

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Факультет Факультет низькотемпературної техніки та інженерної механіки
Кафедра Кафедра процесів, обладнання та енергетичного менеджменту
Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
Освітня програма Системний інжиніринг промислових виробництв



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Розробка електродинамічного екстрактора для фітопрепаратів
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача (ки) Аль-Хамад І.М.
(прізвище, ініціали)
2 курсу СІ-20Мн групи

Керівник доц. Мординський В.П.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: доц. Всеволодов О.М
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту
Рішення кафедри від _____ 20 ____ р., протокол № ____ .
Завідувач(ка) кафедри ПОтаЕМ _____ Олег Бурдо
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Факультет низькотемпературної техніки та інженерної механіки
Кафедра	Кафедра процесів, обладнання та енергетичного менеджменту
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність	133 «Галузеве машинобудування»
Освітня програма	Системний інжиніринг промислових виробництв

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заві. кафедри _____

__ " __ 2024 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Аль-Хамад Іллі Малековича

1. Тема проекту (роботи) «Розробка електродинамічного екстрактора для фітопрепаратів.»

Затверджені наказом ОНТУ від "25.10.2022" № 749-03

2. Строк подання студентом проекту (роботи): 29.05.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи): продуктивність. 30 кг/год.

4. Переліки питань, які потрібно розробити:

Анотація; вступ; опис технологічної лінії, опис процесу екстрагування
огляд існуючого обладнання; патентний пошук; схема конструкції машини;
технологічний розрахунок; кінематичний розрахунок; охорона праці та
правила експлуатації машини; список літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

-

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
БЖД	Всеволодов О.М, доц. каф. ПОтаЕМ	03.04.2024	

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ ПІБ

Завдання прийняв до виконання _____ ПІБ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Вступ	18.02.2024.	
	Класифікація рослинних сировин та фітоекстрактів	25.02.2024	
	Проблематика виготовлення фітоекстрактів	14.03.2024	
	Світові тенденції в енерготехнологіях	14.04.2024	
	Аналіз сучасних конструкцій екстракторів; патентний пошук	25.04.2024	
	Аналітичні та експериментальні дослідження виробництва фітоекстрактів	1.05.2024	
	Технологічний розрахунок мікрохвильового шнекового екстрактора	14.05.2024	
	Інструкція з охорони праці при роботі з мікрохвильовим шнековим екстрактором	24.05.2024	
	Оформлення РПЗ та отримання рецензії	до 30.05.2024	

Здобувач-дипломник _____ ПІБ

Керівник роботи _____ ПІБ

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 _____ ПІБ Підпис

ЗМІСТ:

Анотація	6
1. ВСТУП	7
Розділ 1. Класифікація рослинних сировин та фітоекстрактів	9
Розділ 2. Проблематика виготовлення фітоекстрактів	17
Розділ 3. Світові тенденції в енерготехнологіях.	20
Розділ 4. Аналіз сучасних конструкцій екстракторів і патентний пошук	22
4.1 Сучасні конструкції екстракторів	22
4.2 Патентний пошук	47
Розділ 5. Аналітичні та експериментальні дослідження виробництва фітоекстрактів	51
5.1 Аналітичні дослідження процесів екстрагування сої	51
5.2 Експериментальні дослідження процесів екстрагування сої	56
5.3 Експериментальні дослідження процесів екстрагування лавандину	60
Розділ 6. Технологічний розрахунок мікрохвильового шнекового Екстрактора	63
6.1 Продуктивність гвинтового конвеєра	63
6.2 Розрахунок потужності конвеєру	64
6.3 Розрахунок шнеку	64
6.4 Кінематичний розрахунок мікрохвильового шнекового екстрактора	67
Розділ 7. Інструкція з охорони праці при роботі з мікрохвильовим шнековим екстрактором	69
7.1 Загальні вимоги безпеки	69
7.2 Вимоги безпеки перед початком работ	70
7.3 Вимоги безпеки під час роботи	71

7.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях	75
7.5 Вимоги безпеки після закінчення роботи	75
Перелік літератури та інтернет джерел	77

Анотація

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка екстрактора для фітопрепаратів» містить 79 сторінок тексту, малюнків – 27, таблиць – 3, формул – 26, використаних джерел – 24.

Ключові слова: фітопрепарати, лікарські рослини, біологічно активні речовини, виробництво, екстракція, екстрактори.

Об'єкт дослідження – фітосировина, фітопрепарати та теоретичні аспекти їх виготовлення

Предмет дослідження – вплив МХ для екстрагування БАР з фітосировини

Ціль роботи – розробка екстрактора для фітопрепаратів

Дослідження проводилося методом аналізу світового досвіду, літератури, результатів досліджень та нормативних джерел.

Практична цінність кваліфікаційної роботи полягає в тому, що розроблений екстрактор готовий до використання у виробництві фітопрепаратів.

Вступ

Екстракція - це процес вилучення цінних сполук із сировини за допомогою розчинника чи інших методів вилучення.

Фітоекстракти мають великий потенціал у фармацевтичній, косметичній та харчовій промисловості. У фармацевтиці вони використовуються як активні складники у лікарських препаратах для лікування різноманітних захворювань. Косметична промисловість застосовує фітоекстракти у виробництві природних косметичних засобів, оскільки вони мають здатність покращувати стан шкіри, волосся та нігтів. У харчовій промисловості фітоекстракти використовуються як натуральні добавки до харчових продуктів, забезпечуючи їм певні смакові та корисні властивості. Зростаючий попит на фітоекстракти в цих галузях свідчить про важливість розробки оптимальних процесів та вибору відповідного обладнання для їх ефективного та якісного виробництва.

Проблема екстракторів періодичної дії полягає в тому, що вони можуть бути неефективними у виробничих масштабах. Екстрактори періодичної дії вимагають великої кількості часу на завантаження, розвантаження та очищення, що суттєво уповільнює процес екстракції. Крім того, цей тип екстракторів може призвести до значних втрат продукту та розчинника.

Переваги екстракторів безперервної дії полягають у їх високій продуктивності, більш ефективному очищенні продукту та розчинника, а також покращеній стабільності та контрольованості процесу екстракції. Використання мікрохвильового випромінювання у процесах екстракції за допомогою безперервних екстракторів дозволяє прискорити процес руйнування клітинних стінок, скоротити час екстракції, збільшити ефективність вилучення та знизити енерговитрати на процес. Крім того, екстракція з використанням мікрохвильового випромінювання дозволяє отримувати цільові сполуки високої чистоти та зберігати їх біологічну активність, що підвищує якість продукту та його конкурентоспроможність на ринку. Всі ці переваги роблять безперервні екстрактори з використанням мікрохвильового випромінювання перспективною технологією процесів екстракції.

На сьогоднішній день більше 80 % населення планети використовують лікарські препарати рослинного походження, які є природнішими для організму людини, ніж синтетичні, а їх склад обумовлює безпеку та кращу переносимість за рахунок різноманіття БАР рослин. Найчастіше фітопрепарати мають кілька лікувальних ефектів, можуть комплексно впливати на організм, їх можна використовувати тривалий час. Відповідно до даних літературних та інтернет-джерел, частка лікарських препаратів рослинного походження (фітопрепаратів) на вітчизняному фармацевтичному ринку в загальному обсязі продажів коливається від 0,5 до 1,5%. У порівнянні з країнами Європи та Північної Америки це більш ніж недостатньо. Там питома вага попиту дані препарати сягає щонайменше 10%. Найбільш популярними у всьому світі традиційними багатокomпонентними лікарськими засобами рослинного походження є збори та екстракційні препарати, при цьому останні серед галенових препаратів найбільш зручні та стандартизовані.

Прогнози на майбутнє українського продукту фітопрепаратів є позитивними, оскільки спостерігається зростаючий інтерес до природних, екологічно чистих продуктів і збільшується свідомість людей про користь рослинних компонентів для здоров'я і добробуту.

Одним з факторів, що сприяють популярності фітопрепаратів, є зростання інтересу до здорового способу життя та природних методів лікування. Фітопрепарати, як природні продукти, відповідають цим потребам та вимогам споживачів.

Україна має значний потенціал у вирощуванні багатьох лікарських рослин, що створює сприятливі умови для розвитку виробництва фітопрепаратів. Рослинний матеріал великої кількості видів можна отримати в Україні, що дає перевагу виробникам фітопрепаратів у забезпеченні високоякісної сировини.

Попит на фітопрепарати в Україні й у світі постійно зростає. Консументи шукають природні альтернативи хімічним препаратам та продуктам з штучними добавками. Фітопрепарати використовуються в різних галузях, таких як медицина, косметологія, харчова промисловість та інші, що створює різноманітні ринкові можливості для українських виробників.

Очікується, що українські виробники фітопрепаратів будуть розвиватися і вдосконалювати свої технології та виробничі процеси. Це дозволить забезпечити високу якість продукції, впроваджувати нові інноваційні розробки та конкурувати на міжнародному ринку.

Прогнозується, що українські фітопрепарати зможуть зайняти своє місце на світовому ринку, зокрема завдяки своїй природній якості, екологічній безпеці та конкурентоздатності. За умови правильного маркетингу, налагодження ефективних постачальницьких ланцюгів та сприятливого бізнес-середовища, українські фітопрепарати можуть стати важливим гравцем на світовій арені.

Враховуючи ці фактори, майбутнє українського продукту фітопрепаратів виглядає перспективним і здатним до подальшого розвитку та розширення

Мета роботи полягає у вивченні процесу екстрагування, проведення експериментів з екстрагування на експериментальних мікрохвильових установках, описі конструкції, принципів дій, переваг та недоліків традиційних апаратів для екстрагування.

РОЗДІЛ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ РОСЛИННИХ СИРОВИН ТА ФІТОЕКСТРАКТІВ

Сучасне суспільство все більше проявляє інтерес до природних продуктів та альтернативних методів лікування і догляду за здоров'ям. В цьому контексті фітоекстракти, отримані з рослинного матеріалу, набувають значення через свої потенційні корисні властивості для здоров'я людини. Виробництво фітоекстрактів є складним процесом, що вимагає розрахунку параметрів та вибору відповідного обладнання. Тому актуальність нашої теми "Розрахунок процесів та вибір обладнання лінії для виробництва фітоекстрактів" стає все більш очевидною.

Виробництво фітоекстрактів є складним процесом, який включає кілька технологічних етапів, таких як екстракція, фільтрація, концентрація та сушіння. Кожен з цих етапів потребує розрахунку оптимальних параметрів та вибору відповідного обладнання для досягнення високої якості фітоекстрактів.

Наприклад, етап екстракції включає в себе вибір розчинника, оптимальне співвідношення розчинник-сировина, температуру та час екстракції. Вибір неправильного розчинника або недостатньої тривалості екстракції може призвести до низької якості отриманого екстракту.

Також важливим аспектом є вибір відповідного обладнання для кожного етапу виробництва. Наприклад, для фільтрації можуть використовуватись різні типи фільтрів, такі як мембранні фільтри або центрифуги, залежно від характеристик сировини та вимог до кінцевого продукту.

Усі речовини ЛР можна поділити на мінеральні та органічні. При цьому БАР рослин, що входять до складу фітопрепаратів, можуть бути продуктами первинного, так і вторинного біосинтезу. Поняттям речовини вторинного походження позначаються понад 30 000 різних речовин, що утворюються виключно рослинах. Раніше вважалося, що ці речовини марні для організму, і лише останнім часом розкривається їхнє значення. Вторинні речовини виконують захисну функцію, є барвниками, ароматичними речовинами,

комахами аттрактантами і рослинними гормонами. А якщо вони корисні для рослини, то можуть бути корисними і для людини. Побічні рослинні речовини виконують у людини різні функції. Так, вони зміцнюють імунну систему, захищають організм від вільних радикалів, знищують збудників захворювань та вирішують ще безліч завдань.

Вторинні рослинні речовини позитивно впливають на здоров'я (хоча їх ефективність ще не до кінця вивчена). Також досі невідомо, яка їх кількість потрібна організму

Алкалоїди – складні азотовмісні сполуки лужного характеру, що належать до сильнодіючих речовин широкого спектра дії. У ЛР містяться у вигляді солей органічних кислот

Глікозиди – сполуки цукрів з іншими речовинами, фармакологічний інтерес становлять аглікони. Класифікуються залежно від впливу на організм людини та особливостей будови

Каротиноїди – рослинні барвники, мають антиокислювальну дію та запобігають розвитку ракових захворювань. Крім того, вони зміцнюють імунну систему та знижують ймовірність виникнення інфаркту.

Фітостерини містять ЛР і захищають від раку товстої кишки і знижують рівень холестерину. За своїми хімічними характеристиками вони подібні до холестерину, тому в організмі конкурують з ним (за засвоєння)

Сапоніни – зміцнюють імунну систему, знижують рівень холестерину та ризик виникнення раку кишки.

Флавоноїди – рослинні барвники, що перешкоджають розмноженню бактерій та вірусів, захищають клітини від вільних радикалів, запобігають раку та інфаркту, мають протизапальну дію та впливають на згортання крові.

Глюкозинолати – смакові речовини, що попереджають інфекції та перешкоджають розвитку раку.

Інгібітори протеаз містяться в багатих на білки рослини (наприклад, бобові, картопля і злакові). Вони запобігають розвитку раку та регулюють рівень цукру в крові.

Терпени – рослинні ароматичні речовини (наприклад, ментол у олії м'яти перцевої або ефірні олії у травах та спеціях), які часто знижують ризик виникнення раку

Фітоестрогени – природні рослинні гормони, які запобігають появі гормонозалежних видів раку.

Сульфіди – сірковмісні сполуки, присутні насамперед у лілейних (цибуля, спаржа та часник), які пригнічують розмноження бактерій, знижують рівень холестерину, захищають організм від вільних радикалів і є профілактичним засобом від раку [2].

Фітинова кислота міститься в злакових, бобових та насінні льону. Нові дослідження показали, що в товстому кишечнику фітинова кислота має антиокислювальну дію.

У ЛР завжди міститься комплекс БАР, але позитивний терапевтичний ефект має тільки одне або кілька. Їх називають діючими речовинами та використовують при виробництві фітопрепаратів. Крім того, у ЛР містяться супутні речовини. Це умовна назва продуктів первинного та вторинного синтезу, наприклад: танін, ментол, які у складі фітопрепаратів можуть доповнювати ефект основної діючої речовини. Також виділяють групу баластних (фармакологічно індиферентних) речовин.

Слід зазначити, що у разі застосування БАР рослин у медицині та фармації їх відносять до основних речовин, що необхідно враховувати при виготовленні та виробництві фітопрепаратів.

На сьогоднішній день існують різноманітні підходи до класифікації фітопрепаратів, але при вивченні особливостей виготовлення та виробництва найбільш актуальною є класифікація за способом виготовлення, яка представлена нижче.

Настій – це водне вилучення БАР із ЛР. Готують із надземних частин ЛР (стебел, цибулин, квітів, що містять нестійкі, леткі БАР). Для виготовлення беруть подрібнену ЛРС, кладуть в емальований посуд і заливають окропом, настоюють 15 - 45 хв і більше при кімнатній температурі, відвар проціджують - зазвичай готують (ЛРС заливають холодною водою або окропом, нагрівають при частому перемішуванні на повільному вогні 15 - 3) грубих елементів ЛР: коріння, кореневищ, кори, тобто. з ЛРС, що містить витягвані насилу БАР. Тому для їх вилучення потрібна тривала термічна обробка з подальшим охолодженням, ніж відвар відрізняється від настою.

Збори (суміші) включають різні частини рослин (коріння, квіти, пагони, кору, траву, листя, насіння та ін), що містять різноманітні діючі і супутні речовини. Збори ЛР можуть бути дозованими та недозованими.

Відповідно до головного терапевтичного ефекту збору його в основу складають ЛР, що містять певні діючі речовини. Це так звана домінанта, або основа (basis). Іноді в зборі є два або три види ЛРС, які містять речовини, що діють фармакологічно в одному напрямку. У зборі їх масова частка у сумі (50 % + 50 % або до 1/3) приймається за 100 % (або одиницю).

Збори можуть застосовуватись для приготування чаїв, ванн у домашніх умовах.

Екстракційні фітопрепарати. Основу виробництва екстракційних препаратів становлять процеси екстракцій. У фармації вони широко використовуються при отриманні препаратів з ЛРС (настойки, екстракти густі, рідкі та сухі, екстракти-концентрати, максимально очищені (новоголенові) препарати, вилучення зі свіжих рослин та ін.) та з сировини тваринного походження (препарати ферментів, гормонів та препарати неспецифічної дії – вітогепат, пантокрин та ін.).

В даний час можна розділити на 3 групи:

- Сумарні (галенові) препарати;

- новогаленові (максимально очищені) препарати;
- продукти особистих речовин;
- комбіновані фітопрепарати

Галенові препарати (екстракти, настойки та ін.) є не хімічно індивідуальними речовинами, а є комплексом БАР досить складного складу. Вилучення, що містять комплекс БАР, часто діють інакше, ніж хімічно чиста речовина, виділена з нього. Тому і лікувальна дія галенових препаратів визначається всім комплексом БАР, що перебувають у них, посилюючи, послаблюючи чи видозмінюючи дію основних речовин.

Настоянка - це спиртова, спиртово-горілочана або горілочана витяжка лікарських речовин. Отримують шляхом наполягання на спирті чи горілці. Усі настойки можна розділити на дві групи: прості та складні.

Такий лікарський засіб зберігається довго. Готують у пропорціях 1:5, 1:10, 1:20 у скляному посуді з притертою пробкою, витримують 7 – 10 діб і більше при періодичному перемішуванні (збовтуванні), фільтрують та виливають у темний посуд

Екстракти (від лат.extractum – витяг, витяжка) є концентрованими витяжками з ЛРС і класифікуються залежно від консистенції на:

- Рідкі (Extracta fluida) 1:1 (1:2)
- густі (Extracta spissa) 1:0,25 (тобто з 1 г сировини одержують 0,25 г густого екстракту, їхня вологість 15-25%, але не більше 25%);
- сухі (Extracta sicca) 1:0,2 (вологість становить не більше 5%) Також екстракти можуть класифікуватися залежно від екстрагента, що використовується на:
 - спиртові (Extracta spirituosa);
 - водні (Extracta aquosa);
 - олійні (Extracta oleosa);

- ефірні (Extracta aetherea);

- одержувані за допомогою зріджених газів.

Екстрагування ефірного масла лавандіну може мати свої переваги і недоліки в залежності від методів екстрагування та використання.

Переваги:

- Медичні та здоров'явідновчі властивості: Ефірне масло лавандіну має численні корисні властивості, такі як заспокійливі, релаксаційні, антистресові та протизапальні, що робить його корисним для ароматерапії та медичних цілей.

- Широке використання: Ефірне масло лавандіну може бути використане у багатьох галузях, включаючи косметику, фармацевтику, медицину, ароматерапію, та інші.

