взимку в умовах природного охолодження насінневої маси продувом крізь неї холодного атмосферного повітря (активне вентилявання насіння).

У умовах виявляється можливим навіть зберігання насіння при вологості вище критичної.

Життєдіяльність мікрофлори та комах повністю гальмується. При настанні тепла і неможливості підтримувати в насінневій масі низькі температури вологе насіння не може бути збережене через швидкий розвиток в них процесу самозігрівання.

Газовий склад атмосфери міжнасінневих просторів. Можна зберігати вологе насіння, якщо ізолювати його від кисню атмосфери. За відсутності кисню у міжнасінневих просторах відбувається утиск життєдіяльності всіх живих компонентів насінневої маси – насіння, мікроорганізмів, комах. Це дозволяє зберігати вологе насіння в так званих герметичних умовах, які виключають газообмін з атмосферою.

Зберігання вологого насіння в безкисневих умовах у присутності хімічних консервантів супроводжується їх загибеллю як живого організму – схожість його стає рівною нулю, можливі також деякі якісні зміни ліпідів, хоча технологічна переробка насіння ніяких ускладнень не викликає.

За незадовільних умов зберігання навіть до виникнення самозигрівання відбувається інтенсивний гідролітичний розпад олії та глибока денатурація білкових речовин насіння. Окислення жирних кислот олії супроводжується утворенням низькомолекулярних продуктів, в результаті чого олія отримує специфічний гіркуватий смак. Білкові речовини через денатурацію втрачають свою пластичність. З такого насіння вже не можна отримати мезгу гарної структури при волого-тепловій обробці в жаровнях, тому віджимання олії на шнекових пресах ускладнюється. Екстрагування олії з мук, отриманих зі зіпсованого при зберіганні насіння, протікає повільно, шрот має підвищену маслянистість. У зіпсованому насенні виникають нові і глибоко змінюються наявні речовини фарб. При переробці ці речовини переходять у олію, тому вона має темний колір, який трохи послаблюється під час рафінації.

Для виключення руйнівних процесів у насінні, яке зберігається, перед складуванням насіння проводиться комплекс підготовчих робіт, який полягає в очищенні його від сміття (мінерального та органічного) та олійних домішок, видаленні з насіння зайвої вологи (сушіння), зниженні температури насіння.

У маслі, отриманому з олійної сировини, визначаються показники, що характеризують її якість. До таких показників відносяться: запах, колір, кількість завислих частин (відстій), вміст мінеральних речовин (золі), температура спалаху та запалення, кислотне число, йодне число, вміст фосфоліпідів [5].

Вимоги до якості нерафінованої олії представлені у таблиці 2.1.

2.2 Розрахунок потреби основної та допоміжної сировини за існуючою технологією

Для розрахунку потреби основної сировини необхідно знати такі показники: маслянистість насіння, вологість, засміченість тощо. У нашому випадку використовуємо показники аналізу насіння (таблиця 2.1), взяті з певним припущенням, та проводимо розрахунок.

Таблиця 2.1 Вимоги до якості олії

Найменування показників	Вищий сорт	Перший сорт	Другий ґатунок
Прозорість	Над осадом допускається «сітка»		Над осадом допускається легке помутніння.
Примітка:	Під «сіткою» розуміють наявність у прозорій олії окремих дрібних частин воскоподібних речовин, трохи помітних неозброєним оком, а під «легким помутнінням» наявність у рослинному маслі суцільного тіла дрібних частин воскоподібних речовин, які незначно знижують прозорість олії.		
Запах та смак	Властиві соняшниковій олії, без стороннього запаху, присмаку та гіркоти.		Властиві соняшниковій олії. Допускається трохи затхлий запах і присмак легкої гіркоти.
Число кольору, J2, мг, не більше	15	25	35
Кислотне число, мг КОН, не більше	1,5	2,25	6,0
Нежирові домішки (відстій по масі), %не більше	0,05	0,1	0,2
Речовини, що містять фосфор, не більше: у перерахуванні на стеароалецитин у перерахуванні на P2HPO5	0,4 0,035	0,6 0,053	0,8 0,07
Волога та леткі речовини, %не більше	0,2	0,2	0,3
Мило (якісна проба)	не визначається		
Йодна кількість, г/100 м	125 - 145	135 - 145	125 - 145
Речовини що помиляються, %не більше	1,2	1,2	1,3
Ступінь прозорості, ферм., не більше	40	40	-

Перекисне число, ммоль/кг, не більше:	5,0	5,0	-
щойно отриманої олії після зберігання	10,0	10,0	-

Таблиця 2.2 Вихідні дані розрахунку з залишку обсягу сировини

Маслянистість насіння при вихідній фактичній вологості та засміченості (M_0)	42,15
Вологість насіння за вихідної фактичної засміченості (Y_0).	6,80
Вміст мінерального та органічного сміття в насінні до очищення (C_0)	2,19
Вміст лушпиння в насінні при вихідній фактичній вологості та засміченості (L_0)	24,84
Вміст лушпиння в чистому насінні (L_1)	25,40
Вміст ядра в чистому насінні (Y_1)	74,60
Вологість ядра в насінні (B_3)	5,06
Вміст мінерального та органічного сміття в насінні після очищення (C_1)	0,50
Вологість сміття, що дорівнює вологості насіння (B_1)	6,80
Винос ядра в лузі (Y_2)	0,24
Зміст лушпиння в ядрі (L_2).....	2,80
Вологість лушпиння, що відходить (B_2).....	10,14
Маслянистість лушпиння, що відходить, разом з виносом (M_1).....	1,65
Вміст сміття в лузі (C_3).....	0,28
Маслянистість форпресової макухи (M_2).....	13,85
У лажність форпресової макухи (Y_4).....	7,55
Фактичний вихід олії форпресової та експелерної (Φ).....	39,90

1. Зняття мінерального та органічного сміття [3]:

$$C_2 = \frac{100(C_0 - C_1)}{100 - C_1}, \quad (2.1)$$

$$C_2 = \frac{100(2,19 - 0,50)}{100 - 0,50} = 1,70\%$$

2. Вихід лушпиння без урахування витрат води у виробництві [3]:

$$L_4 = \frac{100(L_0 - L_2) + L_2 \cdot C_2}{100 - (L_2 + Y_2 + C_3)}, \quad (2.2)$$

$$L_4 = \frac{100(24,84 - 2,80) + 2,80 \cdot 1,70}{100 - (2,80 + 0,24 + 0,28)} = 22,85\%$$

3. Вологість лушпиння в насінні [3]:

$$B_8 = \frac{100 \cdot B_0 - Я_1 \cdot B_3}{Л_1},$$

$$B_8 = \frac{100 \cdot 6,80 - 74,60 \cdot 5,06}{25,40} = 11,91\% \quad (2.3)$$

4. Вихід лушпиння з урахуванням втрат вологи [3]:

$$Л_5 = Л_4 \cdot \frac{100 - B_8}{100 - B_2},$$

$$Л_5 = 22,85 \cdot \frac{100 - 11,91}{100 - 10,14} = 22,40\% \quad (2.4)$$

5. Вихід форпресової макухи [3]:

$$Ж_1 = \frac{10000 - 100(M_0 + B_0 + Л_5 + C_2) + Л_5(M_1 + B_2) + C_2 \cdot B_1}{100 - (M_2 + B_4)}, \quad (2.5)$$

$$Ж_1 = \frac{10000 - 100(42,15 + 6,80 + 22,4 + 1,7) + 22,4(1,65 + 10,14) + 1,7 \cdot 6,8}{100 - (13,85 + 7,55)} =$$

$$= 37,79\%$$

6. Залишок масла в форпресовій макусі [3]:

$$M_6 = \frac{Ж_1 \cdot M_2}{100},$$

$$M_6 = \frac{37,79 \cdot 13,85}{100} = 5,23\% \quad (2.6)$$

7. Втрати олії в лузі ге [3]:

$$П_2 = \frac{Л_5 \cdot M_1}{100},$$

$$П_2 = \frac{22,40 \cdot 1,65}{100} = 0,37\% \quad (2.7)$$

8. Вихід форпресового масла [3]:

$$P_2 = M_0 - (M_6 + П_2),$$

$$P_2 = 42,15 - (5,23 + 0,37) = 36,55\% \quad (2.8)$$

9. Втрати вологи [3]:

$$П_5 = B_0 - \frac{Ж_2 \cdot B_7 + Л_5 \cdot B_2 + C_2 \cdot B_1}{100}, \quad (2.9)$$

$$P_5 = 6,80 - \frac{32,49 \cdot 3,10 + 22,40 \cdot 10,14 + 1,70 \cdot 6,80}{100} = 3,41\%$$

Робимо розрахунок зміни обсягів сировини за етапами переробки.

1. Потрібна кількість насіння для отримання 500 кілограм олії:

$$X = \frac{500 \cdot 2360}{1000} = 1180 \text{ кг}$$

2. Зняття мінерального та органічного сміття:

$$C_2 = \frac{1180 \cdot 1,70}{100} = 20,06 \text{ кг}$$

3. Вихід лушпиння без урахування втрат вологи у виробництві:

$$L_4 = \frac{1180 \cdot 22,85}{100} = 269,63 \text{ кг}$$

4. Вологість лушпиння в насінні:

$$B_8 = \frac{1180 \cdot 11,91}{100} = 140,54 \text{ кг}$$

5. Вихід лушпиння з урахуванням втрат вологи:

$$L_5 = \frac{1180 \cdot 22,4}{100} = 264,32 \text{ кг}$$

6. Вихід форпресового макухи :

$$Ж_1 = \frac{1180 \cdot 37,79}{100} = 445,92 \text{ кг}$$

7. Залишок масла в форпресовій макусі :

$$M_6 = \frac{1180 \cdot 5,23}{100} = 61,71 \text{ кг}$$

9. Втрати олії в лузі ге :

$$П_2 = \frac{1180 \cdot 0,37}{100} = 4,37 \text{ кг}$$

10. Вихід форпресового масла :

$$P_2 = \frac{1180 \cdot 36,55}{100} = 431,3 \text{ кг}$$

11. Втрати вологи:

$$P_5 = \frac{1180 \cdot 3,41}{100} = 40,24 \text{ кг}$$

Баланс сировини ведемо з урахуванням того, що подано її у виробництво сировину пройшло попереднє очищення і зводимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Баланс сировини _ _ _

Вихідні послуги з урахуванням втрат вологи (Л ₅)	22,4%	264,32 кг
Вихід форпресового макухи (Ж ₁)	37,7%	445,92 кг
Вихід форпресової олії (Р ₂)	36,55%	431,3 кг
Витрата лаги (П ₅)	3,41%	40,24 кг
Сум м а	100%	1181,78 кг

2.3 Пропозиції щодо реалізації відходів підприємства та невикористаної сировини

Відходами виробництва олії є шрот, макуха і лушпиння.

Шрот і макуха є сировиною для виробництва харчового білка і застосовуються в комбикормовій промисловості, оскільки містять цінні для тваринного організму речовини. Найбільш багатим на сирий протеїн, який добре засвоюється шлунково-кишковим трактом тварин є макуха (таблиця 2.4).

Луска використовується в гідролізній промисловості в сільському господарстві. Також можливе використання лушпиння як органічних добрив у рослинництві.

Таблиця 2.4 Фізико-хімічний склад макухи

Показник	Жменька соняшникова
Вологість, % (трохи більше)	8
Сирий жир, % (не більше)	7
Сирий протеїн, % (не менше)	44
Зольні речовини, нерозчинні в 10%-ній соляній кислоті, % (не більше)	1,5
Лузга, % (не більше)	15,5

Соняшникова макуха зайняла міцне місце у кормовому балансі тваринництва як найцінніший концентрат протеїну. Основна кількість його використовується для виробництва комбикормів, в яких займає від 4 до 50% залежно від цільового призначення комбикормів. До складу білково-вітамінних добавок його включають 40..50%.

Протеїн соняшникових макух відрізняється великим вмістом метіоніну, яким бідні корми зернових злаків та бобових, а також макухи, отримані з насіння інших олійних культур. Соняшникові макухи багаті на тринтофан; але бідні лізином. З розрахунку І.С. Попова орієнтована забезпеченість молодняку в критичних амінокислотах при згодовуванні соняшникового шроту наступна /в% до споживання/: поросля - лізином 58%, метіоніном + цистин 130%, тринтофаном 109%; курча відповідно 71%, 110% та 120%.

За вмістом амінокислот макуха не поступається білковими яйцями, але містить менше лізіна і метіоніна. За вмістом гістидину і аргініна шрот перевершує білок яйця.

Соняшникова макуха відрізняється великим багатством вітамінів групи В. У ньому нікотинової кислоти затримується 184 мкг/м, тоді як кращі пшеничні зародки здобудуть його лише близько 80 мкг/м, рибофловина 3,1.5.5, пантотенової кислоти 30. . 60.60 мг на 1 р. макухи.

На якість жмень значно впливають теплова обробка та механічні впливи при переробці насіння. Помірна теплова обробка сприяє найбільш повному використанню протеїну соняшникового насіння. Високотемпературні режими негативно впливають на стійкість амінокислот.

Соняшникова макуха з очищеного насіння має більшу поживність, ніж макуха з неочищеного. У макусі з очищеного насіння вміст протеїну більше на 9.15%, а вміст сирі клітковини менше на 11,3%. Великий вміст клітковини обмежує застосування такого жменьки при годівлі птиці та свиней.

Луску насіння соняшника подрібнюють до дрібного розмелювання /залишок на сите діаметром 2 мм, не більше 5% / і наполягають на нагрітій до

1000С у воді протягом 30 хвилин. Корм стає м'яким, набуває специфічного аромату, у ньому знижується вміст сирої клітковини.

Звичайну подрібнену лушпиння рекомендують згодовувати разом з іншими грубими кормами для запобігання пресування . Норми згодовування молодняку – до 30 % сухої речовини раціону, коровам – не більше 10%. Кожне наступне підвищення рівня лушпиння на 10% знижує перетравлення раціону на 7,7% і клітковини на 4,9%.

Аналіз технологічних аспектів продукції , що виготовляється, показав, що виробництво олії на підприємстві проходить відповідно до встановленої технології.

В результаті технологічного розрахунку визначено що для виробництва 500 кг соняшnikової олії потрібно 1180 кг насіння в стані, яке є вихідними даними для розрахунку параметрів при вдосконаленні конструкції олійного преса .

3. УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ

3.1 Аналіз технологічного обладнання, яке використовується при виконанні дослідницької операції та його класифікація

Обґрунтування необхідності удосконалення конструкції машини для олії необхідно робити з урахуванням вивчення класифікації машин для цієї операції.

Залежно від характеру процесу розрізняють преси періодичної та безперервної дії [7].

Преси періодичної дії бувають поршневі.

Преси безперервної дії бувають:

- стрічкові;
- шнекові ; _
- шестеренні;
- вальцові.

