

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

Факультет
Кафедра
Ступінь вищої освіти
Спеціальність
Освітня програма



**ПОЯСНЮВАЛЬНА
ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ**

на тему _____ Розробка
електродинамічного екстрактору для вилучення олії з
макухи соняшника.

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача

Гуліваті В.Г.

(прізвище, ініціали)

Курсу ІІ груп СІ - 20мн

Керівник

Терзієв С. Г.

(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: Всеволодов О.М.

(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедривід 20р., протокол №... ..

Завідувач(ка) кафедри.....

(назва кафедри)..... (підпис)(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса - 2024 рік
**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет: НТТiМ
Кафедра: Процесів, обладнання та енергетичного менеджменту
Ступінь вищої освіти: магістр
Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»
Освітня програма: «Інженерна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ПОтаЕМ

Олег

БУРДО

«.....» 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Гуліваті Василя Гергійовича

1. Тема роботи: «Розробка електродинамічного екстрактору для вилучення олії з макухи соняшника »

Затверджена наказом ОНТУ від ____ . наказ

- Термін здачі здобувачем закінченої роботи: .0.2024 р.
- Вихідні дані роботи:.
- перелік питань, які потрібно розробити:
Вступ, опис технологічного процесу, огляд існуючого обладнання, необхідні види розрахунків, охорона праці та цивільний захист.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначення обов'язкових креслень): -

- Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці			

- Дата видачі завдання: х р.

Керівник: к.т.н.

Завдання прийняв до виконання:

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Реферат, вступ, опис технологічного процесу	19.03.24р	
2.	Огляд існуючого обладнання з патентним пошуком	17.04.24р.	
3.		25.04.24р.	
4.		02.05.24р.	
5.		22.05.24р.	
6.		23.05.24р.	
7.		29.05.24р	
8.	Оформлення РПЗ	07.06.24р.	
9.	Отримання рецензії	До 10.06.24р.	

Здобувач-дипломник

Гуліваті Василь Георгійович

Керівник роботи:

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник: Гуліваті В. Г.

ПІБ

Підпис

Анотація

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка електродинамічного екстрактору для вилучення олії з макухи соняшника містить 60 сторінок тексту, малюнків – 11, використаних джерел - 11»

Ключові слова: мікрохвильовий екстрактор, соняшникова олія, мікрохвильове поле

Об'єкт досліджень – екстрагування макухи соняшника у електродинамічному екстракторі.

Предмет дослідження – вплив МХ для екстрагування соняшникової макухи

Мета роботи – розробка електродинамічного екстрактору

Дослідження проводилося методом аналізу літератури, світового досвіду, нормативних джерел.

Практична цінність кваліфікаційної роботи створена експериментальна установка електродинамічного екстрактору, що дозволяє отримати експериментальні дані які дозволяють зробити висновок про працездатність установки. До них входять: вплив гідромодуля на процес екстрагування, вплив дисперсії сировини (соняшникової макухи), вплив потужності на процес екстрагування.

Отримані дані можна рекомендувати при створенні промислового зразка екстрактора.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Вступ

Процес екстрагування - це метод, який використовується для вилучення певних компонентів з вихідного матеріалу. Цей процес може застосовуватися у різних галузях, таких як хімія, біологія. Принцип екстрагування полягає в тому, щоб вибрати певний розчинник або метод, який дозволить вилучити бажаний компонент з суміші або матеріалу. Наприклад, у хімії це може включати використання органічних розчинників для вилучення органічних сполук з суміші, а в біології - застосування хімічних або фізичних методів для вилучення біологічних молекул, таких як ДНК або білки.

Соняшникова олія – одна з найважливіших олій, що має велике значення. У кулінарії застосовується для смаження і для додавання до салатів. З неї виробляють маргарин і кулінарні жири (шляхом гідрування). Соняшникова олія застосовується для виготовлення консервів, а також у миловарінні та лакофарбовій промисловості. Олія входить до складу різних мазей.

Споживачі сирої соняшникової нерафінованої олії в сегменті: виробництва рафінованої та бутильованої соняшникової олії; виробники жирової продукції (майонезу, маргарину, саломас тощо); підприємства, що виробляють лакофарбову продукцію; підприємства тваринництва і птахофабрик [1].

Залежно від способу очищення, розрізняють такі види масла:

Нерафіноване. Отримують шляхом механічного віджиму з подальшою простою фільтрацією масла. Має приємний запах і насичений бурштиновий колір. Є лідером по концентрації корисних речовин і вітамінів. Термін зберігання масла варіюється від 3 до 4 місяців.

Рафіноване. Виробляють з нерафінованого шляхом проведення повного циклу очищення. Така продукція містить мінімальну кількість вітамінів (в ньому зберігається невелика кількість вітамінів Е, А, К, а вітаміни групи В і С, фіто стероли руйнуються повністю). Термін зберігання масла — близько 1 року.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гідратоване. Являє собою продукт, який отримують шляхом обробки нерафінованої олії водою, що дозволяє видалити з нього білки і компоненти, що містять фосфор. На вигляд таке масло набагато прозоріше і блідіше, ніж нерафіноване, а вітамінів та інших корисних речовин в ньому зберігається більше, ніж у рафінованому. Може зберігатися до 6 місяців.

Виморожене. Виготовляється як з нерафінованої, так і з рафінованої олії шляхом видалення висків за допомогою заморожування. Даний метод дозволяє запобігти помутнінню продукту і утворенню осаду.

Таке масло використовується при приготуванні дієтичних страв, в раціоні харчування дітей.

Вибілене.

Масло проходить процедуру додаткового фільтрування, що дозволяє видалити з нього каротиноїди, воску і робить його кращим вибором для смаження. Є найсвітлішим з усіх існуючих олій.

Дезодороване. З такого масла видаляють всі компоненти, які відповідають за смак і запах продукту. Широко застосовується для смаження [Вибір якісної олії: [2].

Екстрагування переднічної дії - це метод, який використовується для виділення певних речовин з розчину за допомогою реагента, який періодично діє на речовину. Ось деякі переваги цього методу:

					КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибірковість: Екстрагування періодичної дії дозволяє ефективно виділяти певні речовини з розчину, використовуючи хімічну афінність реагента до цих речовин.

Висока чистота продукту: За відсутності супутніх реакцій екстрагування періодичної дії може забезпечити високу чистоту отриманого продукту.

Ефективність: У порівнянні з іншими методами виділення, екстрагування періодичної дії може бути досить ефективним, особливо коли реагент і речовина мають високу взаємодію.

Простота: У деяких випадках цей метод може бути простим у виконанні, особливо якщо реагент та речовина добре взаємодіють та реагують швидко.

Можливість управління: Екстрагування періодичної дії може бути легко контрольованим, що дозволяє регулювати процес для досягнення бажаних результатів.

Враховуючи ці переваги, екстрагування періодичної дії може бути ефективним методом для виділення певних речовин з розчину в різних хімічних процесах.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						7
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2. Актуальність теми за об'єктом проектування.

Рослинна олія з м'якоті насіння соняшнику отримують двома способами – пресуванням або екстракцією. Віджим – більш екологічний спосіб. Хоча вихід олії, звичайно, менше. Як правило, перед пресуванням мезги їх нагрівають при 100-110°C в жаровнях, одночасно перемішуючи і зволожуючи. Потім обсмажену м'якоть пресують у шнекових пресах. Повнота віджатого масла залежить від тиску, в'язкості і густини, товщини м'якоті, тривалості пресування та інших факторів. Особливий смак олії після гарячого віджиму нагадує смаження насіння соняшнику. Олії, отримані методом гарячого пресування, мають більш інтенсивне забарвлення та аромат за рахунок продуктів розкладання, які утворюються при нагріванні. Рослинна олія холодного віджиму отримують з м'якоті без нагрівання. Перевага також олії – збереження корисних речовин: антиоксидантів, вітамінів, лецитину. Негативний момент – такий продукт не можна довго зберігати, він швидко скисає. Макуху, що сторінка останнього олії вижимання, можна додати екстрагування за участю. Соняшникова олія, отримана методом пресування, називається «сирою», так як вона тільки відстоюється і фільтрується. Така олія має високі смакові та поживні властивості.

Виробництво соняшnikової олії методом екстракції передбачає використання органічних розчинників (переважно екстракційного бензину) і здійснюється в спеціальних апаратах – екстракторах. У ході екстрагування міцела – масляний розчин у розчиннику і знежирений твердий залишок – шрот. З місця і шроту розмовник виганяється в дистиляторах і шнекових випарниках. Готову олію зберігають, фільтрують і відправляють на подальшу переробку. Метод олійної екстракції більш економічний, оскільки дозволяє максимально витягти жир із сировини – до 99%[3].

					КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тенденції ринку масла.

Процес встановлення та реалізації конкурентної стратегії України призводить до необхідності проведення дослідження поточного стану конкурентного оточення на ринках товарів. Втілення ефективної конкурентної політики можливе лише після проведення своєчасного та кваліфікованого аналізу рівня змагання на відповідному товарному ринку. Дослідження вітчизняного ринку соняшникової олії стосовно монополізації та концентрації дозволяє не лише оцінити ринок, але й висунути пропозиції щодо подальшого регулювання як конкурентної ситуації, так і загального економічного стану на ринку. Вітчизняний ринок соняшникової олії є одним з розвинених галузевих ринків із високим потенціалом експорту. У зв'язку з цим у статті проаналізовано особливості розвитку та стану конкурентного оточення на вітчизняному ринку соняшникової олії.

Виробництво соняшникової олії є жвавим і прибутковим сектором АПК України.

Підприємства, які займаються виробництвом цієї олії, є стратегічно важливими для національної економіки України в умовах глобальної конкуренції. Україна визнана одним з лідерів у переробці та експорті соняшникової олії в світі. Найбільшими учасниками господарювання є компанії "Кернел", "Агрокосм", "МХП", "Vioil", "Cargill", "Bunge", "Пологівський ОЕЗ", "Дельта Вілмар", "Glencore", "Noble".

Дослідження товарних меж ринку соняшникової олії проводилося на основі результатів дослідження АМКУ. Під час аналізу географічних меж ринку соняшникової олії було встановлено, що за всіма критеріями розширеного експертного аналізу та кореляційного аналізу географічні межі вітчизняного ринку соняшникової олії збігаються з державним кордоном, утворюючи загальнодержавний ринок. Ступінь відкритості ринку становить менше 40%,

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тому територія держави є географічними межами ринку соняшникової олії.

Починаючи аналіз ринку соняшникової олії в установлених ринкових межах, визначимо структуру та обсяг цього ринку. На внутрішньому ринку соняшникова олія використовується практично всіма вітчизняними виробниками. Внутрішній попит на олію соняшкову складає лише 10–15%, а решта 85–90% експортується. Потреба в олії соняшниковій на внутрішньому ринку становить 450–500 тис. тон щороку.

У результаті аналізу виявлено, що обсяг ринку у 2014 році становив 2 099,76 тис. тон, а у 2024 році – 484,61 тис. тон. Під час порівняння обсягів ринку соняшникової олії ключову роль відіграє база для розрахунків. У сучасних умовах ринок соняшникової олії необхідно розглядати без тимчасово окупованих територій. Далі слід з'ясувати, які частки в структурі ринкових продажів належать кожному з учасників ринку[4].

Технологія виробництва

Найпростішим і найпоширенішим спосіб видобутку рослинної олії – це метод холодного віджиму. Для цього насіння здавлюють під пресом із них витікає олія. Температура пресування до 55 °С вважається холодним віджиманням. При такому способі з насіння витягується частина вітамінів. Однак, з сировини виходить невелика кількість олії, вона має специфічний запах та не довгий термін зберігання. Таку олію дуже рідко можна знайти у продажу, і, якщо ви вирішите придбати подібне, вам доведеться звернутися на найближчу ферму, що займається виробництвом олії, або в он-лайн магазин свіжих продуктів.

Упаковується бутильована олія холодного віджиму найчастіше нерафінована: це означає, що олія частково оброблена, але корисні речовини в ній все ще є. Обробка найчастіше полягає у відстоюванні, фільтрації,

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

гідратації та нейтралізації. При відстоюванні та фільтрації з олії виділяються механічні домішки. Гідратація – обробка гарячою водою. При ній виділяються фосфоліпіди, щоб вони не осідали на дні під час зберігання та транспортування. У цьому випадку губляться водорозчинні вітаміни та частина фосфатидів.

Нейтралізація необхідна видалення вільних жирних кислот. При цьому на олію виявляється лужний вплив.

Нерафінована олія багата насиченими та ненасиченими жирними кислотами. Вони містять вітаміни А, Е, D, групи В. Вітаміну Е в соняшниковій олії в кілька разів більше, ніж в оливковій.

Щоб сильніше віджати олію із насіння, виробники можуть використовувати спосіб гарячого віджиму. Спосіб цей відрізняється від холодного лише температурою, за якої він проводиться: 100 °С. Чим вище температура, тим рідше і текуча олія в насінні, і тим більше його можна вичавити.

Навіть найперевішена технологія видобутку нездатна витягти все масло, що міститься в насінні. Тому, щоб «дотиснути» насіння, застосовують хімічний спосіб або метод екстракції. Олію з насіння не видавлюють, а витягають за допомогою розчинника.

Аналіз сировини та процес отримання олії.

Сира соняшникова олія має приємний запах і смак. Густина за температури 10 °С 920-927 кг/м³, температура застигання від -16 до -19 °С, кінематична в'язкість при 20 °С – $60,6 \times 10^{-6}$ м/с. Йодне число 119-136, Гідроксильне число 2-10,6. Дуже висока точка димлення (рафінованої) – 232 °С. Олія холодного віджиму, веде перед серед інших олій щодо вмісту вітаміну Е (на другому місці ріпакова).

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Склад жирних кислот у соняшниковій олії:

Жирні кислоти	Відсоток %
Лінолева	46-62
Олеїнова	24-40
Пальмітинова	3,5-6,4
Стеаринова	1,6-4,6
Міристинова	до 0,1
Оліноленова	до 1
Арахінова	0,7-0,9

Середня молекулярна маса жирних кислот 275-286 а. о. м.