- Натуральний продукт: Масло лавандіну може бути отримане з природного джерела — рослини лаванди. Це може бути важливою перевагою для тих, хто шукає натуральні та органічні продукти.

Недоліки:

- Велике споживання сировини: Однією з проблем екстрагування ефірного масла лавандіну є необхідність великої кількості рослин для отримання невеликої кількості масла. Це може ставити під загрозу екосистему та привести до надмірного споживання сировини.

- Вимоги до вирощування: Рослини лаванди потребують певних умов для вирощування, таких як сприятлива ґрунтова та кліматична ситуація.

Це може бути обмеженням для вирощування цих рослин у певних регіонах.

- Можливий ризик алергічних реакцій: Хоча ефірне масло лавандіну має багато корисних властивостей, у деяких людей воно може викликати алергічні реакції або подразнення.

- Вартість та якість: Процес екстрагування масла може бути витратним та впливати на кінцеву вартість продукту. Якість масла може варіюватися в залежності від методу екстрагування та джерела сировини.

Загалом, ефірне масло лавандіну має багато корисних властивостей, але при його використанні важливо враховувати як переваги, так і недоліки екстрагування з огляду на умови та потреби його використання[20].

Вітчизняні виробники виготовляють, як стандартизовані (Extracta standartisata), так і екстракти-концентрати. ХІХ століття з'явилися нові препарати галенового типу, звані новогаленовими. Вони являють собою вилучення з ЛР, повністю або частково звільнені від супутніх речовин і отримали назву максимально очищених препаратів (МОП). Це також сумарні препарати, але з вузьким спектром на організм, мають свої особливості. Так, глибоке очищення підвищує їх стабільність, усуває побічну дію низки супутніх речовин (смоли, таніни та ін.), дозволяє використовувати їх для ін'єкційного застосування

Широко поширені фітопрепарати індивідуальних алкалоїдів, серцевих глікозидів (препарати наперстянки: дигоксин, дигітоксин) та ін.

Мазі виконуються на основі тинктур та екстрактів з додаванням жирової основи. Так само, як тинктури та екстракти, мазі не слід готувати самостійно, доцільніше придбати готові засоби [2].

РОЗДІЛ 2. ПРОБЛЕМАТИКА ВИГОТОВЛЕННЯ ФІТОЕКСТРАКТІВ

Виробництво фітоекстрактів є складним процесом, який включає кілька технологічних етапів, таких як екстракція, фільтрація, концентрація та сушіння. Кожен з цих етапів потребує розрахунку оптимальних параметрів та вибору відповідного обладнання для досягнення високої якості фітоекстрактів.

Наприклад, етап екстракції включає в себе вибір розчинника, оптимальне співвідношення розчинник-сировина, температуру та час екстракції. Вибір неправильного розчинника або недостатньої тривалості екстракції може призвести до низької якості отриманого екстракту.

Також важливим аспектом є вибір відповідного обладнання для кожного етапу виробництва. Наприклад, для фільтрації можуть використовуватись різні типи фільтрів, такі як мембранні фільтри або центрифуги, залежно від характеристик сировини та вимог до кінцевого продукту.

Розрахунок процесів та вибір відповідного обладнання мають безпосередній вплив на якість фітоекстрактів, що виробляються. Відповідні параметри процесу, такі як температура, тиск, розчинники та час, можуть впливати на активність та стабільність біологічно активних речовин у фітоекстракті. Вибір оптимального обладнання забезпечує ефективне проведення кожного етапу виробництва та зменшує втрати активних компонентів [3].

Проблеми вітчизняного продукту фітопрепаратів та їх аспекти

- **Ціна:** Виробництво фітопрепаратів може бути витратним процесом, що впливає на кінцеву ціну продукту. Високі витрати на сировину, енергію, обладнання та технології можуть зробити українські фітопрепарати менш конкурентоспроможними на світовому ринку. Для розв'язання цієї проблеми потрібно шукати способи оптимізації виробничих процесів та зниження витрат без погіршення якості продукту.

- **Якість:** Якість фітопрепаратів має велике значення для споживачів. Недостатня якість може спричинити втрату довіри і зниження попиту на продукцію. Важливо використовувати високоякісну сировину, ретельно контролювати процеси виробництва та впроваджувати системи контролю якості.
- **Енергетика:** Енергоефективність є важливим аспектом виробництва фітопрепаратів. Велика енергетична витрата може призводити до збільшення витрат і негативного впливу на навколишнє середовище. Використання енергоефективних технологій, оптимізація процесів та використання відновлювальних джерел енергії можуть допомогти зменшити споживання енергії виробництва фітопрепаратів.
- **Сировина:** Надійні постачальники високоякісної сировини є ключовим фактором успіху виробництва фітопрепаратів. Забезпечення стабільного та якісного постачання рослинного матеріалу може бути складною задачею. Важливо розвивати співпрацю з фермерами, науковими установами та іншими джерелами сировини для забезпечення постійного доступу до якісної сировини.
- **Технологія та обладнання:** Використання відповідних технологій та сучасного обладнання є важливим для ефективного виробництва фітопрепаратів. Застосування застарілих технологій та застарілого обладнання може обмежувати якість та продуктивність. Інвестиції в сучасне обладнання та впровадження передових технологій можуть покращити ефективність виробництва та якість продукції.

Показники ефективності використання енергетичних та сировинних ресурсів: Ефективне використання енергетичних та сировинних ресурсів є важливим аспектом сталого розвитку виробництва фітопрепаратів. Моніторинг, аналіз та оптимізація використання ресурсів допоможуть знизити витрати, забезпечити економічну ефективність та зменшити негативний вплив на довкілля.

Розв'язання цих проблем вимагає комплексного підходу, який включає в себе впровадження нових технологій, удосконалення виробничих процесів, співпрацю з надійними постачальниками сировини та енергетичну ефективність. Такий підхід допоможе забезпечити високу якість продукту, конкурентоспроможність на ринку та сталість виробництва фітопрепаратів.

В сучасній науці та промисловості постійно з'являються нові дослідження та інновації, спрямовані на вдосконалення процесів виробництва фітоекстрактів. Наприклад, дослідження у сфері зеленої хімії приводить до розробки екологічно чистих розчинників для екстракції, що зменшує негативний вплив на довкілля та забезпечує безпеку споживачів.

Крім того, впровадження новітніх технологій, таких як використання ультразвуку або мікрохвильової обробки під час екстракції, дозволяє забезпечити більш ефективний та швидкий процес отримання фітоекстрактів.

Актуальність теми зумовлена зростаючим попитом на фітоекстракти в різних промислових секторах, таких як фармацевтична, косметична та харчова промисловості. Технологічні виклики, пов'язані з оптимізацією процесів та вибором відповідного обладнання, потребують постійного дослідження та інновацій, щоб забезпечити виробництво якісних та ефективних фітоекстрактів. Ефективні процеси та правильний вибір обладнання мають прямий вплив на якість кінцевого продукту і важливі для задоволення потреб ринку та забезпечення безпеки та добробуту споживачів [4].

РОЗДІЛ 3. СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ В ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЯХ

Світові тенденції в енерготехнологіях набувають все більшої ваги у зв'язку з ростом свідомості про енергоефективність, сталість постачання енергії та негативний вплив на довкілля. Деякі ключові тенденції в цій галузі включають:

Відновлювані джерела енергії: Зростання використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова, гідроелектрична та біомасова енергія. Це пов'язано зі збільшенням ефективності технологій, зниженням вартості виробництва та зростанням свідомості щодо зменшення викидів парникових газів.

Енергоефективність: Зростання усвідомленості про енергоефективність та впровадження енергоефективних технологій. Це охоплює використання енергоефективного обладнання, оптимізацію процесів, використання систем управління енергією та інші заходи, спрямовані на зниження енергетичних витрат.

Сховища енергії: Розвиток нових технологій та розширення використання сховищ енергії для зберігання виробленої енергії з відновлюваних джерел. Це включає розробку батарейних систем, теплових сховищ, розвиток систем газосховищ та інші інноваційні рішення.

Смарт-сіті та розумні мережі: Впровадження концепції смарт-сіті та розумних мереж, що базуються на використанні цифрових технологій, датчиків та автоматизації. Це дозволяє ефективно керувати та оптимізувати споживання енергії, підвищує рівень енергетичної ефективності та забезпечує інтеграцію відновлюваних джерел енергії у мережу.

Воднева енергетика: Розвиток технологій виробництва та використання водню як енергетичного джерела. Водень може використовуватися як чисте паливо для транспорту, електростанцій та інших галузей, що дозволяє зменшити залежність від нафти та вугілля та знизити викиди парникових газів.

Ці тенденції в енерготехнологіях підтримуються розвитком наукових

досліджень, інновацій та державної політики, спрямованої на стимулювання використання чистої та сталої енергії. Вони сприяють зменшенню залежності від невідновлювальних джерел енергії, покращенню енергетичної ефективності та збереженню навколишнього середовища.

Актуальність теми зумовлена зростаючим попитом на фітоекстракти в різних промислових секторах, таких як фармацевтична, косметична та харчова промисловості. Технологічні виклики, пов'язані з оптимізацією процесів та вибором відповідного обладнання, потребують постійного дослідження та інновацій, щоб забезпечити виробництво якісних та ефективних фітоекстрактів. Ефективні процеси та правильний вибір обладнання мають прямий вплив на якість кінцевого продукту і важливі для задоволення потреб ринку та забезпечення безпеки та добробуту споживачів [5].

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЕКСТРАКТОРІВ

4.1 Сучасні конструкції екстракторів

Вирішальне значення при виробництві фітопрепаратів має ступінь екстракції, а також склад та концентрація в екстракті БАВ, здатних надати фармакологічний та позитивний терапевтичний ефект. Тому при оцінці якості фітопрепарату беруть до уваги не тільки місце вирощування ЛР, що входять до його складу, але і технологію виготовлення. Наприклад, зміна умов екстрагування на 10% спричиняє зниження концентрації деяких речовин на 50%. Застосовуючи різні виробничі методи, можна отримати абсолютно різні за біохімічним спектром екстракти навіть із однієї сировини

При цьому всі основні методи виробництва фітопрепаратів повинні бути запатентовані. Так, наприклад, метод кріодроблення зберігає всі корисні речовини рослин.

Для всіх виробників, у тому числі і для вітчизняних, на всіх етапах виготовлення важливо дотримуватися загальної схеми виробництва фітопрепаратів, технологічної схеми, а також суворо дотримуватись директив Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) (Good Agricultural and Collection Practices) та вимоги до стандартизації процесу виробництва із застосуванням сертифікованих технологій на всіх етапах виготовлення фітопрепаратів. Крім того, важливим моментом є застосування вискоелективних технологій екстрагування, зокрема щадної низькотемпературної вакуумної екстракції в закритому циклі, що дозволяє максимально запобігти кількісним та якісним змінам БАВ [6].

Дотримання принципів наукової доказності щодо ефективності та безпеки фітопрепаратів передбачає проведення масштабних клінічних досліджень належного дизайну, які дають змогу отримати статистично достовірні дані. Дотримання всіх зазначених принципів дозволяє отримувати фітопрепарати, які не тільки не поступаються синтетичним представникам відповідної групи, але і перевершують їх за співвідношенням клінічного ефекту та ризику розвитку побічних явищ. Тому виробникам необхідно спрямовувати свої зусилля на те,

щоб підтвердити ефективність, безпеку та якість рослинних препаратів шляхом проведення багатоцентрових клінічних досліджень. При цьому, особливе значення має залучення вчених та лікарів різних спеціальностей, інвестиції в наукові дослідження та розробки та ін.

Застосування фітонірингових лікарських засобів науково обґрунтовано, має велику доказову базу; опубліковано дані численних клінічних досліджень. На підставі суворо наукових критеріїв, даних клінічних випробувань, а також виходячи з принципів доказової медицини, може бути забезпечена ефективність та хороша переносимість фітопрепаратів.

Рослини, що застосовуються для виробництва фітопрепаратів, проходять ретельний відбір на чистоту від домішок, токсинів і радіонуклідів.

Важливий момент – вся фітопродукція, продукція світових виробників, проходить суворий стандарт якості GMP. Кожні три роки його треба підтверджувати.

Є ще й біосертифікати – все що написано на флаконі відповідає істині, а також екосертифікати, що підтверджують якість умов, у яких зібрані рослини.

Частинки, що піддаються екстрагуванню, дуже різноманітні за фізичними властивостями (щільності, консистенції, пружності, власної пористості, дифузійного опору та ін), формі та будові, причому ці властивості можуть істотно змінюватися в процесі. Великий та діапазон розмірів частинок (від 10 -6 м до 10 -1 м). У зв'язку з великою різноманітністю фізичних властивостей матеріалів, що піддаються екстрагуванню, розмірів і форм частинок дуже різноманітні конструкції екстракторів [7].

Класифікація їх може бути заснована на багатьох ознаках. За режимом роботи екстрактори поділяються на періодичні, напівбезперервні та безперервні; по взаємному напрямку руху екстрагенту та твердих частинок - на протиточні, прямоточні, з періодичним процесом, процесом повного (ідеального) змішування, процесом у шарі та комбінованими процесами; по виду циркуляції

- на екстрактори з одноразовим проходженням екстрагента, з рециркуляцією екстрагента та зрошувальні; по тиску в екстракторі - на атмосферні, вакуумні та працюючі під тиском; за властивостями твердих частинок, що беруть участь у процесі, - на екстрактори для крупнозернистих, дрібнозернистих, тонкодисперсних, пастоподібних, волокнистих та інших матеріалів.

Як основні типи екстракторів періодичної дії набули поширення камерні апарати (реактори) з механічним, пневматичним і пневмомеханічним перемішуванням, а також настійні чани з нерухомим шаром твердих частинок з циркуляцією (перколятори) і без циркуляції екстрагента.

Камерні апарати (реактори) зазвичай являють собою судини циліндричної форми з плоским або конічним днищем, виконані зі звичайної або нержавіючої сталі і покриті всередині (якщо екстрагент є агресивним середовищем) шаром або декількома шарами кислототривкого матеріалу.

У гідрометалургії поширені подібні реактори з пневмомеханічним перемішуванням (мал. .1) або периферичними аероліфтами (мал. 4.2). При центральному аероліфті пульпа (суміш твердих частинок та екстрагента) згрібається мішалкою до центральної труби, в яку подається повітря, піднімається по трубі догори, внаслідок меншої щільності рідини, що містить повітряні бульбашки, і розтікається зверху жолобами до периферії апарату. Потім частинки осідають на дно і знову згрібаються до центру апарату. Мішалка робить 2-4 об/хв. У реакторах з периферичними аероліфтами повітря подається трубками 1 всередину труб 2, звідти пульпа потрапляє в центральну трубу 3 і потім на мішалку 4, за допомогою якої розкидається по перерізу апарату і знову потрапляє в центральну трубу.

Апарати подібного типу зазвичай мають висоту від 2 до 4,5 м і відповідно діаметр від 2 до 9 м.

Процес у таких апаратах протікає як періодичний або, при з'єднанні кількох подібних апаратів. вигляді каскаду реакторів, що наближається до прямооточного [8].

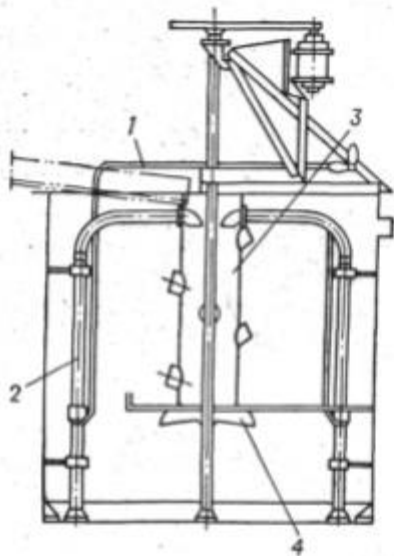


Рис. 4.1 Екстрактор з периферичним аероліфтом:

- 1- труба для подачі повітря;
- 2,3- трубопроводи для циркуляції пульпи;
- 4- мішалка.

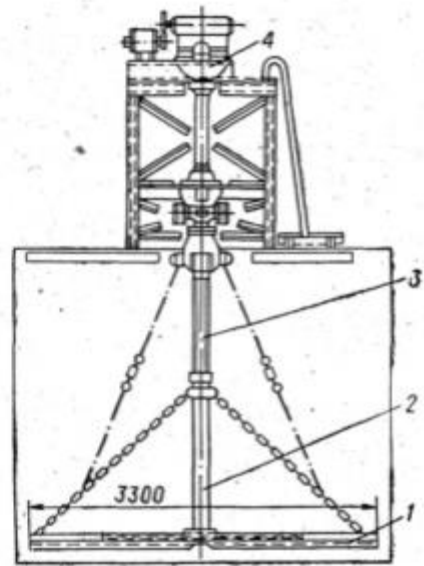


Рис. 4.2 екстрактор із пневматичним перемішуванням:

- 1-лопаті мішалки;
- 2-аероліфтна труба;
- 3-труба для подачі повітря;
- 4- привід мішалки.

Процес у таких апаратах протікає мало інтенсивно, оскільки перемішування відбувається з дуже невеликою швидкістю і є умови для утворення згустків твердих частинок, які екстрагент мало або майже не проникає. Дуже повільним є і подальший процес поділу твердих частинок та екстрагенту. Крім того, цим апаратом властиві всі зазначені вище недоліки періодичного (замкнутого) та прямоточного процесів та відомі недоліки періодичного процесу взагалі.

Екстрагування в нерухомому (щільному) шарі частинок рідиною, що фільтрується через цей шар, виробляють в апаратах, які зветься дифузори, або перколяторів.

Конструктивно такі апарати є посудиною циліндричної, конічної або прямокутної форми, що має в нижній частині хибне перфороване днище. Циркуляція екстрагента, що фільтрується через шар забезпечується насосом. великих розмірів для харчової та фармацевтичної промисловостей виконують з мішалками (рис. 4.3). Процес екстрагування цих апаратах є періодичним [9].

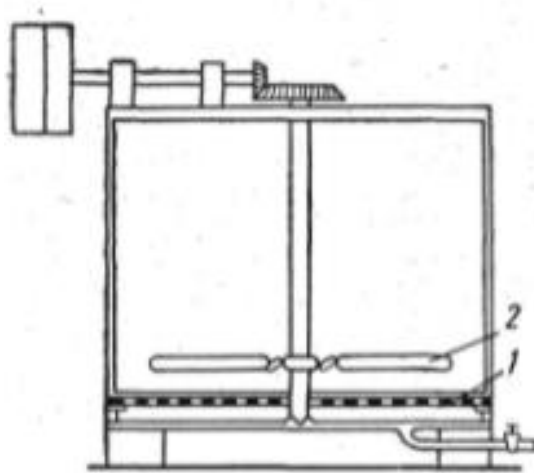


Рис. 4.3 Перколятор із мішалкою:

1- перфороване днище; 2- мішалка.