За конструкцією та преси діляться на:

- стаціонарні;
- пересувні;
- вертикальні;
- горизонтальні.

На вигляд у завантаження вони класифікуються на преси:

- з ручним завантаженням;
- з механічним завантаженням;
- гравітаційні;
- з вертикальним шнеком;
- з похилим шнеком.

За способом вивантаження преси безперервної дії класифікуються преси з автоматичним і ручним відведенням продукту.

Шнекові преси поділяються на три групи:

- преси для придворного отримання олії (форпреси);
- преси для кінцевого отримання олії (експелери) ;
- преси подвійної дії

3.2 Технологічні, санітарно-гігієнічні, технічні та інші вимоги до класу машин

У переробній промисловості до кожної групи машин висувається низка вимог [6]. Для машин, що виробляють олію з рослинної сировини існують такі вимоги:

- технологічні:

- при обробці сировини максимумо забезпечити ступінь її ущільнення, зі збереженням при цьому харчової цінності та якості продукту за мінімумних витрат сировини;

- температура олії та макухи не повинна перевищувати допустимих значень з технології;

- машина повинна забезпечити якість виготовленої олії згідно з ГОСТ із збереженням структури , без додаткових запахів та домішок;

вологість відходів після видалення масла повинна бути згідно з технологічними вимогами ;

- Технічні:

- конструкція машин повинна бути простою , зручною при розбиранні та зборі, легкою для санітарної обробки та дезінфекції, налагодження та регуляції;

- по конструкції машина має бути універсальною, легко переналагоджуватися;

- машина має бути надійною;

машина повинна бути з високою питомою енергоємністю при великій потужності , а також з високою питомою металомісткістю ;

- санітарно-гігієнічні :

- неприпустимо попадання в робочу зону олії, іржі та металевих включень;
- деталі, що стосуються продукту, слід виготовляти з корозійностійких матеріалів;
- конструкція машин не повинна мати мертвих зон для забезпечення якісного миття;

при миття матеріал робочих органів не повинен вступати в реакцію з миючими розчинами;

– з питань охорони праці:

- машина не повинна забруднювати довкілля та повинна забезпечити безпечну працю оператора;
- обладнання та апаратура мають відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003–91 «Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки», ГОСТ 12.2.124–90 «Продовольче обладнання. Загальні вимоги безпеки»;
- пускові пристрої електродвигунів (кнопки, рукоятки тощо) повинні мати написи, які пояснюють їх функціональне призначення;
- трубопроводи повинні бути пофарбовані в пізнавальні кольори та мати попереджувальні знаки та маркувальні щити за ГОСТ 14202-69 «Трубопроводи промислових підприємств. Розпізнавальне забарвлення , попереджувальні знаки та маркувальні щитки»;
- апарати, судини, що працюють під тиском не вище 0,07 МПа (0,7 кгс/см), після монтажу та ремонту (із застосуванням зварювальних елементів, що працюють під тиском) , а також періодично, у строки, що встановлені виробничою інструкцією, повинні випробовуватись гідравлічною пробною тиском 0,2 МПа (2 кгс/см² або відповідно до норм заводу-виробника).

3.3 Аналіз конструкцій машин досліджуваного класу та виявлення проблем, що виникають під час їх експлуатації

Прес МП-63.

Цей прес призначений для попереднього отримання олії з насіння. Редуктор преса МП-63 встановлений окремо від преса та з'єднується з ним муфтою. Станина преса - чавунна плита з прямокутними отворами в бічних стінках, закритими щитами. У середині станини встановлено зеренний барабан з наступними діаметрами: 250, 200, 220 і 240 мм.

Зеренний барабан пресу складається з скоб і сполучних планок, які складають каркас зерна .

Шнековий вал є ступінчастим валом, завдяки якому досягається певний ступінь стиснення і дорівнює 18,3. На кінці шнекового валу розташований регулятор за допомогою якого змінюється вихідна щілина. На відміну від інших форпресів, прес МП-63 має пристрій для механізованого затиску конуса, який дозволяє міняти ширину вихідної щілини прес без його зупинки. Шнековий вал преса МП -63 може обертатися з частотою від 19 до 26 об/хв.

Недолік цієї конструкції преса є окремо змонтований редуктор, який призводить до збільшення габаритних розмірів пресової установки і збільшення металоємності всього преса .

Прес ЕП.

Цей прес відноситься до групи пресів - експеллерів . Продуктивність преса невелика і дорівнює 17-20 тон на добу. Станина преса на відміну інших типів – зварна. Між стійками станини встановлений зер , який складається з двох частин. На передній стійці встановлений опорний підшипник валу. Зеренний барабан чотириступінчастий і має такий же профіль, як і в пресі ФП . Величина зазорів між пластинками змінюється по довжині зернистого барабана .

Шнековий вал, як і в інших типах пресів, розбірний і збирається з 7 окремих витків і 8 вставкових кілець, які встановлюються на вал і стягуються

затискною гайкою . Загальний ступінь стиснення мезги дорівнює 3,25. Шнековий вал преса на відміну від інших конструкцій, має про свердлений канал, по якому пропускається вода або пара, що дозволяє значно скоротити час шнекового процесу в період пуску . Частота обертання шнекового валу дорівнює 4,9 об/хв.

Недоліки преса ЕП – це вигин передньої стійки станини (до 10.15), що призводить до значних ушкоджень, відсутність механізованого захисту шнекового валу, частий відрив сполучних болтів муфти через відсутність другого опорного підшипника валу.

Прес МП - 21.

Цей прес являє собою агрегат, який складається з жаровні, преса, бачка, що фільтрує, насосів і маслоохолоджувальної системи. Станина преса МП – 21 вилита – чавунна. Шнековий підпресувач виконує функції форпреса , який виконує функцію попереднього отримання масла . З цього приладу вертикальний шнековий вал укладений в одноступінчастий вертикальний зернистий барабан , діаметром 155 мм, звичайної конструкції.

Основний шнековий вал - горизонтальний, він виконує функцію експеллера . Він укладений в одноступінчастий горизонтальний зеренний барабан діаметром 150 мм, який має роз'єм у вертикальній площині. Вертикальний зеренний одноступінчастий, він складається з трьох секцій, горизонтальний зеренний одноступеневий і має також три секції.

Узел вертикального шнекового валу складається з 9 витків, що одягаються на вал. Верхня частина валу підвищена у підшипниках кочення, повільна та не закріплюється. Горизонтальний шнековий вал також складовий і має 5 витків. Для зниження температури в зернистому барабані преса МП-21 використовується спеціальна маслоохолоджувальна система в якій масло охолоджується на 40 °С .

3.4 Розробка алгоритму автоматизованої системи контролю

На базі отриманих даних було розроблено, автоматизовано систему простежуваності виробництва сирової соняшникової олії. Вона є повноцінною та реалізує наступні принципи:

- а) автоматична ідентифікація;
- б) збір, запис та зберігання даних;
- в) організація інформаційних зв'язків та посилань;
- г) обмін даними.

Спрощений алгоритм роботи цієї системи у межах одного сезону представлено на рис. 3.1.

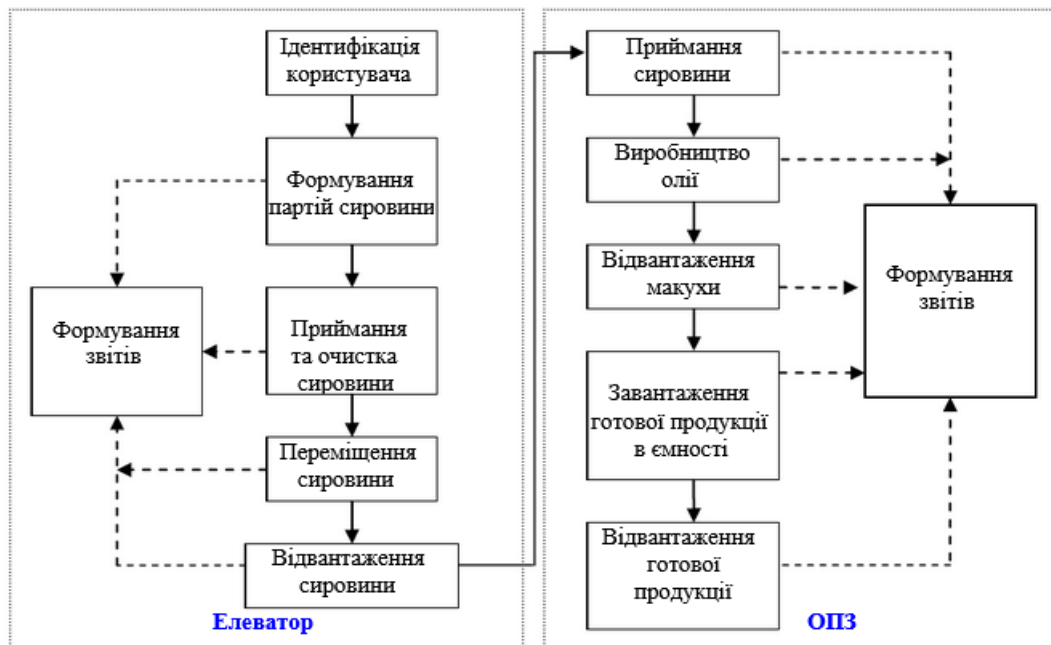


Рис. 3.1 Упрощений алгоритм роботи автоматизованої системи простежуваності

Розроблене програмне забезпечення охоплює всі етапи виробництва олії на ОПЗ та надає підприємству можливість вести автоматизований облік сировини та готової продукції, формує інформативні звіти, а головне – забезпечує управління процесом простежуваності.

На цьому етапі робота системи не впливає на якість масла. Але можна зробити припущення, що вона може це робити, тому що може збирати та зберігати великі обсяги даних, що накопичуються у ході вирощування насіння,

його збирання та обробки. Для цього треба розуміти, які самі дані треба аналізувати та які інтелектуальні алгоритми дозволять автоматизувати управління якістю готового продукту, якщо їх додати до функціонал розробленої системи. Тому розглянемо звідки береться потрібна інформація та дані, що її відображають.

Соняшникову олію отримують з насіння соняшнику, що містить до 50 % (і більше) жиру в перерахунку на абсолютно сухе речовину. Її виробляють шляхом пресування (гарячої чи холодної) та екстракції. Залежно від ступеня очищення соняшникова олія поділяється на три види - нерафінована, гідратована та рафінована. Спосіб отримання та ступінь очищення впливають на органолептичні та фізико-хімічні показники соняшникової олії.

Нерафінована соняшникова олія відрізняється натуральним смаком і запахом, властивим підсмаженому насінню, має світло-жовтий колір і за органолептичними та фізико-хімічними показниками ділиться на три сорти - вищий, перший, другий. Різниця за сортами обумовлено кольоровістю (відповідно не більше 15, 25, 35 мг йоду), кількістю відстою (не більше 0,05; 0,1 та 0,2% за масою), кислотним числом (не більше 1,5; 2, 25 та 6,0 мг КОН/г), кількістю фосфатидів (не більше 0,4; 0,6 та 0,8% у перерахунку на стеароолеолецітін).

Олія вищого і першого сортів має бути прозračною, над осадом допускається «сітка» (наявність у прозračному маслі окремих дрібних частинок подібних до воску речовин, що ледь помітних неозброєним оком), в іншому сорті допускається легке помутніння (наявність суцільного фону найдрібніших частинок подібних до воску речовин) , незначно знижують прозорість олії). У олії вищого і першого сортів повинні бути запах і смак, властиві соняшниковому маслу, без стороннього запаху, присмаку і гіркоти. В

іншому сорті допускаються трохи затхлий запах і присмак легкої гіркоти; олія іншого сорту призначена промисловій переробці.

Визначення фізико-хімічних параметрів лежить в основі контролю якості олій, дозволяє проводити ідентифікацію готової партії, достовірно визначати її природність, ступінь очищення, виключати можливість фальсифікації чи невідповідності критеріям безпеки. До основних і найчастіше контрольованих показників (крім уже вказаних) також відносяться щільність, в'язкість, показник заломлення, температура плавлення та застигання, температура спалаху, твердість, перекисне число, число омилення, вміст вітаміну Е, кількість афлатоксину В1.

Якість соняшnikової олії залежить від якості вихідної сировини - насіння соняшника відразу після збирання врожаю, а також від умов їх зберігання, тому що збирають насіння на протязі сезону, а їх переробка в підсолнечне масло може здійснюватися цілий рік. Тому саме показники якості насіння підлягають визначенню та аналізу. До них можна віднести: кислотне число, вологість, оліїстість, лузжистість, маса 1000 сім'янок.

У свою чергу також відомо, що якість урожаю насіння соняшника у значній мірі залежить від умов вирощування (приналежність до тієї чи іншої кліматичної зони) та особливостей проведення прибирання. Так при перестої і прибиранні соняшника у вологу погоду кислотне число може зрости в кілька разів і перевищити допустиму для харчової олії (високого і першого сорту) межу 6,0 мг КОН/г, переводячи її в розряд технічних масел (іншого сорту). Ще одну серйозну проблему викликає врожай із підвищеною засміченістю.

Через насіння бур'янів, які мають підвищену інтенсивність дихання, підвищується температура зернової маси і тим самим інтенсифікується протікання біохімічних процесів у ньому, зокрема гідролітичних та окислювальних.

Все це, в кінцевому підсумку, призводить до зниження якості вихідної сировини і тягне за собою збільшення витрат на його додаткову обробку

(очищення, сушіння) та зниження якості кінцевого продукту. Наслідком цього стає зниження економічних показників ефективності всього виробництва.

Таким чином для повної оцінки умов виробництва більш якісної олії слід збирати інформацію про місця та кліматичні умови вирощування соняшника, що включає в себе метеорологічні спостереження, а також про якість насіння, яке відправляють на зберігання. Ця інформація може бути представлена вхідними даними, а інформація про якість виробленого масла вихідними даними для автоматизованої системи простежуваності (рис. 3.2).