Вміст фосфоровмісних речовин, токоферолу, восків, вологи, летких речовин, не жирових домішок; показник кольорового числа, прозорості, перекисне число, температура спалаху, а також сорт – залежать від способу вичавлювання, екстракції і подальшої обробки олії і змінюються в широких мережах.

Соняшникова олія – продукт рослинного походження, тому не може містити холестерину. Однак, багато виробників з рекламною метою навмисно підкреслюють його відсутність.

Співвідношення жирних кислот у соняшниковій олії, визначається як « дуже високе» .

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

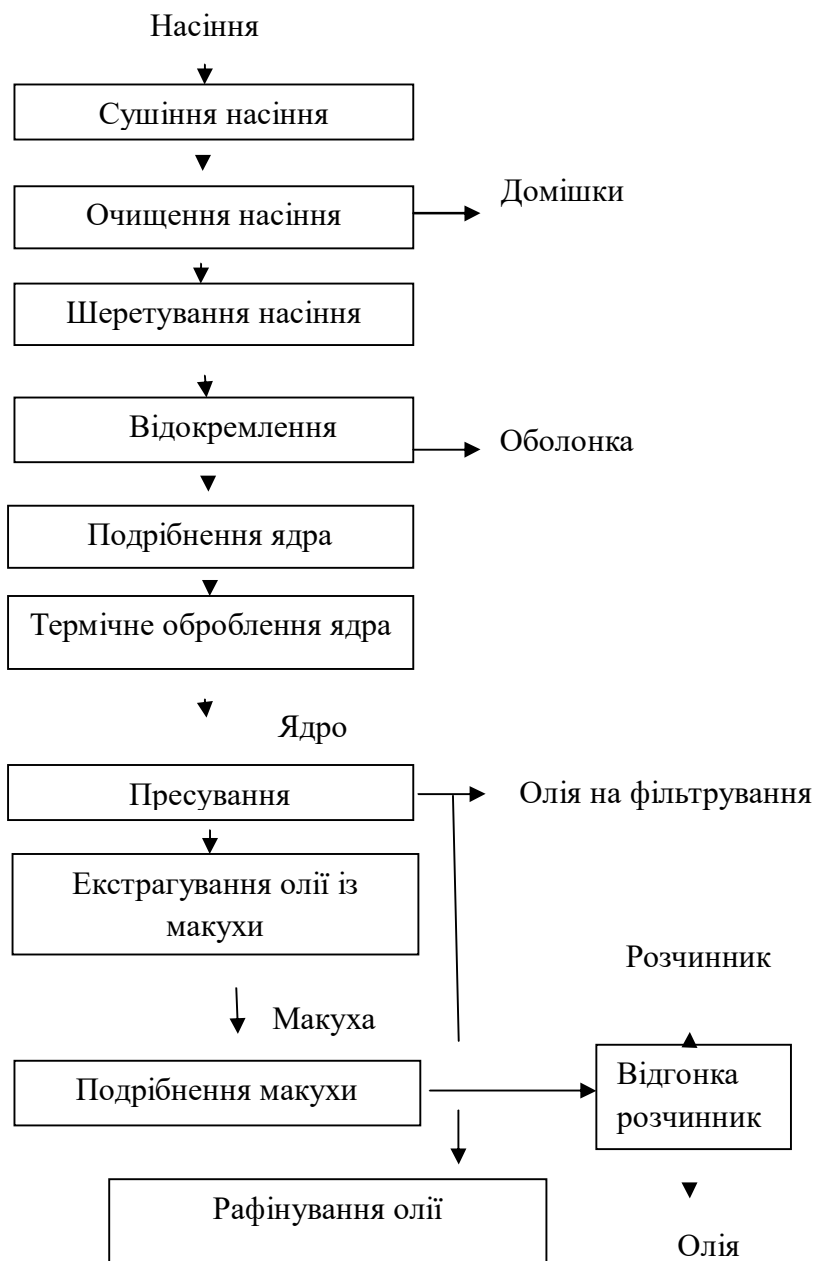


Рис. 2 – Технологічна схема перероблення олійної сировини

Технологія олії

Виробництво олії складається з багатьох операцій під час яких в олійній сировині відбувається складні фізико-хімічні процеси. Схему перероблення олійної сировини та окремі технологічні операції, показано на рисунку 1.

Насіння переважної кількості олійних рослин після збирання надходить із вологістю, що здебільшого перевищує припустимі значення для зберігання і

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічного перероблення. Найпоширенішим способом зниження вологості насіння теплове сушіння, під час якого відбувається нагрівання насіння за допомогою сушильного агента(на штатних та барабанних сушарках сумішшю повітря та димових газів).

Шеретування насіння. Запаси жиру в тканинах олійного насіння та плодів розподілені нерівномірно: основна частина зосереджена в ядрі насінини — зародку та ендоспермі, плодова та насіннева оболонки містять невелику кількість олії, яка має інший (гірший) ліпідний склад.

У зв'язку з цим під час перероблення багатьох олійних культур та плодів від основної жиромісної тканини — ядра — відокремлюють зовнішні (плодові та насінні) оболонки насіння. У цьому разі підвищується олійність перероблюваної сировини, збільшується продуктивність технологічного устаткування, зростає кількість вилученої олії та білка. Відокремлення оболонки від ядра складається з операції руйнування покривних оболонок насіння (шеретування) і подальшого розподілу одержаної суміші (шеретівки) на ядро та лушпиння провіюванням. Олійні плоди та насіння шеретують різними способами залежно від фізико-механічних властивостей оболонки та ядра. Найважливіша вимога до машин для шеретування насіння: руйнування оболонки не повинно супроводжуватися руйнуванням ядра. Плодову оболонку соняшникового насіння руйнують відцентровими шеретівними машинами. Шеретоване насіння називають шеретівкою.

Шеретування насіння. Запаси жиру в тканинах олійного насіння та плодів розподілені нерівномірно: основна частина зосереджена в ядрі насінини — зародку та ендоспермі, плодова та насіннева оболонки містять невелику кількість олії, яка має інший (гірший) ліпідний склад. У зв'язку з цим під час перероблення багатьох олійних культур та плодів від основної жиромісної тканини — ядра — відокремлюють мало олійні зовнішні (плодові та насінні) оболонки насіння. У цьому разі підвищується олійність перероблюваної сировини, збільшується продуктивність технологічного устаткування, зростає

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

кількість вилученої олії та білка. Відокремлення оболонки від ядра складається з операції руйнування покривних оболонок насіння (шеретування) і подальшого розподілу одержаної суміші (шеретівки) на ядро та лушпиння провіюванням. Олійні плоди та насіння шеретують різними способами залежно від фізико-механічних властивостей оболонки та ядра. Найважливіша вимога до машин для шеретування насіння: руйнування оболонки не повинно супроводжуватися руйнуванням ядра.

Плодову оболонку соняшникового насіння руйнують відцентровими шеретівними машинами. Шеретоване насіння називають шеретівкою.

Якість шеретівки характеризується вмістом у ній небажаних фракцій — цілих насінин та частково незруйнованого насіння (цілого або недоруйнованого), зруйнованого ядра (січка) та олійного пилу. Наявність у шеретівці недоруйнованих насінин небажана: вона збільшує вміст лушпиння в ядрі. Також небажана наявність у шеретівці січки та олійного пилу. Січка легко віддає жир лушпинню навіть під час короткого контакту. Олійний пил цілком не відокремлюється від лушпиння, яке відходить із виробництва, і втрати олії з лушпинням збільшуються.

Відокремлення ядер. Розподіл шеретівки на лушпиння та ядра ґрунтується на різниці в їх розмірах та аеродинамічних властивостях. Лушпиння значно більше за розмірами від ядра і чинить менший опір повітряному потоку. Одержують фракції шеретівки, що містять у собі частинки лушпиння і ядер одного розміру, а потім у повітряному потоці кожен одержану фракцію розділяють на лушпиння та ядра.

Аспіраційна віялка складається із двох основних частин: розсійника та аспіраційної камери. У передній частині розсійника — шеретівка звільняється від дрібної фракції ядер та лузги. За допомогою розсійника розподіляють шеретівку на шість фракцій за розміром частинок. Для цього в розсійнику розміщено один за одним три ряди решіт. Кожне решето поділено уздовж на дві нерівних ділянки — довгу та коротку. Під першим та другим рядом решіт

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

установлено роздільні піддони з покрівельної сталі, під третім — піддон загальний. Діаметри отворів решіт зменшуються згори донизу приблизно на 2 мм. Розсійник віялки під час роботи здійснює коливання в горизонтальній площині радіусом 45 мм із частотою 200 хв-1 . В камері для оброблення шеретівки є п'ять незалежних повітряних каналів (шоста фракція — олійний пил — повітряного оброблення не зазнає), до яких надходять одержані в розсійнику фракції шеретівки.

Кожна фракція шеретівки надходить на верхню полицю, а потім під дією своєї маси пересипається з однієї полиці на іншу. Потік повітря, пронизуючи падаючий шар шеретівки, виносить легкі частини (лушпиння), із останньої полочки сходять звільнені від лушпиння ядра.

Після аспіраційної віялки одержують ядра, недоруйновані насінини та лушпиння. Ядро надходить на подальше перероблення. Недоруйноване насіння подають у повітроситовий сепаратор, подібний до того, який застосовують для очищення насіння. Тут в осаджувальних конусах після продування недоруйнованого насіння атмосферним повітрям збирається велике лушпиння.

Недоруйноване насіння з меншим умістом лушпиння (збагачене) йде на повторне шеретування до шеретувальної машини. Відходи для повторного розподілу подають на контрольну віялку, що відрізняється від основної робочої набором сит та повітряним режимом в камері. Лушпиння видаляють із цеху транспортерами.

Роботу шеретувально-віяльного цеху оцінюють за величиною лушпиння і готових ядер, тобто за процентним умістом лушпиння в ядрах та за втратами олії в лушпинні, що відходить із виробництва як олійний пил,

січка ядер та замаслювання лушпиння під час контакту зі зруйнованими ядрами. Лушпинність ядер, призначених для одержання олії на пресових заводах, не повинна перевищувати 3, на екстракційних — 8 %. Оболонки бавовняного насіння руйнують і відокремлюють від ядер на машинах іншої конструкції, але технологічна послідовність операції залишається такою самою.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подрібнення насіння. Для вилучення олії із насіння чи з ядер потрібно зруйнувати їх клітинну структуру. Кінцевим результатом операції подрібнення є переведення олії, що міститься у клітинах насіння, у стан, необхідний для проведення наступних технологічних операцій. Необхідного ступеня подрібнення сировини досягають за допомогою механізмів, які подрібнюють, розчавлюють та розтирають насіння або ядра. Подрібнення здійснюють на вальцьових верстатах.

Одержаний після подрібнення матеріал називають «м'яткою», яка характеризується дуже великою питомою поверхнею. Крім руйнування клітинних оболонок, під час подрібнення порушується також структура жировмісної частини клітини, значна частка жиру звільняється і адсорбується на поверхні частинок «м'ятки». Добре подрібнена м'ятка повинна складатися з однорідних за розмірами частинок, не містити цілих незруйнованих клітин, водночас уміст дуже дрібних (борошнистих) частинок у ній повинен бути невеликим. Для одержання м'ятки застосовують вальцьові верстати.

Вилучення олії. Вилучення олії з м'ятки здійснюється пресуванням або екстракцією, а найчастіше — поєднанням цих двох способів.

Пресування. Олія, адсорбована у вигляді плівок на поверхні частинок подрібнених ядер, затримується значними поверхневими силами. Для ефективного відокремлення необхідно цей зв'язок послабити. Для цього використовують гідротермічне (волого-теплове) оброблення м'ятки, приготування мезги або прожарювання. Під час зволоження та подальшого теплового оброблення м'ятки послаблюється зв'язок ліпідів із

17н.17наду17ни частинкою насіння, білками та вуглеводами, і жир переходить у відносно вільний стан, його в'язкість помітно знижується. Потім м'ятку нагрівають до більш високої температури, її вологість у цьому разі зменшується і одночасно відбувається часткова денатурація білків, яка змінює пластичні властивості м'ятки. Так, під дією вологи та теплоти м'ятка змінює свої фізикохімічні властивості й перетворюється на мезгу.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У виробничих умовах процес приготування мезги складається із таких операцій: зволоження м'ятки та підігрівання її до температури 60° С (вологість м'ятки після зволоження для соняшників повинна бути не вищою 8-9 %); нагрівання до 105 °С та висушування м'ятки. Кінцева вологість готової мезги для соняшників становить 5-6 %.

Мезга з такими характеристиками забезпечує ефективне попереднє вичавлювання олії. Для кінцевого вичавлювання параметри мезги повинні бути іншими (кінцева вологість 3-4 %, температура 110-120 °С). Для приготування мезги застосовують барабанні, шнекові парові і жаровні-чани. Найпоширеніші чани-жаровні із шести або п'яти чанів. Шестичанні жаровні мають чани діаметром 2100 мм та заввишки 435 мм, розміщені один над одним. За вертикальною віссю розташований загальний вал, на якому в кожному чані закріплено ножі-мішалки. Чани обігрівуються глухою парою. Пресування як спосіб вилучення олії з насіння та плодів передує остаточному знежиренню матеріалу під дією органічного розчинника — екстрагента. Тільки у порівняно невеликих кількостях ще здійснюється чисто пресове вилучення олії.

Вичавлюють олію на шнекових або інших пресах.