Апарати малих об'ємів для екстрагування в щільному шарі розташовуються зазвичай вертикально і мають комбіновану форму: в основній своїй частині - циліндричну і з одного або обох кінців форму усіченого конуса (рис. 4.4 і 4.5). Верхній отвір служить для завантаження апарата твердими частинками, нижнє для вивантаження. До цих отворів щільно притискаються кришки за допомогою спеціального механічного або гідравлічного пристрою.

Розділове сито може перебувати над нижньою (рис. 4.5) або під верхньою (рис. 4.4) кришками дифузора.

Послідовне з'єднання групи з 4-16 таких апаратів дозволяє проводити напівперіодично процес. При цьому він може протікати за двома схемами.

Певний період часу у всіх апаратах рідина нерухома, потім відбувається просування екстрагенту з апарата до апарату. Такий процес повинен розглядатися як комбінований прямоточно-протиточний процес, і кількість необхідних апаратів або кінцеві параметри процесу має розраховуватися за алгоритмом [10].

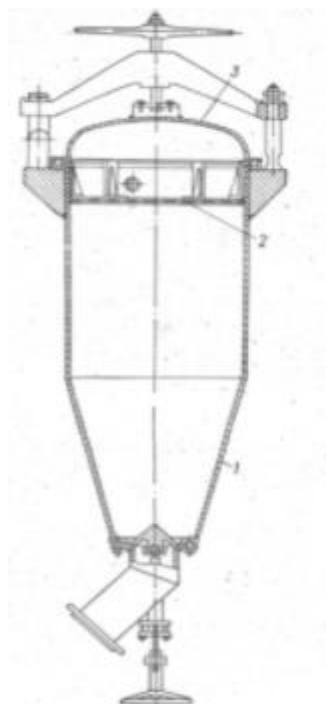


Рис. 4.4 дифузор з верхнім розташуванням розподільного сита:

- 1- корпус
- 2- сито
- 3- кришка

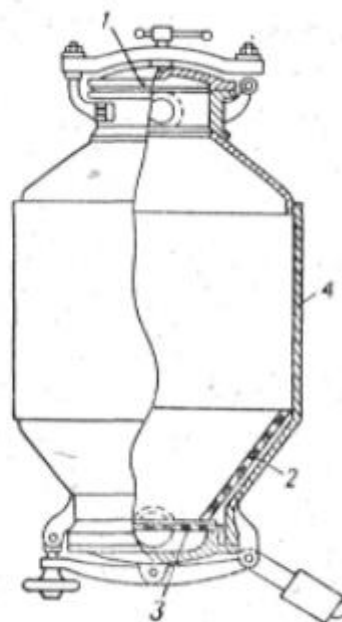


Рис. 4.5 дифузор із розвиненим розподільним ситом:

- 1- кришка
- 2- додаткове сито
- 3- основне сито
- 4- корпус

Після підключення чергового дифузора, зі свіжим матеріалом відразу починається рух екстрагенту, яке переривається тільки на період підключення чергового апарату. І тут процес наближається до протиточному.

Група послідовно з'єднаних апаратів (рис. 4.6) називається батарея. Для підтримання відповідного температурного режиму між кожною парою дифузорів може встановлюватись теплообмінник.

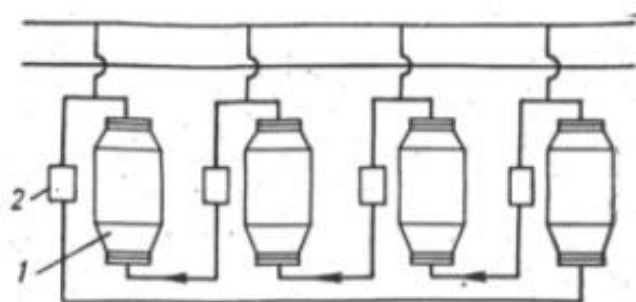


Рис. 4.6 Батарея дифузорів:
1-дифузор; 2-теплообмінник.

Замкнена система комунікацій дозволяє періодично відключати один із апаратів від циркуляційної системи, звільняти його від повністю виснаженого матеріалу та заповнювати свіжим. Після цього апарат знову включається в систему циркуляції і в нього надходить найбільш збагачений екстрагент, що пройшов через решту $n - 1$ або $n - 2$ апаратів, і відключається наступний: апарат, який до цього надходив чистий розчинник. Чим більша кількість апаратів, тим ближче процес до безперервного. Головним недоліком батарейних апаратів, які ще широко застосовуються в целюлозно-паперовій, легкій, фармацевтичній, харчовій та інших галузях промисловості, є велика витрата ручної праці при їх експлуатації, значні втрати речовини, що екстрагується (частки нерідко вивантажуються разом з останніми порціями розчинника, що надійшов у), велика металомісткість і складність регулювання процесів, неможливість його механізації та автоматизації. Перевагою цього апарату є те, що шар, що нерухомо лежить у ньому, часток не руйнується в процесі екстрагування; це в багатьох випадках забезпечує поліпшення гідродинамічних умов процесу та більш високу якість екстракту, а також можливість здійснити будь-який температурний режим, оскільки екстрагент переходить з одного апарату до іншого через теплообмінник.

Застосування одиничних апаратів цього доцільно щодо екстрагування наполяганням у тих випадках, коли процес протікає особливо тривалий час або екстрактивні речовини отримують у малих кількостях, але дуже багатьох найменувань.

Екстрактори безперервної дії в порівнянні з періодичними та напівперіодичними крім загальновідомих переваг будь-якого безперервного процесу перед періодичним (повне виключення витрат ручної праці, можливість автоматизації процесу створення одиничного апарату великої продуктивності, рівномірність споживання енергії та сировини та ін.) мають і таку важливу перевагу, як поліпшення масообмінних характеристик процесу та, зокрема, збільшення коефіцієнта масовіддачі від поверхні частинок до екстрагенту. Однак апарати безперервної дії мають і ряд недоліків, головні з яких полягають у поздовжньому перемішуванні екстрагента та твердих частинок, значному руйнуванні останніх, нерівномірності перебігу процесу.

Створення досконалого безперервно діючого екстрактора великої одиничної потужності може бути здійснено тільки усунення всіх цих найважливіших недоліків апарату.

Найбільш поширеною групою апаратів безперервної дії є колонні. Ці апарати за конструктивними ознаками поділяються на одно-колонні та багатокolonні, за розташуванням основного корпусу (корпусів) – на вертикальні, горизонтальні та похилі, а за видом транспортного органу – на лопатеві, шнекові та ланцюгові [11].

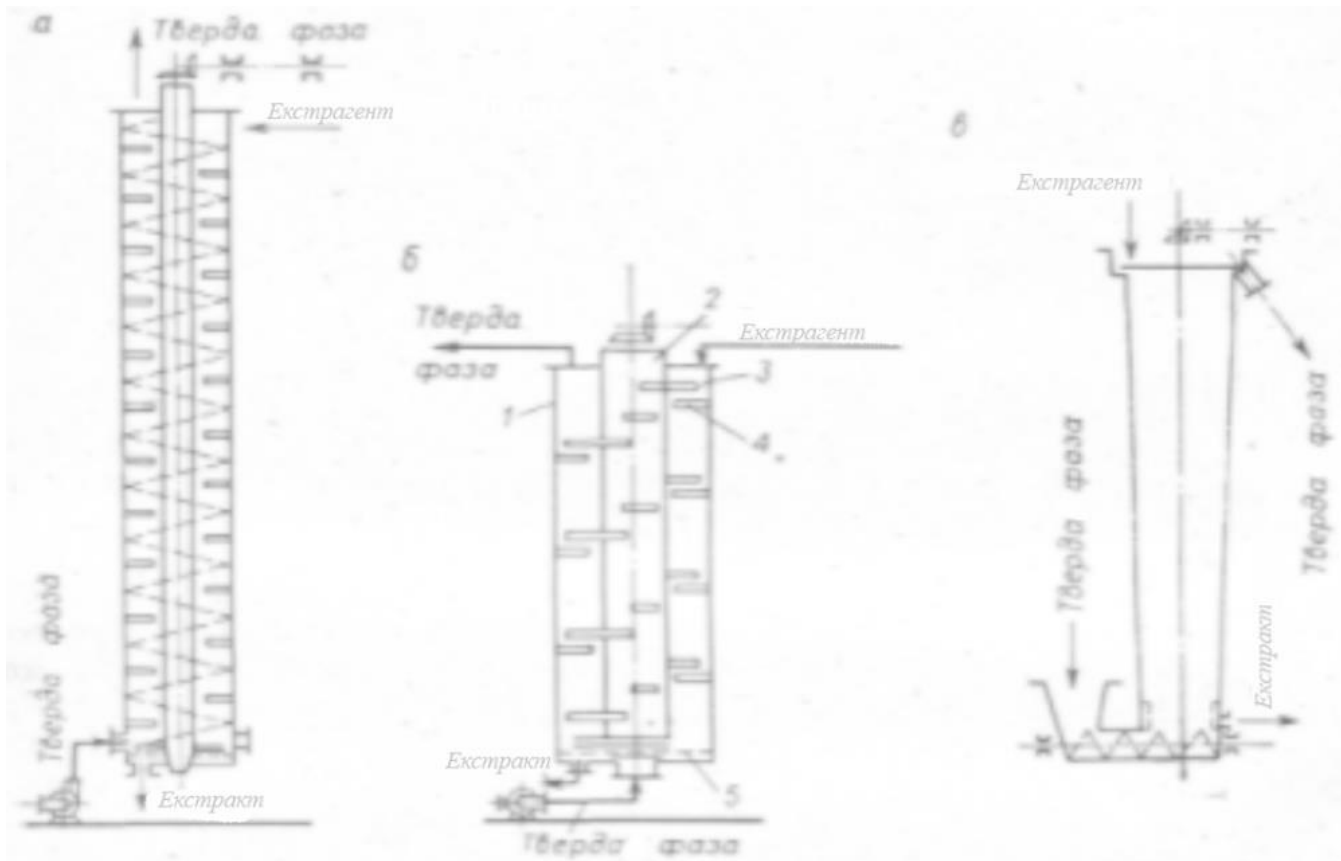


Рис. 4.7 Колонні екстрактори:

а- з гвинтовим транспортним органом; б- з лопатевим транспортним органом; в -без головного транспортного органу; 1- корпус; 2- вал; 3- лопаті; 4- контрлопаті; 5- розподільне сито.

Одноколонний апарат (рис. 4.7, б) може мати лопаті 3, гвинтожним чином розташовані на вертикальній підлозі валу 2, і жонтрлопаті 4, закріплені на корпусі апарата 1 між лопатями і перешкоджають обертанню маси твердих частинок разом з валом. Транспортний орган колонного апарату в деяких випадках є окремими витками, в проміжку між якими також знаходяться контрлапи (рис. 4.7, а). При значній відмінності від щільності твердих частинок від щільності екстрагента колонний апарат може взагалі мати основного транспортного органу (рис. 4.7, в). Складною є система подачі твердих частинок в апарат. Вона забезпечується спеціальним насосом (рис. 4.7, а б), проте при цьому потрібне значне збагачення рідиною суміші твердих частинок з екстрагентом. Суміш подається в колону над розділовим ситом 5. Екстрагент, що

відокремлюється цим ситом, частково йде на подальшу переробку (випарювання, очищення), але більша його частина потрапляє в змішувач для утворення суміші з твердими частинками, що направляються в апарат. Необхідність відділення на ситі 5 значної кількості рідини створює важкий гідродинамічний режим у цій зоні апарату. Тверді частки можуть подаватися: у колонний апарат спеціальним шнеком (рис. 4.7, в). При обох способах подачі частинок в апарат відбувається їх значне руйнування, яке може істотно погіршити масообмін в апараті. В одноколонному апараті подрібнення твердих частинок; має місце і при їх подальшому транспортуванні - це погіршує гідродинамічні умови у процесі. В апаратах цього типу важко здійснити підведення тепла, яке у багатьох випадках необхідне в процесі екстрагування.

Переваги одноколонного апарату, які можна віднести майже до всіх апаратів колонного типу, полягають у тому, що процес у них протікає протиточно та безперервно, вся маса часток постійно знаходиться у рідкій фазі. Такі апарати займають малі площі, мають, як правило, малу металомісткість (весь внутрішній простір апарату використовується корисно).

Для визначення умов масообміну в екстракторі знімаються екстракційні криві, для чого експериментально встановлюються концентрації речовини, що екстрагується, в твердих частинках: і в рідині в пробах, відібраних у ряді точок по довжині апарату. За відомими, таким чином, концентраціям на кожному інтервалі - апарату між точками «відбору проб, розміру частинок, часу перебування частинок на інтервалі, коефіцієнту дифузії (який може бути вимірний для кожного інтервалу в лабораторних умовах) коефіцієнт масовіддачі для цього інтервалу обчислюється за допомогою алгоритму зворотного інтервально-ітераційного розрахунку; так, наприклад, у разі використання номограм необхідно обчислити відношення надлишкових концентрацій на кінцях інтервалів (Z), визначити величину критерію Фур'є для інтервалів (за відомим коефіцієнтом дифузії, розміром частки та часом перебування частки на інтервалі) і, знаючи q - співвідношення витрати мас, по номограмі визначити величину критерію Біо.

Такий розподіл величини масовіддачі можна пояснити так. У нижній частині апарату відбувається деяке ущільнення шару твердих частинок, пов'язане з відділенням екстрагенту, що видаляється з колони, і у зв'язку з цим погіршення гідродинамічних умов обтікання частинок екстракційною рідиною.

У середній зоні апарату зазвичай встановлюється оптимальна гідродинамічна ситуація процесу. Суміш твердих частинок з екстрагентом добре перемішується пристроєм, що транспортує, і рівномірно розподіляється по перерізу апарату, чого не спостерігається в нижній його частині. Величина масовіддачі на цій ділянці апарату має досягти свого максимуму.

У верхній частині апарату, де частинки значно роздроблені, спостерігається їхнє спостереження, утворюються окремі згустки частинок або грудки, всередину яких потік рідини не потрапляє. Аналогічне явище має місце у випадках навіть набагато більш інтенсивної взаємодії твердої та рідкої фаз.

Одночасно починає позначатися гальмуючий вплив пристрою для розвантаження твердої фази. Питоме навантаження у цій зоні збільшується, що погіршує гідродинамічні умови процесу екстракції.

Збільшення розміру частинок в колонному апараті, як і інших типах екстракторів, призводить до поліпшення масообміну між частинками і екстрагентом.

Підвищення співвідношення витрати мас на більшій частині висоти апарату погіршує масообмін, так як під впливом зростаючого потоку рідини частинки притискаються з більшою силою до транспортного органу, їх ущільнюється шар, що призводить до погіршення гідродинамічних умов у шарі, зменшенню активної поверхні частинок [12].

Декілька різновидів одноколонних екстракторів, призначених головним чином для переробки дрібнороздроблених (порошкових) матеріалів, що мають щільність, істотно відмінні щільності екстрагента, по конструкції наближається до колонних апаратів для екстракції в системі рідина-рідина. Основним контактним пристроєм таких екстракторів є тарілки. Екстрактори даного типу, як і рідинні, можуть мати перемішують, вібраційні та пульсуючі пристрої. З різноманітних конструкцій багатокононних апаратів у промисловості набули поширення двоколонний апарат із шнековим транспортним органом, двоколонний апарат із ланцюговим транспортним органом, триколонний апарат із шнековими транспортерами, багатокононний вертикальний апарат із ланцюговим транспортним органом.

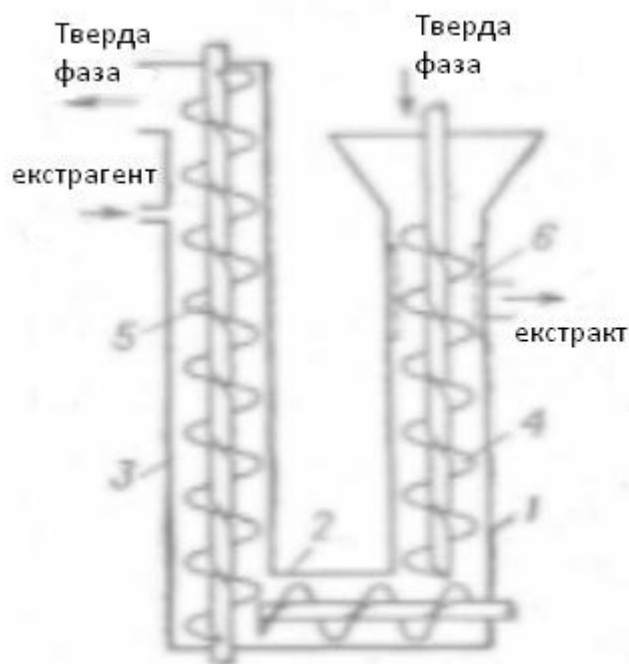


Рис. 4.8 Триколонний апарат із шнековим транспортним органом:

1-завантажувальна колона; 2-горизонтальна колона; 3-екстракційна колона; 4-шнек завантажувальної колони; 5-шнек екстракційної колони; 6-розподільне сито.

У кожній з трьох колон вертикального шнекового екстрактора (рис. 4.8) - 1 завантажувальної, горизонтальної 2 і екстракційної 3 - знаходяться шнеки. Шнек 4 завантажувальної колони і шнек 5 екстракційної колони підвішені за

допомогою валу на завязятих підшипниках. У верхній частині завантажувальної колони є циліндричне сито 6 відділення екстракту, що йде з апарату, від твердих частинок.

Екстрактори цього типу набули поширення в хімічній, фармацевтичній та харчовій промисловості.

Перевагами вертикального шнекового екстрактора є невеликі площі та об'єм будівлі, що займає апарат, мала металоємність, гарне використання всього об'єму апарату, відносна простота конструкції та легкість обслуговування, а недоліками — сильне дроблення матеріалу, запресування деяких видів сировини (особливо рослинного), закручування твердого матеріалу. разом із шнеками.

Інтенсивність масообміну по довжині апарату значно змінюється і має такі особливості: у завантажувальній колоні екстрактора коефіцієнт масовіддачі зменшується, у горизонтальній — дещо збільшується, а в екстракційній після незначного зменшення різко зростає. Такий характер зміни коефіцієнта масовіддачі висотою екстрактора пояснюється наступним чином. На початку завантажувальної колони екстрагент має найбільшу концентрацію і відповідно велику в'язкість. У напрямку горизонтальної колони концентрація екстрагента зменшується, що створює умови збільшення коефіцієнта масовіддачі. Однак руйнування частинок, взаємне блокування поверхні частинками веде до погіршення умов омивання їх рідиною.

Збільшення значень коефіцієнта масовіддачі в горизонтальній колоні можна пояснити підвищенням відносної швидкості руху екстракційної рідини в цій частині апарату.