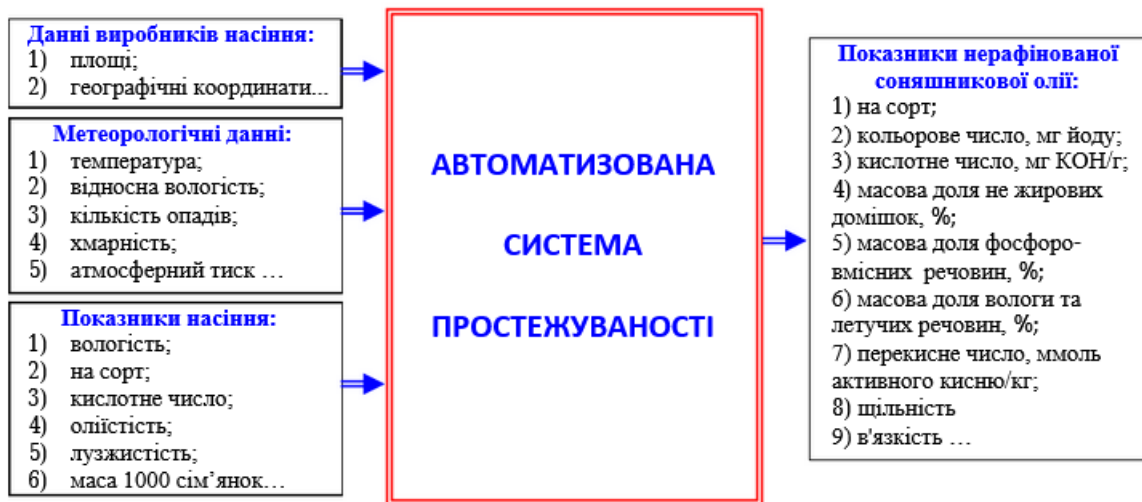


Рис. 3.2 Загальна структура даних, що можуть оброблятися в автоматизованій системі простежуваності

Особливості виробництва сирової соняшникової олії, впроваджена автоматизована система простежуваності, створюють хороші передумови для можливості використання інформаційного підходу до аналізу предметної області, яка нами розглядається. Цей підхід набув поширення в такій методикі вилучення знань з баз даних, як Knowledge Discovery in Databases (KDD) [4]. Сьогодні на її базі створюється більшість прикладних аналітичних рішень у бізнесі та багатьох інших областях.

Вона описує не конкретний алгоритм чи математичний апарат, а послідовність дій, яку необхідно виконати для виявлення корисного знання. Методика не залежить від предметної галузі. Це набір атомарних операцій,

комбінуючи які, можна отримати потрібне рішення. KDD включає в себе етапи підготовки даних, вибору інформативних ознак, очищення, побудови моделей, додаткової обробки та інтерпретації отриманих результатів. Ядром цього процесу є сукупність великої кількості різних методів Data Mining. Вони дозволяють виявляти в «сирих» даних раніше невідомі, нетривіальні, практично корисні та доступні інтерпретації знань та закономірностей, необхідних для прийняття рішень в різних сферах людської діяльності. Існує кілька умовних класифікацій задач Data Mining.

Якщо розглядати оліє-пресове виробництво, то серед основних завдань використання Data Mining на ньому можна виділити такі:

1. Прогнозування якості масла залежно від деяких параметрів виробничих процесів;
2. Виявлення схованих факторів впливу;
3. Виявлення та ідентифікація раніше невідомих взаємозв'язків між виробничими параметрами та факторами впливу;
4. Вироблення оптимізаційних рекомендацій з управління виробничими процесами;
5. Візуалізацію результатів аналізу, підготовку попередніх звітів та проектів допустимих рішень з оцінками достовірності та ефективності можливих реалізацій.

Пропонований масловід жимний агрегат, схема якого представлена на Рис.юнку 3.3 містить камеру 1 підготовки матеріалу, який містить масло для пресування і попереднього **віджиму** масла , перехідну камеру 2 , камеру 3 остаточного віджиму масла. Перехідна камера виконана складника з освітою зони норРис.ізації матеріалу, який містить масло, по вологості 4 та зони 5 наступного віджиму (стиснення) норРис.ізованого матеріалу, який містить олію. Причому в зоні норРис.ізації частина перехідної камери 2 має аспіраційний отвір 6 і кінцевий ділянку робочого шнекового валу 7 , а в зоні наступного стиснення інша частина перехідної камери має зерна пластини 8 та циліндричний кінцевий ділянку робочого шнекового валу 9 з витком камери

остаточного віджиму олії. Камера **3** остаточного віджиму олії з матеріалу, який містить масло утворена кільцевими зерними камерами **10**, з'єднаними між собою через регулювальні змінні кільця **11**. Виконання камери остаточного віджиму, яка складається з кільцевих зерних камер, з'єднаних через змінні кільця, дозволяє оптимізувати процес віджиму олії з матеріалу, який містить масло, переробляти різне за ступенем підготовки сировину, знизити металомісткість масловіджимного агрегату, енергоємність, особливо в умовах мін та виробництв.

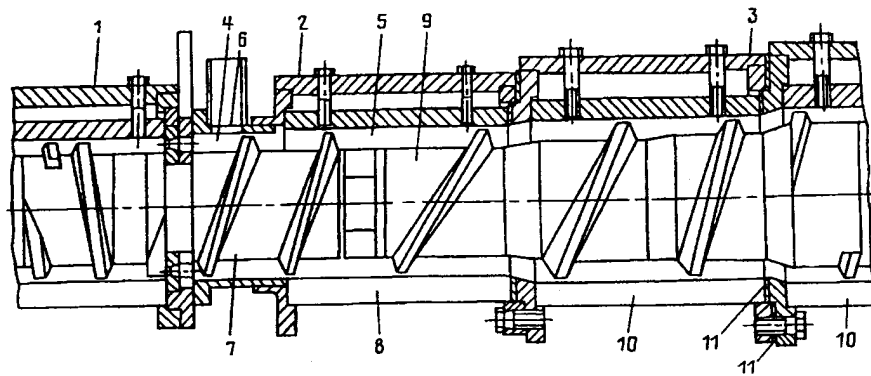


Рис. 3.3 Схема робочого органу масловіджимного агрегату

3.5 Опис конструкції та принцип дії машини та обґрунтування напрямку її удосконалення

Необхідність удосконалення конструкції машин досліджуваного класу полягає в тому, що людина завжди хоче мати більше, ніж зараз і науково – технічний прогрес ніколи не зупиняється на досягнутому. Удосконалювати можна різні фактори, починаючи з розмірів і закінчуючи ступінчастими шнековими валами. Спочатку дуже ретельно оглянути машину обрану для вдосконалення, т.к. кожна машина має свої переваги та недоліки. Треба помітити, що зробивши передчасний огляд конструкції машини, можна визначити в ній слабкі місця та обміркувати можливість удосконалення тієї чи іншої деталі. Навіть можна зробити патентний пошук, щоб на власні очі побачити конструкторські розробки та досягнення минулих років.

Необхідність удосконалення зростає тоді, коли зростає бажання підвищити продуктивність машини, тобто підприємець чи завод має достатньо вільних коштів на цей крок. Усім зрозумілий той факт, що машина зроблена за останнім словом техніки, працюватиме набагато ефективніше, ніж навпаки і приносить більший відсоток прибутку. Необхідно зауважити, що роль машин у переробці сільськогосподарської продукції полягає в тому, щоб зменшити відсоток людської роботи та підвищити рівень прибутку підприємства. Матимемо на увазі і той факт, який, удосконалюючи машини, ми згодом виграємо у будь-якому випадку. Так їм чином не потрібно вагатися, треба вдосконалювати.

Якщо удосконалюватимемо ці машини, то коефіцієнт їх корисної дії зросте, тим самим підвищуючи їх ефективність. А підвищення ефективності та якості продукції виведе нас на високий рівень світового ринку.

Ця конструкція має такі основні деталі як зварна станина; циліндричний редуктор з передатним числом, що відповідає частоті обертання шнекового валу; електродвигун; муфта, яка передає крутний момент від електродвигуна на редуктор; корпус, в якому розташований цілісний зєєрний циліндр, а в ньому цілісний шнековий вал; під корпусом в якому розташований зєєрний циліндр і шнековий вал знаходиться піддон із збиральною камерою для одержаного масла.

Для подачі сировини в прес служить поживний бункер, який подає сировину в шнекову камеру. Шнек переміщає масу в шнекову камеру, внаслідок чого відбувається її стискування. Віджате масло проходить через зєєє отвори корпусу і зливається в лоток. Відходи у вигляді макухи виходять назовні через вихідний отвір у дроселі (насадці).

Ця конструкція має досить Традиційний вигляд. На виготовлення необхідна невелика трудомісткість і невеликі вкладення коштів, порівняно з її продуктивністю.

Ці машини мають кілька проблем, які знижують їх продуктивність і підвищують витрати роботи та електричної енергії, такі як обертання м'ятки

разом зі шнеком, який веде до Рис.ої продуктивність; великий коефіцієнт у обертанні м'ятки, який залежить від великої подачі в завантажувальне вікно і від частоти обертання шнека, що веде до великих втрат масла, що залишається в м'ятці ; ще є ряд проблем, але хотілося б зупинитися на цих і зробити деякі вдосконалення , які призведуть до підвищення продуктивності преса і зниження коефіцієнта обертання . _

Розроблятимемо і вдосконалюватимемо вузол зе е р- шнека . Шнек обертається в зернистому циліндрі на осі обертання, яка збігається з першим. Якщо зробити на внутрішній поверхні зернистого циліндра пази, які будуть розташовані протягом послідовного переміщення насіння в пресі , можемо тим самим зменшити коефіцієнт обертання м'ятки разом зі шнеком за рахунок опору, який здійснюватиметься при проходженні насіння через пази, що може збільшити коефіцієнт перетирання насіння та дати більший відсоток отримання з них олії.

Пропонується зробити на внутрішній поверхні зернистого циліндра поздовжні пази, які знизять коефіцієнт обертання м'ятки разом зі шнеком і підвищать продуктивність машини.

Для захисту електродвигуна від перевантажень пропонується замість ланцюгового з'єднання встановити попереджувальну муфту, яка автоматично вимикає передачу. Це викликано тим, що виникнення максиРис.ьних навантажень може бути попередньо враховано. Серед попереджувальних муфт було обрано муфту зі штифтом зрізу .

3.6 Технологічний та конструкторський розрахунки параметрів пропонуваної машини

Розрахунок параметрів пресуючого вузла

Визначаємо пропускну здатність преса Q_M , кг/ год.:

$$Q_M = \frac{G}{t}, \quad (3.1)$$

де G - вага насіння, який необхідно перепрацювати в зміну, $G = 1180$ кг
 t_3 - Час роботи машини за зміну, $t_3 = 5$ годин .

$$Q_M = \frac{1180}{5} = 235 \text{ кг/час}$$

Продуктивність преса за насінням Q_M , кг /год , можна визначити з емпіричного рівняння [4]:

$$Q_M = 4,71 \cdot D_3 \cdot L_{ш} \cdot n \cdot (1 - \psi) \cdot \rho \cdot (1 - K_n), \quad (3.2)$$

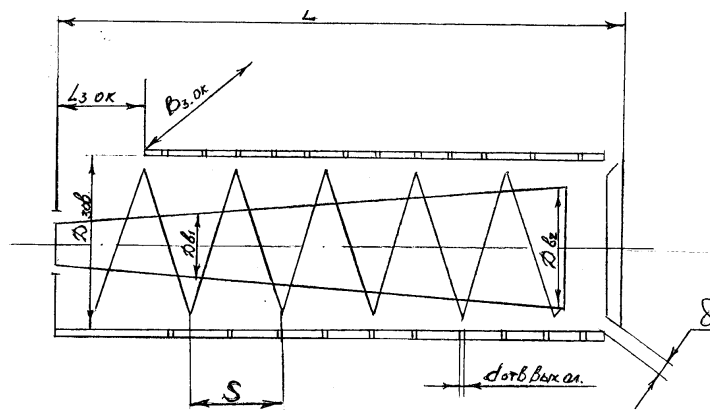


Рис. 3.4 Розрахункова схема

$$D_3 = \sqrt{\frac{Q_M}{4,71 \cdot L_{ш} \cdot n \cdot (1 - \psi) \cdot \rho \cdot (1 - K_n)}}, \quad (3.3)$$

де D_3 - Зовнішній діаметр шнека а , м;

$L_{ш}$ - довжина шнека , м;

n - частота обертання шнека , об/хв . , приймаємо: **$n=56$**

ρ - 'об'ємна маса насіння, кг /м $\rho_3 = 400 \dots 440$ кг /м 3 приймаємо: **400**

ψ - Коефіцієнт заповнення, $\psi = 0,287 \dots 0,550$, приймаємо: **0,5**

K_n - коефіцієнт повернення:

$Do_n = 0,731$

$$L_{ш} = 3 \cdot L_3, \quad (3.4)$$

де L_3 - Довжина зони завантаження, г.

$$L_3 = (3...4) \cdot S, \quad (3.5)$$

де S – крок шнеку, м, приймаємо:

$$L_3 = (3...4) \cdot 0,06 = 0,18...0,24 \text{ м}$$

Приймаємо $L_3 = 0,18 \text{ м}$

$$L_{ш} = 3 \cdot 0,18 = 0,54 \text{ м},$$

$$D_3 = \sqrt{\frac{235}{4,71 \cdot 0,54 \cdot 56 \cdot (1 - 0,5) \cdot 400 \cdot (1 - 0,731)}} = 0,175 \text{ м}$$

Визначаємо пропускну здатність машини [4]:

$$Q = Q_{ма} + Q_{шр}, \quad (3.6)$$

де Q_m - пропускну здатність по маслу, кг/год.;

$Q_{шр}$ - пропускну здатність по шроту, кг/год.

Визначаємо пропускну здатність по маслу вирівнювання:

$$Q_{ол} = Q_M \cdot K_{вых}, \quad (3.7)$$

де $K_{их}$ - коефіцієнт виходу, %:

$$K_{их} = 36,5 \%$$

$$Q_{ол} = 235 \cdot 0,365 = 85,8 \text{ кг/час}$$

Визначаємо пропускну здатність по шроту з рівняння

$$Q_{шр} = Q_M - Q_{ма}, \quad (3.8)$$

$$Q_{шр} = 235 - 85,8 = 149,2$$

$$Q_M = 3600 \cdot F \cdot U \cdot \rho, \quad (3.9)$$

$$F = \frac{\pi \cdot (D_3^2 - D_6^2)}{4}, \quad (3.10)$$

$$U = \frac{S \cdot n}{60} \cdot K_e \cdot K_n \quad (3.11)$$

З рівнянь (3.9), (3.10), (3.11) знаходимо внутрішній діаметр на початку

$D_{вн}$ м:

$$D_e^n = \sqrt{D_3^2 - \frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{D_3^2 - \frac{Q_M}{15 \cdot S \cdot n \cdot K_e \cdot K_o \cdot K_n \cdot \rho \cdot \pi}}, \quad (3.12)$$

де S - крок шнека, м:

$$S=0,06$$

n – частота обігу, об/ хв :

$$n=56$$

K_o – коефіцієнт, який враховує обертання продукту разом із шнеком, $K_o=0,7 \dots 0,75$, приймаємо $K_o=0,73$;

ρ - 'Об'ємна маса насіння, /кг м³ :

$$\rho=4003$$

K_v – коефіцієнт, який враховує товщину витків та його профіль, $K_v=0,7 \dots 0,9$, приймаємо $K_v=0,8$.

$$D_e^n = \sqrt{0,175^2 - \frac{235}{15 \cdot 0,06 \cdot 56 \cdot 0,8 \cdot 0,73 \cdot 400 \cdot 3,14 \cdot 0,73}} = 0,125 \text{ м}$$

Знівечень (3.6.9), (3.6.10), (3.6.11) знаходимо внутрішній діаметр в кінці $D_v^{до}$, м:

$$D_e^k = \sqrt{D_3^2 - \frac{Q_{шр}}{15 \cdot S \cdot n \cdot K_e \cdot K_o \cdot K_n \cdot \rho_{шр} \cdot \pi}}, \quad (3.13)$$

де $\rho_{шр}$ - об'ємна маса шроту', ркг /м³ =1000 .. 1800 кг /м³ приймаємо:

$$\rho=1000$$

$$D_e^k = \sqrt{0,175^2 - \frac{149,2}{15 \cdot 0,06 \cdot 56 \cdot 0,8 \cdot 0,73 \cdot 0,73 \cdot 400 \cdot 3,14}} = 0,145 \text{ м}$$

Знаходимо пропускну здатність олії [4]:

$$Q_{ол} = Z_1 \cdot \frac{\pi \cdot d_{отв}^2}{4} \cdot U_{ол} \cdot \rho_{ол}, \quad (3.14)$$

де $d_{отв}$ – діаметр отворів, м, приймаємо:

$$d_{отв} = 0,006$$

$U_{ол}$ – швидкість проходження олії, м/с, $U_{ол}=0,6 \dots 1,0$ м /с, приймаємо:

$$U_{ол} = 0,8$$

Z_1 – кількість отворів, прим.;

$\rho_{ол}$ - 'об'ємна маса олії, кг /м³, $\rho_{ол} = 960 \dots 970$ кг /м³ приймаємо :

$$\rho_{ол} = 970$$

З рівняння (3.6.14) знаходимо кількість отворів Z_1 :

$$Z_1 = \frac{4 \cdot Q_{ол}}{\pi \cdot d_{отв} \cdot U_{ол} \cdot \rho_{ол}}, \quad (3.15)$$

$$Z_1 = \frac{4 \cdot 85,8}{3,14 \cdot 0,006^2 \cdot 0,8 \cdot 970} = 48 \text{ шт.}$$

Приймаємо $Z_1 = 48$ шт.