Шнековий прес розвиває максимальний тиск 30 Мпа, ступінь ущільнення (стиснення) мезги зростає в 2,8-4,4 рази, тривалість перебування мезги у шнековому каналі під тиском залежить від типу преса і змінюється у межах від 78 до 225 с. Залежно від робочого тиску пресування та олійності макухи, що виходить, шнек-преси поділяють на преси попереднього

(неглибокого) вилучення олії — форпреси та преси остаточного (глибокого) вилучення олії. Форпреси широко застосовують у технологічних схемах екстракційних заводів. Вони мають достатньо високу продуктивність (70-80 т на добу і вище щодо виходу сировини) за порівняно невисокого виходу олії (олійність макухи до 15-17 %). Частота обертання шнекового вала фор-преса — 18-36 хв-1 , товщина вихідної макухи — 8-12 мм, тривалість пресування в середньому — 80 с.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Преси глибокого вилучення олії мають значно меншу продуктивність — 18-30 т на добу, проте олійність макухи нижча — 4-7%. Цього досягають завдяки тривалішому перебуванню мезги в пресі — 220-225 с унаслідок сповільненого обертання шнека — 5-18 хв-1 та невеликої ширини вихідної кільцевої щілини. Товщина макухи-черепашки, що виходить із преса, — в межах 3-4 мм. На практиці застосовують шнек-преси одноразового остаточного вичавлювання, які послідовно здійснюють попереднє та остаточне вичавлювання в одному агрегаті.

Спосіб екстрагування. Пресовим способом неможливо досягти повного знежирення мезги. Єдиний спосіб, який забезпечує повне вилучення олії, є екстракційний. Форпресову макуху перед надходженням на екстрагування обробляють для надання їй структури крупки, гранул або пелюстків, які забезпечують максимальне вилучення олії розчинниками.

Оброблення форпресової макухи здійснюють за такої послідовності: грубе подрібнення макухи, друге, більш тонке, подрібнення на валкових та інших дробарках, що дають макухову крупку. Перед отриманням пелюстків крупку зволожують і підігрівають для підвищення пластичності, потім крупка надходить до плющильної вальцівки, на якій одержують макухову пелюстку завтовшки 0,25-0,5 мм. Одержання пелюстків можливе також під час прямого екстрагування з високоякісного насіння, наприклад сої, яке надходить на екстрагування як так звана сира пелюстка.

Як розчинник для екстрагування олії застосовують бензин марки А і Б та гексан. Бензин і гексан хімічно інертні й не кородують апаратуру, але вони пожежо- та вибухонебезпечні і токсичні. Тому робота екстракційних цехів суворо регламентується відповідними нормами та правилами.

Рослинну олію найчастіше екстрагують способом занурювання матеріалу або ступеневим зрошуванням матеріалу розчинником. Інші способи екстрагування поширені менше.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У процесі екстрагування занурюванням в олію з її вилучають проходженням через потік розчинника в умовах протитечії, під час якого екстраговані розчинник і матеріал безперервно переміщуються один відносно одного.

Перевага екстрагування занурюванням полягає у високій швидкості екстрагування та невеликій тривалості процесу знежирювання, простоті конструкції екстракційного апарата, високому коефіцієнті використання його геометричного об'єму (до 98 %). За цього способу екстрагування унеможлиблюється утворення в апаратах вибухонебезпечних сумішей повітря та розчинника.

Недоліками екстрагування занурюванням є низька концентрація остаточних міцел, високий уміст у них домішок, значні габарити екстракторів за висотою.

Під час екстрагування ступеневим зрошуванням безперервно переміщується тільки розчинник, а матеріал, який екстрагують, залишається у спокої в одній і тій самій місткості, що переміщується (ковші, камери тощо), або на рухомій стрічці.

Екстрагування олії способом ступеневого зрошування забезпечує одержання міцел збільшеної концентрації, чистих за рахунок через шар екстрагованого матеріалу.

Незважаючи на деякі недоліки (значна тривалість екстрагування, невисокий коефіцієнт використання геометричного об'єму (не вище 45%)

апарата та можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій суміші пари, розчинника та повітря всередині установки), екстрактори, що працюють за способом зрошування, широко застосовують на сучасних підприємствах.

Найдосконалішим вважають карусельний екстрактор, який складається з поділеного на 13 секцій ротора, за допомогою якого переміщується сировина. Днище секцій спільне, нерухоме, сітчасте. Воно виготовлене із дроту, що утворює щілини 0,8 мм для проходження міцели. Для очищення міцели від

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

твердих домішок (обов'язкова операція під час екстрагування способом занурювання) застосовують відстійники, 21н.21наду21ний21 та тканинні фільтри.

Якщо вміст домішок невеликий (після екстрагування способом зрошення), міцелу очищають, пропускаючи її через розчин електроліту (5 % -й розчин КСІ). Міцела, що виходить із екстрактора, містить від 10-15 до 30-35 % олії. Доки концентрація міцели невелика, відгонка розчинника зводиться до звичайного процесу випарювання. Із підвищенням концентрації міцели температура її кипіння швидко зростає. Для прискорення процесу та зменшення температури застосовують відгонку розчинника під вакуумом, а також гострою парою, що подається в міцелу.

У виробництві операцію відгонки називають дистиляцією міцели

Устаткування для двоступеневої дистиляції складається із плівкового дистилятора, що працює за атмосферного тиску, та остаточного дистилятора, що працює за залишкового тиску 7кПа. Шрот, який виходить із екстрактора, містить від 20 до 30 % розчинника, що виводиться нагріванням в апаратах-вिवарниках (тостерах) за допомогою гострої пари. У цьому разі досягається оптимальна денатурація білків та інактивація токсичних, небажаних речовин: рицину під час перероблення рицини, інгібіторів 21н.21наду та хімотрипсину під час перероблення сої, арахісу тощо. Шрот, який подають на зберігання, повинен мати вологість у межах 3,5-9 %, а його температура не повинна перевищувати 40 °С. Уміст розчинника у шроті не повинен становити понад 0,1, феродомішок — понад 0,01 %

Розчинник, із міцели та шроту, регенерується конденсацією із парогазових сумішей в теплообмінниках-конденсаторах.

У сирих оліях завжди містяться різноманітні домішки, що утруднюють їх перероблення і знижують якість одержаної продукції. Частина цих домішок вилучається із клітин насіння під дією теплоти, тиску та органічного розчинника разом із олією.

					КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Технологічні та енергетичні проблеми за об'єктом проектування.

- Високий рівень термічної обробки впливу на сировину під час процесу переробки виявляє основні недоліки виробництва:

Значна енергоємність приладів і тривалість технічного процесу (6...7 годин)

- Використанні великого тиску (0,3.... 1,5 МПа)
- Втрата у процесі виробництва цінних ароматичних та смакових елементів.
- Низький вихід ці лівого компоненту.
- Температура відпрацював обладнання 72 °С

Так при виробництві соняшникової олії основний продукт складає 6-12% від маси сировини.

Відходи від екстракторів соняшникової олії складає 2-3% олії і значну кількість цінних компонентів.

Для запобігання цих витрат проводяться інтенсивні технологічні та хімічні досліді.

					КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Огляд сучасних технічних рішень вирішення проблем енергетичної та технологічної ефективності для об'єкту проектування.

Для вирішення технологічних та енергетичних проблем при екстрагуванні за допомогою НВЧ – енергія в харчовій та переробній галузі можна вжити кілька заходів:

Підвищення енергоефективності: Для цього можна вдосконалити конструкцію НВЧ – енергія, щоб зменшити розсіювання електромагнітних хвиль та забезпечити їх ефективну передачу до продукту. Також важливо налаштувати оптимальні параметри екстрагування та використовувати ефективне управління енергією.

Покращення рівномірності нагрівання: Це можна досягти шляхом вдосконалення розподілу електромагнітних хвиль у печі та забезпечення належного перемішування продукту. Використання обертального або перемішувального обладнання може допомогти досягти більш рівномірного нагрівання.

Контроль параметрів: Важливо мати точний контроль над потужністю, часом екстрагування та температурою процесу. Встановлення автоматичних систем регулювання та моніторингу допоможе досягти оптимальних значень параметрів та забезпечити стабільність процесу.

Вдосконалення конструкції печі: При проектуванні НВЧ – енергія варто звернути увагу на оптимальну геометрію та розміри, щоб забезпечити належне перемішування продукту та уникнути його втрат. Також важливо враховувати особливості роботи з різними типами продуктів та їх властивостями.

Використання новітніх технологій: Впровадження новітніх розробок в енерготехнологіях може сприяти покращенню якості та ефективності процесу екстрагування. Наприклад, використання сенсорів, автоматизованих систем керування та аналітичних методів дозволяють точніше контролювати процес та відстежувати якість продукту.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						23
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Дослідження та розвиток: Продовження наукових досліджень та вдосконалення технологій екстрагування за допомогою НВЧ – енергія сприятимуть вирішенню проблем і покращенню процесу. Залучення фахівців з різних галузей, таких як енергетика, харчова технологія та інженерія, може привести до нових інновацій та розвитку ефективних рішень.

Загалом, вирішення цих проблем вимагає комплексного підходу, який включає технологічні, конструктивні, енергетичні та управлінські аспекти. Постійна увага до досліджень і вдосконалення технологій допоможе забезпечити ефективне та стабільне екстрагування за допомогою НВЧ – енергія.

Приклади класичних апаратів для екстрагування.

Принцип роботи змішувального-відстійного екстрактора полягає у перемішуванні фаз та подальшому розділенні. Легка фаза (фаза а) подається в змішувач першого ступеня, де поєднується з важкою фазою (фаза б), що надходить з відстійника другого ступеня. Після змішування фази поділяються у відстійнику першого ступеня, де важка фаза стікає вниз і служить кінцевим продуктом, а легка фаза прямує до другого ступеня для подальшої обробки.

Приклади класичних апаратів для екстрагування.

Змішувальний - відстійник. Принцип роботи змішувального-відстійного екстрактора полягає у перемішуванні фаз та подальшому розділенні. Легка фаза (фаза а) подається в змішувач першого ступеня, де поєднується з важкою фазою (фаза б), що надходить з відстійника другого ступеня. Після змішування фази поділяються у відстійнику першого ступеня, де важка фаза стікає вниз і служить кінцевим продуктом, а легка фаза прямує до другого ступеня для подальшої обробки.

У змішувального-відстійних екстракторах перемішування та переміщення рідин можуть здійснюватися різними способами, такими як механічні мішалки, насоси або інжектори.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						24
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Поділ фаз також може виконуватися різними способами, включаючи гравітаційні відстійники або відцентрові сепаратори, наприклад центрифуги. Це дозволяє створювати різні конструкції змішувального-відстійних екстракторів залежно від необхідних умов та завдань.

Наприклад, для компактності та зменшення займаної площі апарату можуть застосовуватися ящикові екстрактори. У таких екстракторах всі щаблі розташовані у загальному корпусі прямокутного перерізу. Тяжка фаза подається в змішувач у правому верхньому куті корпусу і видаляється знизу з крайнього відстійника з лівого боку корпусу. Легка фаза рухається протитечією до важкої фази. Тяжка фаза переходить з нижньої частини відстійника до наступного змішувача, а легка фаза переливається через поріг і відводиться з верхньої частини відстійника.

Таким чином, змішувального-відстійні екстрактори являють собою різноманітні конструктивні варіанти, які можуть бути адаптовані під конкретні вимоги та умови процесу екстракції.

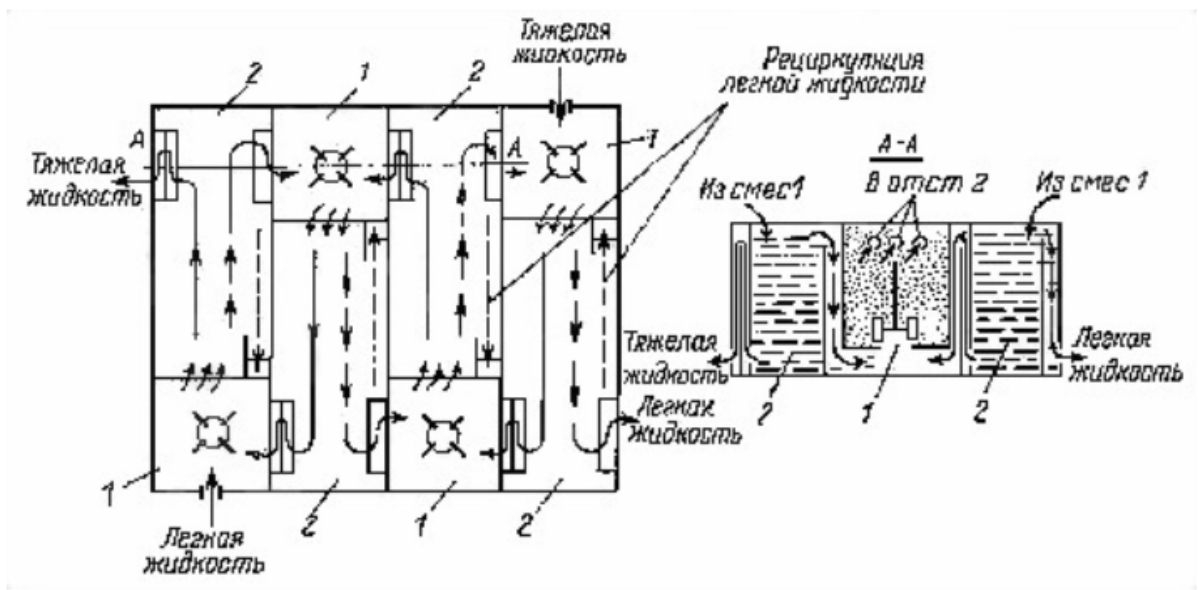


Рис. 1 Схема ящичного змішувального-відстійного екстрактора:

1 – змішувач; 2 – відстійник.

КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	25

У змішувального-відстійних екстракторах досягається інтенсивна взаємодія між фазами, що дозволяє наблизити ефективність кожного ступеня до одного теоретичного ступеня поділу. Ці апарати добре підходять для обробки рідин з об'ємними витратами фаз, що значно відрізняються, наприклад, при співвідношеннях витрат 10:1 і вище. Для зменшення об'ємного співвідношення фаз іноді використовується часткова рециркуляція фази з меншою об'ємною витратою з відстійника змішувач кожного ступеня.

Змішувального-відстійні екстрактори мають важливу перевагу - можливість ефективного використання для процесів екстракції, що вимагають більшої кількості ступенів. Вони займають більшу площу в порівнянні з колонними апаратами, але при цьому вимагають меншої висоти виробничого приміщення при горизонтальному розташуванні сходів.