При переході частинок з горизонтальної колони екстракційну величина коефіцієнта масовіддачі зменшується, потім вона збільшується в екстракційній колоні.

Насамкінець зазначимо, що масообмін в апаратах цього типу протікає недостатньо ефективно.

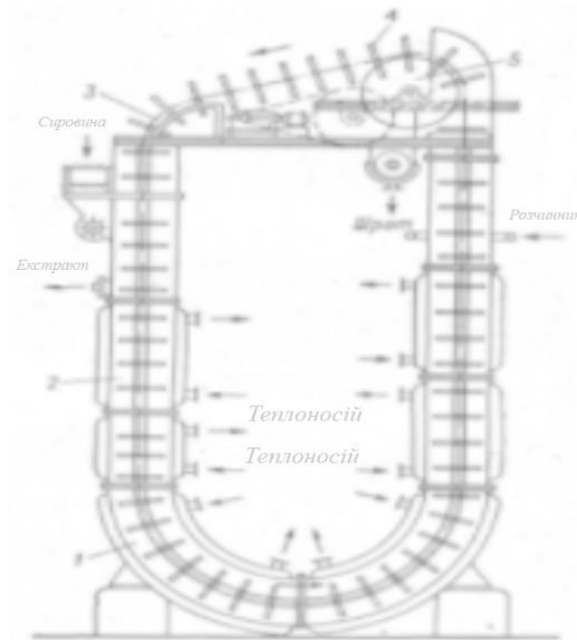


Рис. 4.9 Двоколонний екстрактор з ланцюговим транспортним органом:

1-кругла ділянка; 2-вертикальна колона; 3-роликівий ланцюг; 4-рамки; 5-приводний барабан.

Двоколонний апарат з ланцюговим транспортним органом (рис. 4.9) має в нижній частині перехідну округлену ділянку, що з'єднує вертикальні колони 2. Усі частини корпусу в перерізі є прямокутником. У середині корпусу по напрямних рухаються два роликівий ланцюги 3, яких прикріплені на певній відстані (0,5—0,6 м) прямокутні рамки 4, з натягнутими ними ланцюгами. Ланцюги наводяться в рух барабаном 5 від приводу, що має електродвигун.

Частинки твердого матеріалу розташовуються між рамками, тому при русі вони не деформуються. У цьому велика перевага апарату. У вертикальній завантажувальній колоні умови процесу особливо сприятливі, тому що шар частинок на рамці розташований рівномірно. Однак при проходженні через дугову частину корпусу матеріал зміщується щодо рамки, що дає можливість екстрагенту проходити над шаром твердих частинок. Нерівномірний розподіл матеріалу залишається на рамках і в екстракційній колоні, тому рідина проходить у тій частині, де шар матеріалу менший, а основна маса його

омивається екстр-агентом набагато гірше.

В результаті цього масообмінні характеристики апарату дуже схожі на показані вище характеристики триколонного шнекового апарату [13].

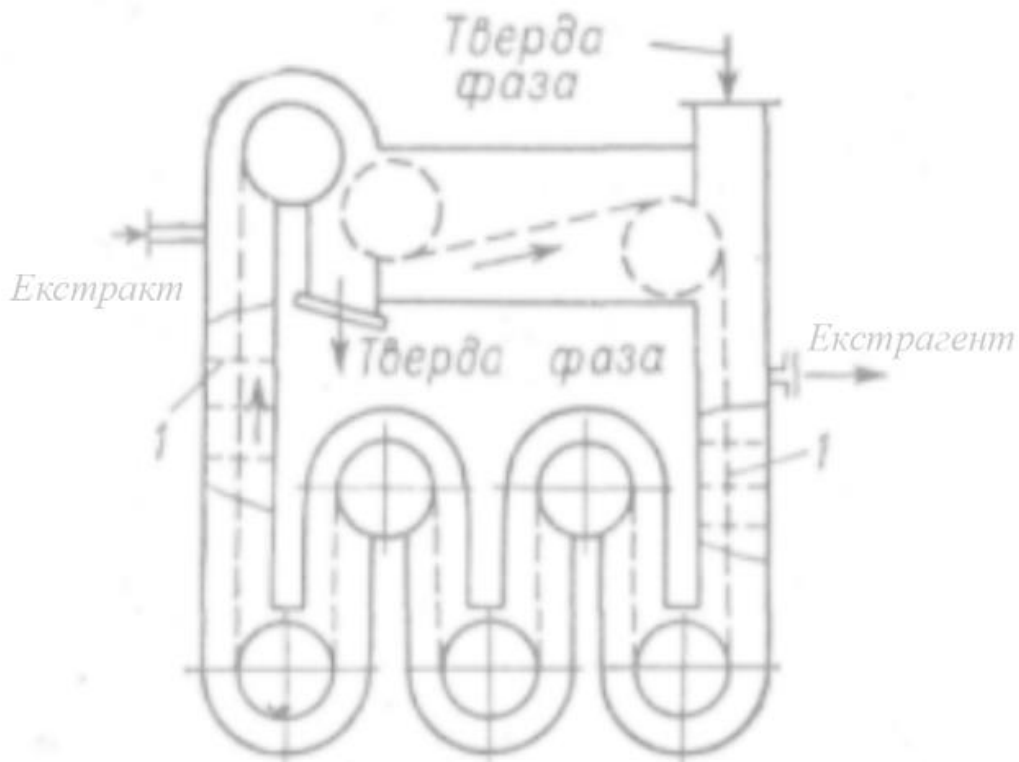


Рис. 4.10 Багатоколонний вертикальний апарат з ланцюговим транспортним органом

Багатоколонні апарати з ланцюговим транспортним органом (рис. 4.10) багато в чому аналогічні двоколонним з ланцюговим транспортним органом. Тверді частинки невеликими шарами лежать на сітках 1, що створює сприятливі умови для здійснення протитечії, при цьому частки не руйнуються. Легко здійснювати заданий температурний режим апарату, так як мале перетин апарату дозволяє добре його нагріти через стінки корпусу. Однак такі апарати складні в експлуатації, займають великий об'єм та площі приміщень у порівнянні з одноколонними. Крім того, після переходу з однієї колони в іншу рівномірність розташування шару частини на сітці змінюється, що дещо порушує гідродинамічний режим взаємодії рідкої та твердої фаз.

Особливо високі значення коефіцієнта масовіддачі у першій вертикальній колоні. Справді, у цій ділянці створюються найбільш сприятливі гідродинамічні

умови процесу — частки рівномірно заповнюють межситовий простору. Рівномірний рух екстрагенту в цій колоні сприяє хорошему відводу тепла від поверхні, що гріє, і швидкому нагріванню всієї маси речовини в колоні.

В інших вертикальних ділянках апарату коефіцієнт масовіддачі хоч і вищий, ніж на суміжних, але значно нижчий, ніж у першій колоні. Пов'язано це головним чином про те, що у наступні вертикальні ділянки частки надходять після стискування і зміщення в перехідних колінах. Отже, у цих вертикальних ділянках частинки розташовані на сітках нерівномірно та омиваються екстрагентом значно гірше, ніж у першій колоні.

Ротаційні апарати бувають в основному двох видів: апарати, корпус яких обертається навколо горизонтальної осі - барабанного типу та апарати, корпус яких обертається навколо вертикальної осі - карусельного типу [14].

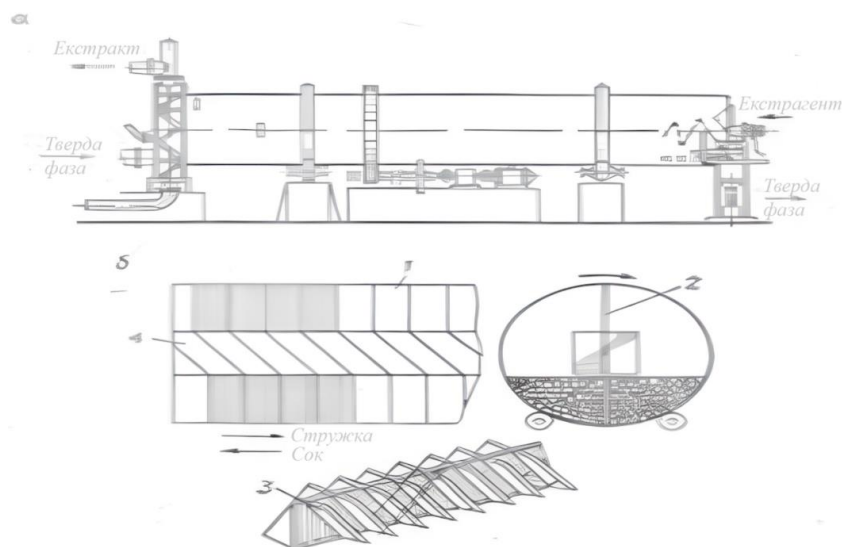


Рис. 4.11 Ротаційний апарат:

а-загальний вигляд; б-елементи апарату; 1-гвинтові перегородки; 2-решітки; 3-напрямні площини; 4-похилі перегородки

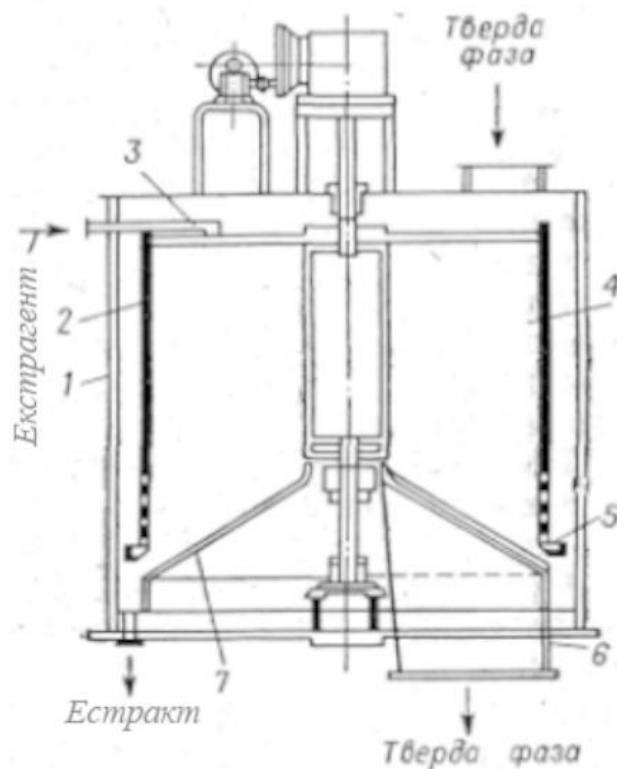


Рис. 4.12 Ротаційний апарат з вертикальною віссю обертання:

1-корпус; 2-ротор; 3-зрошувач; 4-перегородка; 5-лоток; 6-розвантажувальна шахта; 7-днище (суцільне, нерухоме)

Ротаційні апарати барабанного типу (рис. 4.11) мають циліндричний корпус, що обертається на котках. Внутрішня порожнина апарату по всій його довжині розділена діаметром дірчастою перегородкою (рис. 4.11, а). На внутрішній поверхні корпусу розташовані гвинтові перегородки 2 не доходять до центру апарату. У центральній частині апарату знаходяться похилі перегородки 3 (рис. 4.11 б), що з'єднують між собою гвинтові перегородки сусідніх витків. Апарат заповнений сумішшю частинок і рідиною лише рівня похилих перегородок (приблизно 1/4—1/3 обсягу). При обертанні барабана екстрагент, що знаходиться

завжди в нижній частині апарату між суцільними гвинтовими витками, переміщається вздовж апарату, а тверді частинки захоплюються дірчастою перегородкою 2, відокремлюються на ній від рідини і після певного кута

повороту барабана по похилим перегородками 3 сползає , таким чином, переміщаються апаратом у протилежному напрямку.

Процес екстрагування в кожному проміжку між витками (камері) протікає прямоточно, а перехід між камерами здійснюється за принципом протитечії, тобто має місце комбінований процес. Транспортна система апарату проста, і деформація твердих частинок немає.

Головним недоліком апаратів цього є дуже низький коефіцієнт використання обсягу і складність підтримки необхідного температурного режиму за його довжиною.

В апаратах ротаційного типу коефіцієнт масовіддачі зі збільшенням розміру часток зростає значно, ніж в апаратах інших типів. Це пов'язано з особливостями процесу в ротаційних апаратах, де маса частинок розділена на незалежні шари, які не стискаються загальним потоком рідини. Пористість такого шару переважно залежить від розміру частинок.

Збільшення співвідношення витрати мас твердих частинок і екстрагента не призводить до сильного стиснення частинок, так як маса частинок розділена на незалежні шари, тому виявлено пряму пропорційність між співвідношенням витрати мас і коефіцієнтом масовіддачі.

Ротаційні екстрактори карусельного типу виконані у вигляді циліндра, висота якого приблизно вдвічі менша за діаметр. Ротор, що обертається в корпусі, розділений радіальними перегородками на 12—18 секцій. Днище або сітчастим і обертається разом з ротором, тоді кожен сектор днища приєднується до ротора на шарнірах і може в потрібний момент відкидатися для вивантаження твердих частинок, або днище суцільне нерухоме і має вікно для вивантаження. В останньому випадку (рис. 5.12) обід і перегородки ротора щільно притиснуті до днища і при обертанні ротора труться про днище (як і нижній шар частинок, що завантажують кожен секцію). Під кожним сектором є збірка екстрагента та насос, що відкачує рідину з даного сектора, над сектором зрошуючий пристрій.

Зібрана під сектором рідина направляється насосом на зрошення сусіднього сектора (на протилежному напрямі обертання ротора). Таким чином, досягається протитік між твердими частинками та екстрагентом. Отже, карусельний екстрактор є одночасно і зрошувальним.

Головними перевагами карусельних екстракторів є: дотримання протитечії між фазами, дуже мала ступінь руйнування частинок у процесі екстрагування, хороше використання об'єму апарату, відносна простота конструкції. Недолік цих екстракторів - нерівномірність процесу, оскільки в умовах нерухомого шару рідина не однаково проникає в пори по всьому об'єму матеріалу і в процесі бере участь не вся дійсна поверхня частинок. При зрошенні рідина рухається в шарі з малою швидкістю. Це також негативно впливає на масообмін. Нарешті, процес у таких апаратах не є суворо безперервним, оскільки поки що йде вивантаження матеріалу з однієї секції та завантаження в іншу (іноді стікання рідини з третьої) ротор знаходиться в нерухомому положенні.

Процес, що протікає в апараті цього типу, певною мірою наближається до процесу в батарейних апаратах, проте екстрактор набагато компактніший від батарейного.

Зрошувальні екстрактори відносяться до типу апаратів, в яких не вся маса твердих частинок знаходиться у постійному контакті з рідиною. Однак це не повинно розглядатися як недолік, оскільки рідина, що рухається поверхнею твердого тіла у вигляді плівки, більшою мірою інтенсифікує процес на межі розділу фаз, ніж суцільне середовище.

Головним недоліком цього способу взаємодії рідини та твердих частинок є те, що протягом певної ділянки довжини апарату рідина має однакову концентрацію, що призводить до відомого порушення принципу протитечії.

У разі великої кількості таких ділянок і невеликої довжини кожного з них процес може розглядатися як комбінований (повне змішання на кожному ступені та протитечію при переході від ступеня до ступеня) або з великим наближенням як суто протиточний.

За конструктивним принципом зрошувальні апарати поділяються на стрічкові, ковшові та шнекові. У свою чергу ковшові апарати поділяються на вертикальні та горизонтальні.

Стрічковий екстрактор (рис. 4.13) має сталевий корпус 1. У середині корпусу розташований стрічковий транспортер 4, пластини якого прикріплені до двох ланцюгів, що приводяться в рух зірочками 3. Пластини мають ребра жорсткості, на які укладаються перфоровані листи [15].

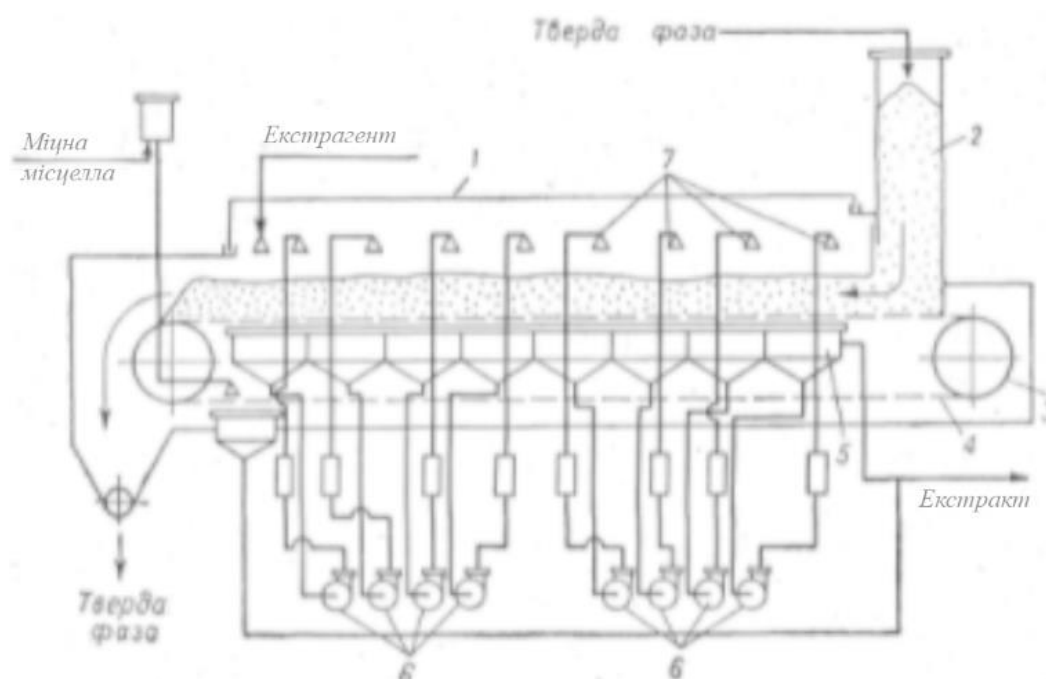


Рис. 4.13 Зрошувальний екстрактор стрічкового типу:

1-корпус; 2-бункер; 3-зірочка; 4-стрічковий транспортер; 5-коша; 6-насос;
7-розпилювач.

Матеріал, що надходить в апарат через бункер 2, рухається шаром заввишки 0,6-1,2 м верхньої гілки транспортера. Над шаром матеріалу розташовані розпилювачі 7, щоб забезпечити рівномірний розподіл розчинника над шаром матеріалу. Під стрічкою встановлені вирви б, в які потрапляє міцелла після того,

як вона пройшла через шар матеріалу. Число воронок дорівнює числу ступенів екстрагування. З кожної воронки рідина потрапляє у відповідний відцентровий насос 6, який подає екстрагент певний розпилювач. При цьому рідина зазвичай

прямує не на ту ділянку, під якою вона зібрана, а на суміжну, розташовану в напрямку, протилежному руху стрічки, внаслідок чого забезпечується перехід рідини від ступеня до ступеня за принципом протитечії. Частки лежать невеликим шаром і мало деформуються. Процес в апараті протікає за складною схемою: поперечний струм на кожній ділянці (по суті, процес, повного змішування) та протитечію при переході від ділянки до ділянки. Конструкція - складна, металомістка, що не забезпечує хорошого використання об'єму апарату. Ремонт та обслуговування апарату трудомісткі.