Ширина вікна повинна бути такою, як зовнішній діаметр шнеку D_3

$$B_6 = D_3, \quad (3.16)$$

Приймаємо $Y = 0,175$ м

Довжина вікна L повинна бути не менше, ніж крок шнека в зоні завантаження, тобто

$$L_6 \geq S, \quad (3.17)$$

$$L_6 \geq 0,06 \text{ м}$$

Приймаємо $L = 0,08$ м

Розрахуємо питомий стиск насіння, P :

$$P = \frac{2,52 \cdot b \cdot \varepsilon^{6,5}}{e^{0,022 \cdot w}}, \quad (3.18)$$

де ε - Ступінь стиснення насіння, $\varepsilon = 15,75$ - щодо ширини вихідної щілини $\delta = 10$ мм ;

W - вологість насіння, %, $W = 14 \dots 16\%$, приймаємо :

$$W = 15$$

e - основа натуральних логарифмів;

b - емпіричний коефіцієнт, залежний від вологості насіння і температури їх смаження, $b = 0,001$ щодо температури смаження рівної 90 °С.

$$P = \frac{2,52 \cdot 0,001 \cdot 15,75^{6,5}}{e^{0,022 \cdot 0,15}} = 152156,7$$

Практичний ступінь стиснення за насінням у пресі розрахуємо з рівняння

$$\varepsilon_{nm}^{nm} = 0,97 \cdot [\varepsilon_{nm}^T - (21,8 - 1,16 \cdot \delta)], \quad (3.19)$$

де ε_{nm}^T - Теоретична ступінь стиснення насіння в пресі, $\varepsilon_{nm}^T = 15,75$;

$$\varepsilon_{nm}^{nm} = 0,97 \cdot [15,75 - (21,8 - 1,16 \cdot 10)] = 5,4$$

3.7 Кінематичний та енергетичний розрахунки машини

Розрахунки потужності, необхідної для стиснення насіння, N , кВт

$$N_p = \frac{b \cdot Q \cdot n}{e^{0,022 \cdot W} \cdot \rho^U} \cdot (\varepsilon_{nm}^{nm,5} - 1), \quad (3.20)$$

де Q – кількість насіння, що надходить у прес за 1 оборот шнека, кг/об:

$$Q=0,07$$

n – частота обертання шнекового валу, про/хв. :

$$n=56$$

b – емпіричний коефіцієнт, що залежить від вологості насіння і температури їх смаження , щодо температури смаження рівної 90 °С:

$$b = 0,001$$

e - основа натуральних логарифмів;

W – вологість насіння, % :

$$W=15\%;$$

ρ - Об'ємна 'маса насіння , кг /м³ : 400

U – швидкість проходження олії, м/с:

$$U=0,8$$

$$N_p = \frac{0,001 \cdot 0,07 \cdot 56}{e^{0,022 \cdot 0,15} \cdot 400^{0,8}} \cdot (5,4^{6,5} - 1) = 1,76 \text{ кВт}$$

З урахуванням к.п.д. трансмісії необхідна потужність складатиме:

$$N_E = \frac{N_P}{\eta}, \quad (3.21)$$

$$N_E = \frac{1,76}{0,75} = 2,35 \text{ кВт}$$

Для приводу вибираємо асинхронний електродвигун 4А100L4Р3 (ГОСТ 19523–81) потужністю **3 кВт** і частотою обертання **1420 об/хв.**, редуктор типу 1ЦУ-160-2-11У1 (ГОСТ 21356-85): номінальна частота обігу вихідного валу 56 об/хв., допустимий момент, що обертає **490 Н·м**.

Розрахунки запобіжної муфти

Для захисту електродвигуна від навантажень кінематична схема приводу включає запобіжну муфту, яка автоматично вимикає передачу. Це викликано тим, що виникнення максимальних навантажень може бути попередньо враховано. Серед запобіжних муфт було обрано муфту зі зрізаним штифтом.

Розраховуємо граничні значення обертових моментів машини та муфти.

$$T^{(i)}_{\text{маш}} = \beta \cdot T_{\text{ном}}, \quad (3.22)$$

де β - Коефіцієнт запасу, введений для того, щоб муфта не спрацювала при пускових навантаженнях:

$$\beta = 1,1 \frac{T_{\text{пуск}}}{T_{\text{ном}}} \quad (3.23)$$

Для асинхронного двигуна 4А100L4Р3 відношення $\frac{T_{\text{пуск}}}{T_{\text{ном}}} = 2,0$ [10].

$$\beta = 1,1 \cdot 2,0 = 2,2$$

$$T^{(i)}_{\text{маш}} = T_{\text{пред}} = 2,2 \cdot 490 = 1078 \text{ Н·м}$$

$$T^{(s)}_{\text{маш}} = \frac{N_e}{\omega} = \frac{30 \cdot N_e}{\pi \cdot n}, \quad (3.24)$$

де N_e - Потужність, необхідна для стиснення насіння, Вт;

n – частота обертання шнекового валу, об/хв.

$$T^{(s)}_{\text{маш}} = \frac{30 \cdot 2350}{3.14 \cdot 56} = 401 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T^{(s)}_{\text{муф}} = \frac{T^{(s)}_{\text{маш}}}{\gamma_{\text{зан}}}, \quad (3.25)$$

де $\gamma_{\text{зан}}$ - Коефіцієнт запасу, приймаємо $\gamma_{\text{зан}} = 1,1$.

$$T^{(s)}_{\text{муф}} = \frac{401}{1.1} = 365 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T^{(i)}_{\text{муф}} = \frac{T^{(s)}_{\text{муф}}}{\gamma_{\text{точ}}}, \quad (3.26)$$

де $\gamma_{\text{точ}}$ - Коефіцієнт точності спрацьовування муфти, приймаємо $\gamma_{\text{точ}} = 1,2$.

$$T^{(i)}_{\text{муф}} = \frac{365}{1,2} = 304 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Штифт виготовляємо зі сталей марки не нижче 45 із загартуванням. Втулка із 40Х, загартована до HRC 35 –40. Штифт повинен зрізатися під дією граничного моменту .

$$T_{\text{пред}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot R \cdot z \cdot \tau_e, \quad (3.27)$$

де d - Діаметр штифта в небезпечному перерізі, м;

R - радіус кола, на якому знаходяться осі штифтів, м, приймаємо:

$R=0,08$

z – число штифтів, шт., приймаємо:

$z=1$

τ_e – межа міцності на зріз, $\tau_e \approx 0,7 \cdot \sigma_e \approx 0,7 \cdot 1450 = 1015 \text{ МПа}$

Визначаємо діаметр штифта в небезпечному перерізі, м:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot T_{\text{перед}}}{\pi \cdot R \cdot z \cdot \tau_s}}, \quad (3.28)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1078}{3.14 \cdot 0.08 \cdot 1 \cdot 1015 \cdot 10^6}} = 0.004 \text{ м}$$

Вибираємо штифт діаметром 4 мм та довжиною 30 мм; а втулку діаметром 15 мм.

3.8 Розрахунки на міцність відповідальних деталей машини

Розрахунки на міцність валу

Визначимо момент, що крутить, який передає деталь [11]:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (3.29)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 56}{30} = 5,86 \text{ рад / с}$$

$$M = \frac{N}{\omega}, \quad (3.30)$$

$$M = \frac{2350}{5,83} = 401 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Розрахунок на міцність валу в небезпечному перерізі [11]:

$$0,2 \cdot d^3 = \frac{M}{\tau}, \quad (3.31)$$

де τ - Припустиме значення напруги:

$$\tau = 30 \text{ МПа}$$

З формули (3.8.3) визначаємо мінімальний діаметр валу в небезпечному перерізі :

$$d = \sqrt[3]{\frac{0,2 \cdot M}{\tau \cdot 10^6}}, \quad (3.32)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{0,2 \cdot 401}{30 \cdot 10^6}} = 0,014 \text{ м}$$

Розрахунки та вибір підшипників

Для того щоб вибрати підшипники які б відповідали частоті обертання шнека і тривалості роботи цієї машини, треба розрахувати осьові та радіальні навантаження які діють на нього.

Виходячи з того, що осьова сила буде складатися з сили тертя F_1 , що виникає при переміщенні матеріалу по зері і сили F_2 від тиску макухи на шнек, розрахуємо ці показники і отримаємо осьове навантаження .

силу тертя F_1 , що виникає при переміщенні матеріалу по зеру з рівняння, Н:

$$F_1 = f(P_1 + G \cdot \cos \beta \cdot \cos \varphi) \cdot g \quad (3.33)$$

де f - коефіцієнт тертя, $f = 1,68 \dots 1,8$, приймаємо :

$$f = 1,7$$

β - Кут нахилу шнека :

$$\beta = 0$$

φ - Кут природного откоса , $= \varphi 35 \dots 40^\circ$, приймаємо:

$$\varphi = 35^\circ$$

g - прискорення вільного падіння, м/с^2 :

$$g = 9,81$$

P_1 – відцентрова сила , що притискає матеріал до зеру , Н ;

G – маса матеріалу, який під час роботи заповнює простір між шнеком та зером, кг.

Визначимо масу матеріалу, який під час роботи заповнює простір між шнеком і зером :

$$G = \frac{\pi \cdot [(D + 2\lambda)^2 - d^2]}{4} \cdot L \cdot \psi \cdot \gamma, \quad (3.34)$$

де D – зовнішній діаметр, м:

$$D = 0,175$$

d – внутрішній діаметр, м:

$$\mathbf{d = 0,145}$$

L – довжина шнеку, м:

$$\mathbf{L = 0,54}$$

ψ- Коефіцієнт заповнення, $\psi = 0,95 \dots 1$, приймаємо:

$$\mathbf{\psi = 1}$$

γ - Питома маса макухи, кг/м^3 $\gamma = 1800 \dots 2000$ кг/м^3 приймаємо:

$$\mathbf{\gamma = 1900}$$

λ- Проміжок між витком шнеку і зеєром, мм, $\lambda = 0,5 \dots 1$ мм, приймаємо:

$$\mathbf{\lambda = 1}$$

$$G = \frac{3,14 \cdot [(0,175 + 2 \cdot 0,001)^2 - 0,145^2]}{4} \cdot 0,54 \cdot 1 \cdot 1900 = 8,05 \text{ кг}$$

Розрахуємо відцентрову силу, яка притискає матеріал до зеєру [11]:

$$P_1 = \frac{G \cdot v_{ом}^2}{R} \quad (3.35)$$

де **R** - радіус шнека, м:

$$R = \frac{D}{2} = \frac{0,175}{2} = 0,0875 \text{ м}$$

v_{ом} - окружна швидкість матеріалу, м/с

$$v_{ом} = \omega \cdot R = \frac{\pi \cdot n \cdot D}{2 \cdot 30} \quad (3.36)$$

n – частота обертання шнекового валу, об/хв.:

$$\mathbf{n = 56}$$

$$v_{ом} = \frac{3,14 \cdot 56 \cdot 0,175}{2 \cdot 30} = 0,51 \text{ м/с}$$

$$P_1 = \frac{8,05 \cdot 0,51^2}{0,0875} = 24 \text{ Н}$$

$$F_1 = 1,7 \cdot (24 + 8,05 \cdot 1 \cdot 0,82) \cdot 9,81 = 510 \text{ Н}$$

Розрахуємо силу від тисняви макухи на шнек із уравнення [11]:

$$F_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P, \quad (3.37)$$

де P - питомий стиск насіння, Па:

$$P = 152157$$

$$F_2 = \frac{3,14 \cdot 0,175^2}{4} \cdot 152157 = 3658 \text{ Н}$$

Тоді осьова сила, що діє на підшипник дорівнюватиме:

$$F_a = F_1 + F_2, \quad (3.38)$$

$$F_a = 510 + 3658 = 4168 \text{ Н}$$

За радіальним навантаженням вибираємо [8] підшипник 309 за ГОСТ 8338-75. Його характеристика:

- $d = 45$ мм;
- $D = 100$ мм;
- $B = 25$ мм;
- $Z = 31100$ Н.

За осьовим навантаженням вибираємо підшипник 8207 за ГОСТ 6874-75. Його характеристика:

- $d = 35$ мм;
- $D = 62$ мм;
- $H = 18$ мм;
- $Z = 35100$ Н.

У розділі на основі проведеного аналізу існуючих видів шнекових пресів для віджиму олії, обґрунтована необхідність удосконалення масляного преса безперервної дії з метою підвищити ефективність роботи, яка особливо важлива для Рис.их підприємств.

Проаналізувавши існуючі конструкції, а також авторські свідоцтва та патенти для цього класу машин, було обґрунтовано конструктивну схему масляного преса, а також принцип дії її після вдосконалення.

В результаті проведення технологічних, конструкторських, кінематичних та енергетичних розрахунків визначено основні та режими роботи шнекового робочого органу та елементи кінематичної схеми води .