Однак у змішувачів-відстійників деяких конструкцій є недоліки. Вони можуть мати повільне відставання рідин, що не є бажаним при обробці дорогих, вибухонебезпечних або легкозаймистих речовин. Крім того, наявність мішалок з приводом у кожному ступені ускладнює конструкцію апарату і призводить до підвищених капітальних витрат та експлуатаційних витрат.

Відцентровою екстрактор, що містить привід, підшипникову опору, корпус з камерою для змішування та камерами для виведення фаз, ротор з камерою розділення, транспортним пристроєм, гідро затвором, трубками для виведення легкої фази, відрізняється тим, що екстрактор обладнаний магнітною муфтою, ведуча муфта якої закріплена на валу приводу, ведучої полумуфта жорстко з'єднана з ротором, а між полу муфтами розміщена герметизуючи перегородка-екран, з'єднана з корпусом жорстко, а з ротором - через один з підшипників ковзання підшипникової опори, при цьому другий підшипник підшипникової опори з'єднаний з низом ротора, а помість гідро затвора сполучена з зазором між герметизуючою перегородкою-екраном та ведучої полумуфтою.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

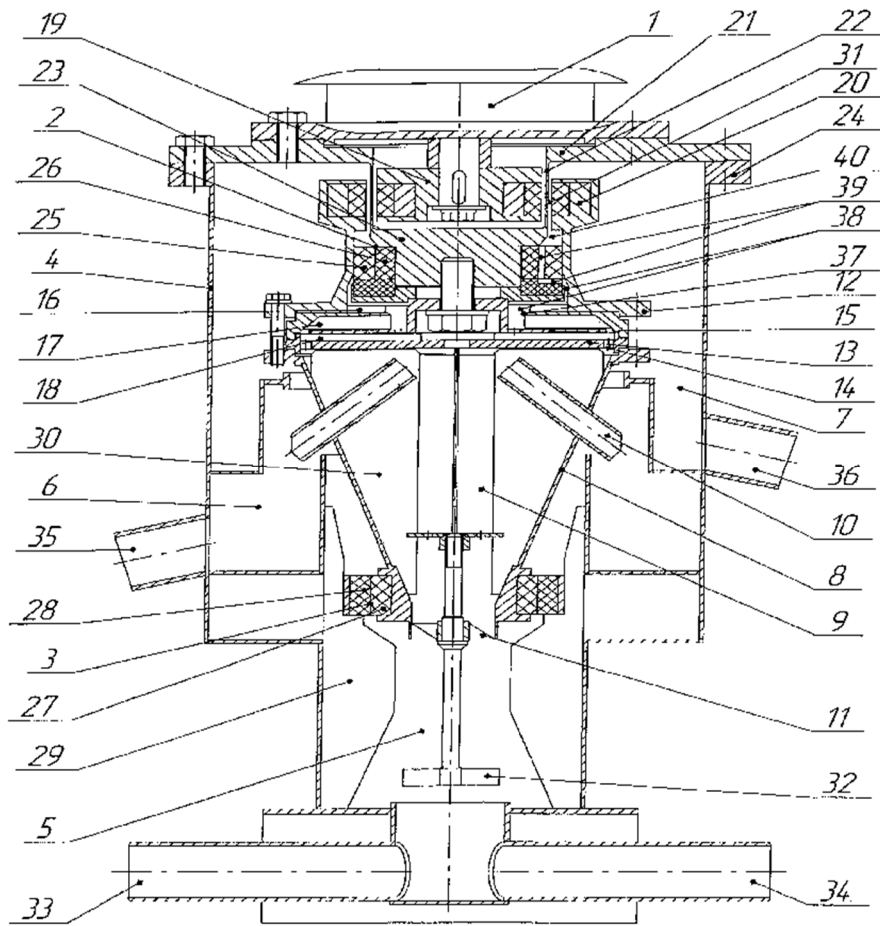


Рис. 2

Центробежний екстрактор містить привід 1, підшипникову опору з підшипниками ковзання 2 і 3, корпус 4 зі змішувальною камерою 5 та камерами 6 і 7 для виведення легкої та важкої фаз відповідно, ротор 8 з камерою 9 розділення, трубками 10 для виведення легкої фази, транспортним пристроєм 11, наприклад, шнеком, і гідрозатвором, створеним кришкою 12 ротора 8 та диском 13 з отворами 14. У полості гідрозатвора розміщено активатор 15. Внутрішні поверхні кришки 12 оснащені скребками 16 і 17, диск 13 - скребком 18. Екстрактор обладнаний магнітною муфтою, ведуча полумуфта 19 якої закріплена на валу привода 1, ведома полумуфта 20 жорстко зв'язана з ротором 8 через його кришку 12, і між полумуфтами 19 і 20 розміщена герметизуюча перегородка-екран, що складається з фланця 21, тонкостінної обечайки 22 і дна 23. Герметизуючих перегородка-екран жорстко з'єднана з корпусом 4 завдяки з'єднанню фланця 21 з фланцем 24 корпуса 4.

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Герметизуюча перегородка-екран з'єднана і з ротором 8 через підшипник ковзання 2, рухомий втулкою 25 якого зв'язаний з кришкою 12, а нерухома втулка 26 зв'язана з дном 23 перегородки-екрана.

Другий підшипник ковзання 3 через свою рухому втулку 27 зв'язаний з низом ротора 8, а через нерухому втулку 28 - з ребрами 29, розташованими на стінці змішувальної камери 5. У роторі 8 розміщена хрестовина 30. Полость гідрозатвора сполучена з зазором 31 між тонкостінною обечайкою 22 герметизуючої перегородки-екрана. Змішувальна камера 5 з мішалкою 32 розташована в нижній частині корпусу 4 у непосредній близькості від патрубків 33 і 34 вводу початкових рідин. Для виведення отриманих в результаті екстракції легкої та важкої фаз з камер 6 і 7 служать патрубки 35 і 36. Робота заявленого центробежного екстрактора здійснюється наступним чином.

Підключають до електричної мережі двигун, вал привода починає обертатися, передаючи обертовий момент через тонкостінну обечайку 22 ведучій полумуфті 19, яка в свою чергу передає його ведомій полумуфті 20. Ротор 8 починає обертатися, оскільки він жорстко з'єднаний з ведомою полумуфтою 20 через кришку 12. Після досягнення ротором 8 заданої кількості обертів початковий розчин подають через патрубок 33, а екстрагент через патрубок 34 у змішувальну камеру 5, де вони перемішуються мішалкою 32, з'єднаною з низом ротора 8. Розміщені в камері 5 ребра 29 запобігають закручуванню рідин в центральній частині камери 5 під час процесу змішування. Утворений під час змішування емульсійний потік шнеком 11 транспортується в ротор 8. Під дією центробежної сили у роторі 8 емульсія розділяється в хрестовині 30 на легку та важку фази. Легка фаза рухається вгору в центральній частині ротора 8, тоді як важка фаза, викинута центробежною силою, рухається по внутрішній стінці ротора 8 вгору. Легка фаза досягає рівня трубок 10 по висоті апарату, і так як їх вхідні отвори

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знаходяться в зоні руху легкої фази в центрі ротора 8, то вона, переливаючись в трубки 10, виводиться з ротора 8 в камеру 6, звідки за допомогою патрубку 35 легка фаза видаляється з центробежного екстрактора.

Тим часом важка фаза, рухаючись по внутрішній стінці ротора 8, доходить до диска 13 і через отвори 14 у ньому надходить в полость гідрозатвора. Під дією активатора 15 важка фаза рухається до переливу 37 і далі, пройшовши через зазори 38, проточки 39 у підшипнику 2 і зазор 40, потрапляє в зазор 31 між тонкостінною обечайкою 22 герметизуючої перегородки-екрана та ведомою полумуфтою 20. Далі руху вгору важкої фази заважає фланець 21 герметизуючої перегородки-екрана, і вона, змушена змінити напрямок руху на протилежний, переливається в камеру 7 для виведення важкої фази, звідки за допомогою патрубку 36 вона видаляється з центробежного екстрактора. Виключення засмічення важкою фазою простору в верхній частині ротора 8 здійснюється за допомогою скребків 16, 17 і 18. З наведеного вище опису корисної моделі в статистиці (див. малюнок) та у роботі впливає, що у заявленому центробіжному екстракторі відсутній навіть найменший шанс витоків. Герметизуюча перегородка-екран запобігає проникненню рідин з корпусу до місця ущільнення з'єднання магнітної муфти з валом привода. Магнітна муфта, герметизуюча перегородкою - екраном та розташовані в певних місцях підшипники ковзання 2 і 3, а також взаємозв'язки зазначених ознак з ознаками з обмежувальної частини формули корисної моделі, виконують не лише властиві їм функції забезпечення обертання та здійснення процесу екстракції, а й створюють абсолютну герметичність в апараті. Крім того, для нормальної роботи підшипників ковзання необхідні змащення та охолодження їх. У заявленому екстракторі ця проблема вирішена: для верхнього підшипника ковзання використовується потік важкої фази, а для нижнього підшипника ковзання - утворена під час змішування емульсія.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, в конструкції заявленого апарату передбачено все необхідне для досягнення бажаного результату при використанні в промисловому виробництві - абсолютної герметичності його, при якій виключаються витіки учаскуючих в процесі рідин з екстрактора в навколишнє середовище, а також потрапляння в апарат домішок ззовні під час роботи з особливо чистими рідинами. [5].

Поличні колонні екстрактори. Поличні екстрактори є колонами з перегородками різних конструкцій. Перегородки можуть мати форму дисків і кілець, що чергуються, глухих тарілок з закраїнами і сегментними вирізками або дисків з вирізами. Відстань між сусідніми полицями зазвичай становить 50-150 мм. Краплі води, об'єднуючись, обтікають перегородки у вигляді вузької плівки, що омивається безперервною фазою. Інтенсивність масо-передачі в поличних колонах вища, ніж у розпилювальних, в основному завдяки секціюванню колони перегородками, що знижує зворотне перемішування.

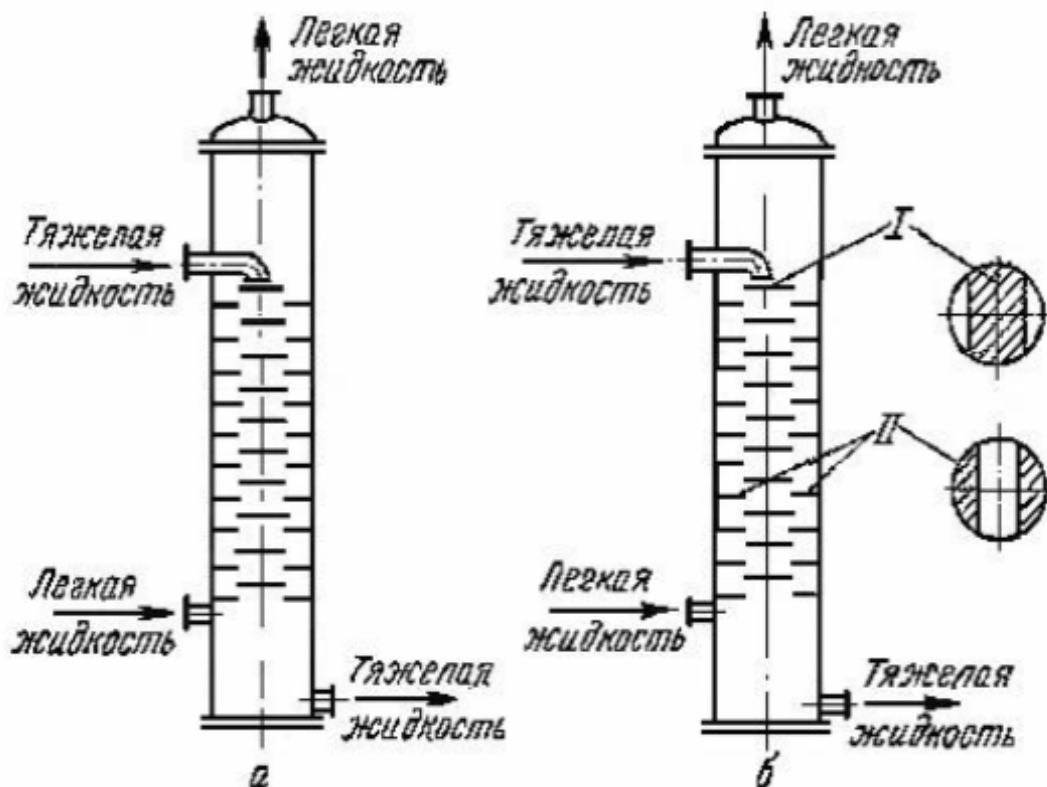


Рис. 3 Поличні колонні екстрактори:

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

а – з полицями типу диск-кільце; б - з полицями, що чергуються, типів ІІІ.

Плюси поличних колонних екстракторів: інтенсивність масопередачі: Поличні перегородки в колоні забезпечують високу інтенсивність масопередачі між фазами, що сприяє ефективному поділу компонентів. Секціонування колони перегородками зменшує зворотне перемішування та підвищує ефективність поділу фаз. Стійкість до піни та емульсій: Поличні екстрактори мають хорошу стійкість до утворення піни та емульсій, що особливо важливо при обробці складних рідин.

Мінуси поличних колонних екстракторів: високі гідравлічні втрати: Присутність перегородок у колоні створює опір потоку рідини, що призводить до підвищених гідравлічних втрат. Поличкові екстрактори можуть бути менш ефективними при обробці рідин з високою в'язкістю або щільністю, так як перегородки можуть ускладнювати проходження потоку. Складність конструкції Поличні колонні екстрактори вимагають складної конструкції з установкою перегородок та відповідною системою подачі рідин, що може підвищити вартість та складність експлуатації.

В цілому, поличні колонні екстрактори є ефективним засобом поділу фаз і мають ряд переваг, але їх використання слід розглядати з урахуванням особливостей процесу вимог конкретної програми. Ящикові екстрактори.