Вертикальний ковшовий екстрактор (рис. 4.14) має сталевий корпус 1, у верхній частині якого розташований дозатор твердого матеріалу 2. У середині корпусу розташований нескінченний ланцюг, одягнений на зірочки 3. До ланцюга прикріплені ковші 4 з твердим матеріалом для екстрагування. З торцевих сторін ковша є кишень, які подається чистий розчинник 5 або екстрагент 6 [16].

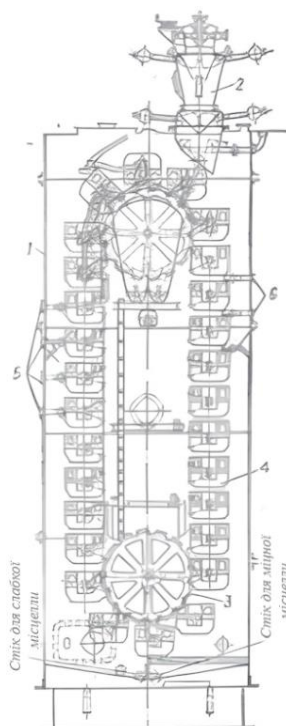


Рис. 4.14 Вертикальний зрошувальний екстрактор ковшового типу:

1-корпус; 2-дозатор; 3-зірочка; 4-ковші; 5,6-форсунки

Кишені з'єднані між собою трубками з отворами, через які рідини, що подаються форсунками, надходять на зрошення матеріалу в розташовані нижче ковші. Днище ковша є рамкою з густою дротяною сіткою, розташовану над зрошувальними трубками.

У верхній частині транспортера є спеціальний механізм, що перекидає, який перевертає і струшує ківш над бункером для приймання шроту.

Матеріал завантажується зверху, у верхній ківш ряду, що опускається, і зрошується за допомогою форсунок і трубок в ковші розчинником, частково збагаченим екстрагуючою речовиною, після проходження через ряд ковшів, що піднімається. Проходячи через частинки в ковші та дірчасте дно, екстрагент надходить у наступний ківш. Таким чином, в ряді ковшів, що опускається, має місце прямоточний процес. Верхні ковші ряду, що піднімається, зрошуються таким же чином, як і ряд, що опускається, але чистим розчинником; отже, у цьому ряду має місце протиточний процес. Рідина, що пройшла через останній ківш цього ряду, збирається на дні апарата і направляється у верхній ківш ряду, що опускається.

Горизонтальні ковшові екстрактори працюють за тим же принципом, що і стрічкові: група ковшів одночасно зрошується рідиною, яка збирається під ковшами і прямує на зрошення сусідньої групи ковшів, розташованої в протилежному напрямку руху транспортера.

На відміну від стрічкового екстрактора, у ковшовому горизонтальному екстракторі використовуються обидві його гілки.

Хоча ковшові екстрактори і більш продуктивні, ніж стрічкові, вони мають ті ж недоліки: порушення протитечії, великі габарити, погане використання об'єму апарату [17].

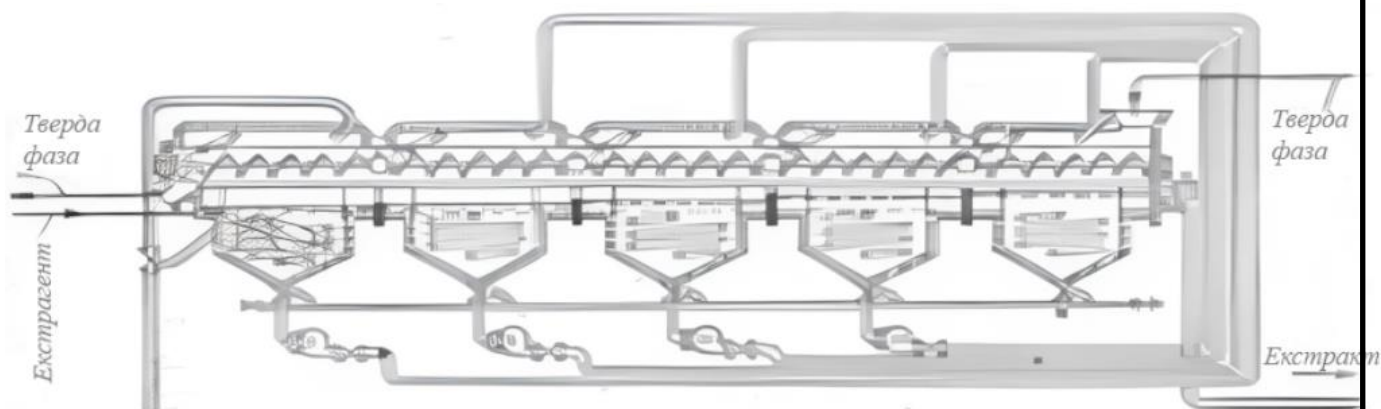


Рис. 4.15 Зрошувальний екстрактор із шнековим транспортним органом

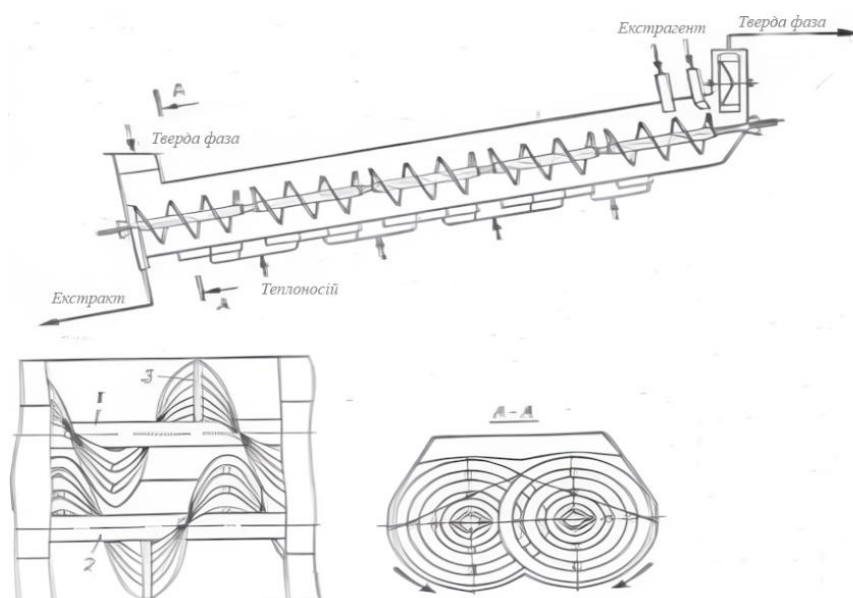


Рис. 4.16 Екстракційний апарат похилого двошнекового типу:

1,2-вали гвинтового транспортера; 3-гвинтовий транспортер.

Зрошувальний екстрактор із шнековим транспортним органом (рис. 4.15) значно менш металомісткий, ніж розглянуті вище зрошувальні екстрактори. Двошнековий похилий апарат (рис. 4.16) являє собою коритоподібний похило встановлений корпус з сорочками на зовнішній поверхні для обігріву парою. Усередині корпусу має у поперечному перерізі відповідну форму, розташовані два шнеки, що обертаються назустріч один одному, що спираються на ряд рівномірно розташованих по довжині апарата підшипників, вони частково заходять один в інший, ніж запобігає обертанню частинок разом зі шнеками.

Перед нижньою торцевою стінкою апарата знаходиться сито, яке разом із стінкою утворює камеру відділення екстрагента. Сито очищається скребками, що обертаються. Над головною частиною апарату знаходиться приймальний бункер, одна із стінок якого є продовженням нижньої торцевої стінки апарата. Шнеки обертаються двома спеціальними приводами, встановленими у нижній і верхній торцевих стінок апарату. Для видалення частинок з апарату у верхній частині є колесо з черпаками. Розчинник подається в апарат спеціальними поворотними патрубками із соплами у верхній частині апарата над останніми витками шнеків [18].

Двошнекові апарати за характером перемішування фаз, можливостями поздовжнього перемішування та типу інтегральної кривої виходу твердих частинок з апарату найбільш близькі до екстракторів колонного типу.

Головна з цих конструктивних особливостей полягає в тому, що апарат розділений на п'ять однотипних секцій, на стику яких встановлені підшипники, що є опорою для валів органів, що транспортують. Рами, підтримують підшипники, відіграють роль контр-лап, а транспортний орган (його витки) має місцях установки підшипників розриви, отже кінці витків грають роль, близьку до ролі лап в колонних апаратах.

Характер руху частинок, що екстрагуються, і екстрагента всередині кожної секції і на стику секцій, де виникає можливість більш енергійного перемішування фаз, має, таким чином, суттєві відмінності.

Максимуми інтенсивності масообміну припадають на ділянки, що найбільш близько розташовані до місць розриву витків транспортуючого органу.

У середній частині кожної секції апарату гц частинки менш інтенсивно перемішуються, величина коефіцієнтів масовіддачі має найменше значення [19].

У зменшенні загальної інтенсивності масообміну в хвостовій частині екстрактора, поряд з факторами, пов'язаними зі зміною властивостей частинок, що екстрагуються, певне значення має додаткове руйнування частинок,

викликане інтенсивним перемішуванням на стику секцій апарату, яке погіршує гідродинамічні умови процесу. Двошнекові похилі апарати мають найменшу з усіх широко застосовуваних у промисловості типів екстракторів металоємність, займають найменший обсяг будівлі, мають меншу витрату енергії та меншу вартість усієї установки порівняно з іншими апаратами такої ж продуктивності. Конструкція їх досить проста та доступна для експлуатації та ремонту. Недоліками апаратів цього є рециркуляція частинок і екстрагента по довжині апарату, значне дроблення твердих частинок і труднощі у створенні необхідного температурного режиму в апараті (особливо, в апаратах великих розмірів).

Численність конструкцій екстракторів пов'язана з великою різноманітністю видів сировини, що переробляється в цих апаратах. Якщо, наприклад, тверді частинки легко руйнуються в процесі екстрагування, необхідно застосовувати екстрактори зрошувального типу; при частках, мало пружних і схильних до стеження, переважно застосування багатоколонних та двошнекових апаратів. Певне значення має і те, що жодна з існуючих конструкцій екстракторів не відповідає всім вимогам, пред'явленим до апаратів цього типу: протікання суворого протиточного процесу з малим зовнішнім дифузійним опором при малих розмірах частинок, мінімальна металоємність, малі розміри габаритні апарату, простота конструкції, доступність для експлуатації та ремонту [20].

4.2 Патентний пошук

Для корисної одиниці US20200188812A1, від 2020-06-18.[21]

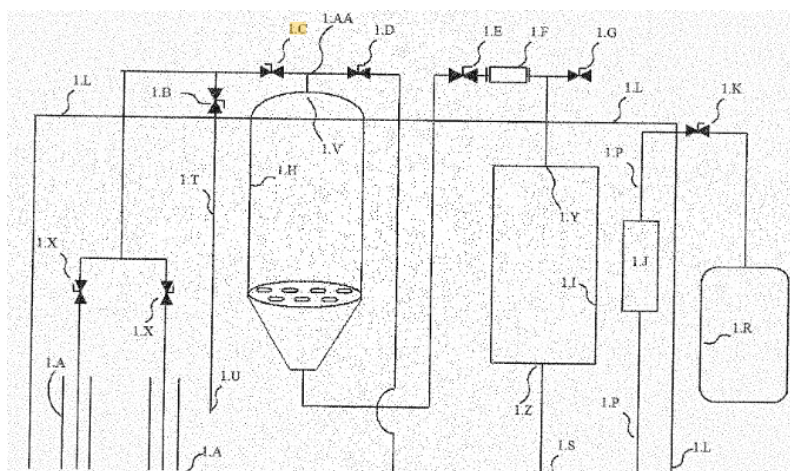


Рис. 4.17 Схема екстрактора рослинної речовини канабіоїду

Спосіб обробки рослинного матеріалу для отримання канабіоїду, при цьому спосіб дає екстракт канабісу, і при цьому спосіб включає піддавання рослинного матеріалу розчиннику етанолу, який спочатку має задану температуру нуль градусів С або нижче, при цьому вплив відбувається в посудину, і де вплив призводить до суміші рослинної речовини та розчинника етанолу, де температура суміші по суті є такою ж температурою, що й зазначена попередньо визначена температура нуль градусів С або менше, і якщо суміш містить суспензію рослинної речовини та розчин етанолу, де спосіб включає етапи:

(а) піддавання рослинної речовини канабісу розчиннику етанолу, за допомогою чого під час впливу утворюється суспензія рослинної речовини канабісу в розчиннику етанол, (б) Піддавання рослинного матеріалу етанольному розчиннику, при цьому підтримка здійснюється протягом заздалегідь визначеного часу, який не обов'язково становить десять хвилин, і де вплив призводить до екстрагованого залишку рослинного матеріалу, а також призводить до екстракту, який приймає форму етанольного розчинника з екстрагованими речовинами. (с) Відокремлення екстракту від залишків екстрагованого рослинного матеріалу, де екстракт необов'язково підтримується практично при тій самій температурі, що й заданий нуль градусів С або менше, і,

(d) Висушування екстракту з отриманням висушеного екстракту, при цьому стадія сушіння видаляє етанол, а також видаляє воду, якщо вона присутня.

Для корисної одиниці US4045639A, від 1977-08-30.[22]

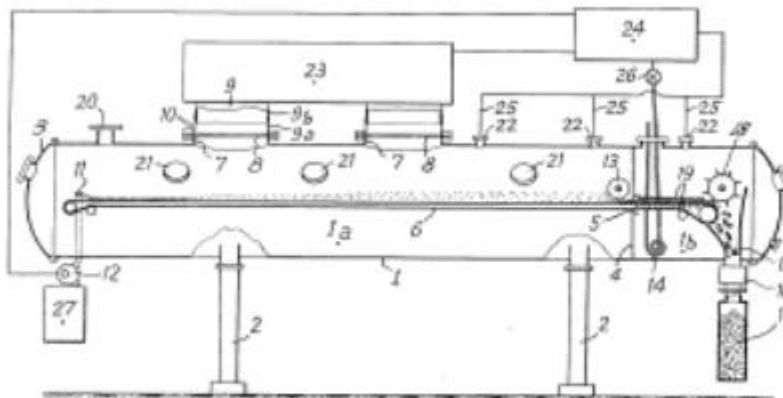


Рис. 4.18 Схема вакуумної мікрохвильової сушарки

Цей винахід відноситься до харчової та фармацевтичної промисловості та, зокрема, стосується пристрою для безперервної мікрохвильової та вакуумної сушки, у якому (I) запобігається тліючий розряд і (II) матеріал, що підлягає обробці, піддається піноутворенню при низькій температурі. (наприклад, при температурі, нижчій або дорівнює 40°C , якщо потрібно), і який є корисним для отримання висушеного кінцевого продукту, що має чудову регідратаційну здатність.

Принцип використання мікрохвиль і вакууму для сушіння відомий. Патент описує певну кількість можливостей, метою яких є запобігання іонізації, але пристрій цього патенту, подібно до тих, які працюють з перервами.

У цих пристроях електричне поле збільшується, оскільки кількість енергії, поглиненої кількістю наявного продукту, зменшується, це зменшення відбувається через випаровування та видалення рідини під час нагрівання.

Таким чином, критичне значення поля досягається швидко, і щоб запобігти іонізації, яка може виникнути внаслідок цього, слід зменшити мікрохвильову потужність, що призводить до зниження швидкості сушіння та використання

апарату нижче його максимальної продуктивності.

Для корисної одиниці JP6602898B2, від 2019-11-06.[23]

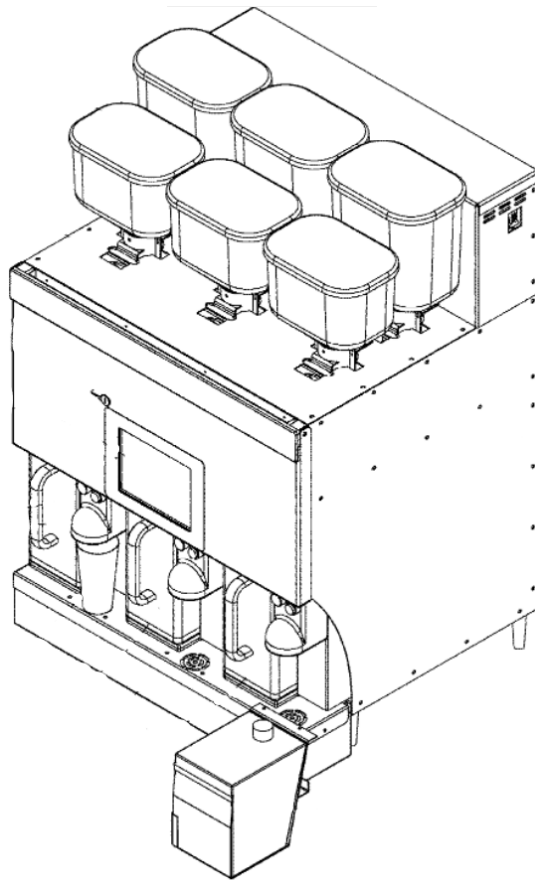


Рис. 4.19 Схема апарату екстрагування кавової сировини

Пристрій містить щонайменше один екстрагуючий модуль, сконфігурований для вилучення однієї чашки напою;

Принаймні один екстрагуючий модуль містить камеру, сконфігуровану для прийому порошкового матеріалу і виконану з можливістю зачеплення першого сопла і другого сопла;

Перше сопло сконфігуровано таким чином, щоб воно було нахиленим відносно горизонтальної площини пристрою, одна поверхня першого сопла визначає кут приблизно від 5° до 60° щодо горизонтальної площини пристрою,

Рідина викидається перпендикулярно до однієї поверхні першого сопла,

Перше сопло і друге сопло сконфігуровані так, щоб направляти рідину безпосередньо на порошковий матеріал всередині камери під час циклу екстракції для перемішування порошкового матеріалу під час циклу екстракції;

Перше сопло і друге сопло розташовані один до одного.

Камера визначає перший отвір і другий отвір;

Перший отвір виконаний з можливістю прийому порошкового матеріалу;

Другий отвір входить у зачеплення з першим соплом і другим соплом і сконфігурований для направлення рідини у вигляді розпилюваної води вентилятором до однієї або кількох внутрішніх стінок камери під час циклу екстракції.

