Львівський професійний коледж
готельно-туристичного та ресторанного сервісу

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора з НМР
_____ Марія СКОРОБОГАТА
26 серпня 2025 р.

Методичні рекомендації для виконання практичних робіт з дисципліни «Процеси і апарати харчових виробництв »

Спеціальність «Харчові технології»
Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр
Освітньо-професійна програма «Харчові технології»

Підготувала:
Викладач Федьків Н.В.

Погоджено на засіданні циклової комісії викладачів дисциплін гуманітарного циклу
Протокол № 01 від 26 серпня 2025 р.

Голова циклової комісії _____ Ольга СУХАРИНА

Львів 2025

Анотація

Дисципліна: Процеси і апарати харчових виробництв

Освітній рівень: Фаховий молодший бакалавр з харчових технологій

Практичні роботи з дисципліни «Процеси і апарати харчових виробництв» спрямовані на формування у студентів професійних компетентностей, необхідних для ефективної експлуатації, обслуговування та безпечного використання технологічного обладнання закладів ресторанного господарства.

У процесі виконання практичних завдань студенти:

- ознайомлюються з класифікацією та принципами роботи основних груп апаратів;
- вивчають конструктивні особливості машин та апаратів, їх технічні характеристики;
- набувають навичок правильної підготовки обладнання до роботи, регулювання та контролю параметрів;
- відпрацьовують правила техніки безпеки та санітарно-гігієнічні вимоги при роботі з устаткуванням;
- здійснюють аналіз ефективності використання обладнання у виробничих процесах підприємств харчування.

Практичні роботи мають прикладний характер і поєднують теоретичні знання з реальними виробничими ситуаціями. Вони забезпечують підготовку майбутніх фахівців до професійної діяльності у сфері харчових технологій, сприяють розвитку технічного мислення, відповідальності та культури безпечної праці.

Практична робота № 1

Тема: Вивчення процесу перемішування

Мета роботи

1. Ознайомлення з основними способами перемішування харчових продуктів.
2. Практичне вивчення будови апаратів для перемішування.
3. Розв’язання технологічних задач, пов’язаних із процесом перемішування.

Завдання (для виконання учнями)

- Вивчити принцип дії різних типів мішалок.
- Ознайомитися з конструкцією апаратів для перемішування.
- Виконати практичні вправи з визначення ефективності перемішування.
- Розв’язати задачі на розрахунок часу та енерговитрат при перемішуванні.

Теоретичні відомості

Перемішування — це технологічний процес, що полягає у рівномірному розподілі компонентів у суміші для отримання однорідної маси. У харчовій промисловості перемішування застосовується при виготовленні тіста, кремів, фаршів, соусів, напоїв тощо.

Основні способи перемішування:

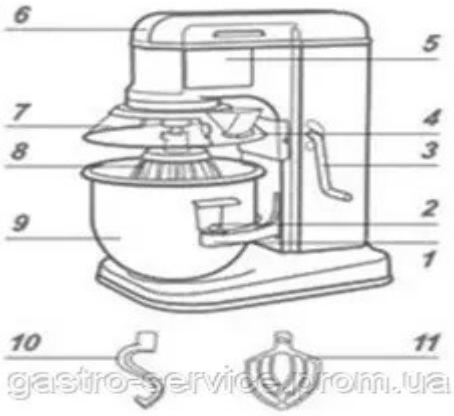
- **Механічне перемішування** — здійснюється за допомогою мішалок різних конструкцій (лопатевих, спіральних, планетарних).
- **Пневматичне перемішування** — проводиться струменем повітря або газу, що вводиться у продукт.
- **Гідравлічне перемішування** — здійснюється за рахунок руху рідини під дією насосів або струменів.

Типи апаратів для перемішування:

1. **Лопатеві мішалки** — використовуються для рідких і пастоподібних продуктів.
2. **Спіральні мішалки** — застосовуються для тіста та густих мас.
3. **Планетарні міксери** — забезпечують інтенсивне перемішування за рахунок обертання робочого органа навколо власної осі та навколо центру чаші.
4. **Шнекові змішувачі** — використовуються для сипучих продуктів (борошно, крупи, спеції).