Так, для того щоб зменшити площу, займану апаратом, застосовують компактні ящикові екстрактори. У ящикового екстракторі (рис. 4.3) усі щаблі розташовані в загальному корпусі прямокутного перетину. Важка фаза надходить в змішувач, розташований у правому верхньому кутку корпусу, і видаляється знизу з крайнього відстійника з лівого боку корпусу. Як видно зі схеми, в апараті легка фаза рухається протитечією до важкої. Важка фаза видаляється через гідравлічний затвор з нижньої частини відстійника в наступний змішувач, а легка фаза переливається через поріг і відводиться з верхньої частини відстійника.

					КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

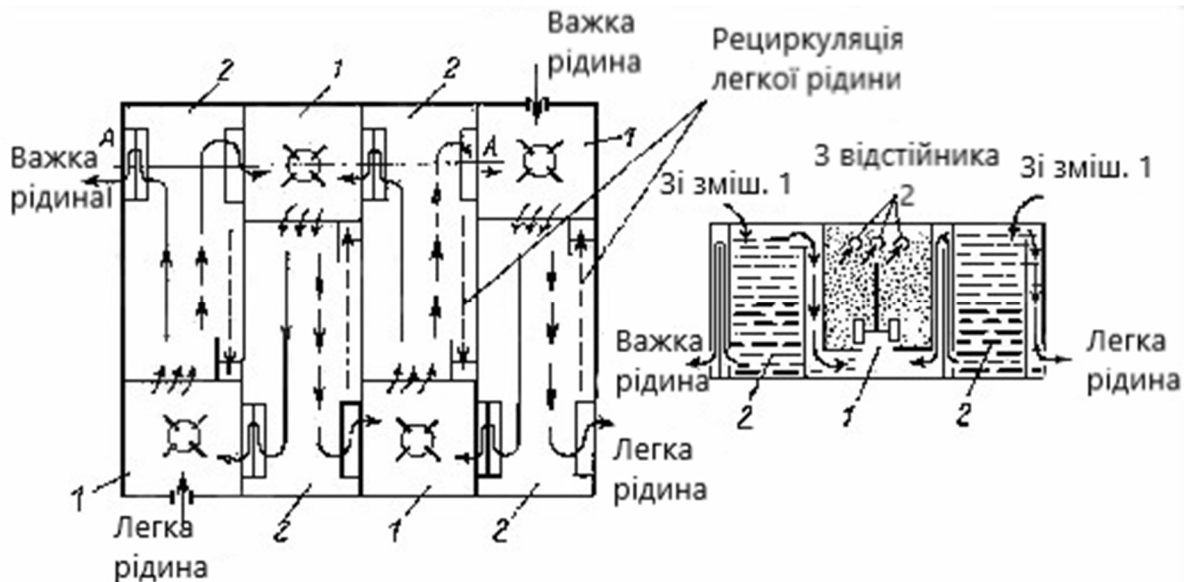


Рис. 4.3—Схема ящикового змішувально – відстійного екстрактора
1 – змішувач, 2 – відстійник.

У змішувально – відстійних екстракторах досягається інтенсивна взаємодія між фазами, причому ефективність кожного ступеня може наближатися до однієї теоретичної ступені поділу. Ці апарати добре пристосовані для обробки рідин при значно відрізняються об'ємних витратах фаз, наприклад при співвідношеннях витрат 10: 1 і більше. Для зменшення об'ємного співвідношення фаз іноді використовують часткову рециркуляцію фази з меншою об'ємною витратою з відстійника в змішувач кожного ступеня, як показано пунктиром на рис. 4.3.

Важливою перевагою змішувачів – відстійників є можливість їх ефективного застосування для процесів екстракції, що вимагають великої кількості ступенів. Змішувально – відстійні екстрактори займають велику площу, ніж колонні апарати, але зате вимагають меншої висоти виробничого приміщення (при горизонтальному розташуванні ступенів).

Недоліком змішувачів – відстійників багатьох конструкцій є повільне відставання в них рідин, що небажано при обробці дорогих, вибухонебезпечних або легкозаймистих речовин. Крім того, наявність мішалок з приводом в

кожному ступені ускладнює конструкцію апарату і призводить до підвищення капітальних витрат і експлуатаційних витрат.

У цукровій, олійно – жировій, сокоекстракційній, ферментній, виноробній та інших галузях харчової промисловості застосовують і відчуюють різні типи екстракторів безперервної дії з повною автоматизацією технологічного процесу. Найбільшого поширення набули екстрактори одно-, дво- і багатоклонні; похилі (шнекові і лопатеві); ротаційні; горизонтальні (шнекові, стрічкові і лопатеві); зрошувальні (стрічкові, ковшові шнекові).

Одноколонні екстрактори з транспортуючими пристроями шнеками і лопатями застосовують в тих галузях харчової промисловості, де матеріал що екстрагується мало відрізняється за обсягом від навколишньої від неїекстрагуючої рідини.

Одноколонні і двох колонні екстрактори застосовують найчастіше у цукровій промисловості, але не лише в ній.

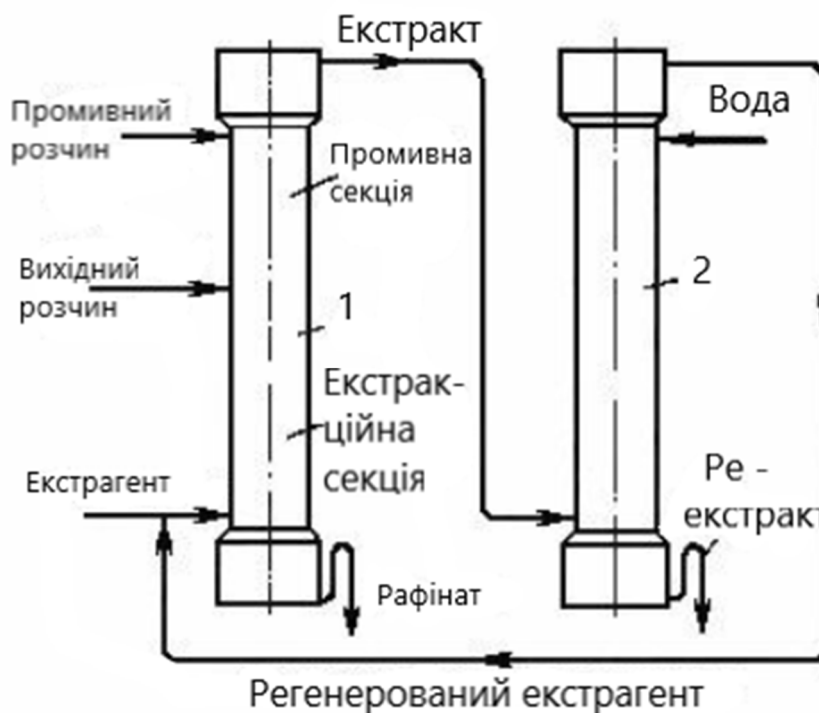


Рис. 4.4 - Схема двоклонного екстрактора.

1 – Колонний екстрактор, 2 – Ректифікаційна колонна.

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

На рис. 4.4 показана типова схема екстракції солей металів, що відрізняється тим, що після колонного екстрактора 1 солі витягуються з екстракту шляхом переведення їх у водний розчин (реекстракції) в колоні 2.

Екстрактор 1 може мати, як видно з малюнка, промивну секцію для додаткової відмивання екстракту від небажаних домішок.

Металоемність одноколонних апаратів невелика і в них більш повно, в порівнянні з іншими типами апаратів використовується робочий об'єм. Порівняно велике навантаження одиниці об'єму апарату матеріалом сприяє зменшенню перемішування його по висоті колони. Але крім переваг одноколонні апарати мають наступні недоліки:

- наявність попередньої теплової обробки матеріалу вимагає додаткової установки ошпарювачів, що займають додаткову виробничу площу;

- застосування ошпарювачів зі складними пристроями та відцентрових насосів призводить до значного подрібнення матеріалу, що не дозволяє екстрагувати в таких апаратах тонкоподрібнені матеріали.

Шнековий розчинник. Однією з поширених апаратів є шнековий розчинник. Він являє собою горизонтальне корито, або жолоб 1, в якому обертається горизонтальний вал 2 з укріпленими на ньому лопатями спіральними 3 і хрестовинами 4..

Жорсткий матеріал, що розчиняється, надходить безперервно через штуцер 5, а рідина (розчинник) подається через штуцер 6, рухається прямо током і направляється до твердих частинок. Уздовж корита апарату встановлені спіральні лопаті, які переміщують твердий матеріал. На лопатях розташовані додаткові лопаті-скребки 7, які піднімають та скидають жорсткі частинки, забезпечуючи перемішування матеріалу на різних ділянках корита у вертикальній площині. Щоб прискорити процес, рідина в кориті підігривається гострим паром через сопла 8 або глухою парою через сорочку.

При русі вздовж апарату розчин направляється донизу багаторазово

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

завдяки козиркам 9, що забезпечує кращий контакт між рідиною та твердою фазою. Концентрований розчин видалений з протилежного кінця апарату через зливний штуцер у верхній частині корита, а нерозчинені залишки твердого матеріалу відводяться за допомогою похилого елеватора 10. Ковщі 11 елеватора мають сітчасті стінки, які дозволяють відокремити рідину, яка стікає через штуцер 12.

Шнекові апарати можуть працювати як у режимі прямо-струму, так і в проти тоці фаз. Інтенсивність перемішування фаз у поперечному перерізі апарату впливає на ефективність використання протитечії[6].

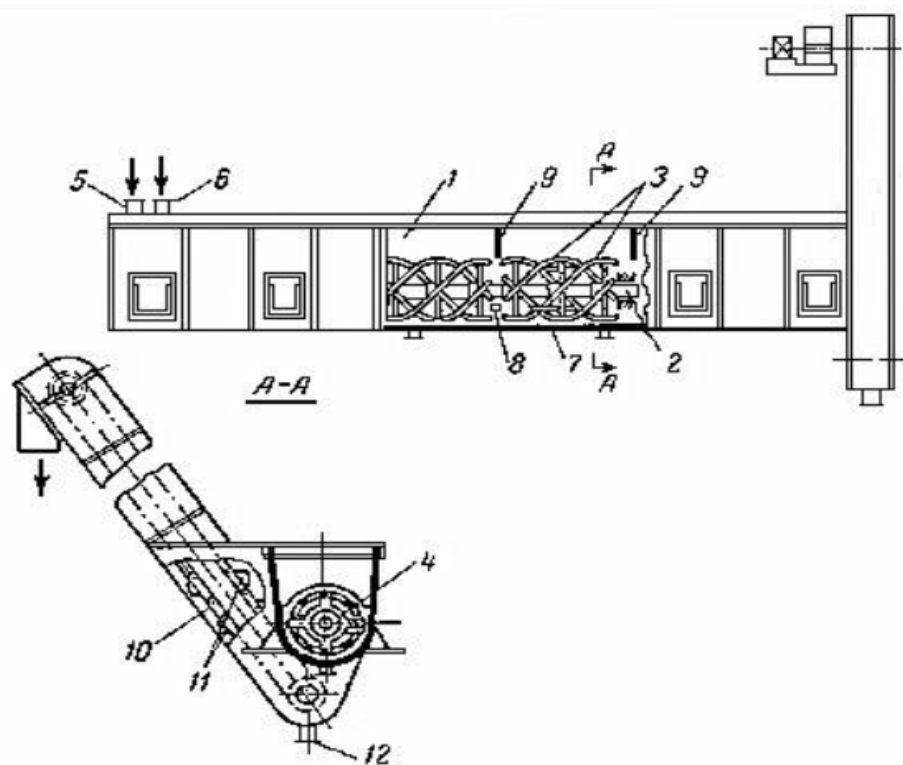


Рис 4. Шнековий екстрактор:

1 – горизонтальне корито (жолоб); 2 – вал; 3 – спіральні лопаті; 4 – хрестовина; 5 – штуцер для введення твердого матеріалу; 6 – штуцер для введення свіжого розчинника; 7 – лопаті-скребки; 8 – сопло; 9 – козирки; 10 – елеватор; 11 - ковщі; 12 – штуцер для зливу рідини

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Іноді шнекові апарати використовують комбінований спосіб роботи. Процес здійснюється у двох послідовно з'єднаних апаратах, де перший апарат надходить вихідний твердий матеріал, а другий – свіжий розчинник. У першому апараті фази переміщуються прямо-струмом у напрямку жорсткої фази, а в другому апарат - протитечією.

Шнекові розчинник, або екстрактор з використанням шнекового пристрою, мають свої переваги та недоліки.

Ось деякі з них:

Переваги шнекового розчинника (екстрактора): Ефективність витрати розчинника: шнекові розчинники можуть забезпечити ефективну взаємодію між сировиною і розчинником, що дозволяє ефективно використовувати розчинник і забезпечувати високу якість екстракції.

Контрольований процес: завдяки швидкості обертання шнека і розміру каналу можна забезпечити точний контроль над процесом екстракції. Це дозволяє досягти потрібного ступеня екстракції і контролювати якість отриманого екстракту.

Можливість роботи з різними матеріалами: шнекові розчинники можуть бути використані для екстрагування різних матеріалів, включаючи тверді речовини, рідкі речовини та пастоподібні матеріали.

Менша кількість розчинника: завдяки ефективному контакту між розчинником і сировиною, шнекові розчинники можуть вимагати меншу кількість розчинника порівняно з іншими методами екстракції.

Недоліки шнекового розчинника (екстрактора):

Обмежена пропускна здатність: шнекові розчинники можуть мати обмежену пропускну здатність, особливо при роботі з в'язкими або пастоподібними матеріалами. Це може призвести до затримок у процесі екстракції.

Підвищений знос і обслуговування: шнекові розчинники вимагають регулярного обслуговування та очищення через можливість зносу шнека і

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

послідуючого ушкодження. Крім того, вони можуть потребувати додаткового зусилля для очищення при зміні матеріалів.

Обмежена масштабованість: шнекові розчинники можуть бути обмежені в масштабованості при обробці великих обсягів сировини. Великі шнекові розчинники можуть бути складними у виготовленні та дорогими.