Камера містить підмітальний механізм, налаштований для направлення сміття в сміттєвий бак,

Камера виконана з можливістю видалення з модуля екстракції після циклу екстракції;

Одна сторона першого сопла визначає кут приблизно від 10° до 30° щодо горизонтальної площини пристрою;

Одна сторона першого сопла визначає кут приблизно від 15° до 20° щодо горизонтальної площини пристрою;

Принаймні один модуль екстракції додатково містить склоочисник, сконфігурований для автоматичного очищення щонайменше одного витяжного модуля;

Пристрій додатково містить металевий механізм і шліфувальну машину, причому металевий механізм сконфігурований для подачі точної кількості матеріалу до подрібнювача.

Пристрій додатково містить верхній вузол, сконфігурований для зачеплення ввідного пристрою, пристрій введення, сконфігурований для зачеплення одного або кількох бункерів.

Порошковим матеріалом є кавовий порошок.

РОЗДІЛ 5. АНАЛІТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ФІТОЕКСТРАКТІВ

5.1 Аналітичні дослідження процесів екстрагування сої

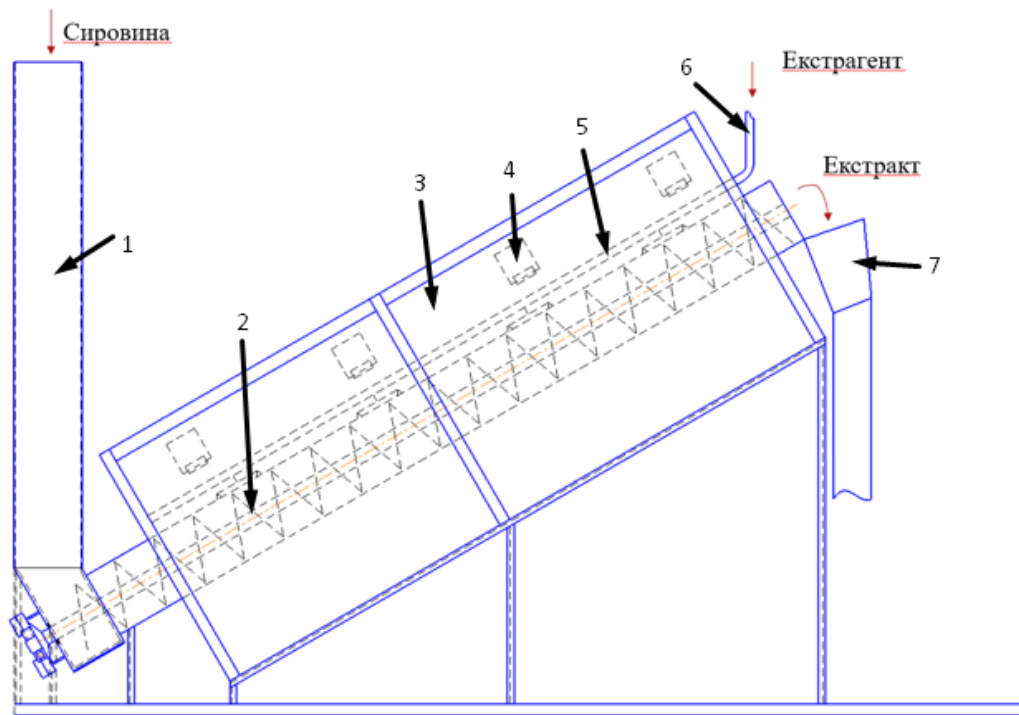


Рис. 5.1 Схема установки

1. Завантажувальний бункер; 2. Шнек; 3. Резонаторна камера; 4. Магнетрони; 5. Система зрошення сировини; 6. Подача екстрагенту; 7. Розвантажувальний бункер.

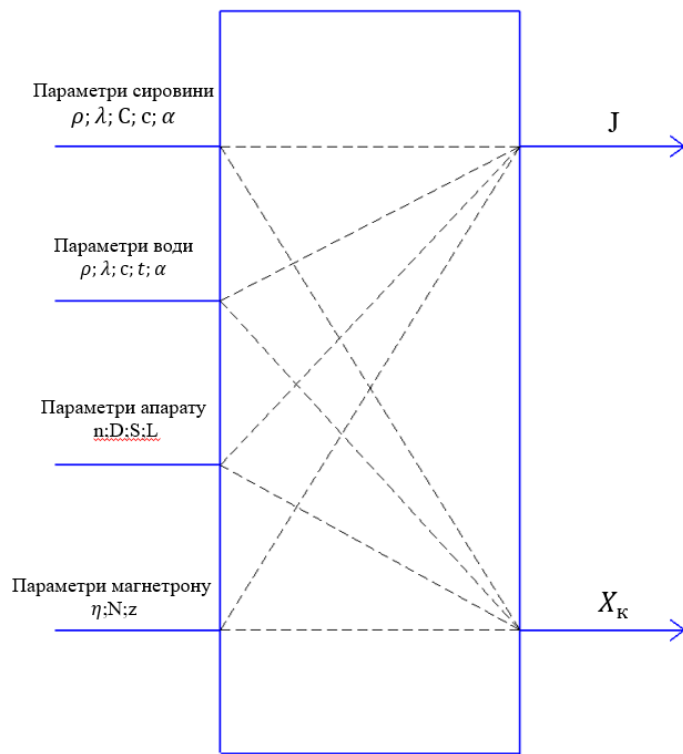


Рис. 5.2 Параметрична схема процесу екстрагування

ρ - середня щільність потоку;
 λ - коефіцієнт теплопровідності;
 C – концентрація сухих речовин;
 c – теплоємність;
 α - коефіцієнт тепловіддачі;
 t -температура;
 n - частота обертів валу шнека;
 D -діаметр шенку;
 S -крок витків шнеку;
 L -довжина шнеку;
 η - ККД магнетрону;
 N - потужність магнетрону;
 z - кількість магнетронів.

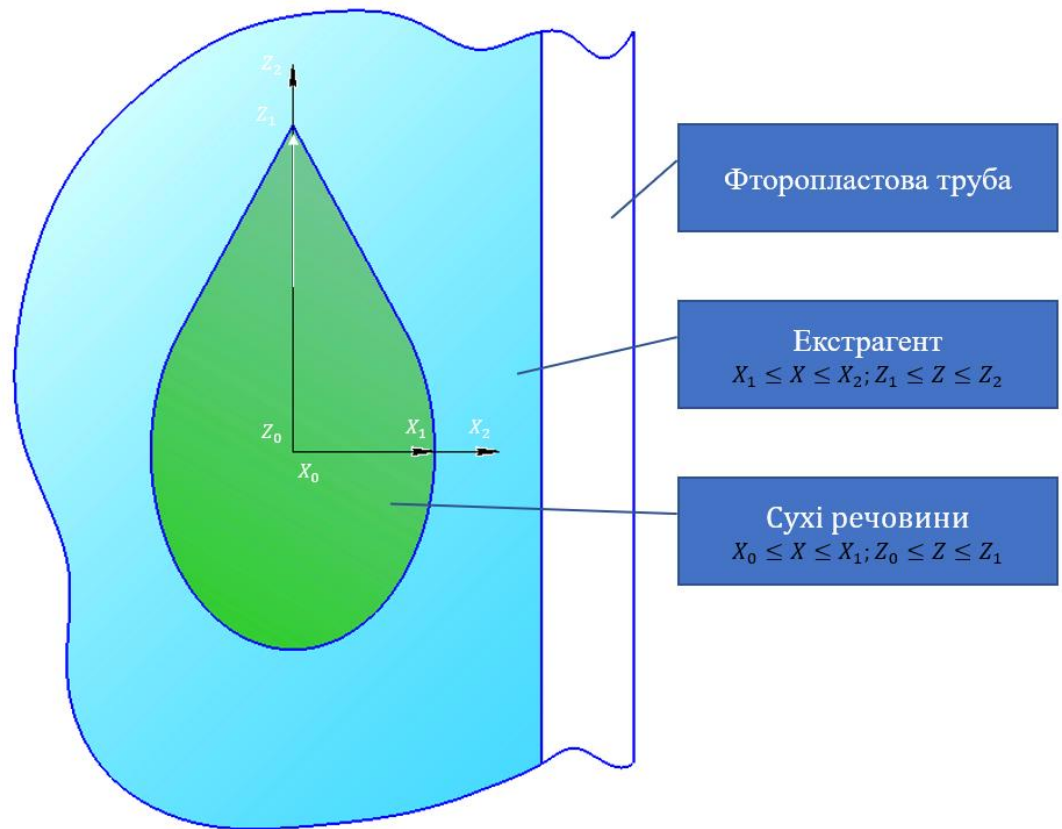


Рис. 5.3 Фізична схема процесу екстрагування

Табл.5.1 Параметри які впливають на процес екстрагування

Назва	Позначення	Розмірність	
Потужність мікрохвильового поля	N	$\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^3$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-3}$
Середня щільність потоку	ρ	$\text{кг} / \text{м}^3$	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$
Середня в'язкість потоку	μ	Па · с	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$
Розмір часток	d	м	м
Різниця концентрацій	ΔC	$\text{кг} / \text{м}^3$	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$
Середня витрата сировини	G_c	кг/с	$\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$
Гравітаційна константа	g	$\text{м} / \text{с}^2$	$\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$
Коефіцієнт дифузії	D	$\text{м}^2 / \text{с}$	$\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$
Питома теплота пароутворення	r	Дж/кг	$\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$
Середня витрата екстрагенту	G_s	кг/с	$\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$
Ефективний коефіцієнт масовіддачі	β	$\text{м} / \text{с}$	$\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$

Універсальні математичні описи процесів

Рівняння енергії

$$\frac{\partial n}{\partial \tau} + w_x \frac{\partial n}{\partial x} + w_z \frac{\partial n}{\partial z} = \alpha \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (5.1)$$

Рівняння коективного масоперенесу

$$\frac{\partial n}{\partial \tau} = D \cdot \nabla^2 c \quad (5.2)$$

$$\nabla^2 c = \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \quad (5.3)$$

Табл.5.2. Матриця розмірностей

	n	m	k	R	q	S	t	L	j	x	β
M	1	1	1		1	1				1	0
L	2	-3	-1	1	-3		1	2	2		1
T	-3		-1			-1	-2	-1	-2	-1	-1

Рівняння розмірностей

$$\beta = A \cdot N^n \cdot \rho^m \cdot \mu^k \cdot d^R \cdot \Delta C^q \cdot G_c^S \cdot g^t \cdot D^L \cdot r^j \cdot G_3^x \quad (5.4)$$

Рівняння Нав'є-Стокса

$$\rho w = \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = \rho g - \left(\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial z} \right) + \mu \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) \quad (5.5)$$

Система рівнянь

$$\begin{cases} n + m + k + q + S + x = 0 \\ 2n - 3m - k + R - 3q + t + 2L + 2j = 1 \\ -3n - k - S - 2t - L - 2j - x = -1 \end{cases} \quad (5.6)$$

Вирішуємо рівняння

$$q = -n - m - k - S - x$$

$$L = -3n - k - S - 2t - 2j - x + 1$$

$$2n - 3m - k + R - 3(-n - m - k - S - x) + t + 2(-3n - k - S - 2t - 2j - x + 1) + 2j = 1$$

$$R = n + t + 2j - x - S - 1$$

Тоді рівняння буде мати вигляд

$$\beta = A \cdot N^n \cdot \rho^m \cdot \mu^k \cdot d^{n+t+2j-x-S-1} \cdot \Delta C^{-n-m-k-S-x} \cdot G^S \cdot g^t \cdot D^{-3n-k-S-2t-2j-x+1} \cdot r^j \cdot G^x$$

$$\frac{N}{r \cdot G_c} = \text{Ви-число Бурдо}$$

$$\frac{\beta \cdot d}{D} = \text{Sh - число Шервуда}$$

$$\frac{\mu}{\rho \cdot D} = \text{Sc - число Шмідта}$$

$$\frac{G_c}{G_3} = \text{H- Гідромодуль}$$

Таким чином отримано структуру критеріального рівняння для неперервного процесу екстрагування у мікрохвильовому полі:

$$(Sc)^z = A \cdot (Sc)^y \cdot (Bu)^u \cdot (H)^w \quad (5.7)$$

5.2 Експериментальні дослідження процесів екстрагування сої

Методика проведення серії експериментів екстрагування сої

Вплив температури та інтенсивності енергопідведення

Досліди проводились на експериментальному стенді «Плівковий МХ екстрактор», який складався з ємності для екстрагента (води) з гнучким трубопроводом що з'єднує ємність з досліджуваним модулем, і ємністю для екстракту. Металева камера, в якій розміщуються блоки масообмінних модулів, оснащена генератором мікрохвильового випромінювання. Система керування дозволяє регулювати потужність випромінювання установки.

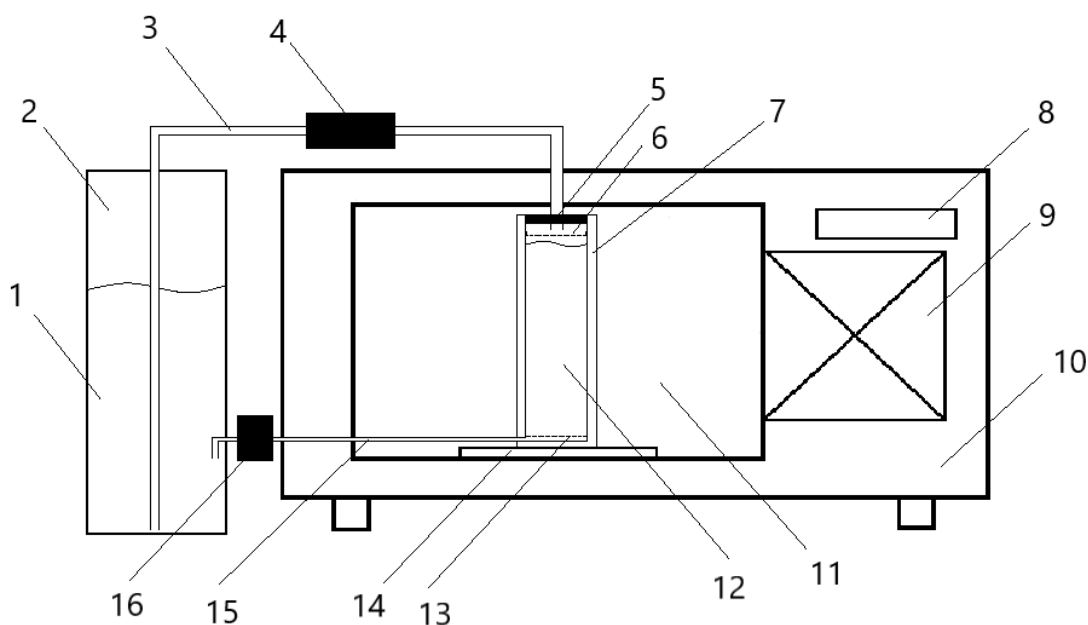


Рис. 5.4 – Плівковий МХ екстрактор.

1 – екстрагент, 2 – ємність для екстрагента, 3 – підвідний патрубок, 4 – підвідний насос, 5 – кришка реактора, 6 – кришка для розподілу екстрагента, 7 – реактор, 8 – пульт керування, 9 – магнетрон, 10 – корпус, 11 – мікрохвильова камера, 12 – сировина, 13 – перфорована полиця, 14 – підставка, 15 – відвідний патрубок, 16 – відвідний насос.

Досліджувана сировина завантажувалася в ємність, розташовану всередині камери, і знаходилося нерухомо щодо її стінок. Сировиною для проведення експериментальних досліджень використовувалася необроблена соя, як

екстрагент – вода. Основна частина дослідів була орієнтована на дослідження кінетики екстрагування із соєвої сировини.

Сою екстрагували водою при комбінованому електромагнітному впливі в умовах проточного проведення процесу.

У процесі екстрагування в імпульсному електромагнітному полі параметр температури безпосередньо пов'язаний з потужністю випромінювання, тому серія дослідів вивчала не роздільне, а спільний вплив цих параметрів на основний кінетичний параметр - коефіцієнт масовіддачі (β). Експеримент проводився під впливом імпульсного електромагнітного поля різної потужності.

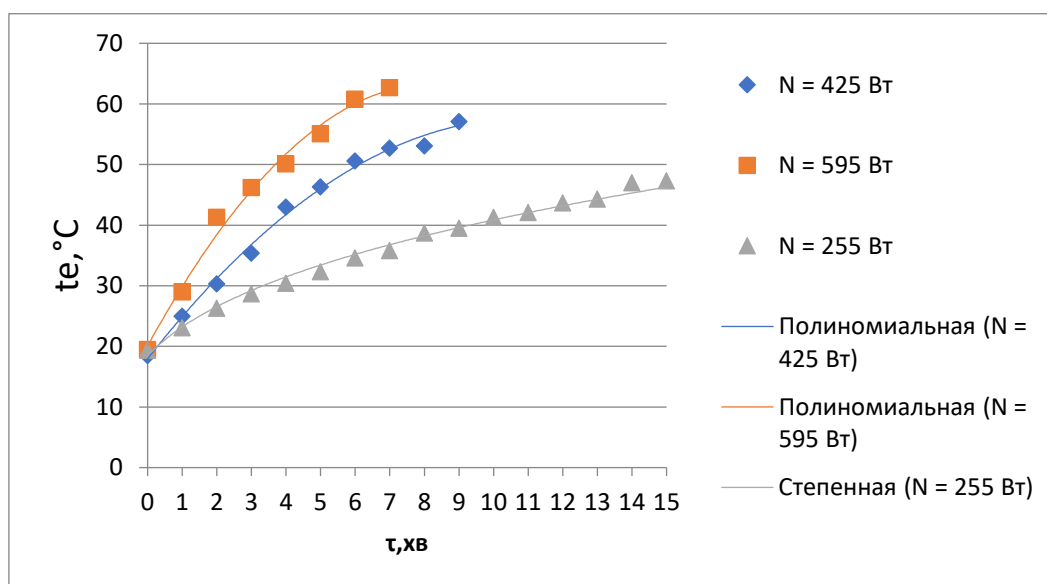


Рис. 5.5 Залежність температури при різних рівнях потужності магнетрону

За результатами дослідів (рис. 5.5) можна дійти невітнішого висновку, що з підвищенні потужності МВ-енергії вдвічі температура екстрагента підвищується майже 2 рази.

Спостереження показали (рис. 5.5), що підвищення потужності МВ-енергії може підвищити вихід екстрактивних речовин із соєвої сировини та знизити

тривалість, а, отже, знизити енергоємність процесу виробництва екстрактів сої із соєвої сировини.