Приклад будови планетарного міксера:

1.) Кріплення діжі; 2.) Підтримка діжі; 3.) Ліфт діжі; 4.) Кришка ліфта; 5.) Панель управління; 6.) Верхня кришка; 7.) Захисна шторка; 8.) Віночок; 9.) Діжа; 10.) Гак;



11.)Лопатка

Методика виконання роботи

1. Ознайомитися з основними способами перемішування продуктів.
2. Вивчити будову апаратів для перемішування (лопатевих, спіральних, планетарних).
3. Виконати практичні вправи:
    - визначити час досягнення однорідності суміші;
    - порівняти ефективність різних типів мішалок;
    - розрахувати енерговитрати при роботі апарата.
4. Зробити висновки щодо оптимального способу перемішування для різних продуктів.

Методичне забезпечення заняття

- Плакати, схеми апаратів для перемішування.
- Відеоматеріали з роботи планетарних міксерів та спіральних тістомісів.
- Зразки обладнання (настільний міксер, тістоміс).

Задачі для виконання

1. Розрахунок часу перемішування:

У планетарному міксері місткість чаші становить 20 л. Для отримання однорідної маси потрібно 5 хв при швидкості обертання 120 об/хв.

• Визначити, скільки часу потрібно для перемішування тіста об’ємом 40 л при тих самих умовах.

2. Енерговитрати:

Електродвигун міксера має потужність 1,5 кВт. Перемішування триває 10 хв.

• Обчислити витрати електроенергії на один цикл роботи.

3. Порівняння ефективності мішалок:

Лопатевий змішувач забезпечує однорідність суміші за 8 хв, а спіральний — за 5 хв.

- Визначити, на скільки відсотків спіральний змішувач ефективніший за лопатевий.

4. Практичне завдання:

Учням пропонується перемішати 2 кг борошна з 1,2 л води у спіральному тістомісі.

- Визначити оптимальний час перемішування для отримання тіста середньої густини.

5. Задача на продуктивність:

Планетарний міксер має продуктивність 50 кг тіста за годину.

- Скільки циклів потрібно виконати, щоб приготувати 200 кг тіста?

- Скільки часу це займе?

6. Задача на вибір обладнання:

Є два апарати:

- Лопатевий мішалка (продуктивність 100 кг/год, енерговитрати 2 кВт·год).

- Планетарний міксер (продуктивність 80 кг/год, енерговитрати 1,2 кВт·год).

- Визначити, який апарат доцільніше використати для приготування 400 кг тіста, якщо головним критерієм є економія електроенергії.

Література

1. **Черевко О.І., Поперечний А.М.**
   Процеси і апарати харчових виробництв: підручник.
   Харків: Світ Книг, 2014.
   Рекомендовано МОН України як базовий підручник для студентів харчових технологій.
2. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Верхоланцева В.О.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Механічні та гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2021.
   Підручник для бакалаврів спеціальностей «Харчові технології» та «Галузеве машинобудування».
3. **Малежик І.Ф., Зав'ялов В.Л., Шевченко О.Ю. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв.
   Київ: НУХТ, 2021.
   Охоплює гідромеханічні, теплові, масообмінні та механічні процеси. Затверджено Вченою радою НУХТ.
4. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Загорко Н.П. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2019.
   Другий том серії, присвячений гідромеханічним процесам.

Посилання на вебресурси

Практична роботи №2

Тема. Вивчення процесу очищення

Мета роботи

1. Ознайомлення з основними способами очищення продуктів.
2. Практичне вивчення будови апаратів для очищення.
3. Розв'язання задач.

Методичне забезпечення заняття*: плакати, схеми машин.*

1. Ознайомлення з основними способами очищення продуктів

Суть очищення полягає в тому, що з продуктів здирається поверхневий шар із пониженою харчовою цінністю.. З овочів і фруктів на підприємствах громадського харчування найчастіше очищають картоплю. Роблять це трьома способами: механічним, термічним і хімічним.

Суть ***механічного*** способу очищення полягає в тому, що картопля треться об жорстку поверхню. При цьому з картоплі здирається шкірочка, а відходи видаляються струменем води, яка подається в камеру для зливання та видалення відходів.