Вплив на теплочутливі матеріали: висока температура, під час роботи шнекового розчинника, може негативно впливати на теплочутливі матеріали, особливо якщо процес вимагає високої температури екстракції. Враховуючи ці переваги та недоліки, вибір шнекового розчинника (екстрактора) залежить від конкретних потреб і вимог процесу екстракції. Необхідно ретельно враховувати особливості матеріалів, режими роботи та ефективність витрати енергії перед вибором цього типу розчинника[7].

Сітчасті колонні екстрактори. У сітчастому екстракторі фаза, наприклад, легка рідина, проходячи через отвори сітчастих тарілок, багато разів розбивається на краплі і струмені, які, в свою чергу, розпадаються на краплі у проміжному просторі між тарілками. Після взаємодії з неперервною фазою, краплі збираються і утворюють шар легкої фази під кожною вищеразташованою тарілкою. У випадку, коли збирається важка фаза, то шар цієї рідини утворюється над тарілками. Коли гідростатичний тиск шару рідини стає достатнім для подолання опору отворів тарілки, рідина, проходячи через отвори тарілки, збирається знову. Неперервна фаза (у цьому випадку - важка рідина) перетікає з тарілки на тарілку через переливні отвори. Всі гравітаційні екстрактори відрізняються простотою конструкції, обумовленою відсутністю рухомих частин. Відповідно, вартість цих апаратів та витрати, пов'язані з їх експлуатацією, відносно невеликі. Однак у більшості випадків інтенсивність масо передачі в гравітаційних екстракторах низька. Це пояснюється тим, що для систем рідина-рідина різниця щільності фаз значно менша, ніж для систем пар (газ) - рідина і зазвичай недостатня для дрібнодисперсного розподілу однієї рідкої фази в іншій, необхідного для створення значної поверхні контакту фаз.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гравітаційні екстрактори мало підходять для роботи з великими співвідношеннями витрат фаз.

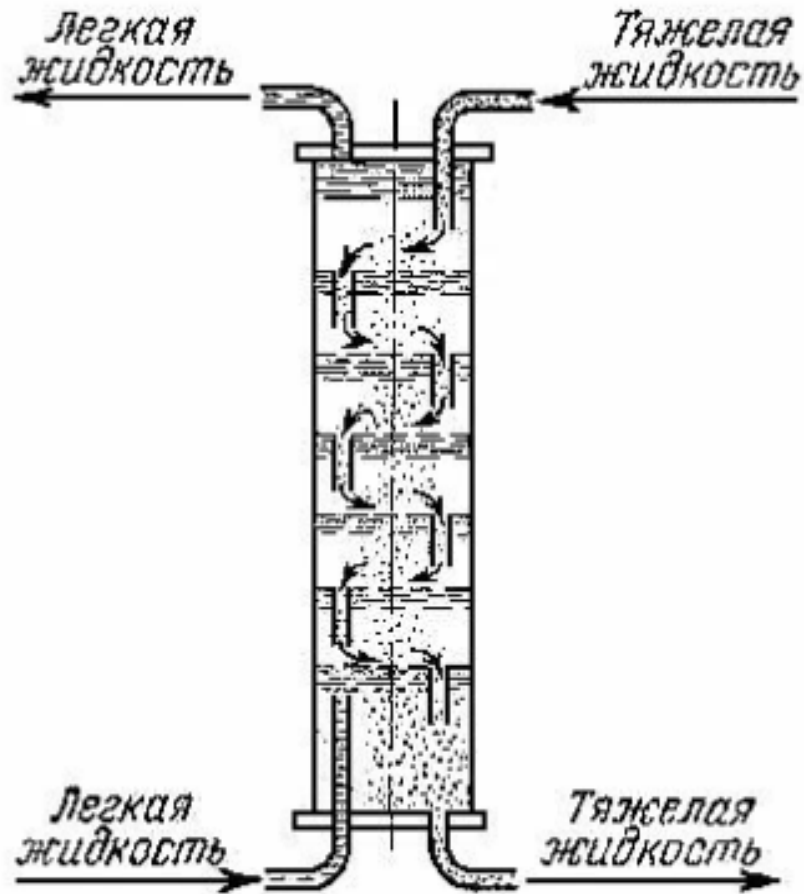


Рис. 5 Сітчастий екстрактор.

Плюси сітчастого екстрактора:

Простота конструкції: сітчасті екстрактори мають просту будову без рухомих частин, що робить їх надійними та менш схильними до поломок.

Низькі витрати експлуатації: відсутність складних механізмів та мінімальне споживання енергії знижують витрати на обслуговування та експлуатацію екстрактора.

					КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Відсутність забруднень: завдяки принципу дії та конструкції, сітчасті екстрактори забезпечують ефективне відокремлення фаз без утворення забруднень або накопичення твердих частинок.

Висока стійкість до корозії: багато матеріалів, які використовуються для виготовлення сітчастих екстракторів, мають високу стійкість до корозії, що забезпечує тривалий термін служби пристрою.

Мінуси сітчастого екстрактора:

Низька ефективність масо-передачі: оскільки різниця у щільності фаз у системі рідина-рідина зазвичай невелика, сітчасті екстрактори мають обмежену здатність до ефективного дрібнодисперсного розподілу однієї фази в іншій. Це може призводити до низької інтенсивності масо-передачі.

Обмежена працездатність при великих співвідношеннях витрат фаз: гравітаційні екстрактори мало підходять для роботи з великими різницями витрат фаз, оскільки недостатня поверхня контакту може обмежувати ефективність процесу відокремлення.

Потреба у висоті: для досягнення достатнього гідростатичного тиску ізоляційний шар рідини має бути достатньо високим. Це може вимагати великої висоти для встановлення сітчастого екстрактора. Обмежена можливість регулювання: сітчасті екстрактори мають обмежені можливості регулювання процесу, так як вони побудовані на принципі гравітації і пасивного руху рідини.

Враховуючи ці плюси та мінуси, вибір сітчастого екстрактора залежить від конкретних вимог і умов процесу, включаючи різницю щільності фаз, витрати фаз, ефективність масо передачі та бюджетні обмеження[8].

Відцентровий екстрактор.

Використання відцентрових сил є ефективним засобом покращення як змішування, так і розділення фаз при екстракції.

Принцип роботи відцентрового екстрактора зрозумілий з рис. 7.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Рідини надходять під напором з протилежних кінців до каналів швидкозавантажуваності 1, на якій закріплений ротор (барабан) 2. Щільність з'єднання труб для подачі рідин і обертаючої осі досягається за допомогою ущільнень на кінцях валика. Усередині ротора по всій його ширині розміщена спіральна перегородка 3 з перфорованої стрічки. У каналах між її витками противотоком одна до одної рухаються легка і важка фази. При цьому важка фаза рухається від осі до периферії ротора, а легка фаза - від його периферії до осі. Обидва фази змішуються, проходячи через отвори спіралей, і розділяються в каналах під дією відцентрових сил. Таким чином, змішування і розділення рідин протікають одночасно і багаторазово повторюються. Легка фаза відводиться зовнішньою поверхнею ротора, а важка - неподалік його осі. Обидві фази видаляються через окремі випускні канали валика, як показано на рис. 7. Відцентрових екстрактори мають значні переваги. Ці пристрої є досить компактними і поєднують велику продуктивність з високою інтенсивністю масо-передачі. В них можна ефективно обробляти рідини з невеликим різницею вільностей.

Однак відцентрові екстрактори відрізняються низькою здатністю утримувати фазу і коротким часом перебування рідин в пристрої. Ця особливість відцентрових екстракторів обумовлює їх успішне застосування для екстракції легко розкладаються речовин, наприклад, антибіотиків (пеніциліну та інших), які чутливі не тільки до нагрівання, але й до тривалого перебування в розчині за нормальної температури. Однак ці пристрої не підходять для екстракції, супроводжуваної хімічною реакцією, коли потрібен тривалий час контакту фаз. Продуктивність відцентрових екстракторів визначається шириною ротора, а кількість теоретичних ступенів, що отримуються, - його діаметром. У промислових відцентрових екстракторах кількість обертів ротора

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коливається приблизно в межах 1200-5000 об/хв, що обмежує розміри ротора (барабана), діаметр якого не перевищує 1,2-1,5 м.

У екстракторі, показаному на рис. 7, важка фаза відводиться через канал, розташований біля осі обертання ротора[9].

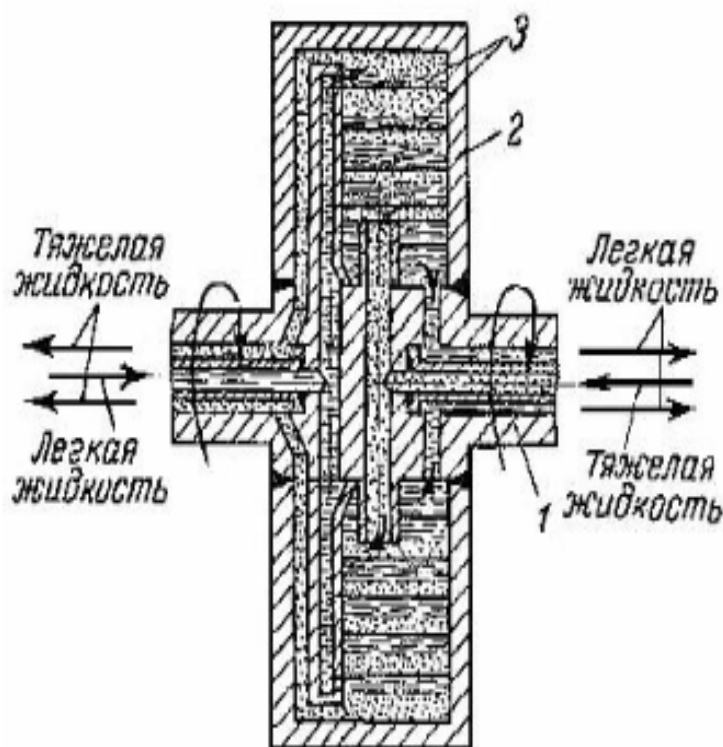


Рис. 6 Відцентровий екстрактор

Енергоефективність: електромагнітний метод екстрагування з використанням НВЧ - енергія може бути більш енергоефективним, оскільки він дозволяє ефективніше використовувати енергію для нагрівання продукту. Він має високу проникаючу здатність, що дозволяє швидко та рівномірно розігрівати сировину, що знижує тимчасові витрати та покращує ефективність процесу екстрагування.

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняння енерговитратності традиційного обладнання та електромагнітного апарату для екстрагування може бути складним і залежить від багатьох факторів, таких як тип продукту, обсяг виробництва, вимоги до процесу та ефективність обладнання. В цілому електромагнітний метод екстрагування має потенціал для більш енергоефективного використання енергії, але конкретні результати можуть відрізнятися в залежності від конкретного контексту та умов процесу екстрагування[10].

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						42
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5. Сучасні принципи підвищення ефективності об'єкту проектування.

Для вирішення технологічних та енергетичних проблем при екстрагуванні за допомогою НВЧ - енергії в харчовій та переробній галузі можна вжити кілька заходів:

Підвищення енергоефективності: для цього можна вдосконалити конструкцію НВЧ – енергії , щоб зменшити розсіювання електромагнітних хвиль та забезпечити їх ефективну передачу до продукту. Також важливо налаштувати оптимальні параметри екстрагування та використовувати ефективне управління енергією.

Покращення рівномірності нагрівання: це можна досягти шляхом вдосконалення розподілу електромагнітних хвиль у печі та забезпечення належного перемішування продукту. Використання оберտального або перемішувального обладнання може допомогти досягти більш рівномірного нагрівання.

Контроль параметрів: важливо мати точний контроль над потужністю, часом екстрагування та температурою процесу. Встановлення автоматичних систем регулювання та моніторингу допоможе досягти оптимальних значень параметрів та забезпечити стабільність процесу.

Вдосконалення конструкції печі: при проектуванні НВЧ енергії варто звернути увагу на оптимальну геометрію та розміри, щоб забезпечити належне перемішування продукту та уникнути його втрат. Також важливо враховувати особливості роботи з різними типами продуктів та їх властивостями.

Використання новітніх технологій: впровадження новітніх розробок в енерготехнологіях може сприяти покращенню якості та ефективності процесу екстрагування. Наприклад, використання сенсорів, автоматизованих систем керування та аналітичних методів дозволяють точніше контролювати процес та відстежувати якість продукту.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дослідження та розвиток: продовження наукових досліджень та вдосконалення технологій екстрагування за допомогою НВЧ - енергії сприятимуть вирішенню проблем і покращенню процесу. Залучення фахівців з різних галузей, таких як енергетика, харчова технологія та інженерія, може привести до нових інновацій та розвитку ефективних рішень.

Загалом, вирішення цих проблем вимагає комплексного підходу, який включає технологічні, конструктивні, енергетичні та управлінські аспекти. Постійна увага до досліджень і вдосконалення технологій допоможе забезпечити ефективне та стабільне екстрагування за допомогою НВЧ- енергії
Екстракція.[11].

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						44
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6. Аналітичні та експериментальні дослідження процесів об'єкту проектування.

Моделювання процесу методом "аналізу розмінностей"

Більшість розмінностей можуть бути виражені через розмірність основних величин і називаються похідними величинами. Основним положенням, яке використовується в методі аналізу розмінностей при визначенні кількості та виду чисел подібності, є аксіома про те, що додавати та віднімати можна тільки величини та комплекси величин, що мають однакову розмірність, а також те, що одні розмірності можуть бути виражені через інші у вигляді їх добутку відповідних степенів. На цій основі встановлюється, що якщо якась фізична величина β шукається як функція інших фізичних величин A, B, C, \dots , то ця залежність може бути представлена у вигляді добутку цих розмінностей у деяких степенях a, b, c, \dots , тобто.