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Апробація вимірювального макету контролю дисперсності соняшникової олії на базі лазерного дифрактометра ВДЛ-1М

Контроль розмірних спектрів мікрогенних структур олійної дисперсної фази можна здійснювати за допомогою оптичних засобів, що застосовують методи розсіяного світла, поляризації та лазерної дифракції. У разі застосування методу лазерної дифрактометрії, в якості джерела збуджуючого випромінювання використовується монохроматичний лазерний промінь червоного або ближнього інфрачервоного діапазонів довжин хвиль (640-780 нм) що дозволяє діагностувати розмірні фракції в олійній дисперсній фазі від 0,1 до 100 мкм зразку [5].

Для забезпечення експрес-метрії мікрогенного стану соняшникової олії на окремих ланках процесу її виробництва нами було застосовано лазерний вимірювач дисперсності ВДЛ-1М розроблений колективом кафедри наукових, аналітичних та екологічних приладів та систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Даний вимірювальний засіб використовує залежність інтенсивності розсіяного лазерного випромінювання від кута розсіювання θ , тобто функцію $I = I(\theta)$. При цьому тривалість хвилі лазерного лучу після розсіювання не змінюється. Має місце так зване пружне розсіяння. В основі даного дифракційного методу лежить просте співвідношення для тривалості хвилі та відстані між розсіюючими частинами [26].

Для отримання масиву даних що відповідає концентраціям та розмірним спектрам супутніх часток олійної природи та мілко дисперсних домішок олії на інтервалі розмірів 0,5-50 мкм нами було застосовано макет вимірювальної установки на базі лазерного вимірювача дисперсності ВДЛ-1М, оптична схема якого показана на рис. 3.1 [1, 5].

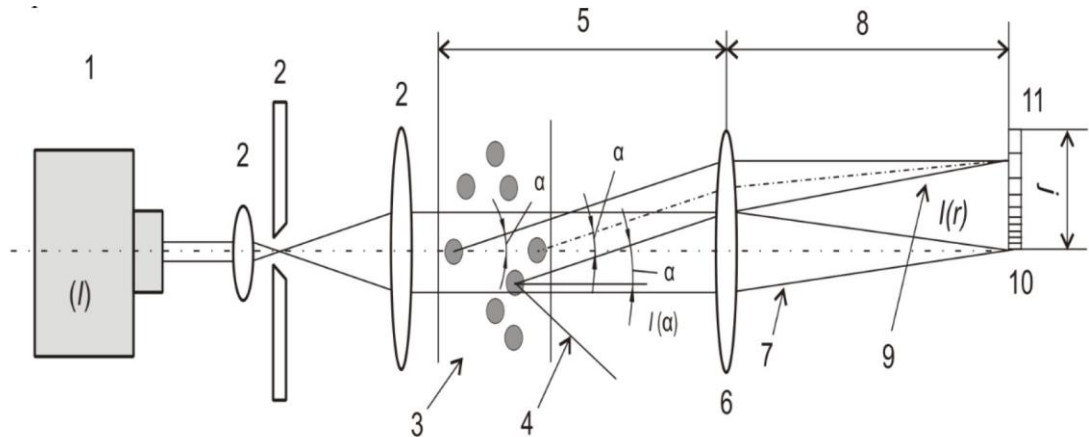


Рис.4.1. Оптична схема лазерного вимірювача дисперсності ВДЛ-1М: 1 - джерело лазерного випромінювання; 2 - модуль обробки лазерного випромінювання, 3 - частинки, 4 - розсіяне світло, не зібране лінзою (6); 5 - робоча відстань лінзи (6); 6 - лінза Фур'є; 7 - прямий промінь; розсіяний промінь, 10 - детектор затемнення, 11 - багатоелементний детектор [5]

Лазерна вимірювальна система дозволяє відслідковувати рівень забруднення соняшникової олії та відхилення від допустимої кількості мікрогенних часток у зразках. На основі отриманих даних з'являється можливість розрізняти природу домішок, виявляти рівні концентрацій розмірних фракцій у олійній дисперсній фазі. Вимірювач дисперсності «ВДЛ-1М» призначений для вимірювання середнього діаметра ($\bar{D}_{\text{ауг}}$), лічильної ($K_{\text{гт}}^3$), об'ємної концентрації ($\hat{C}/0$) Рис.орозмірних частинок.

Розсіяне випромінювання реєструється під кутом розсіювання до 45° . Такий угол розсіювання обраний з метою мінімізації помилок у показаннях лічильників. Рахункова концентрація розраховується як кількість імпульсів (подій) n при проходженні частинок у робочому обсязі за певний період години T .

У процесі експериментальних досліджень були проведені вимірювання показників дисперсності соняшникової олії на різних етапах її виробництва експериментальним вимірювальним макетом на базі лазерного вимірювача дисперсності ВДЛ-1М (рис.3.2).

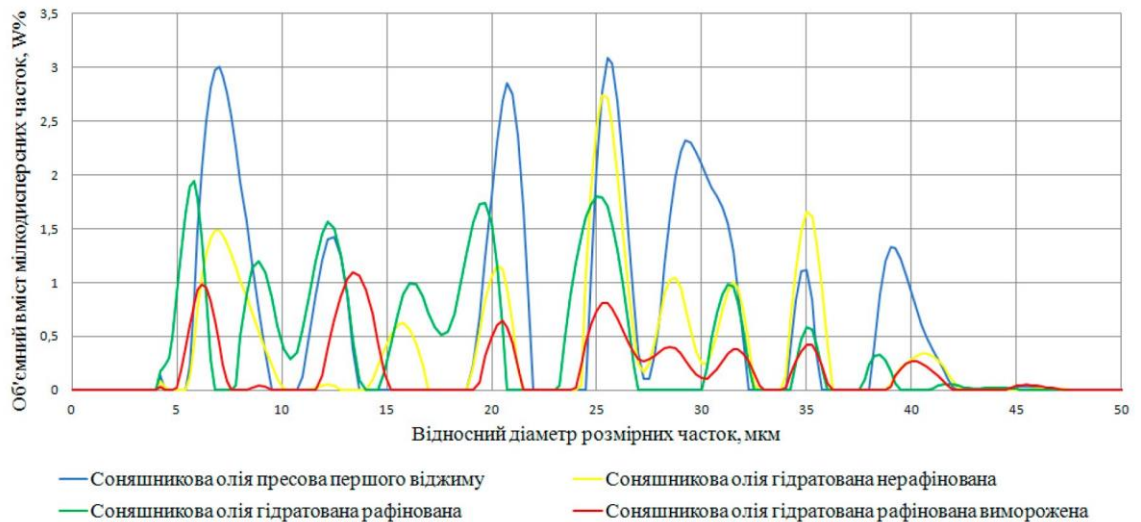


Рис.4.2. Характеристичні розмірні спектри соняшникової олії на окремих етапах її виробництва.

Вимірювання проводилися шляхом реєстрації дифракційної картини лазерного лучу із довжиною хвилі 768 нм що пройшла через масляну дисперсну фазу з наявними в ній твердими мілкодисперсними частками з подальшою обробкою отриманого сигналу за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення. Зразки соняшникової олії для проведення вимірів були надані колективу кафедри НАЄПС НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» українським виробником товарної соняшникової олії в рамках договору про співпрацю.

Виміряні за допомогою лазерного дифрактометра розмірні спектри соняшникової олії на окремих етапах її виробництва (рис. 3.2) показують чітку зміну середнього діаметра $\langle d_{\text{ауг}} \rangle$ та об'ємної концентрації $\langle \phi \rangle$ Рис.орозмірних частинок. Було встановлено, що найбільша кількість часток типових розмірів у діапазонах 5-10 та 20-35 мкм була присутня у соняшниковій олії прямого віджиму. Дані зразки соняшникової олії є найменш очищеними, містять мілко дисперсні частинки лушпиння та сторонні не олійні домішки.

Були проведені мікроскопічні дослідження зразків соняшникової олії, що пройшли рафінацію та заключну операцію відбілювання в лабораторних умовах (рис. 4.3-4.4)

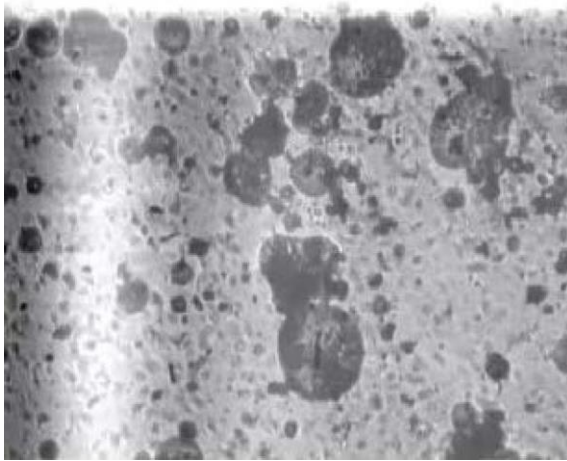


Рис. 4.3 - Соняшникова персова
першого віджиму

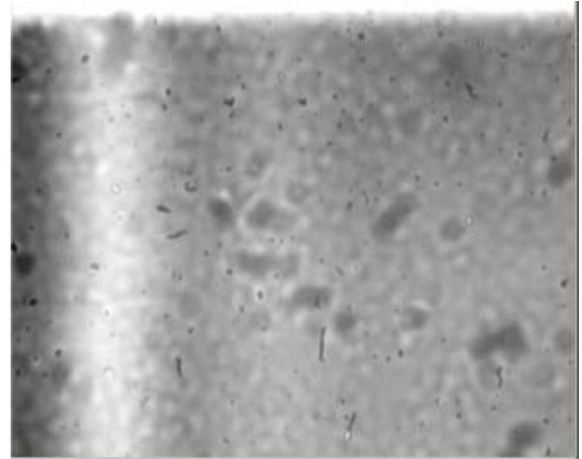


Рис. 4.4 - Соняшникова олія рафінована
гідратована

В результаті мікроскопічних досліджень зразків соняшникової олії були візуально виявлені агломерати супутні речовин ліпідної природи, що добре видно на рис. 3.3. Після проведення стадійного очищення соняшникової олії в процесі рафінації було отримано дисперсну олійну систему без наявності сторонніх включень

У процесі проведення послідовних операцій гідратації, рафінації, дезодорації та виморожування із стадійною фільтрацією на мембранних фільтрах у кожному технологічному процесі сторонні не олійні домішки частинно видаляються. Соняшникова олія гідратована рафінована виморожена містить менше у 8 разів за обсягом кількість сторонніх домішок у розмірному діапазоні 5-50 мкм у порівнянні з олією пресою прямого віджиму. Дисперсні характеристики зразків соняшникової олії проводилися із інтервалом у 4 хвилини.

4.2. Вимірювання дисперсності соняшникової олії у технологічному процесі рафінації

Описану у попередніх розділах технологія рафінації та дезодорації дезодорації соняшникової олії можна розбити на окремі ланки технологічної цепочки. Такими ланками є: гідратація; вінтеризація; нейтралізація; відбілювання. Усі ланки розділені технологічно і шкідлива ланка вимагає свого набору обладнання, своїх температурних режимів та апаратів очищення.

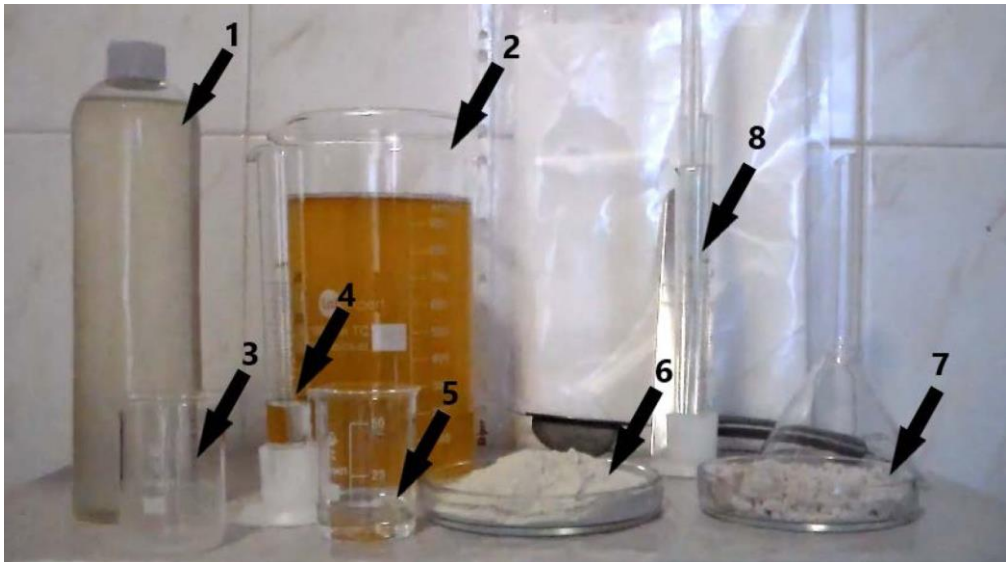


Рис.4.5 - Інструментальне обладнання для забезпечення процесу прямої рафінації соняшникової олії в лабораторних умовах: 1- реагент-коагулянт 1 (РК 1); 2 - фільтрована олія; 3 - 25% розчин лугу (КаОН); 4 – вода; 5 - лимонна кислота; 6 – вибільна глина; 7 – перліт; 8 - допоміжне обладнання.

У процесі проведення всіх стадій прямої рафінації соняшникової олії супутні олійні речовини та домішки залишаються на фільтрі у фільтраті і це основне перевага перед стандартними схемами. Опис технології прямої рафінації у лабораторних умовах наведено на рис. 4.5:

1. Олію з температурою 12-15°C поміщаємо у ємність для коагуляції. Туди ж, при постійному перемішуванні подається вода, у кількості до 1%, від загальної кількості олії; реагент-коагулянт 1 (РК 1), у кількості 250 мг/кг соняшникової олії



Рис. 4.6 - Розчиняємо реагент-коагулянт (РК 1) у воді, перемішуємо та додаємо цей розчин у відфільтровану олію, після чого перемішуємо 30 хв. (рис. 3.6).

2. Перемішуємо отриману суміш на протязі 30-40 хв. В результаті відбувається процес гідратації та вінтеризації.

3. Далі в отриману суміш олії та реагенту вводять розрахункова кількість 25%-го розчину лугу (NaOH) при перемішуванні з тією ж швидкістю (рис. 3.7).



Рис. 4.7 Олійна емульсія із рочином лугу (CaOH).

4. Перемішування триває 30-40 хв.

5. Потім додається розрахункова кількість 10%-ного розчину лимонної кислоти (рис. 3.8). Перемішування триває протягом 15 хвилин



Рис. 4.8 - Лужний розчин олії після додавання лимонної кислоти.

6. Відбілювання соняшникової олії проводиться після обробки лимонною кислотою. У коагулятор при перемішуванні подається вибільна глина, у кількості 5-7 мг на кг олії. Перемішування триває 15-20 хвилин. Суміш олії та глини фільтрують на попередньо намитий перлітом фільтр. При фільтрації масло освітлюється і звільняється від глини та речовин, які обумовлюють колір, а також від гідрофузії та восків (рис. 4.9).