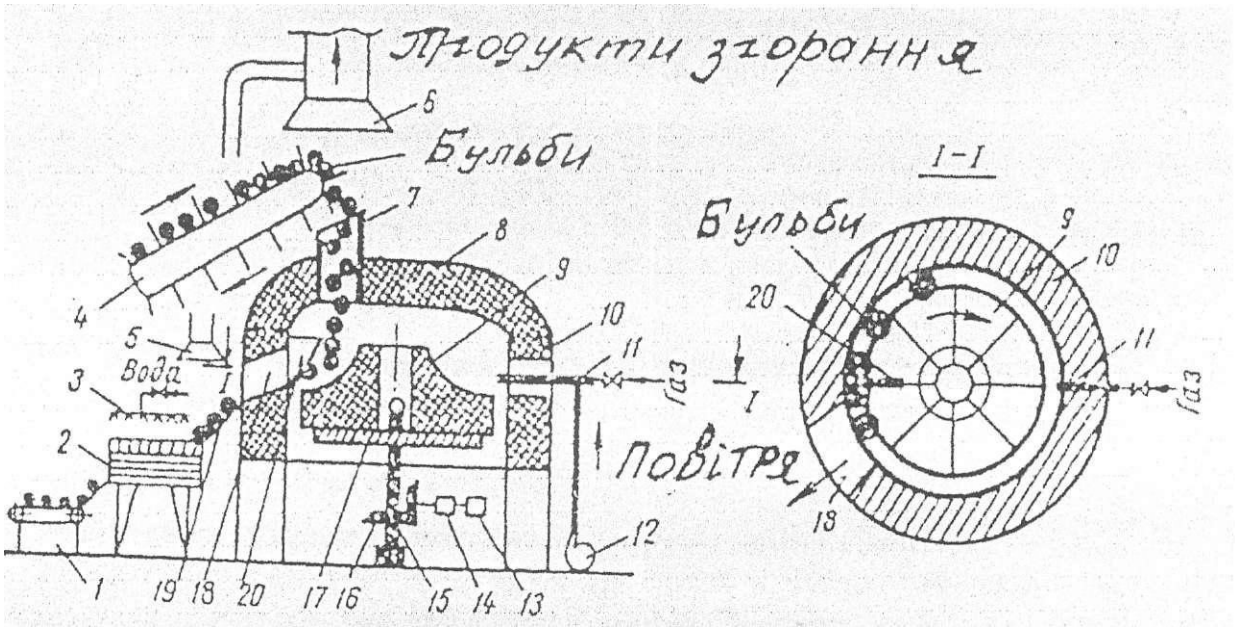
Термічний спосіб очищення може бути вогневим і паровим. При *вогневому* способі очищення бульби в термоагрегатах піддаються обпалюванню протягом кількох секунд при. температурі 1200 - 1300 °С. У процесі обпалювання шкірочка обвуглюється і відбувається проварювання поверхневого шару бульби на глибину 0,6 - 1,5 мм. Після цього бульби надходять у мийну машину, де з них з допомогою обертових щіток і гумових валків під дією води знімається і змивається обвуглена шкірочка і частково проварений шар.

При *паровому* способі очищення бульби через спеціальний дозувальний пристрій подаються в робочу камеру парової картоплечистки, де піддаються дії гострої водяної пари підвищеного тиску й температури. У процесі розвантаження бульби потрапляють у розвантажувальний пристрій, де тиск швидко знижується до атмосферного. Внаслідок різкого зниження тиску волога в поверхневому шарі під шкірочкою негайно перетворюється на пару, що розриває шкірочку бульб. Із парової картоплечистки бульби надходять у мийну машину, де з них здирається та змивається шкірочка й проварений шар.

Хімічний спосіб очищення картоплі базується на обробці розчином лугу. Технологічний процес обробки може бути різним. В одних випадках підігрівається безпосередньо розчин лугу, а в інших - бульби, вийняті з розчину. Після обробки лужним розчином бульби очищаються на роликових машинах і промиваються від лугу. Після очищення бульби нейтралізують розчином лимонної чи оцтової кислоти.