де k – постійна, β - коефіцієнт масовіддачі, м/с

До наших розмінностей віднесемо:

β - коефіцієнт масовіддачі

N - потужність магнетрону

ρ - густина

μ - коефіцієнт динамічної в'язкості

d - діаметр частинки

ΔC - різниця концентрації

- маса екстрагенту

- маса сировини

					КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

r - питома теплота пароутворення

g - гравітаційна константа

D - коефіцієнт дифузії

У такому разі, виражаючи кожен з розмірностей (A, B, C, D, \dots) через розмірності основних величин, можна встановити відповідні величини показників ступенів a, b, c, d, \dots та забезпечити однаковість розмірностей правої та лівої частин рівняння. Для цього в отриманому рівнянні розмірності показник ступеня певної розмірності в лівій частині рівняння повинен дорівнювати сумі показників ступенів у відповідній розмірності у правій частині. Ця обставина дає можливість об'єднати фізичні величини в безрозмірні комплекси чисельності подоби. При цьому виявляється, що між кількістю фізичних величин і кількістю безрозмірних комплексів, що виходять, існує певне співвідношення, що визначається -теоремаю.

- теорема

Залежність між a -незалежними параметрами, які включають v -розмірних величин, може бути представлена моделлю між a - v , числами подібності

$$\pi = a - v,$$

де a – незалежні параметри;

v – одиниці вимірювання .

Очевидно, що на модель коефіцієнта масовіддачі (впливають такі параметри, як: (N) потужність магнетрону, (ρ) густина, (μ) коефіцієнт динамічної в'язкості, (Δ) діаметр частинок, (ΔC) різниця концентрації,) маса екстрагенту,) маса сировини, (r) питома теплота пароутворення, (g) гравітаційна

					КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

константа, (D) коефіцієнт дифузії, (t) температура. Отже, функціональна залежність, що зшукається, має вигляд.

$$\beta = f(N, \mu, d, \Delta C, r, g, D)$$

На основі - теореми: а – кількість незалежних параметрів (а=11).

Для визначення числа представимо незалежні параметри через загальні одиниці виміру

$$\beta = \frac{M}{c}$$

$$\text{тобто } \beta = [L \cdot T^{-1}],$$

де М - маса, кг; L - довжина, м; Т - час, с.

Аналогічно:

$$N = \text{Вт} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3} = \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-3},$$

$$N = [M \cdot L^2 \cdot T^{-3}]$$

$$\rho = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \text{кг} \cdot \text{м}^{-3},$$

$$\rho = [M \cdot L^{-3}]$$

$$\mu = \text{Па} \cdot \text{с} = \text{н} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^{-2}, \quad \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^{-2} = \text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-1},$$

$$\mu = [M \cdot L^{-1} \cdot T^{-1}]$$

$$d = \text{м}$$

$$d = [L]$$

$$\Delta C = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \text{кг} \cdot \text{м}^{-3},$$

$$\Delta C = [M \cdot L^{-3}]$$

$$m_e = \text{кг},$$

$$m_e = [M]$$

					<i>KPM. ПОтаЕМ. 1.749-03.3.3</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_c = \text{кг},$$

$$m_c = [M]$$

$$r = \text{дж} \cdot \text{кг}, \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot \text{кг}^{-1} = \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2},$$

$$r = [L^2 \cdot T^{-2}]$$

$$g = \text{м} \cdot \text{с}^{-2},$$

$$g = [L \cdot T^{-2}]$$

$$D = \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1},$$

$$D = [L^2 \cdot T^{-1}]$$

Отже, $v=3$, всі незалежні змінні виражені через масу, розмір та час.

Згідно з принципом аналізу розмірностей, залежність можна подати у вигляді степеневого ряду.

$$\beta = A \cdot N^n \cdot \rho^m \cdot \mu^k \cdot d^y \cdot \Delta C^f \cdot m_e^j \cdot m_c^z \cdot r^o \cdot g^v \cdot D^w$$

На основі π -теореми ця залежність може бути представлена 3 комплексами $\pi = a - v = 11 - 3$. $\pi = 8$

Для вирішення цього завдання складаємо матрицю

	n	m	k	y	f	j	z	o	v	w	β
M	1	1	1		1	1	1				
L	2	-3	-1	1	-3			2	1	2	1
T	-3		-1					-2	-2	-1	-1

Н
а

основі матриці складаємо систему алгебраїчних рівнянь:

					<i>KPM.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>					Арк.
										48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$n = -m-k-f-j-z;$$

$$w = 1-3n-k-2o-2v$$

$$w = 1 + 3m+2k+3f+3j+3z-2o-2v$$

Вирішуємо рівняння щодо двох невідомих (n) та (w):

$$y = 1-2n+3m+k+3f-2o-v-2w$$

$$y = 1-2(-m-k-f-j-z)+3m+k+3f-2o-v-2(1 + 3m+2k+3f+3j+3z-2o-2v)$$

$$y = -1-m-k-f-4j-4z+2o+3v$$

Тоді рівняння $\beta = A \cdot \dots \dots \dots$ приймає вигляд

$$\beta = A \cdot \dots \dots \dots$$

Поєднуємо параметри з однаковими показниками ступеня

$$= A$$

$$= Sh - \text{число Шервуда}$$

$$= = H - \text{гідромодуль}$$

$$= = = Sc - \text{число Шмідта}$$

					<i>КРМ.ПотомЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

В результаті аналогічних математичних перетворень було отримано число
Бурдо

$$= \text{Bu} - \text{Бурдо}$$

Бачимо, що отримано залежність відомих чисел подібності:

$$= \text{Sh} - \text{число Шервуда} \quad = \text{H} - \text{гідромодуль}$$

$$= \text{Sc} - \text{число Шмідта} \quad = \text{Bu} - \text{Бурдо}$$

Запишемо залежність у вигляді:

$$= A \cdot \dots$$

Отримуємо структуру критеріального рівняння для процесу
екстрагування в МХ - полі

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						50
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6. Методики проведення експериментальних досліджень.

В холодильній машині охолоджуємо воду. За допомогою насоса перекачуємо воду, яка охолоджує конденсатор.

Виміряємо певну кількість сировини та об'єм екстрагенту, завантажуюємо сировину та екстрагент у радіо-прозору ємність та встановлюємо її у камеру екстрактору. За допомогою вакуум насоса відкачуємо з камери повітря для забезпечення розрідження в камері. Вмикаємо екстрактор на T хвилин і з інтервалом в 3 хвилини виміряємо температуру та тиск.

По завершенню процесу екстрагування виймається ємність, визначаємо концентрацію масла в спирті. Так після відділення екстрактора від сировини в мікрохвильовому випарювальному апараті здійснюється розділення на екстрагент та масла.

Для отримання тарування рефрактометру HI96801. Набираємо у ємність масло та спирт у кількості 1:1, для отримання концентрації масла 50%. Отриману рідину добре змішуємо, наносимо на датчик рефрактометру 3 каплі рідини та отриманий результат записуємо. Подалі додаємо спирт до суміші для зменшення концентрації масла.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						51
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



Рис. 7 Використовуване устаткування в процесі проведення експериментів.

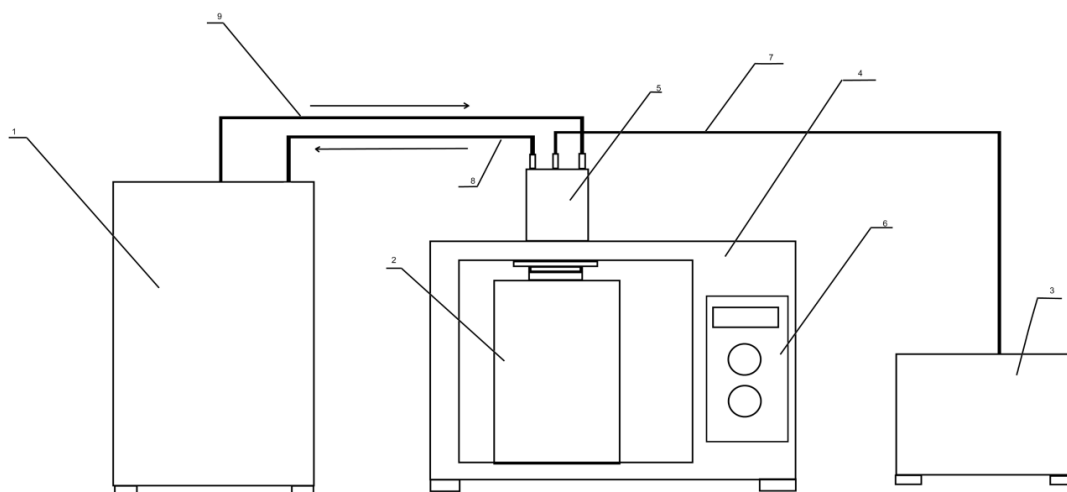


Рис.9 1. Холодильна машина; 2. Ємність з сировиною та екстрагентом; 3. Вакуумний насос; 4. Вакуумний екстрактор; 5. Конденсатор; 6. Панель

					<i>KPM.ПЮтаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

керування; 7. Трубка вакуумного насоса; 8. Відвід нагрітої води; 9. Подача охолодженої води.

7. Аналіз результатів досліджень.

Вплив потужності

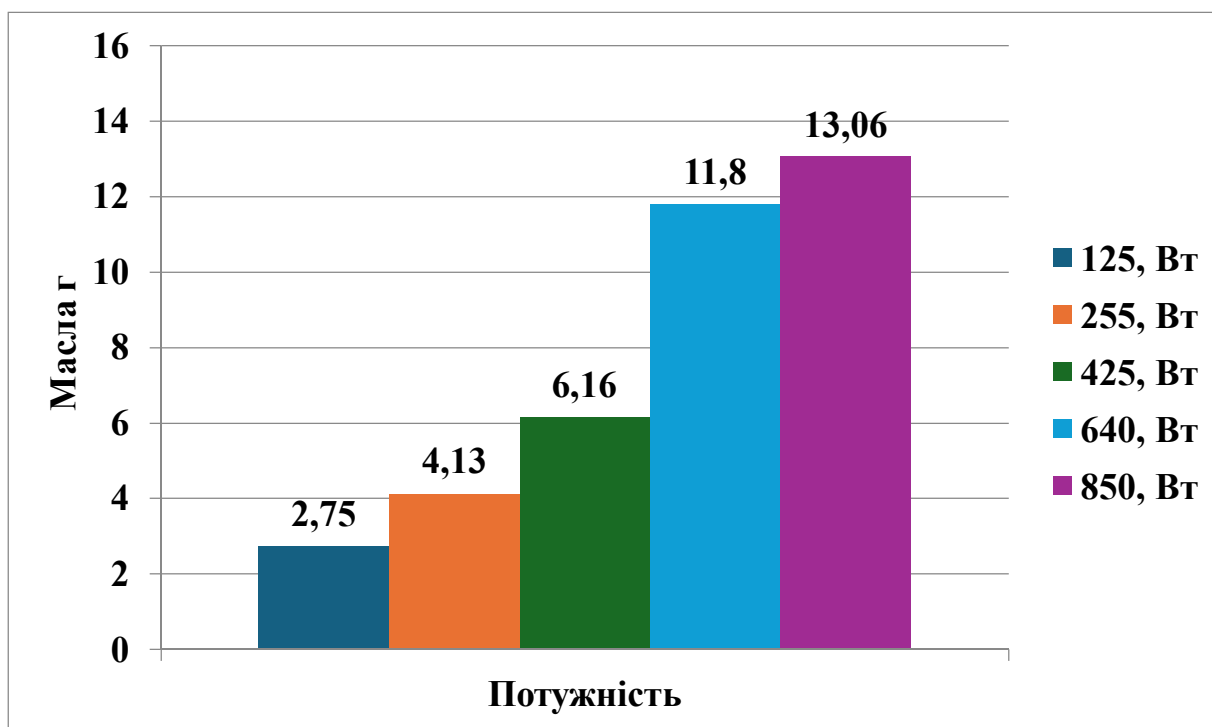


Рис. 8 Порівняння отриманого масла від потужності.

У цих експериментів було досліджено вплив потужності на інтенсивність процесу екстрагування під впливом СВЧ. Потужність магнетрону змінювалась від самої найменшої к найпотужнішої.

Отримані результати подані на рис. 8

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Результати експерименту показують, що при 850Вт, було отримано найбільшу кількість продукту.

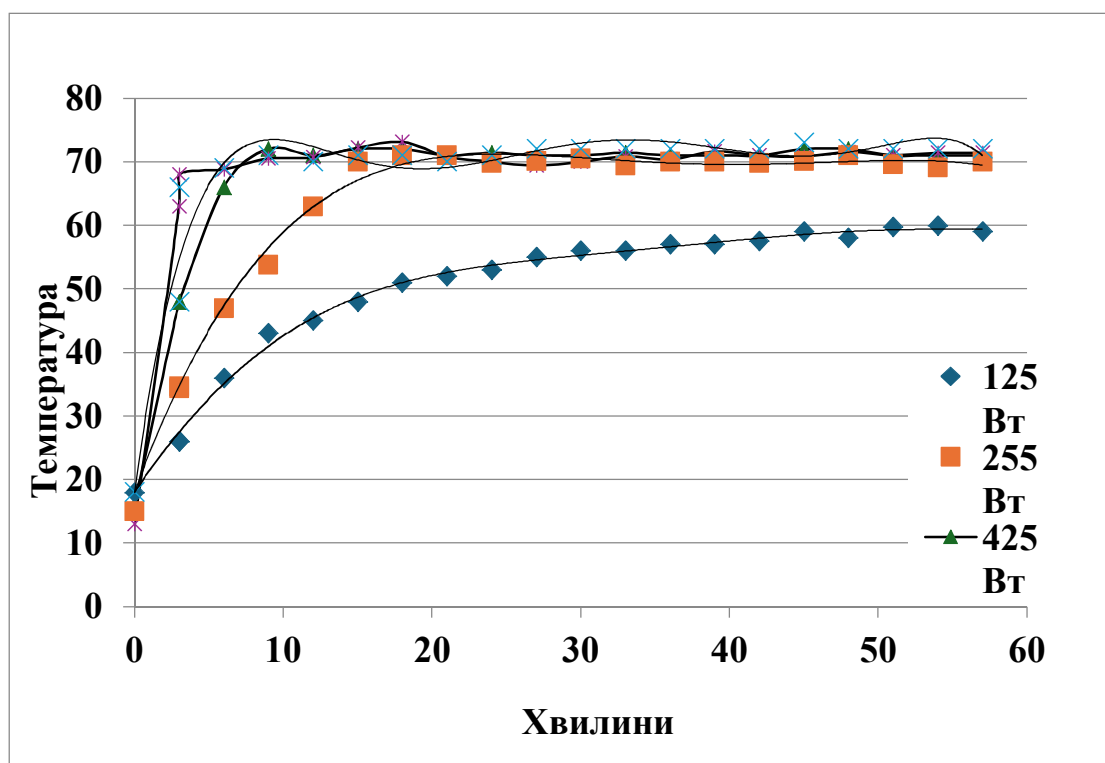


Рис. 9 Залежність температури при різних потужності СВЧ

Результатами цих експериментів є те, що при потужності 125 Вт, температура не зростає більше ніж 60 °С, що призводить до повільнішого процесу екстрагування та збереженню більших корисних компонентів у продукті.