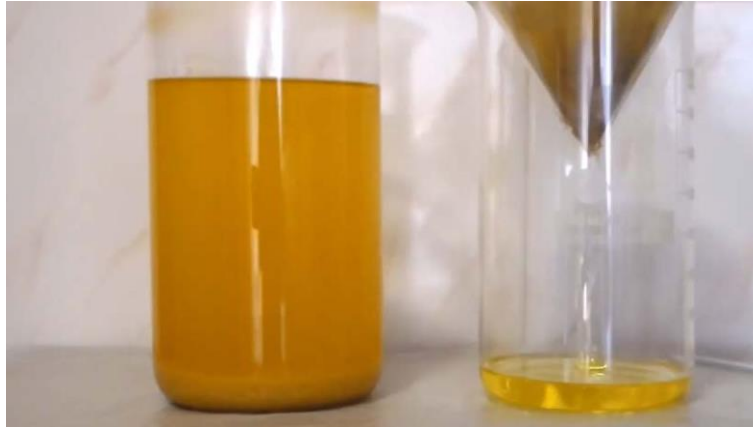


Рис. 4.9 - Відбілювання соняшникової олії на перлітовому порошокі.

У вирву з фільтрованим папіром, де знаходиться перліт, ми заливаємо розчин який ми зробили раніше та чекаємо доки він відфільтрується. Після основного фільтру олія проходить фільтр для видалення слідів глині та перліту. В результаті одержуємо масло із кольоровим числом 7-10 мг йоду.

Перевагою даного варіанту прямої рафінації олії є можливість проведення всього процесу в одному апараті.

В іншому варіанті відбілювання, оброблена лимонною кислотою масло надходить у теплообмінник-рекуператор для підігріву до 40-50°C. Далі ми проводимо процес відбілювання олії. Для цього нам потрібна олія з температурою 50 С, залишок перліту з олією, відбілювальна глина (рис. 3.10).



Рис. 4.10 Відбілювання соняшникової олії при нагріванні.

Цей розчин заливаємо у вирву із залишком перліту та олії та в результаті одержуємо відбілену олію (рис. 4.11).

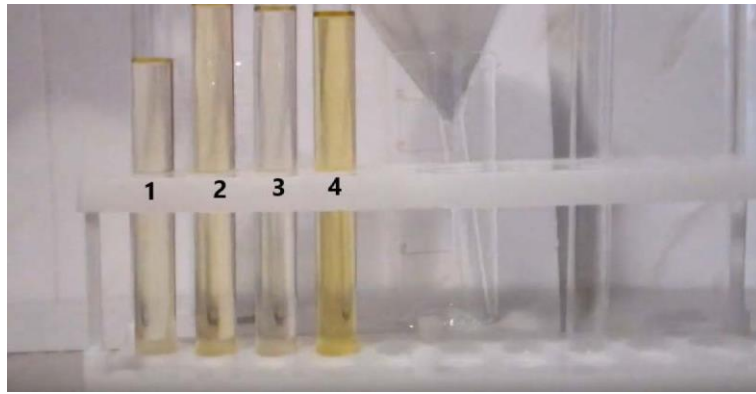


Рис. 4.11 - Зразки олії різного видового складу: 1 - відбілена олія (холодний метод); 2 - рафінована олія із магазину українського виробника; 3 - відбілена олія (гарячий метод); 4 - невідбілена соняшникова олія.

Були проведені порівняльні виміри показників дисперсності наведених на рис. 3.11 зразків соняшникової олії, результати яких наведені на рис. 3.12.

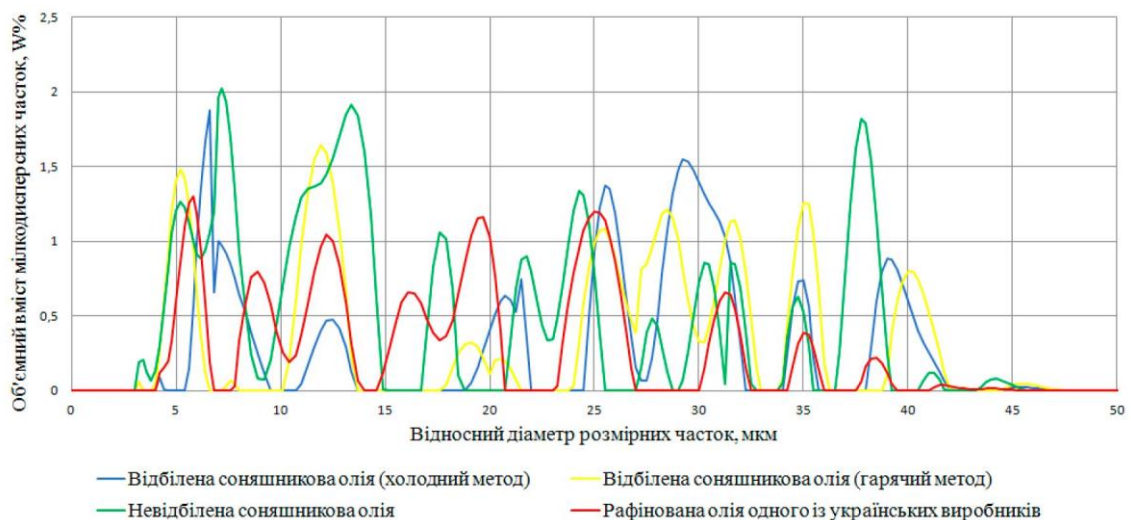


Рис. 4.12 - Характеристичні розмірні спектри зразків соняшникової олії, що пройшли рафінацію за різними методами.

Наведено на рис. 4.12 показники розмірних спектрів доводять ефективність контролю рафінації соняшникової олії в лабораторних умовах та корелюють із показниками дисперсності зразка комерційної соняшникової олії (соняшникова олія рафінована виморожена дезодорована марки П).

Розмірні включення соняшникової олії після проведення лабораторних методів холодної та гарячої рафінації знаходилися в діапазоні об'ємних концентрацій (до 2% у діапазоні 5-50 мкм) що відповідають показникам промислової рафінації соняшникової олії.

Розглянутий у рамках досліджень засіб та методика контролю дисперсності соняшникової олії дозволяє проводити виміри в автономному режимі безпосередньо в окремих технологічних процесах із передачею вимірювальної інформації по віддалених каналах зв'язку, з подальшою обробкою та аналізом даних безпосередньо в лабораторії.

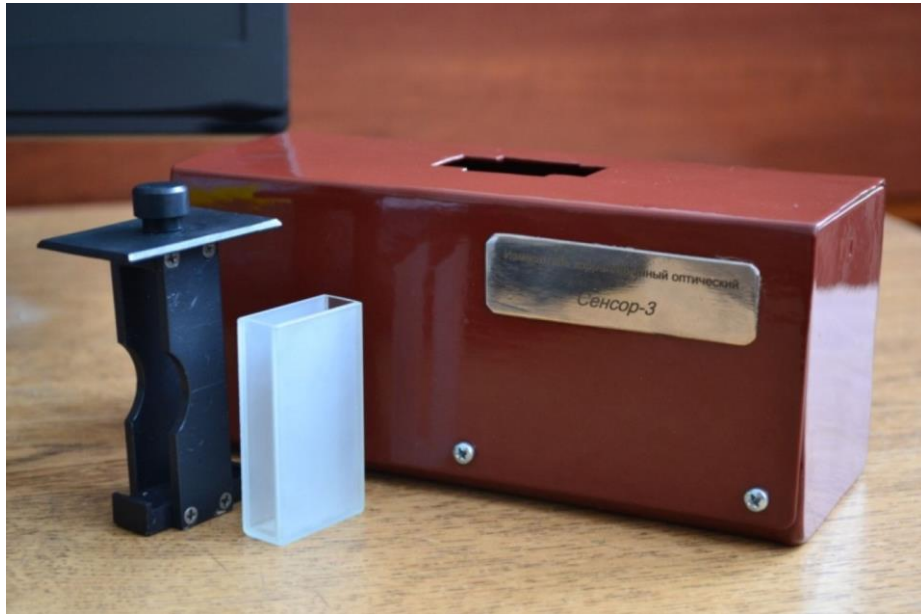


Рис. 4.13. Загальний вигляд вимірювача "Сенсор-Л" [22].

Дані про розподіл розмірних спектрів у вигляді графіків та електронних карток заданого масштабу можуть виводитися після кожної робочої зміни, а також забезпечують об'єктивний контроль показників соняшникової олії в режимі реальної години. Таким чином з'являється можливість включення вимірювального засобу на основі лазерного вимірювача дисперсності ВДЛ-1М безпосередньо в технологічний процес виробника.

4.3 Контроль показників люмінесценції зразків соняшникової олії у технологічному процесі очищення

Апробація вимірювального модуля для визначення спектрів люмінесценції соняшникової олії проводилися з використанням оптичної системи та окремих вузлів вимірювача «Сенсор-Л» (рис 4.14).

Загальну будову люмінесцентного УФ-спектрофотометра «Сенсор-Л» можна представити у вигляді блок-схеми (рис. 4.14):

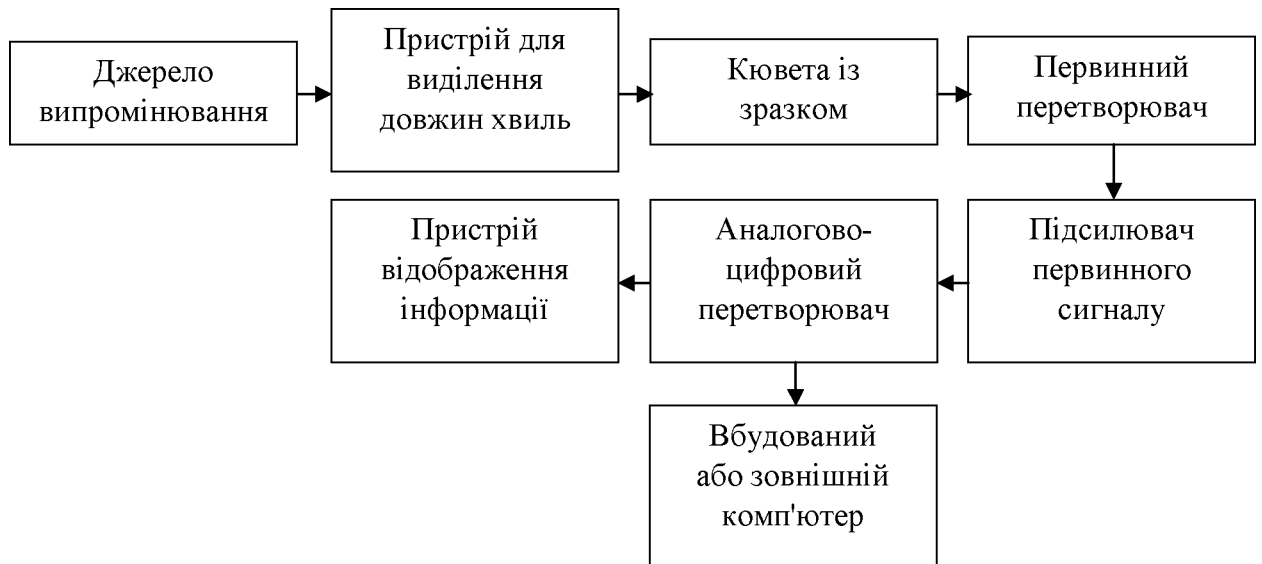


Рис.юнок 4.14. Структурна схема люмінесцентного УФ-спектрофотометра «Сенсор-Л»

Даний вимірювальний засіб використовує метод визначення нітратів та нітритів у водах з використанням газової екстракції діоксиду азоту та детективації за світлом розчину люмінолу, що має межі виявлення нітратів у розчинах $0,03 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 3.15) [19].

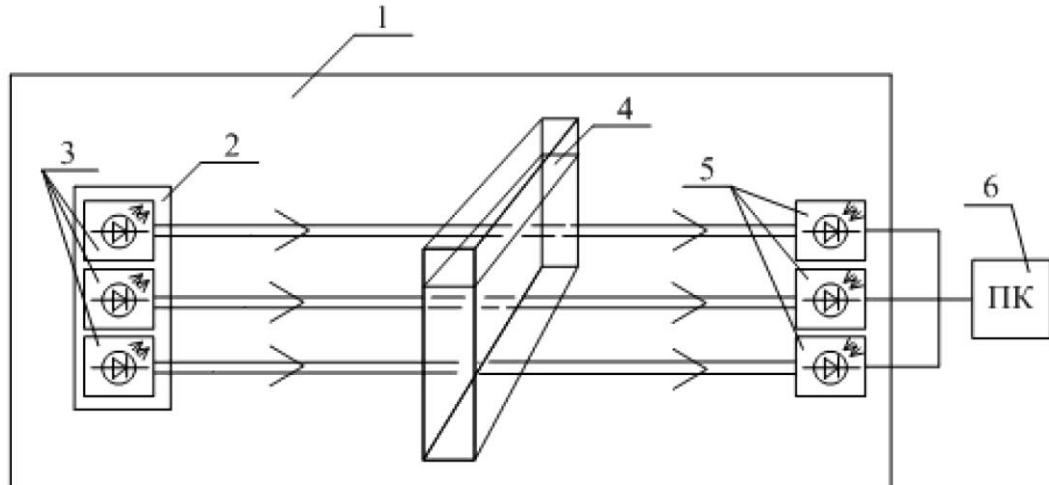


Рис. 4.15. Схематичне зображення пристрою для фотометричного визначення нітратів: 1 – корпус пристрою; 2 - модуль з джерелом УФ-випромінювання; 3 – УФ-світлодіоди; 4 – кювета; 5 – фотоприймачі; 6 – модуль обробки (ПК) [19].

Представлений досвідчений зразок пристрою для визначення концентрації нітратів (рис. 3.14) включає корпус із встановленими всередині модулем із джерелом УФ-випромінювання на трьох длинах хвиль, кюветою та модулем із фотоприймачами. Обробка результатів вимірювань дозволяє визначити

концентрацію тих домішок, на які налаштовано прилад, та передавати інформацію на віддалений пункт збору інформації.

У розглянутому пристрої використано УФ-випромінювач (1) з робочою вихідною потужністю 800 мВт в області 60 градусів, оптична формуюча система - короткофокусний об'єктив (2), кварцова кювета (3) з оптичним ходом до 10 мм. Реєстрація квантового відгуку люмінесценції здійснюється за допомогою напівпровідникового Рис.ошумного фотоприймача TEM05080X01 фірми "У^ау" (5) з аналого-цифровою обробкою (6). Даний вимірювач дозволяє використання обрізуючих світлофільтрів УФ-та видимого діапазону довжин хвиль. Використання світлофільтрів для вимірювання люмінесценції забезпечує більш чистий спектр і відповідно достовірний результат вимірювання. Схематичне зображення оптико-механічного модуля для люмінесцентної спектроскопії зображено на рис.4.16.