Хімічний і паровий способи можна об'єднати в лужно-паровий спосіб очищення. При цьому способі очищення картопля обробляється в хімічному та паровому агрегатах: спочатку бульби обробляються 12%-им розчином каустичної соди при 75 - 80 °С протягом 10 хв, а потім гострою парою під тиском протягом 1 хв.

2, Практичне вивчення будови апаратів для очищення



1 - конвеєр дочищення; ***2*** - мийно-очисна машина; З - водяна гребінка; ***4*** - похилий транспортер; ***5 -*** нижній зонт; ***б -*** верхній зонт; 7 - завантажувальний люк; ***8*** - кришка

роторної печі; 9 - ротор; ***10*** - роторна піч; ***11*** - газова горілка; ***12*** - електродвигун; ***13-14 -***

редуктор і варіатор швидкостей; ***15*** - вал; ***16 -*** конічні шестерні; ***17 -*** опорний диск; ***18 -*** розвантажувальний люк; ***19*** - похилий лоток; ***20*** - розвантажувальна лопасть

Термостат (рис. 1) складається з роторної печі та мийно-очисної машини. Циліндрична керамічна камера викладена цеглою, закрита напівсферичною кришкою з керамічним завантажувальним лотком. Через нього із бункера вібраційної мийної машини в камеру похилим транспортером подаються бульби, які потрапляють на керамічний ротор, що обертається навколо своєї осі. У роторній печі бульби протягом декількох секунд знаходяться в зоні температури 1200 °С, що утворюється безполум'яною газовою горілкою. Потім вони надходять у мийно-очисну машину, де з допомогою обертових валків із капроновими щітками з бульб здирається і змивається поверхневий обвуглений шар.

Далі очищені бульби надходять на конвеєр дочищення.

Вихідні дані термостата:

4. продуктивність картоплі - 200 кг/год;
5. моркви - 200, буряка - 200, цибулі - 600-800 кг/год; 6. температура в печі - 1200 °С;

« процент відходів при очищенні - 3%.

Парову установку ІМС призначено для парового очищення картоплі. Помита картопля надходить у завантажувальний пристрій, потім у робочу камеру, в яку подається гостра пара 0,4 - 0,5 МПа. Бульби просуваються по похилій робочій камері з допомогою шнека. Оброблені парою бульби через розвантажувальний турнікет потрапляють у барабан мийно- очисної машини, де з картоплі здирається і змивається поверхневий шар. Очищені бульби подаються на конвеєр дочищення.

Вихідні дані термоагрегата:

7. продуктивність - 6000 кг/год; 8. температура пари - 15 °С; 9. процент відходів - 10%.