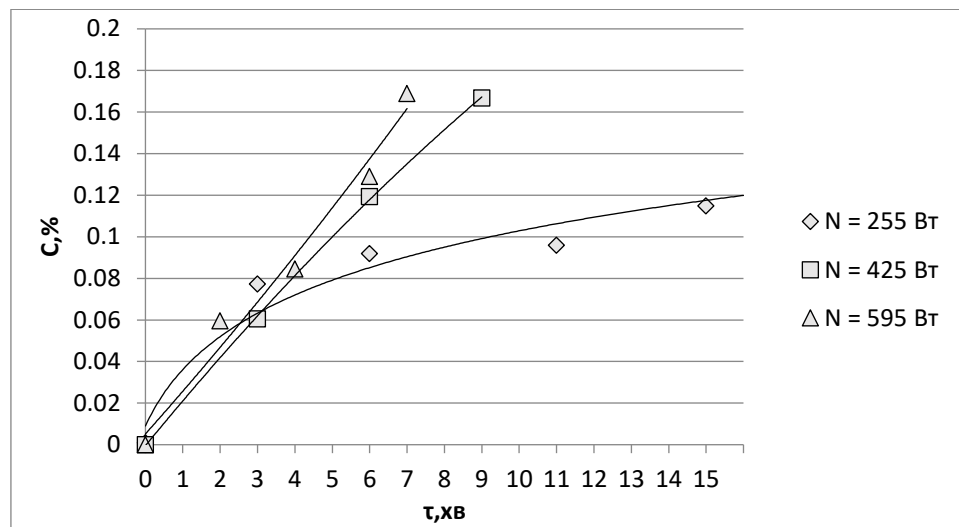


Рис. 5.6 Залежність концентрації при різних рівнях потужності магнетрону

Вплив температури та гідромодуля

У цій серії експериментів стояло завдання визначити вплив гідромодуля на інтенсивність процесу екстрагування під впливом мікрохвильового електромагнітного поля. Гідромодуль сої змінювався у співвідношеннях 1:3, 1:5, 1:10 при постійних параметрах мікрохвильової потужності 425 Вт, що підводиться, режимній температурі 60 °С.

Результати досвіду подано на рис. 6.6.

За результатами дослідження (рис. 5.6) видно, що при гідромодулі 1:5 продукту, що обробляється, спостерігається найбільша концентрація речовин.

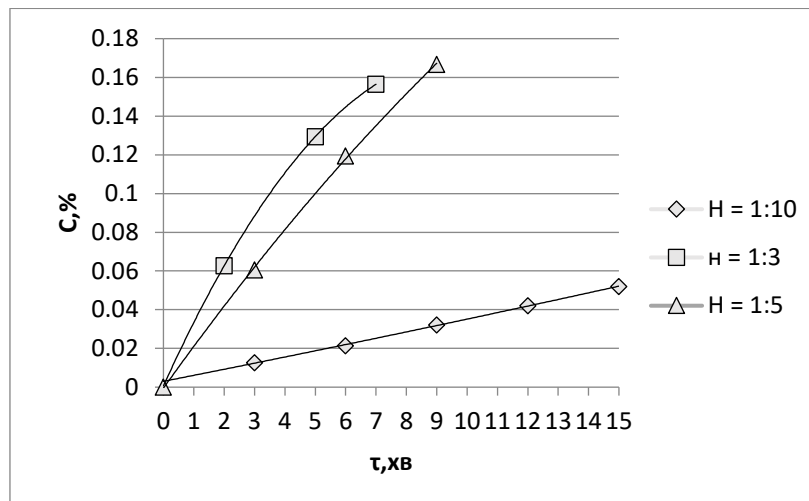


Рис. 5.7 Залежність концентрації при різних гідромодулях

Аналіз результатів досліджень

На основі виконаних дослідів та узагальнення результатів експериментальних досліджень можна зробити такі висновки.

1. Підвищення потужності МВ-енергії може підвищити вихід екстрактивних речовин з шламу кави більш ніж у два рази і істотно знизити тривалість, а, отже, знизити енергоємність процесу.
2. При зміні гідромодуля в ході серії експериментів виявили, що найбільша концентрація спостерігається при співвідношенні 1:5
3. Гідромодуль і потужність мікрохвильового поля є найбільш важливими параметрами при виборі раціонального режиму роботи екстракційного обладнання. Узгодження цих параметрів дозволяє збільшити значення коефіцієнта масовіддачі при екстрагуванні.

5.3 Експериментальні дослідження процесів екстрагування лавандину

Методика проведення експериментів екстрагування лавандину

На кафедрі ПОтаЕМ був використан метод мікрохвильової екстракції ефірного масла лавандіну.

Першим етапом проведення досліджень було подрібнення сировини на частинки довжиною до трьох см після цього сировину завантажували до реактору в максимально допустимому об'ємі, в даному випадку до реактору завантажували 200 грамів стеблин та квітів.

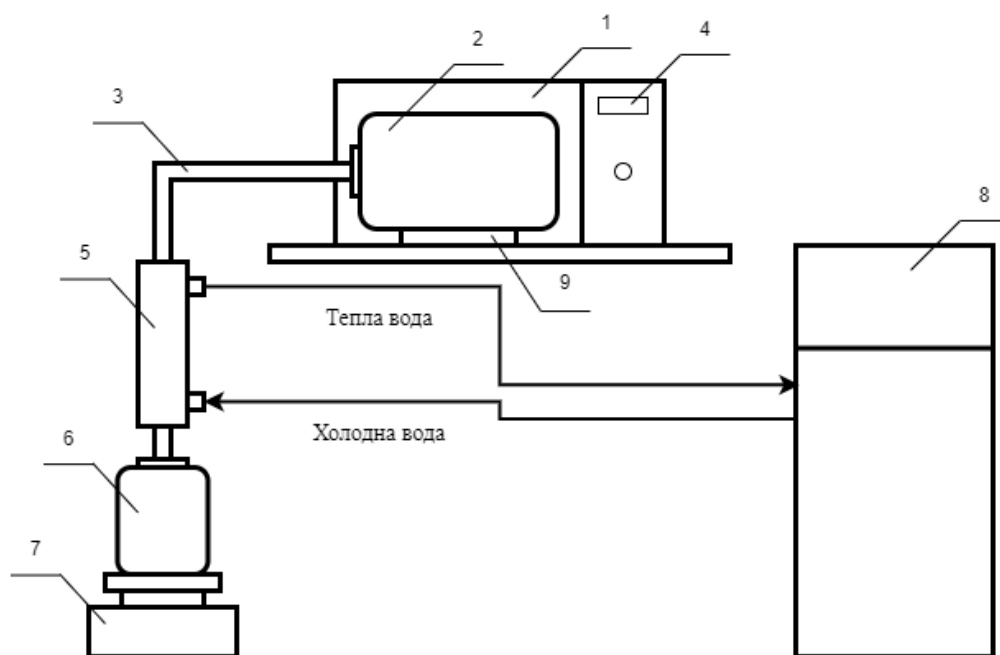


Рис. 5.8 Схема мікрохвильового екстрактора:

1- резонаторна камера; 2- реактор; 3- паропровід; 4- панель керування; 5- конденсатор; 6- ємність для дистиляту; 7- ваги; 8- холодильна установка; 9- полиця.

Реактор(2) розташовували в резонаторній камері(1) після чого з'єднували з паропроводом(3) який являє собою силіконову трубку з'єднану з конденсатором(5) через яких протитоком тече охолоджена вода з холодильної установки(8). Вкінці до паропроводу приєднувалась ємність для збору дистиляту(6) який сконденсується у конденсаторі, ємність розташовувалась на вагах(7) для можливості фіксування кінетики дистиляції у часі.

Перед початком роботи у реакторі створювали вакуум для суттєвого зниження температур кипіння рідини і відповідно загальної температури обробки сировини. Так як ціллю досліджень є вилучення якнайбільшої кількості ефірної олії було вирішено перевірити скільки олії буде вилучено з сухої сировини без додавання води, аби підвищити інтенсивність за рахунок підвищення приведеної енергії до рідин що знаходяться у капілярах рослинної сировини і відповідно інтенсивності її випаровування.

Важливим фактором при обробці сировини є визначення потужності мікрохвильового поля яке буде діяти на сировину, так як в дослідженнях використовували суху сировину без баласту, експериментально встановлено що початкова потужність обробки повинна бути (792)Вт, з часом внаслідок зменшення маси вологи у реакторі з'являються локальні перегріву, які можуть пошкодити сировину і навіть саме обладнання через перенавантаження, тому як кінцева встановлювалась потужність (630)Вт.

Після створення вакууму в системі і встановлення потужності установку запускали і фіксували дані вагів що до конденсації кількості рідини у ємності. Загалом обробка проводилась 10 хв при потужності (630)Вт і 10 хв при потужності (550)Вт, в середньому із сировини вдавалось витягнути близько 80 г рідини, після чого до об'єму заливалась така сама кількість дистиляту для повторного вилучення залишків олії.

Так як ефірна олія не є рослинною олією але має схожий параметр щільності відповідно якої вона легше води, отриману суміш дистиляту та ефірної олії заливали до ділительних воронок для розділення, води та олії. Процес розділення загалом тривав близько доби.

При проведенні досліджень з вилучення ефірної олії з рослинної лікарської сировини лавандину використовували наступне устаткування:

1. Мікрохвильовий екстрактор ;
2. Ваги фірми "Techno wagy" моделі ТВЕ-6 з максимально допустимою вагою до 6 кг, точністю в одну цифру після крапки і допустимою похибкою до 0.1 г;

3. Пірометр фірми “Venetech” моделі GM320, діапазон вимірювальних температур пірометра складає від -50°C до 380°C чи від -58°F до 716°F .

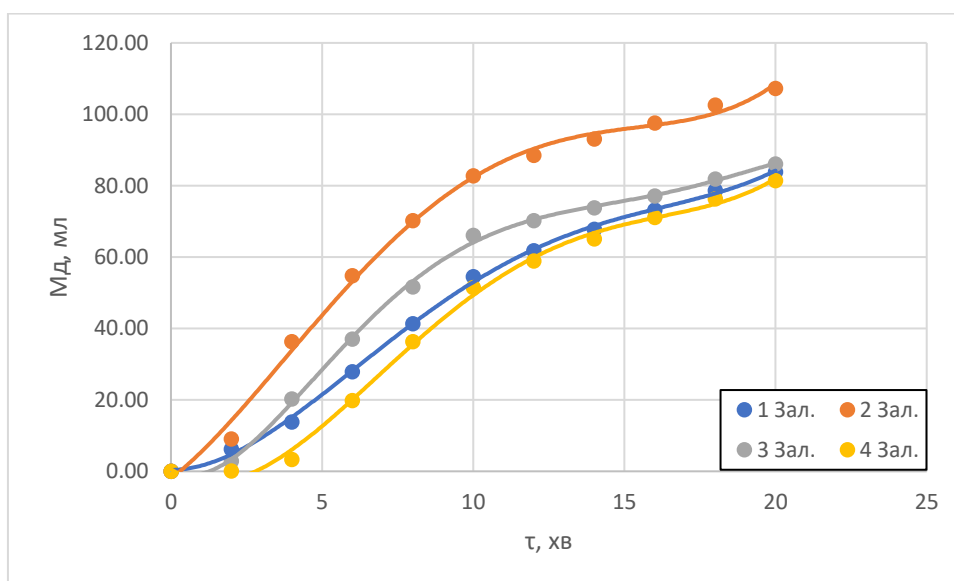


Рис. 5.9 Кінетика дистиляції рідини з рослинної сировини

Висновки:

- отримано кінетику дистиляції рідини з рослинної сировини, дані щодо кількості витраченої енергії на процес та кількість ефірної олії яку вдалось отримати;
- Отримано дані кінетики виснаження сировини методом заливу дистиляту на заміну кількості витягнутої рідини;
- Визначено що після першого заливу коли витягнуто 1,4 г олії є можливість на другому заливі витягнути ще 0,4 г олії.

РОЗДІЛ 6. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК МІКРОХВИЛЬОВОГО ШНЕКОВОГО ЕКСТРАКТОРА

6.1 Продуктивність гвинтового конвеєра

$$P = 47.1 \cdot (D^2 - 0.025^2) \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot \varphi \cdot C, \quad (\text{кг/год}) \quad (6.1)$$

Де:

D-діаметр гвинта, м

n- число обертів гвинта, об\хв

ρ - насипна щільність сировини або матеріалу

φ - коефіцієнт заповнення жолобу $\varphi = 0.2 \dots 0.65$

C- коефіцієнт, величина якого залежить від кута нахилу β конвеєру до вирію

Тоді з 3.1 :

$$n = \frac{30}{47,1 \cdot (0,1^2 - 0,025^2) \cdot 0,08 \cdot 690 \cdot 0,6 \cdot 0,65} = 3,16 \text{ об/хв} \quad (6.2)$$

Залежність продуктивності від кута нахилу транспортера

β	0	5	10	15	20
C	1	0.9	0.8	0.7	0.6

Крок гвинта (м):

$$S = (0.8 \dots 1.0)D$$

Стандартний ряд кроків гвинта 0.08; 0.1; 0.125; 0.16; 0.2; 0.25; 0.32; 0.4; 0.5; 0.63

м.

6.2 Розрахунок потужності конвеєру

$$P = [\Pi(L \cdot \omega + H)K]/102 \cdot \eta, \text{ (кВт)} \quad (6.3)$$

Де Π - продуктивність конвеєру, кг/с;

L - довжина конвеєру, м;

ω - коефіцієнт опору руху, що дорівнює 1.9...6.3, при чому менше значення приймається для легких неабразивних вантажів

H - висота вантажів, м;

K - 1.2...1.3 - коефіцієнт запасу потужності;

η - К.К.Д приводу

$$P = [30 \cdot (1.5 \cdot 1.9 + 0.38) \cdot 1.3]/102 \cdot 0.7 = 0.0004 \text{кВт}$$

При виготовленні гвинтових конвеєрів треба розраховувати розміри розгортки гвинта

6.3 Розрахунок шнеку

Довжина зовнішньої гвинтової лінії одного витка (м):

$$L_p = \sqrt{S^2 + (\pi D)^2} \quad (6.4)$$

$$L_p = \sqrt{0.08^2 + (3.14 \cdot 0.124)^2} = 0.324 \text{м}$$

Довжина внутрішньої гвинтової лінії витка (м):

$$l = \sqrt{S^2 + (\pi d)^2} \quad (6.5)$$

$$l = \sqrt{0.08^2 + (3.14 \cdot 0.025)^2} = 0.112 \text{м}$$

Внутрішній діаметр розгортки гвинта (м);

$$d_x = (D - d) \cdot l / (L_p - l) \quad (6.6)$$

$$d_x = \frac{(0.124 - 0.025) \cdot 0.112}{0.324 - 0.112} = 0.038 \text{м}$$

Зовнішній діаметр розгортки гвинта

$$D_x = d_x + D - d \quad (6.7)$$

$$D_x = 0.038 + 0.1 - 0.025 = 0.113\text{м}$$

Потужність на валу гвинта

$$N_0 = \frac{\Pi}{367} (L_{\Gamma} \cdot \omega + H) + 0.02 \cdot R \cdot g_{\kappa} \cdot L_{\Gamma} \cdot \omega_{\text{в}} \quad (6.8)$$

Де L_{Γ} - горизонтальна проекція довжини конвеєра, м

ω - коефіцієнт опору прерміщенню вантажу

H- висота підйому вантажу, м

R=0.2 -коефіцієнт ураховуючий характер переміщення гвинта

$\omega_{\text{в}}$ -коефіцієнт опору руху частин конвеєра що обертаються

$$N_0 = \frac{30}{367} (1.64 \cdot 1.2 + 0.43) + 0.02 \cdot 0.2 \cdot 8.96 \cdot 1.64 \cdot 0.01 = 0.19\text{кВт}$$

Обираємо електродвигун АІР71А8 $N_{\text{дв}} = 0,25\text{кВт}$. $n_{\text{дв}} = 645\text{об/хв}$

6.4 Кінематичний розрахунок мікрохвильового шнекового екстрактора.

На підставі прийнятих значень синхронної кількості обертів вала електродвигуна та розрахованої кількості обертів привідного вала транспортера можна визначити загальне передаточне число приводу транспортера за наступною формулою

$$i_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{ДВ}}}{n_{\text{П.В.}}} = \frac{750}{3.16} = 237,3. \quad (6.9)$$

де $n_{\text{П.В.}}$ – кількість обертів привідного валу стрічки транспортера, згідно технологічного розрахунку $n_{\text{П.В.}} = 3,16 \text{ хв}^{-1}$.

Попередньо приймаємо черв'ячний редуктор з передаточним числом $i_{\text{ч.р.}} = 80$ та клинопасову передачу. В такому випадку формула загального передаточного числа приводу транспортера має наступний вигляд

$$i_{\text{заг}} = i_{\text{ч.р.}} \cdot i_{\text{к.п.}} \quad (6.10)$$

де $i_{\text{л.п.}}$ – передаточне число клинопасової передачі, значення якої розраховуємо із формули

$$i_{\text{к.п.}} = \frac{i_{\text{заг}}}{i_{\text{ч.р.}}} = \frac{237,3}{80} = 2,97. \quad (6.11)$$

З іншої сторони передаточне число ланцюгової передачі приводу стрічки інспекційного транспортеру можна визначити за виразом

$$i_{\text{л.п.}} = \frac{d_2}{d_1}, \quad (6.12)$$

де d_1, d_2 – відповідно діаметри ведучого та веденого шківів, клинопасової передачі, мм.

Приймаємо діаметр ведучого шківа $d_1 = 100 \text{ мм}$.