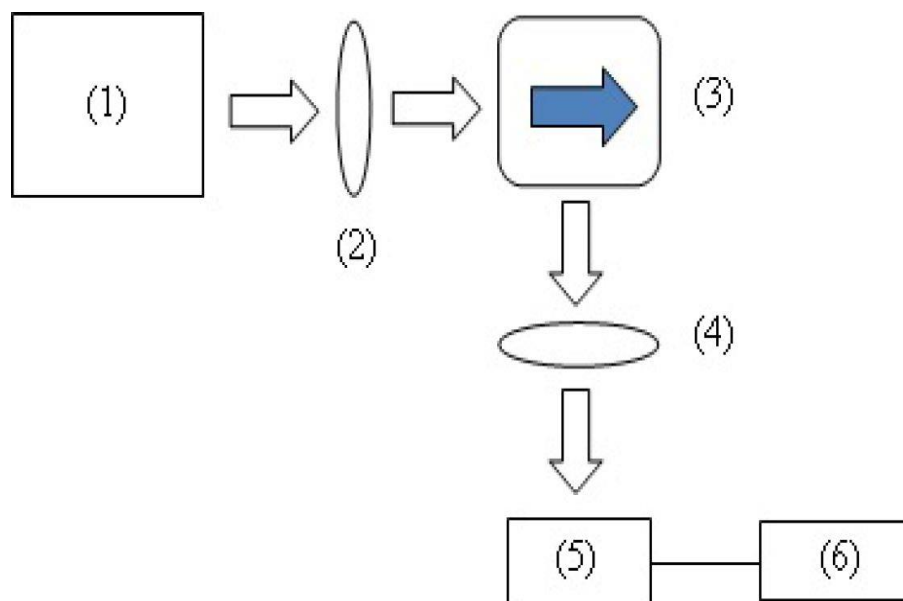


Рис 4.16 - Функціональна схема 1-го каналу вимірювача «Сенсор-Л»

Фотодіодний приймач ЕМБ5080Х01 є монолітним фотодіодом із можливістю підключення трансімпедансного підсилювача на виході. Комбінація фотодіода і підсилювача усуває високочастотні шуми, і дозволяє отримати прокращення частотної характеристики внаслідок усунення паразитних ємностей. Вихідна напруга лінійно збільшується з інтенсивністю світла. Підсилювач призначений для роботи з одним або із двома джерелами живлення.

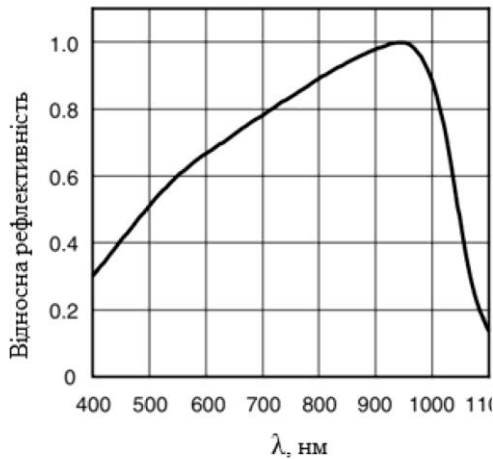


Рис. 4.17 - Спектральна чутливість фотодіоду БМБ5080Х01.

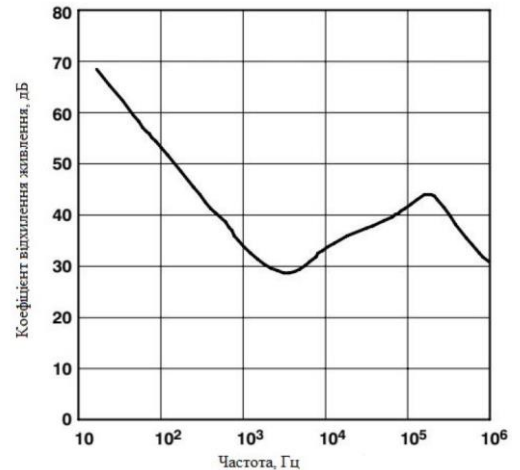


Рис. 4.18 - Коефіцієнт частотних спотворень фотодіодного детектору.

Розрізняють два режими роботи ФД: фотодіодний – зі зворотним зміщенням та фотогоальванічний чи вентильний – без зовнішнього джерела живлення [15].

У фотодіодному режимі фотодіод працює в режимі фотопровідності, що забезпечує добру лінійність характеристик та низьке значення темнового струму. ЕМБ5080Х01 працює з напругами від 1,8 до 5 В і його темновий струм становить всього 100 нА. Діапазон напруги на виході фотодіодного детектора при включенні у фотодіодному режимі становить 1,4-3,2 В. Температурний діапазон роботи фотодіодного приймача становить від 0° до 70°C

Найчастіше застосування на практиці фотодіодного режиму роботи застосовується як з реєстраторами постійного, так і змінного струму. У нашому випадку використано ФД ЕМБ5080Х01 із Рис.им темновим струмом, що дозволяє виключити додаткові пристрої компенсації темнового струму та його значний температурний дрейф таким чином використано схему реєстрації вимірювального

сигналу по напрузі, показану на рис. 4.19 а.

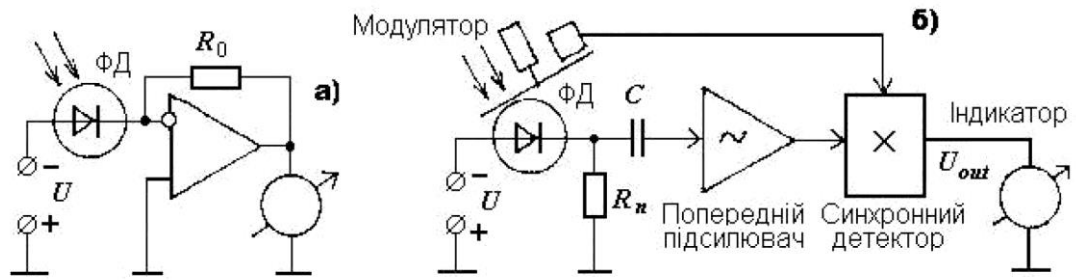


Рис. 3.19 – Схеми включення ФД у фотодіодному режимі: а) – за постійним струмом, б) – з використанням модулятора [15].

Проведено якісний люмінесцентний аналіз зразків соняшникової олії різного сортового складу та технології виготовлення на основі форми спектрів досліджуваної суміші речовин із формою спектру індивідуальних сполук, які можуть входити до складу досліджуваної суміші. Для ідентифікації флуоресціюючих речовин найбільше значення мають положення максимуму, наявність та характер тонкої структури спектрів, півсмуга флуоресценції. Важлива особливість флуоресценції суміші декількох з'єднань полягає в тому, що спектр суміші змінюється при зміні довжини хвилі збудження, оскільки при різних довжинах хвиль можуть переважно збуджуватися різні сполуки.

З загальної кількості поглинених фотонів частина, що дорівнює квантовому виходу флуоресценції η , висвітиться зразком у різних напрямках і в усій спектральній області люмінесценції. Зі світлового потоку за допомогою світлофільтрів або монохроматора можна виділити і сфокусувати на приймач світла світловий потік, який буде зареєстрований у вигляді фототоку:

$$I_{\text{люм}} = I_0 K - (1 - T) - \eta . \quad (4.1)$$

Таким чином, інтенсивність люмінесценції $I_{\text{люм}}$ пропорційна інтенсивності збуджуючого світла I_0 , квантовому виходу люмінесценції η , коефіцієнту поглинання світла $(1 - T)$. Коефіцієнт пропорційності K залежить від тілесного кута, в межах якого зібрано світло люмінесценції, ширини спектру, що обрізається

монохроматором або світлофільтром спектральної області пропускання монохроматора або світлофільтру і чутливості приймача світла (рис. 4.19).

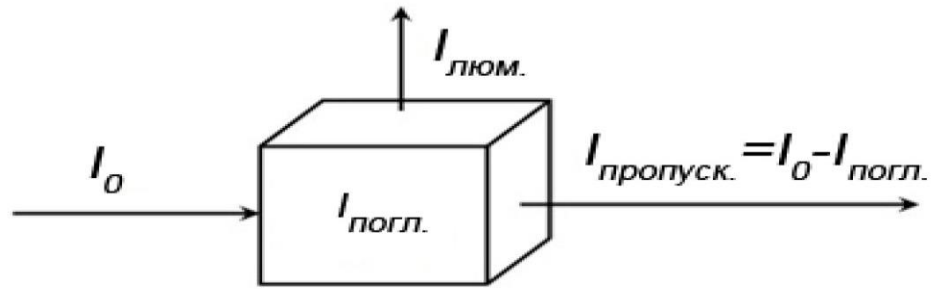


Рис. 4.20 - Схема збудження люмінесценції у досліджуваних сполуках.

Якщо збудження люмінесценції здійснюється монохроматичним світлом, що виділяються за допомогою монохроматора, то з'являється можливість виміряти залежність інтенсивності люмінесценції від тривалості хвилі збуджуючого світла.

Були проведені порівняльні виміри характеристичних спектрів люмінесценції соняшникової олії на різних технологічних етапах її виробництва (рис. 3.41). Були застосовані зразки олії пресової першого віджиму неочищеної, та зразки олії що пройшли етапи стадійної рафінації. Показники дисперсності даних зразків було наведено на рис. 4.2.

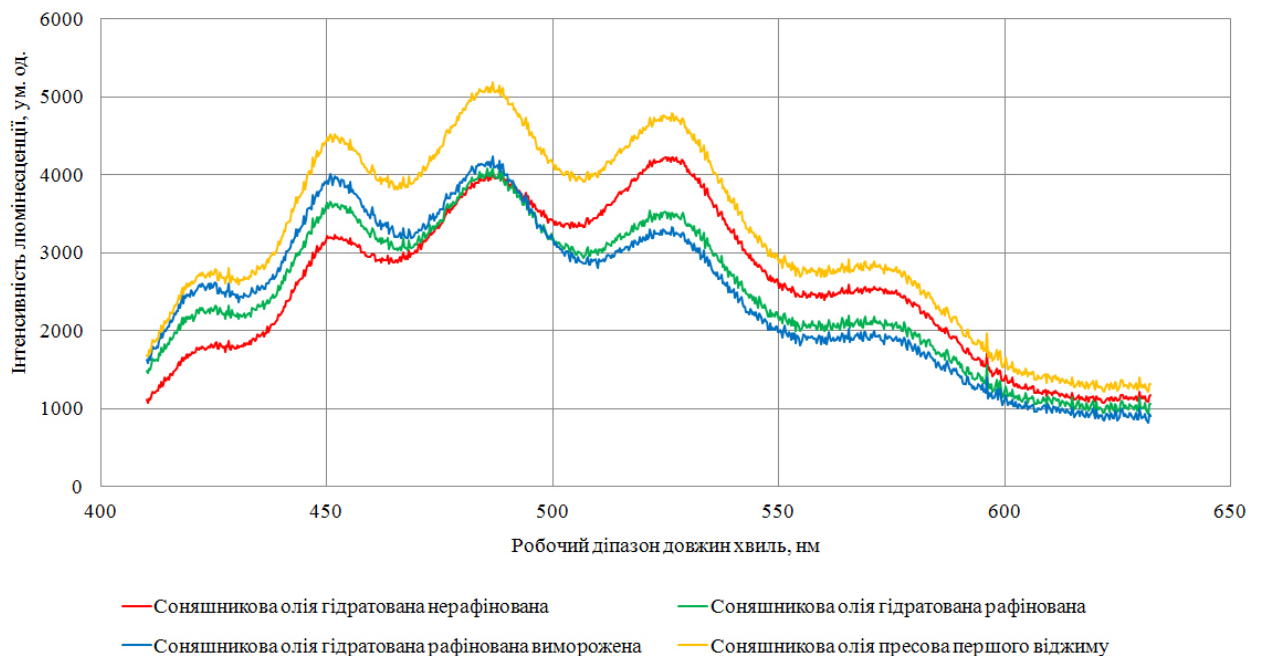


Рис. 4.20 Характеристичні спектри люмінесценції зразків соняшникової олії на різних етапах технологічного процесу виготовлення.

Вимірювання проводилися за допомогою напівпровідникового Ріс.ошумного фотоприймача TEMD5080X01 фірми "Vishay" вимірювальним модулем на базі люмінесцентного вимірювача "Сенсор-Л". Інтенсивність люмінесценції вимірювалася в одиницях пропорційності, що відповідали зміні значення напруги на виході фотодетектора (10 од. інт. = 0,03 В) у робочому діапазоні фотодетектора $U = 5,0-35,0$ В, при темновому струмі фотодетектора 15 мА та частотному діапазон роботи $f^{\text{г.}} = 10-10^3$ Гц. В даному випадку весь відносний динамічний діапазон можливих значень напруги на виході фотодетектора складав 10000 відносних одиниць.

Характеристичні спектри квантового виходу люмінесценції зразків мають чіткі відмінності в системі координат «інтенсивність люмінесценції – робочий діапазон довжин хвиль». Дана методика доцільна до застосування у разі визначення сортових відмінностей зразків соняшникової олії у вибраних технологічних процесах, в умовах реальної години на виробництві, та при визначенні інформативних показників соняшникової олії під час лабораторних вимірювань у міжвиробничих циклах.

ВИСНОВКИ

Було проведено кількісні виміри показників дисперсності зразків соняшникової олії різного якісного та кількісного складу. Проаналізовано методи та інструментальні засоби контролю розмірних фракцій олійної дисперсної фази засновані на дифракції лазерного випромінювання, отримання даних про розмірні спектри, концентрацію, середній розмір мілко дисперсних частинок у соняшниковій олії (олійних супутніх речовин та домішок). В результаті прямих вимірів показників дисперсності зразків соняшникової олії вимірювальним макетом на базі лазерного вимірювача дисперсності ВДЛ-1М було отримано дані про розподіл розмірних спектрів у вигляді характеристичних графіків. Розмірні включення соняшникової олії після проведення лабораторних методів холодної та гарячої рафінації знаходилися в діапазоні об'ємних концентрацій (до 2% у діапазоні 5-50 мкм) що відповідають показникам промислової рафінації соняшникової олії.

Розроблена в рамках дипломного проекту методика вимірювання характеристичних спектрів люмінесценції зразків соняшникової олії на різних етапах її виробництва дозволяє проводити сортовий та видовий аналіз соняшникової олії, визначати відповідність отриманого в конкретному технологічному процесі продукту умовам виробництва.