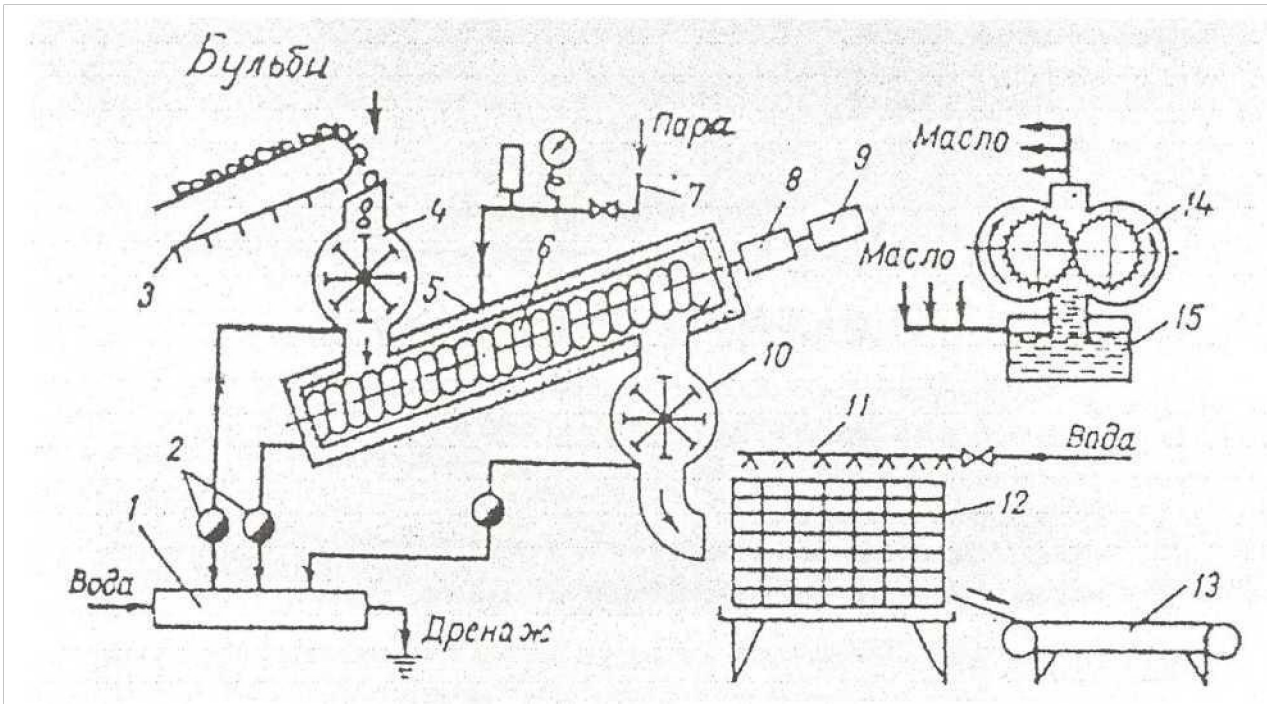


Рис. 2. Паровий термоагрегат ІМС для очищення картоплі:

1 - зменшувальний конденсатор; *2* - пристосування для відведення конденсату; *3* - похилий транспортер; *4* - завантажувальний пристрій (турнікет); *5* - робоча камера; б - шнек; 7 - паропровід з вентилем, манометром і запобіжним клапаном; 8 - редуктор і варіатор швидкостей; 9 - електродвигун; 10 -розвантажувальний пристрій (турнікет-); 11 - водяна гребінка; 12 - мийно-очисна машина; 13 - конвеєр дочищення; 14 - масляний насос; *15* - масляний бак

Очищені бульби надходять для подальшої обробки, тому що швидко темніють.

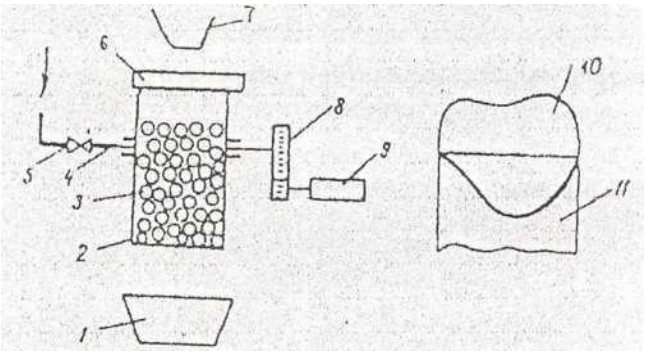


Рис. 3. Установка для очищення картоплі й овочів шляхом миттєвого скидання тиску пари:

1 - приймальний бункер; *2* - обертова робоча камера; *3* - бульби;
4 –паропровід 5 – швидкодіюча засувка., 6- швидкодіючий затвор;
7 - завантажувальний бункер; *8* - шестерні; *9* - привід; *10* - очищена бульба;
11- шкірочка *Очищені бульби надходять для подальшої обробки, тому що швидко темніють.*

Робоча камера обертаються навколо горизонтальних осей, з'єднаних з приводом, протягом 6 - 10 с. Через одну з них із паропроводу в робочу камеру надходить пара під тиском 1 МТТа. Через визначений проміжок часу (6 - 10 с) камера зупиняється, подача пари припиняється, кришка робочої, камери *відкривається. Внаслідок перепаду тиску шкірочка* бульб тріскається і розривається. Після цього бульби надходять і у мийно-очисну машину, де поверхневий шар здирається шляхом тертя бульб одна об одну і змивається водою в каналізацію.