За другими потуж остями температура виходить до 70 °С та держиться сталою. Отже експерименти показують, що починаючи з 15 хвилини нагрів продукту однаковий, а це дає змогу проводити експерименти на мен енерговитратній потужності.

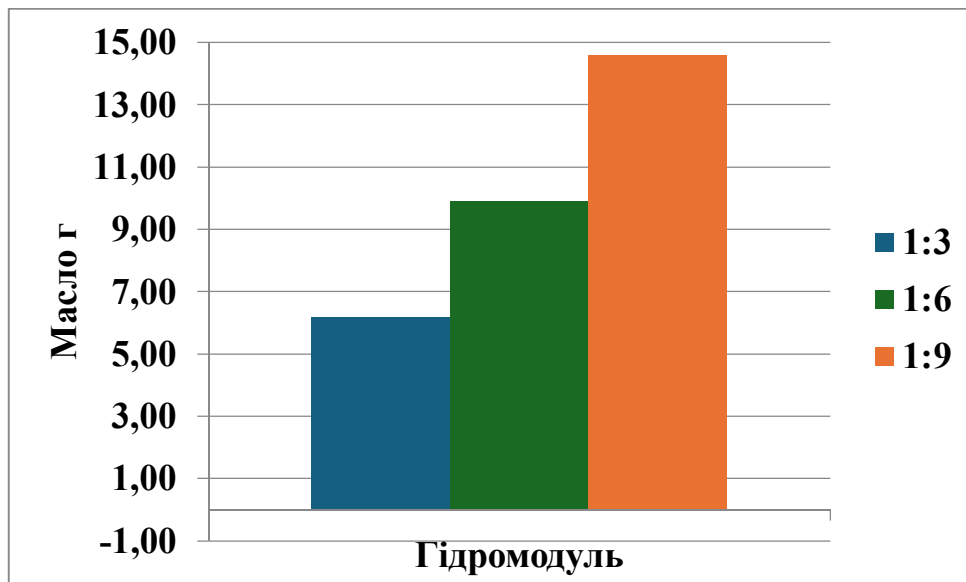


Рис. 10 Кількість отриманого продукту від гідромодуля

У цій серії експериментів спостерігаємо змінну кількості отриманого продукту від гідромодулю. Відношення гідромодулю 1:3, 1:6, 1:9, при постійних параметрах магнетрону в 425 Вт.

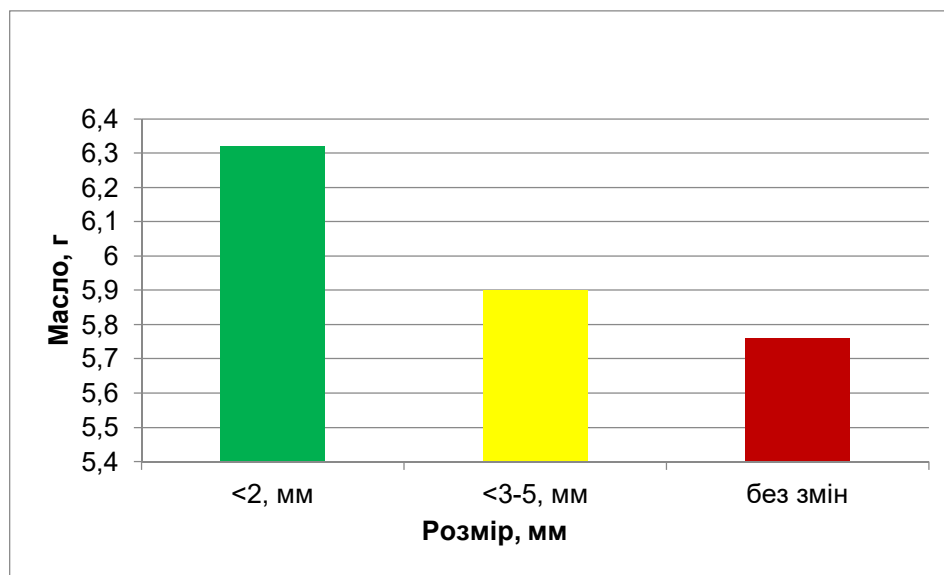


Рис. 11 Залежність отриманого продукту від дисперсії

На цьому графіку ми спостерігаємо залежність отриманого продукту від розміру сировини. Як і передбачалося - зменшення продукту призводить до

збільшення площі контактних фаз, що призводить до ефективного екстрагування.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						56
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

8. Інструкція з охорони праці при роботі з мікрохвильовим екстрактором періодичної дії (МЕПД)

8.1 Загальні вимоги безпеки

8.1.1 До експлуатації допускаються особи, яким виповнилося 18 років, які мають медичний дозвіл, придатні за станом здоров'я.

8.1.2 Здійснення експлуатаційно технічного обслуговування МЕПД працівниками повинно виконуватись за встановленими правилами підприємства.

Можуть бути присутні такі небезпечні виробничі фактори :

- Замикання, небезпечні рівні напруги
- Високий рівень шуму
- Висока температура повітря на робочу місці

8.1.3 Працівники повинні бути забезпеченні спеціальним одягом та взуттям відповідно до чинних норм застосування при роботі з МЕПД

8.1.4 Працівники повинні володіти знаннями вимог пожежа- та вибух безпеки та виконувати їх

8.1.5 Працівник повинен знати порядок повідомлення адміністрації підприємства при надзвичайних подіях.

8.1.6 За порушення вимог експлуатації працівник підприємства залучається до відповідальності згідно закону.

8.2. Вимогу безпеки перед початком работ

8.2.1 Прийшовши на чергування робітник ухвалює зміну від попереднього робітника.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

8.2.2 При прийманні зміни робітник повинен:

- особисто оглянути та ознайомитись зі станом та режимом роботи.
- прийняти відомості від робітника, який здає зміну.
- перевірити та прийняти усі матеріали, ключі, інструменти.
- ознайомитись з усіма записами під час попередньої зміни.
- записом у журналі оформити прийняття зміни. Указати хто здав та хто прийняв зміну.
- старшому за зміною доповісти про вступ на робоче місце.

8.2.3 Під час ліквідації зміни забороняється з увімкнення та відключення обладнання. За час ліквідації аварії заборонено без дозволу адміністрації здавати або приймати зміну.

8.2.4 Заборонено здавати зміну при забрудненому обладнанні, приміщенні, робочому місці.

8.2.5 Лише за дозволом адміністрації дозволено здавати та приймати зміну при порушеннях за пунктом 8.2.4

8.3 Вимоги безпеки під час роботи

8.3.1 Особа яка чергує під час зміни – відповідальна за правильне обслуговування безаварійну роботу на обладнанні яке було доручено.

8.3.2 Експлуатація установок дозволено більш ніж однією особою та однією.

8.3.3 Одноосібне експлуатація дозволяється за такими умовами:

- Наявність обладнання, що буде увімкнуте за непридатності основного.
- Наявність на робочому місці зв'язку адміністрацією за рахунок:

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						58
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

телефону, рації тощо.

8.3.4 Електромонтери та інженерно – технічні працівники зі стажем більш одного року можуть обслуговувати установку самі.

8.3.5 Для дозволу к самостійному обслуговувані особа повинна мати групу з електробезпеки не нижче IV

8.3.6 Перелік робіт, які виконуються одноосібним працівником регламентується технічним керівником.

8.3.7 Лише із зовнішньої боку шафи обладнання дозволяється одноосібні роботи.

8.3.8 Особам які не мають дозволу до роботи заборонені будь які роботи з установками.

8.3.9 Огляд обладнання дозволено

- адміністративно - технічним працівником з V групою електробезпеки.

- зміним персоналом з IV групою електробезпеки.

8.3.10 Головний інженер встановлює список персоналу, що дозволяється одноосібна експлуатація.

8.3.11 При виявленні поломки черговий повідомляє старшому зміни.

8.3.12 Установка та зняття запобіжників під напругою забороняється.

8.3.13 При знятті і встановленні запобіжників під напругою потрібно використовувати:

- Якщо напруга вищі 1000В – ізолюючими кліщами, діелектричними рукавичками, захисною маскою

- Якщо напруга до 1000В – ізолюючими кліщами, діелектричними рукавичками, захисними окулярами.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						59
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

8.3.14 Слід пам'ятати, що після відсутності напри вона може з'явитися без попередження.

8.3.15 Профілактичні роботи проводяться лише після зняття напруги.

8.3.16 Категорично забороняється виконувати ремонт та профілактичні роботи під напругою.

8.3.17 Усі металеві конструкції до яких може доторкнутися обслуговуючий персонал повинні бути заземлені.

8.3.18 При налаштуванні та вимірюванні прилади повинні бути розташовані так, щоб не захарашувати доступ до вимірювальної апаратури.

8.3.19 Джерела випромінювання НВЧ також можуть бути випромінювальними приладами.

8.4.Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

8.4.1 за несправності обладнання, ушкодження працівника або ушкодження інструментів працівник повинен: припинити роботи, викликати АПГ, повідомити старшого зміни.

8.4.2 У випадку ушкодження напарника по змінні, робітник повинен вміти надавати першу медичну допомогу.

8.4.3 При отриманні травми – повідомити старшого зміни звернутися за медичною допомогою.

8.6 Вимоги безпеки після закінчення роботи

8.5.1 Перевірити справність та цілісності: установки, ключів порядку на робочому місці та у приміщенні.

8.5.2 Для того щоб здати зміну наступному черговому потрібно :

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						60
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- Повідомити наступного робітника про прилади за якими слід ретельно спостерігати або установками.
- Ознайомити з усіма записами особу яка змінює.
- Записом у журналі оформити здачу зміни.
- Доповісти старшого зміни про здачу.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

Висновки:

В результаті досліджень визначено вплив потужності на інтенсивність процесу екстрагування, під впливом СВЧ. Потужність магнетрону змінювалась від самої найменшої к найпотужнішої.

При зміні гідромодуля експериментів спостерігаємо змінну кількість отриманого продукту від. Відношення гідромодулю 1:3, 1:6, 1:9, при постійних параметрах магнетрону в 425 Вт.

При виявлені середньої температури під час екстрагування за різними потуж остями є те, що при потужності 125 Вт, температура не зростає більше ніж 60 °С, що призводить до повільнішого процесу екстрагування та збереженню більших корисних компонентів у продукті.

За другими потуж остями температура виходить до 70 °С та держіться сталою. Отже експерименти показують, що починаючи з 15 хвилини нагрів продукту однаковий, а це дає змогу проводити експерименти на мен енерговитратній потужності.

Отже, застосування МХ полів дозволяє зробити висновок, що використання екстрагування за допомогою екстрагенту (спирту), можливе та ефективно. В промисловості прийнято проводити екстракцію за допомогою екстракційним бензином, но екстракційний бензин перетворює масло до не зовсім екологічно чистим. За допомогою електромагнітного поля і спирту ми отримаємо більш чистого продукту.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						62
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Перелік літератури та інтернет джерел:

1. [Народно – господарське значення :[Веб – сайт]. Одеса, 2023 - URL: <https://poznayka.org/s73783t1.html>(дата звернення: 05.04.2023)]
2. [Веб – сайт]. Одеса, 2023 - URL: <http://zorya.poltava.ua/vibiraemo-jakisnu-i-korisnu-sonjashnikovu-oliju/> (дата звернення 05. 04. 2023)]
3. Рослинні жири й олії:[Веб – сайт]. Одеса, 2023 - URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Рослинні_жири_й_олії(дата звернення: 07.04.2023).
4. Качур А.В., Могилко Д.М. «ТНК та їх роль у сучасних міжнародних та економічних відносинах »
5. Віктор Володимирович Добротворський, Ігор Михайлович Балакин «Відцентровий екстрактор» 2009.02.06, с.6
6. Poznauka, конструкции экстракторов: [Веб-сайт]. - Одеса, 2021. - URL: <https://poznayka.org/s73783t1.html>(дата звернення: 28.03.2023).
7. Studfiles, экстракция Касаткин: [Веб-сайт]. - Одеса, 2021. - URL: <https://studfile.net/preview/2066360/>(дата звернення: 01.04.2024).1
8. Учебные материалы, разновидности и принцип действия экстракторов: [Веб-сайт]. - Одеса, 2021. - URL: <https://works.doklad.ru/view/j4oTI-YpyNQ/all.html>(дата звернення: 04.04.2021).
9. Studfiles, экстракция Касаткин: [Веб-сайт]. - Одеса, 2021. - URL: <https://studfile.net/preview/2066360/>(дата звернення: 01.04.2024).
- 10.Процессы переработки кофейного шлама/ О. Г. Бурдо, С. Г. Терзиев, Н. В. Ружицкая, Т. Л. Макиевская. – Киев: ЭнтерПринт, 2014. – 228 с.
- 11.[Веб - сайт]. - Одеса, 2023. – URL <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2323/ekstraksiya> (дата звернення: 9.05.2023)]

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.3.3</i>	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		