Розглянутий у рамках досліджень засіб та методика контролю якості показників соняшникової олії дозволяє проводити виміри в автономному режимі в окремих технологічних процесах із передачею вимірювальної інформації по віддалених каналах зв'язку, з подальшою обробкою та аналізом даних безпосередньо в лабораторії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Статистичний бюлетень «Збір основних видів сільськогосподарських культур». Сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch_pvhu_reg.htm
2. Іванишин В.В., Погорілий В.В. Ринок сільськогосподарської техніки в Україні. Науковий вісник НАУ. К.: НАУ. - 2005, №80. Част. 1. С. 13-28.
3. Ходаківський Є.І., Положенець В.М. Виробництво та споживання картоплі. Економіка АПК. 2006, №7. С. 109-111.
4. Лавров Р.В. Сучасний стан і проблеми формування ринку картоплі в Україні. Актуальні проблеми економіки. 2007, № 6 (72). С. 12-21.
5. Бондарчук А.А. Стан картоплярства в Україні та перспективи його розвитку. Вісн. аграр. науки. 2006, № 3-4. С. 49-50.
6. Грушецький С.М., Рудь А.В., Семенишина І.В., Медведєв Є.П. The technological process pattern of potato root harvester. Журнал «Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка». № 31. Кам'янець-Подільський. 2019.
7. Грушецький С.М., Підлісний В.В. Аналіз конструкцій та результати досліджень сепараторів картопляного вороху. Сучасний рух науки: тези доп. VI міжнародної науковопрактичної інтернет-конференції журналу «WayScience». 4-5 квітня 2019 р. Дніпро, 2019. С. 274-282.
8. Hutsol Taras, Firman Jurii, Komarnitsky Sergiy. Modelling of the separation process of the potato stack. Agricultural Engineering : czasopismo. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej. 2017. Vol. 21, № 4. P. 27-35.
9. Bulgakov V., Nikolaenko S., Adamchuk V., Z. and Olt J. Theory of impact interaction between potato bodies and rebounding conveyor. Agronomy Research. 2018. 16(1). pp. 52-63.
10. Булгаков В.М., Пилипака С.Ф., Захарова Т.Н., Калетнік Г.М., Яропуд В.М. Плоскі вертикальні криві, які забезпечують постійні тиск і

швидкість руху матеріальної точки. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях». ВНАУ. 2014 р. Вип. 1 (73). С. 5-12.

11. Aliev E., Bandura V., Pryshliak V., Yaropud V., Trukhanska O.. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural. INMATEH - Agricultural Engineering. vol. 54, no.1. 2018. P. 95-104.

12. Pascuzzi S., Bulgakov V., Santoro F., Sotirios A., Anifantis, Olt J., Nikolaenko S. Theoretical study on sieving of potato heap elements in spiral separator. Agronomy Research. 2019. 17(1), P. 33-48.

13. Токар А.М. Теоретична механіка. Кінематика: Методи і задачі. Навчальний посібник. Либідь, 2001. 416 с.

14. Грушецький С.М., Слободян С.Б. Систематизація основних проблем механізованого збирання картоплі. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції: збірник наукових праць міжнар. наук.-практ. конф. Ч.2. (20-21 березня 2019 р., м. Кам'янець-Подільський). Тернопіль : Крок, 2019. С. 19-21.

15. Грушецький С.М., Підлісний В.В. Способи активізації сепарації картопляного вороху. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 179. «Механізація сільськогосподарського виробництва» присвячений Всеукраїнській науково-практичній конференції «Оптимізація технічних та технологічних систем агровиробництва». Х.: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2019. С. 61-74.

16. Веселовська Н.Р., Малаков О.І. Функціональне моделювання процесу технологічної підготовки виробництва для проектів створення нової техніки. Молода наука – роботизація і нано–технології сучасного 77 машинобудування: збірник наукових праць Міжнародної молодіжної науково–технічної конференції. Краматорськ, 2019. С. 134–137

17. Войтюк Д. Г., Булгаков В. М., Кропивко С. В., Онищенко В. Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. Вузів. Київ : Друк, 2005. 464 с.

18. Гідравлічні приводи гичкозбиральних машин : Монографія / Гунько І.В., Шаргородський С.А., Гунько А.С., Подолянин І.М. Вінниця : Твори. 2020 – 179 с.
19. Грушецький С.М., Яропуд В.М. Моделювання процесів сепарації картопляного вороху в барабанному сепараторі. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2020. № 2, 109. С. 27-41.
20. Грушецький С.М., Яропуд В.М., Бабин І.А. Дослідження якості сепарації картопляного вороху підкопувальними робочими органами картоплезбиральної машини. Вібрації в техніці та технологіях. 2020. № 1, 96. С. 125-140.
21. Гунько І.В., Музичук В.І., Служалюк М.В. Дослідження технічного сервісу машин в АПК. Техніка, енергетика та транспорт АПК. 2019. № 2, 105. С. 43–51.
22. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Т. 1. Ч. 1. Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. М-во освіти і науки України, М-во аграр. політики України, Харк. держ. техніч. ун-т с.-г. Х.: ОКО, 2001. 443 с.
23. Іскович-Лотоцький Р.Д., Зелінська О.В., Веселовська Н.Р., Веселовський Я.П. Оцінювання ефективності функціонування технологічного комплексу з використанням системного підходу. Техніка енергетика транспорт АПК. 2017. №2, 97. С. 109-114.
24. Калетнік Г.М., Адамчук В.В., Петриченко Є.А., Булгаков В.М., Кувачов В.П. Теорія плоскопаралельного руху удобрювально-посівного машинно-тракторного агрегату. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. №2, 97. С.6-18.
25. Ковбаса В. П. Пришляк В.М., Ярощук Р. О. Визначення впливу сільськогосподарської техніки на ґрунт. Вібрації в техніці та технологіях. 2019. № 4, 95. С. 76–81.

26. Ковбаса В. П., Алі Ахмед Кадем, Калініченко Д. Ю. Визначення модуля пружності та коефіцієнта в'язкості ґрунту шляхом дослідження його коливань. Вібрації в техніці та технологіях. 2016. № 1. С. 36-41.
27. Ковбаса В. П., Швайко В. М., Гуцол О. П. Механіка сільськогосподарських матеріалів та середовищ: навч. посібник. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., 2015. 536 с.
28. Ковбаса В. П., Ярошенко В. В. Розподіл напружень у сипкому середовищі обмеженому стінками споруди силосного типу. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2010. Вип. 40, 1. С. 314-324.
29. Ковбаса В. П., Ярошенко В. В. Про критерій міцності та співвідношення між компонентами напружень сипкого середовища. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2010. Вип. 40(1). С. 35-39.
30. Ковбаса В.П., Броварець О.О. Технології підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності при проектуванні технологічних процесів. Математичні машини і системи. 2019. № 2. С. 63–70
31. Ковбаса В.П., Курка В.П., Алі Ахмед Кадем Про подолання труднощів при вирішенні контактних задач пружності. Сільськогосподарські машини. 2015. № 32. С.79-86.
32. Омелянов О.М. Дослідження впливу технологічного завантаження на параметри руху вібраційного сепаратора. Вібрації в техніці та технологіях. 2019. № 4, 95. С. 89–94.
33. Омелянов О.М. Обґрунтування впливу механічних коливань на процеси обробки сипкої маси. Вібрації в техніці та технологіях. 2019. № 2, 93. С. 68–74.
34. Омелянов О.М. Перспективи реалізації процесів вібраційного розділення. Вібрації в техніці та технологіях. 2019. № 1, 92. С. 72–86.
35. Офіційний сайт виробника сільськогосподарської техніки Dewulf. [Електронний ресурс]. – Режим доступу.: <http://www.dewulfgroup.ru>

36. Офіційний сайт виробника сільськогосподарської техніки Grimme Landmaschinenfabrik GmbH&CO KG. [Електронний ресурс]. – Режим доступу.: <http://www.grimme.ru>

37. Офіційний сайт виробника сільськогосподарської техніки WM Kartoffeltechnik GmbH&Co KG. [Електронний ресурс]. – Режим доступу.: <http://www.Kartoffeltechnik.com>

38. Грушецький С.М. Аналіз сучасних технологій вирощування і збирання картоплі. Збірник наукових праць ПДАТУ. Вип. 24, час. 2 (технічні науки). 2016. С. 55-64.

39. Грушецький С.М. Обґрунтування конструкції і параметрів лемішно-полицевого картоплекопача з барабанним сепаратором картопляного вороху. Дисертація кандидата технічних наук. 05.05.11. Вінниця. 2008. 285 с.

40. Рамш В.Ю., Барановський В.М., Паньків М.Р. Аналіз тенденцій розвитку робочих органів для сепарації вороху коренеплодів. Наукові нотатки. ЛНТУ. 2011. Вип. 31. С. 298- 305.

41. Барановський В.М., Онищенко В.Б., Соломка В.О. Напрямки вдосконалення сепарувальних робочих органів коренезбиральних машин. Збірник наукових праць НАУ „Механізація сільськогосподарського виробництва”. Том XII. Київ. 2002. С. 31-42.

42. Калетнік Г.М., Пришляк В.М., Яропуд В.М., Булгаков В.М., Пилипака С.Ф. Математичне моделювання руху скиби ґрунту по площині косоного клина. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях». ВНАУ. 2013 р. Вип. 4 (72). С. 27-36.

43. Булгаков В.М., Пилипака С.Ф., Захарова Т.Н., Калетнік Г.М., Яропуд В.М. Плоскі вертикальні криві, які забезпечують постійні тиск і швидкість руху матеріальної точки. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях». ВНАУ. 2014 р. – Вип. 1 (73). С. 5-12.

44. Грушецький С., Фирман Ю. Исследование и обоснование параметров лемешно-отвального картофелекопателя с барабанным

сепаратором картофельного вороха. MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture. 2015. Vol. 17. No.1. 17-26.

45. Грушецький С.М., Збаравська Л.Ю., Семенишена І.В. Аналіз конструктивнотехнологічних схем підкопувальних робочих органів коренебульбозбиральних машин. Сучасні проблеми землеробської механіки: збірник наукових праць XVIII міжн. наук. конф. 16-18 жовтня 2017 р. м. Кам'янець-Подільський. Крок. 2017. С. 63-65.

46. Грушецький С.М., Бендера І.М., Білоус С.В. Патент №31779. МПК (2006). A01D21/00. Леміш коренебульбозбиральної машини. № u 2007 12978. Заявл. 23.11. 2007. Опубл. 25.04. 2008. Бюл. № 8. 6 с.

47. Грушецький С.М., Городинський В.О., Ставрук Д.В., Громик Б.І., Дудар М.О. Патент№ 99259. МПК (2015). A01D21/00. Підкопувальний робочий орган для коренебульбозбиральних машин. № u2014 12978. Заявл. 15.12. 2014. Опубл. 25.05. 2015. Бюл. № 10. 4 с.

48. Ставрук Д.В. Удосконалення підкопувальних робочих органів для картоплезбиральних машин Наукова робота. 05.05.11. Харків. 2015. 98 с. 17. Городинський В.О., Грушецький С.М. Обґрунтування конструкції і параметрів підкопувальних робочих органів для картоплезбиральних машин. Наукова робота. 05.05.11. Харків. 2016. 87 с.

49. Бишов Н. В., Боричев С. Н., Голиков А. А. Удосконалений пристрій для сепарування бульб картоплі. Сільський механізатор. 2016. № 11. С. 6-7.

50. Старовойтова О. А., Старовойтов В. І., Манохина А. А., Духанина С. М. Фізико-механічні параметри ґрунту при вирощуванні картоплі на грядках. Землеробство. 2018. №5. С. 16-20.

51. Поліщук І.С., Поліщук М.І., Палагнюк О.В. Картопля – важлива продовольча і високоенергетична культура Лісостепу Правобережного, збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету 2012. №1(57) С.94–99.

52. Васильченко В., Гузь М. Машины для садіння картоплі. Агроном. 2011. №1. С. 194-198.
53. Гунько, А.С., Іванов М.І., Шаргородський С.А. Моделювання роботи КШМ привода рамки гичкозрізальної машини. Збірник наукових праць ВНАУ Вінниця, 2012 вип. 10, т. 2(59) С. 54-58.
54. Верещагин Н.И., Пшеченков К.А., Герасимов В.С. Уборка картофеля в сложных условиях. Москва: Колос, 1983. 208 с.
55. Bulgakov V., Ivanovs S., Adamchuk V., Ihnatiev Y. Investigation of the influence of the parameters of the experimental spiral potato heap separator on the quality of work. *Agronomy Research*. 2017.V. 15, № 1. P. 44–54.
56. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Ружило З.В., Головач І.В., Ігнат'єв Є.І. Експериментальне дослідження та обґрунтування параметрів сепаратора картопляного вороху. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 7. С. 60–66.
57. Farhadi R., Sakenian N., Azizi P. Design and construction of rotary potato grader. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2012. V. 18. P. 304–314.
58. Klindtworth M. Potato Technology. *Jahrbuch Agritechnik* (Frerichs L. Edit.) 2015. P. 1–12. 7. Aniket U., Dongre, Battase R., Dudhale S., Patil V. R., Chavan D. Development of potato harvesting model. *International Research J. of Engineering and Technology*. 2017. V. 4. P. 1567–1570.
59. Корнюшин В.М. Обґрунтування режиму роботи пруткових барабанів підкопувально-сепаруючого пристрою картоплезбиральної машини. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 5. С. 123–126.
60. Корнюшин В.М. Експериментальне дослідження пристрою для підвищення сепаруючої здатності картоплезбиральної машини. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. Вип. 87. 2003. С.154–160.
61. Корнюшин В.М. Результати експериментальних досліджень картоплезбиральних машин з новим підкопувально-сепаруючим робочим органом. *Інженерія природокористування*. Харків, 2021, № 2(20). С. 68–74.
62. Черевко О. І., Поперечний А. М. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник. Х.: Світ Книг, 2019. 496 с.

63. Пастушенко С.І., Гольдшмідт О.В., Ярошенко В.Ф. Курсове проектування деталей машин, 2016. Київ: Аграрна освіта. 358 с.
64. Довбуш Т. А., Хомик Н. І., Довбуш А.Д. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
65. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С., Мартишко В.М., Гуменюк Ю.О. Сільськогосподарські машини: навч. посіб. Київ : «Агроосвіта», 2017. 180 с.
66. Потапов В., Поперечни В., Корнічук В. Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв: підручник. Х.: Центр навчальної літератури. 2019. 312 с.
67. Буреннікова Н.В., Зелінська О.В., Ушкаленко І.М., Буренніков Ю.Ю. Оптимізаційні методи і моделі: навч. Посібник, Вінниця: ВНТУ, 2019. 121с.
68. Сироватко К.М., Зотько М.О. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник, Вінниця: ВНАУ, 2020. 263 с.
69. Видмиш А. А., Ярошенко Л. В. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 387 с.
70. Веселовська Н. Р., Руткевич В. С., Шаргородський С. А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 283 с.
71. Павленко В. С., Паламарчук І. П., Цуркан О. В., Полевода Ю. А. З'єднання в машинобудуванні. Вінниця: ПП «ТД»Едельвейс і К», 2015. 110 с.

ДОДАТКИ