Вихідні дані термоагрегата:

- продуктивність - 15-300 кг/год; • температура пари - 300 °С;
- процент відходів - 1%.

3. Розв'язання задач

Продуктивність картоплечисток безперервної дії визначається за формулою

$$Q = 3600 \cdot F \cdot \nu \cdot \rho \cdot \varphi \qquad \text{(кг/год)}, \tag{1}$$

де F – площа поперечного розрізу шару картоплі біля розвантажувального вікна, м^2;
ν – швидкість руху картоплі, м/с (ν = 0,035 - 0,05 м/с);
φ – коефіцієнт, який враховує заповнення камери продуктом (φ = 0,5 - 0,6);
ρ – густина продукту, кг/м^3;
a – товщина шару продукту біля розвантажувального вікна, м;
b – ширина розвантажувального вікна, м.

Масу продукту, який знаходиться в камері для обробки, визначають за формулою

$$m = L \cdot B \cdot a \cdot \rho \qquad \text{(кг)}, \tag{2}$$

де L – довжина робочої камери, м;
B – ширина робочої камери, м.

Продуктивність машин періодичної дії визначають за формулою

$$Q = \frac{60m}{t_o + t_з + t_p} \qquad \text{(кг)}, \tag{3}$$

де m – маса очищеної картоплі, кг;
t_o – час очищення даної порції картоплі, хв;
$t_з$ – час завантаження картоплі в машину, хв;
t_p – час розвантаження машини, хв.

Маса картоплі в камері обробки визначається за фррмулою

$$m = \frac{\pi}{4} D^2 H \varphi \rho \tag{4}$$

де D – внутрішній діаметр робочої камери, м;
H – висота робочої камери, м;
φ – коефіцієнт заповнення робочої камери;
ρ – густина продукту (густина картоплі – 700 кг/м^3, буряків – 750 кг/м^3, моркви – 780 кг/м^3).

Задача 1

Визначити продуктивність картоплечистки КНА-6000М і масу картоплі в камері обробки.

Основні технічні дані: ширина розвантажувального вікна b = 0,25 м, довжина робочої камери L = 1,2 м, ширина камери B = 0,1 м. Товщина шару продукту біля розвантажувального вікна a = 0,06 м, φ = 0,5.

Задача 2

Визначити продуктивність картоплечистки МОК-250 і масу картоплі в камері.

Основні технічні дані: внутрішній діаметр робочої камери D = 0,35 м, висота робочої камери H = 0,21 м, час очищення однієї порції картоплі t_o = 1,8 хв, час завантаження і розвантаження картоплі $t_з + t_р$ = 0,2 хв.

Задача 3

Визначити кількість і процент відходів при очищенні 100 кг картоплі механічним, вогневим і паровим способами, якщо процент відходів при механічному способі очищення становить 20%, при вогневому – 3, при паровому – 8%.

Контрольні запитання

1. У чому полягає суть механічного способу очищення продуктів?
2. У чому полягає суть термічного та парового способів очищення продуктів?
3. У чому полягає суть хімічного способу очищення продуктів?
4. Назвати обладнання, що використовується для механічного, термічного та парового очищення продуктів.
5. При якому способі очищення найбільші втрати продукції?
6. Який основний спосіб очищення картоплі на підприємствах громадського харчування?

Література

1. **Черевко О.І., Поперечний А.М.**
   Процеси і апарати харчових виробництв: підручник.
   Харків: Світ Книг, 2014.
   Рекомендовано МОН України як базовий підручник для студентів харчових технологій.
2. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Верхоланцева В.О.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Механічні та гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2021.
   Підручник для бакалаврів спеціальностей «Харчові технології» та «Галузеве машинобудування».
3. **Малежик І.Ф., Зав'ялов В.Л., Шевченко О.Ю. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв.
   Київ: НУХТ, 2021.
   Охоплює гідромеханічні, теплові, масообмінні та механічні процеси. Затверджено Вченою радою НУХТ.
4. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Загорко Н.П. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2019.
   Другий том серії, присвячений гідромеханічним процесам.