Тоді із формули (6.12) визначимо діаметр веденого шківу

$$d_2 = i_{к.п.} \cdot d_1 = 2,97 \cdot 100 = 297 \text{ мм.}$$

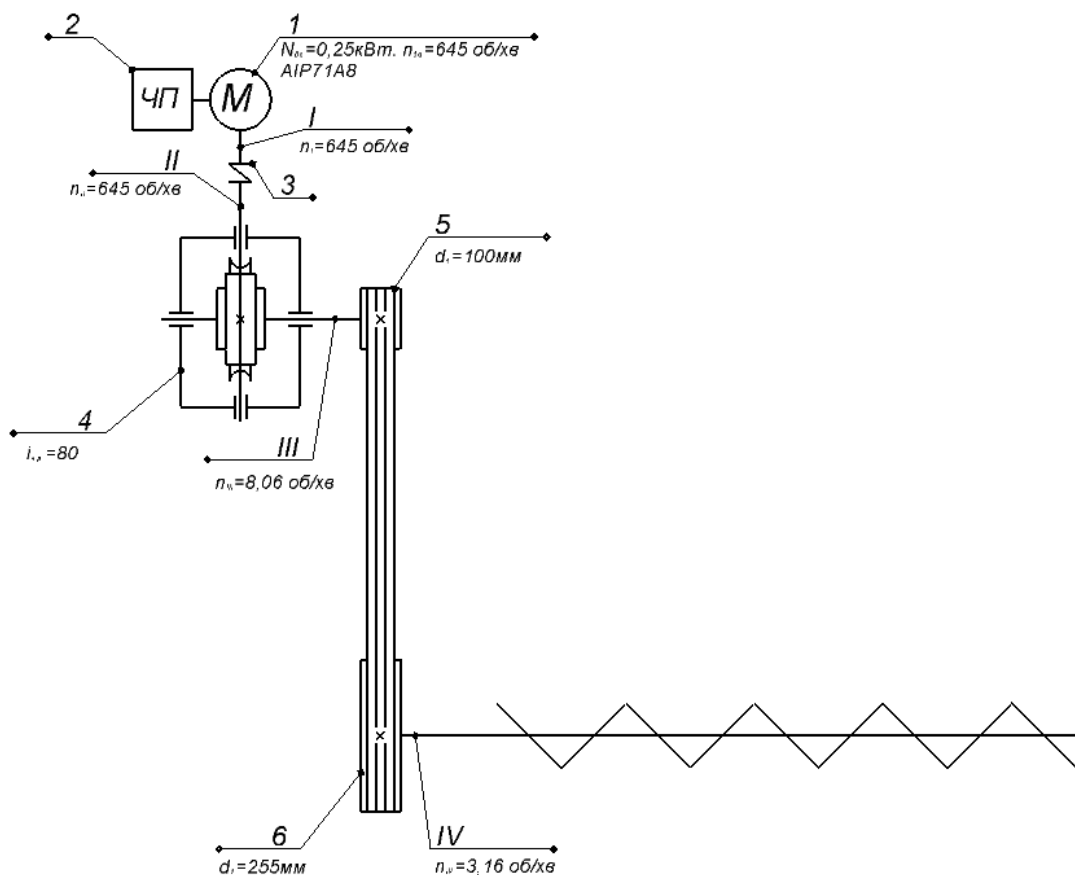


Рис. 6.1. Кінематична схема гвинтового транспортеру за результатами визначення видів передач та їх передаточних чисел:

I – електродвигун; *2* - частотний перетворювач; *3* – муфта; *4* – редуктор черв’ячний; *5,6* – відповідно ведучий та ведений шківви клинопасової передачі.

Аналіз кінематичної схеми. У зв’язку із фактичним значенням кількості обертів вала електродвигуна виникає необхідність уточнення (розрахунк) кількості обертів проміжного вала n_{III} і діаметру веденого шківви клинопасової передачі.

Кількість обертів проміжного валу n_{III} у розрахуємо за формулою

$$n_{III} = \frac{n_{II}}{i_{ч.р.}} = \frac{645}{80} = 8,06 \text{ хв}^{-1} \quad (6.13)$$

Діаметр веденого шківу клиновасової передачі визначимо за наступною послідовністю.

У зв'язку з відомими кількостями обертів валів n_{III} та n_{IV} передаточне число клинопасової передачі розрахуємо за формулою

$$i_{к.п.} = \frac{n_{III}}{n_{IV}} = \frac{8,06}{3,16} = 2,55 \quad (6.14)$$

Як було показано вище, передаточне число клинопасової передачі також можна знайти за формулою

$$i_{л.п.} = \frac{d_2}{d_1},$$

звідки діаметр веденого шківу за уточненими розрахунками буде дорівнювати

$$d_2 = i_{к.п.} \cdot d_1 = 2,55 \cdot 100 = 255 \text{ мм.}$$

7. ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ З МІКРОХВИЛЬОВИМ ШНЕКОВИМ ЕКСТРАКТОРОМ (МШЕ)

7.1 Загальні вимоги безпеки

7.1.1. До робіт з експлуатаційно - технічного обслуговування МШЕ допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, придатні за станом здоров'я, навчені безпечним методам праці, пройшли перевірку знань вимог з безпеки праці, що мають групу з електробезпеки не нижче III та мають відповідну підготовку згідно з тарифно - кваліфікаційним довідником.

7.1.2. Працівники, здійснюють експлуатаційно - технічне обслуговування МШЕ

, зобов'язані дотримуватися і виконувати встановлені для підприємства правила внутрішнього розпорядку, затверджені та узгоджені встановленим порядком графіки чергувань, тобто. дотримуватися часу початку і кінця роботи, перерви протягом робочого дня для відпочинку та їди.

7.1.3. У приміщеннях, де розташований МШЕ , характерні та присутні такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- небезпечні рівні напруги в електричних ланцюгах, замикання яких може статися через тіло;

- підвищений рівень електромагнітного випромінювання дуже високих (ВВЧ) або надвисоких (НВЧ) частот;

- Підвищений рівень шуму на робочому місці;

- Підвищена температура повітря на робочому місці;

7.1.4. Працівники, які здійснюють експлуатаційно-технічне обслуговування МШЕ , повинні бути забезпечені спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до чинних нормативів та несуть відповідальність за правильне їх застосування, використання та збереження.

7.1.5. Кожен працівник повинен вивчити вимоги пожежо- та вибухобезпеки, дотримуватись їх та вміти застосовувати наявні в апаратних засоби первинного пожежогасіння.

7.1.6. Кожен працівник повинен знати порядок повідомлення адміністрації підприємства про випадки травмування працівників, про аварії та несправності обладнання, пристроїв тощо. надзвичайні події та ситуації, для чого на робочих місцях мають бути списки телефонів відповідальних осіб керівного складу підприємства, швидкої допомоги, пожежної охорони та міліції.

7.1.7. За порушення вимог інструкції з охорони праці працівники підприємств залучаються до дисциплінарної, адміністративної, а у відповідних випадках та до матеріальної та кримінальної відповідальності у порядку, встановленому чинним законодавством.

7.2 Вимоги безпеки перед початком работ

7.2.1. Особа з оперативного персоналу, прийшовши на чергування, має ухвалити зміну від попереднього чергового.

7.2.2. При прийманні зміни оперативний персонал зобов'язаний:

- ознайомитись за схемою зі станом та режимом роботи обладнання на своїй ділянці шляхом особистого огляду в обсязі, встановленому інструкцією;
- отримати відомості від чергового, що здає зміну, про обладнання, за яким необхідно вести ретельне спостереження для попередження аварії або неполадок, та обладнання, що знаходиться в ремонті або резерві;
- перевірити та прийняти інструмент, матеріали, ключі від приміщень, засоби захисту, оперативну документацію та інструкції;
- ознайомитися з усіма записами та розпорядженнями за час, що минув з його останнього чергування;
- оформити приймання зміни записом у журналі, відомості, а також на оперативній схемі підписами особи, яка приймає зміну, та особи, яка її здає;

- доповісти старшому за зміною про вступ на чергування і неполадки, помічені під час приймання зміни.

7.2.3. Приймання та здавання зміни під час ліквідації аварії, виробництва перемикачів або операцій з увімкнення та відключення обладнання забороняється. За тривалого часу ліквідації аварії здавання зміни здійснюється з дозволу адміністрації.

7.2.4. Приймання та здавання зміни при забрудненому обладнанні, неприбраному робочому місці та ділянці, що обслуговується, забороняється.

7.2.5. Приймання зміни при несправному обладнанні або ненормальному режимі

його роботи допускається лише з дозволу особи, відповідальної за дану електроустановку, або вищої особи, про що робиться відмітка в оперативному журналі.

7.3. Вимоги безпеки під час роботи

7.3.1. Особа з оперативного персоналу під час свого чергування є відповідальною за правильне обслуговування та безаварійну роботу всього обладнання на дорученій йому ділянці.

7.3.2. Експлуатаційно-технічне обслуговування може здійснюватися однією або декількома особами. Вид обслуговування, кількість осіб персоналу у зміні визначається Правилами технічної експлуатації .

7.3.3. Одноосібне обслуговування обладнання допускається за таких умов:

- Наявність резервного обладнання, що включається замість несправного;
- наявність у приміщеннях, де розміщені технічні засоби, телефонів для виклику аварійно-профілактичної групи та можливості передачі інших екстрених повідомлень та пожежної сигналізації.

7.3.4. До одноосібного обслуговування обладнання допускаються інженерно-технічні працівники або електромонтери, які мають стаж практичної роботи на аналогічному робочому місці не менше 3-х років.

7.3.5. Особи, які обслуговують обладнання одноосібно, повинні мати групу з електробезпеки не нижче IV.

7.3.6. Перелік робіт, що дозволяється виконувати одиночному черговому, повинен визначатися технічним керівником (головним інженером, заступником начальника) підприємства за погодженням з виборним профспілковим органом.

7.3.7. При одноосібному експлуатаційно-технічному обслуговуванні обладнання дозволяється виконання експлуатаційних операцій лише із зовнішнього боку шаф обладнання.

7.3.8. Особи, які не мають відношення до обслуговування обладнання і не виконують роботи за нарядами або розпорядженнями, можуть допускатися до технічних приміщень станції у супроводі та під наглядом працівника з числа

чергової зміни. Супроводжуючий зобов'язаний невідлучно перебувати поряд з допущеними до технічних приміщень особами та стежити за їх безпекою.

При вході в приміщення супроводжуючий повинен попередити, що наближатися до обладнання заборонено. Якщо керівництво станції та цеху відсутнє, то старший зміни має право допускати до технічних приміщень станції інспекторський та відряджений персонал за наявності відповідних документів.

7.3.9. Огляд обладнання може проводитись однією особою:

- адміністративно – технічним працівником з V групою з електробезпеки (напруга вище 1000 В) та IV (напруга до 1000 В);

- працівником із числа змінного персоналу з групою з електробезпеки не нижче IV (закріплене за ним обладнання);

- працівником аварійно-профілактичної групи з групою з електробезпеки не нижче IV.

7.3.10. Список осіб адміністративно-технічного персоналу, яким дозволяється одноосібний огляд обладнання, встановлюється головним інженером підприємства, що експлуатує РРЛ. Попередній запис у журнал або видачі наряду для огляду обладнання не потрібний.

7.3.11. При виявленні в процесі огляду несправності, яка не повинна усуватися однією особою, той, хто виявив несправність, зобов'язаний негайно повідомити про це старшому зміни і зробити відповідний запис у журналі виявлених технічних несправностей.

7.3.12. Установка та зняття запобіжників, як правило, проводиться при знятій напрузі. Під напругою, але без навантаження допускається знімати та встановлювати запобіжники на ділянках електроустановки, у схемі яких відсутні комутаційні апарати.

7.3.13. Під напругою та під навантаженням допускається знімати та встановлювати запобіжники трансформаторів напруги та запобіжники закритого типу в електроустановках напругою до 1000 В.

7.3.14. При знятті та встановленні запобіжників під напругою необхідно користуватися:

- в електроустановках напругою вище 1000 В - ізолюючими кліщами, штангою, діелектричними рукавичками та захисними окулярами (маскою);

- в електроустановках напругою до 1000 В - ізолюючими кліщами або діелектричними рукавичками, а за наявності відкритих плавких вставок та захисними окулярами (маскою).

7.3.15. Персоналу слід твердо пам'ятати, що після зникнення напруги може бути подано на обладнання без попередження як в умовах нормальної експлуатації, так і в аварійних випадках.

7.3.16. Профілактичний огляд, чищення та ремонт обладнання дозволяється проводити лише після зняття напруги на силовому щиті з цього обладнання. Щоб уникнути випадкового включення напруги, необхідно

застосовувати ізолюючі накладки в рубильниках, автоматах і т.п. При цьому на рукоятках вимкнених пристроїв вивішуються плакати з написом: "Не вмикати. Працюють люди".

7.3.17. Виконувати ремонт та чищення апаратури, що перебуває під напругою, забороняється.

Примітка. Виняток становлять стійки обладнання, харчування яких здійснюється напругою до 42, за умови відсутності на елементах стійки напруги більшої величини (апаратура "КУРС" і т.п.).

7.3.18. При блоковій побудові апаратури виймати блоки, приєднувати їх подовжувальними шлангами і підключати переносні вимірювальні прилади до блоків дозволяється тільки при вимкненому напрузі живлення, за винятком блоків, живлення яких здійснюється напругою не вище 42 В. Подовжувальні шланги повинні мати щоб після їх підключення була відсутня можливість дотику до відкритих струмоведучих частин.

7.3.19. При вимірі режиму робіт апаратури або при знятті показань приладів повинна бути виключена можливість дотику персоналу до частин, що знаходяться під напругою. Металеві корпуси приладів, які застосовуються для вимірювання, повинні бути заземлені.

7.3.20. При налаштуванні та вимірюваннях апаратури вимірювальні прилади слід розташовувати так, щоб не захарашувати доступ до вимірюваної апаратури.

7.3.21. Джерелами випромінювання ЕМП НВЧ можуть бути також вимірювальні прилади: НВЧ - генератор, вимірювальна лінія та ін, тому їх виходи (не використовуються) повинні бути закриті узгодженими навантаженнями. При необхідності розстикування хвилеводів вимірювальної лінії рефлектометра його генератор повинен бути вимкнений.

7.4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

7.4.1. При виникненні несправностей обладнання, інструменту, травмуванні працівник зобов'язаний, залежно від конкретного випадку, припинити виконані роботи, повідомити керівника про несправності, викликати АПГ, вжити заходів до їх усунення.

7.4.2. У разі нещасного випадку з товаришем по роботі працівник повинен уміти надати йому першу (довлікарську) допомогу, викликати при необхідності лікаря.

7.4.3. При отриманні травми – повідомити керівництво, звернутися до лікаря.

7.5. Вимоги безпеки після закінчення роботи

7.5.1. Привести в порядок робоче місце, перевірити наявність та відповідність інструменту, матеріалів, ключів від приміщень, засобів захисту, оперативної документації та інструкцій.

7.5.2. Зробити здачу чергування приймаючої зміни, для чого:

- повідомити приймаючу зміну про обладнання, за яким необхідно вести ретельне спостереження для попередження аварії або неполадок, та обладнання, що знаходиться в ремонті або резерві;
- ознайомити з усіма записами та розпорядженнями, зробленими за чергування;
- оформити здачу зміни записом у журналі, відомості, а також на оперативній схемі підписами особи, яка приймає зміну, та особи, яка її здає;
- доповісти старшому за зміною про здачу зміни.

7.5.3. Приймання та здавання зміни під час ліквідації аварії, виробництва перемикачів або операцій з увімкнення та відключення обладнання забороняється. За тривалого часу ліквідації аварії здавання зміни здійснюється з дозволу адміністрації [21].

Висновки:

Аналіз світового досвіду екстрагування БАР із фітосировини, показує, що при застосуванні апаратів безперервної дії можна суттєво прискорити виробництво фітоекстрактів, за рахунок часу, котрий був потрібен на завантаження і розвантаження екстракторів періодичної дії.

Застосування МХ енергії дозволяє зменшити енерговитрати, порівняно з іншими видами екстрагування.

Аналіз експериментальних даних показав, що якщо узгоджувати або маніпулювати окремими показниками під час проведення експериментів можна збільшити значення коефіцієнта масовіддачі при екстрагуванні.

Перелік літератури та інтернет джерел:

1. УДК 664.8./9/ Шинкар І. – ст. гр. ХЕ – 11/ТНТУ/ « ЗАСТОСУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕКСТРАКЦІЇ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ »
2. <https://studopedia.su>: « Екстрагування: фізична сутність та призначення процесу. Сфера застосування у харчовій промисловості »
3. Міжнародна наукова конференція/ Київ НУХТ 2014/ Дослідження впливу зміни екстрагенту на хімічний склад екстрактів під час процесу екстрагування
4. <https://www.pharmencyclopedia.com.ua>: ФІТОПРЕПАРАТИ
5. Сидоров Ю.І. Екстракція рослинної сировини. -Л.: В-університету «Львівська політехніка», 2008. - 336 с.
6. Дем'яненко Д. В. Вивчення процесу екстракції коренів Бегъегіз уїдаті^ зрідженими газами / Д. В. Дем'яненко // Фітотерапія. - 2011. - № 3. - С. 62-66.
7. Коляновська Л.М., Бандура В.М. Аналіз сучасних методів та факторів, що впливають на процес екстрагування / Збірник наук. Праць ВНАУ. - №2 (85). - 2014. - С. 130-135.
8. Мілько М. В., Іваненко В. В., Шатохіна С. І. Екологічна безпека фітопрепаратів та їх роль у збереженні навколишнього середовища. Біологічні студії. 2019; 13(2): 109-117.
9. Матієнко О. А. Методи отримання фітопрепаратів та їхнє застосування в медицині. Медична хімія. 2017; 19(1): 50-55.
10. Шаповалов О. В., Діброва В. А. Виробництво фітопрепаратів: технології та перспективи. Хімія в інтересах сталого розвитку. 2018; 26(1): 17-27.
11. Gavamukulya, Y., Abou-Elella, F., Wamunyokoli, F., & AEI-Shemy, H. (2017). Phytochemical Screening, Antioxidant, and Antimicrobial Activities of the Extracts from *Carica papaya* Seeds. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 12(4), 344-353.

12. Ferreira, I. C. F. R., Barros, L., Abreu, R. M. V., & Oliveira, M. B. P. P. (2018). *Plant Phytochemicals in Food Applications: Extraction, Techniques, and Applications*. CRC Press.

13. Kumar, P., & Mishra, A. (2019). Innovative Extraction Techniques for Herbal Extracts: A Review. *Journal of Food Science and Technology*, 56(10), 4733-4748.

14. Oliveira, R. B., Braga, M. E. M., de Sousa, H. C., & Franca, A. S. (2021). Extraction Technologies for High-Value Compounds from Medicinal Plants: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(3), 378-399.

15. Bhattacharya, S., & Mehta, P. (2018). Modern Extraction Techniques for Botanicals and Medicinal Plant Phytochemicals. In *Advances in Plant Bioactive Compounds* (pp. 109-130). Elsevier.

16. Singh, A., & Sharma, O. P. (2021). Recent Advances in Extraction Techniques of Phytochemicals from Medicinal Plants. In *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 95, pp. 1-41). Academic Press.

17. Іванова Н. А. Фітопрепарати: вплив на здоров'я і захист рослин. *Вісник аграрної науки*. 2018; 2: 23-29.

18. Patel, V. R., Patel, P. R., & Kajal, S. S. (2018). Pharmaceutical Extraction Techniques and Their Applications: A Review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 10(12), 3071-3078.

19. Karimi, E., & Jaafar, H. Z. (2018). Phytochemical Extraction from Medicinal Plants: A Review. *International Journal of Engineering Research and Reviews*, 6(6), 157-163.

20. Jyoti, B., & Kumar, A. (2021). Recent Advancements in Extraction Techniques for Phytochemicals from Medicinal Plants. In *Recent Advancements in Plant Biotechnology* (pp. 111-131). Springer.

21. <https://patents.google.com/patent/US20200188812A1/en?q=US20200188812A1>

22. <https://patents.google.com/patent/US4045639A/en?q=US4045639A>

23. <https://patents.google.com/patent/JP6602898B2/en?q=JP6602898B2>

24. Типова інструкція по охрані праці при обслуговуванні нвч апаратури :
ТОИ Р-45-076-98