Практична робота № 3

Тема: Вивчення процесу подрібнення

Мета роботи

1. Ознайомлення з основними способами подрібнення харчових продуктів.
2. Практичне вивчення будови апаратів для подрібнення.
3. Розв’язання технологічних задач, пов’язаних із процесом подрібнення.

Завдання (для виконання учнями)

- Вивчити принцип дії різних типів подрібнювальних машин.
- Ознайомитися з конструкцією апаратів для подрібнення овочів, м’яса, круп та спецій.
- Виконати практичні вправи з визначення ступеня подрібнення.
- Розв’язати задачі на розрахунок продуктивності та енерговитрат.

Теоретичні відомості

Подрібнення — це технологічний процес зменшення розмірів частинок продукту з метою полегшення подальшої обробки, підвищення засвоюваності та покращення органолептичних властивостей.

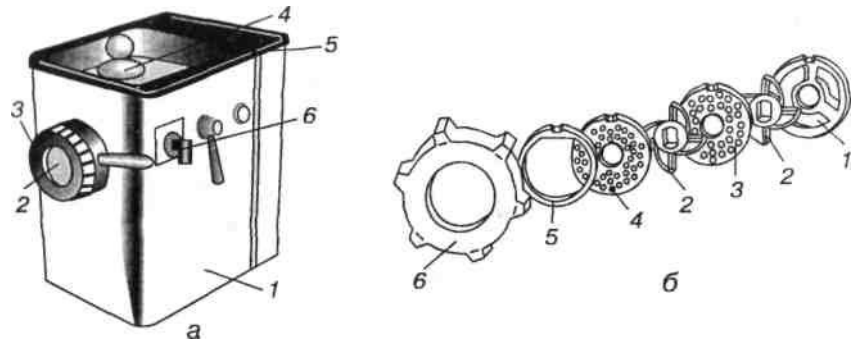
Основні способи подрібнення:

- **Механічне подрібнення** — здійснюється ножами, дисками, валками, шнеками.
- **Ударне подрібнення** — відбувається за рахунок ударів робочих органів (м’ясорубки, дробарки).
- **Різальне подрібнення** — застосовується для овочів, фруктів, зелені (овочерізки, комбайни).
- **Абразивне подрібнення** — використовується для зернових та спецій (млини, жорна).

Типи апаратів для подрібнення:

1. **М’ясорубки** — для подрібнення м’яса та риби.
2. **Овочерізки** — для нарізання овочів різної форми.
3. **Кухонні комбайни** — універсальні апарати для різання, подрібнення та змішування.
4. **Млини та дробарки** — для подрібнення зернових, спецій, кави.

Приклад будови м’ясорубки:



М'ясорубка МЗМ-82М:
а — загальний вигляд: 1 — корпус; 2 — розвантажувальний пристрій; 3 — затискна гайка; 4 — запобіжне кільце зі штовхачем; 5 — завантажувальна чаша; 6 — апаратура пуску;
б — набір ножів і решіток: 1 — підрізний ніж;
2— двосторонній ніж (решітка); 3 — решітка з великими отворами; 4 — решітка з малими отворами; 5 — ущільнювальне кільце; 6 — затискна гайка

Продуктивність: залежить від потужності двигуна та діаметра решітки (від 50 до 300 кг/год).
Ступінь подрібнення: визначається розміром отворів решітки (від 2 до 8 мм).

Методика виконання роботи

1. Ознайомитися з основними способами подрібнення продуктів.
2. Вивчити будову апаратів для подрібнення (м’ясорубки, овочерізки, млини).
3. Виконати практичні вправи:
    - визначити ступінь подрібнення продуктів;
    - порівняти продуктивність різних апаратів;
    - розрахувати енерговитрати при роботі машин.
4. Зробити висновки щодо оптимального способу подрібнення для різних продуктів.

Методичне забезпечення заняття

- Плакати, схеми апаратів для подрібнення.
- Відеоматеріали з роботи м’ясорубок та овочерізок.
- Зразки обладнання (настільна м’ясорубка, кухонний комбайн).

Задачі для виконання

1. **Розрахунок продуктивності:**
   М’ясорубка має продуктивність 120 кг/год.
    - Скільки м’яса можна подрібнити за 3 години роботи?
2. **Ступінь подрібнення:**
   Решітка м’ясорубки має отвори діаметром 4 мм.
    - Визначити середній розмір частинок фаршу після подрібнення.
3. **Енерговитрати:**
   Електродвигун м’ясорубки має потужність 2 кВт. Час роботи — 1,5 год.
    - Обчислити витрати електроенергії на цикл роботи.
4. **Порівняння способів:**
   Овочерізка нарізає 50 кг овочів за 30 хв, а кухонний комбайн — за 20 хв.

- Визначити, на скільки відсотків комбайн швидший за овочерізку.

5. **Практичне завдання:**
   Учням пропонується подрібнити 10 кг моркви у кухонному комбайні.
   - Визначити час роботи, якщо продуктивність апарата становить 60 кг/год.

Література

1. **Черевко О.І., Поперечний А.М.**
   Процеси і апарати харчових виробництв: підручник.
   Харків: Світ Книг, 2014.
   Рекомендовано МОН України як базовий підручник для студентів харчових технологій.
2. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Верхоланцева В.О.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Механічні та гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2021.
   Підручник для бакалаврів спеціальностей «Харчові технології» та «Галузеве машинобудування».
3. **Малежик І.Ф., Зав'ялов В.Л., Шевченко О.Ю. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв.
   Київ: НУХТ, 2021.
   Охоплює гідромеханічні, теплові, масообмінні та механічні процеси. Затверджено Вченою радою НУХТ.
4. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Загорко Н.П. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2019.

Посилання на вебресурси

- Процеси подрібнення у харчовій промисловості
- Типи машин для подрібнення продуктів
- Будова та принцип роботи м'ясорубки

Практична роботи №4

Тема. Вивчення процесів сортування й пресування

Мета роботи

1. Ознайомлення з процесами сортування й пресування.
2. Практичне вивчення будови та роботи апаратів для сортування *й* пресування.
3. Розв'язання задач.

Методичне забезпечення заняття*: плакати, схеми машин.*

Методика виконання роботи

1. Ознайомлення з процесами сортування й пресування

Процес розділення сипких сумішей на окремі фракції дістав назву сортування (або класифікації) сипких продуктів. У громадському харчуванні розподіл частинок за їхньою якістю прийнято називати сортуванням, за величиною - калібруванням, відокремлення від сипких продуктів домішок - просіюванням.

Виходячи із властивостей фракцій, що розділяються, розрізняють такі методи сортування сипких продуктів:

1) просіювання - за розмірами частинок;

2) трієрування - за формою частинок;

3)сепарування - за густиною частинок;

4. магнітне сепарування - за магнітними властивостями.

Просіювання, або грохочення, здійснюється з допомогою сит. Крізь отвори сита проходять частинки, розміри яких є менші за розміри отворів, а інші частинки (схід) затримуються на ситі.

Процес *трієрування* широко застосовується для видалення із зерна домішок, що мають однаковий з ним поперечний переріз, але відрізняються за довжиною.

Процес *сепарування* полягає в тому, що суміш частинок різної густини у рідинному чи газовому потоці розділяється на фракції. Частинки з більшою густиною мають більшу швидкість осідання, випадуть раніше і створять першу фракцію; частинки з меншою густиною випадуть пізніше чи залишаться па поверхні рідини.

Магнітне сепарування застосовується для відокремлення від сипкого матеріалу магнітних домішок - сталевих і чавунних.

Пресування - це процес обробки матеріалів зовнішнім тиском, унаслідок чого відбувається зміна їхніх властивостей. Пресування застосовується як для однорідних систем, так і для їх розділення.

Розрізняють такі види пресування: віджимання, формування (штампування), власне пресування (брикетування), екструзія.

Віджимання - це процес відокремлення рідини від вологостійких продуктів. Використовують для відокремлення рідин як більш цінного компонента (отримання соків), так і менш цінного компонента (відокремлення сироватки від сиру).

Формування (штампування) - це процес надання продукту певної геометричної форми.

Власне пресування (брикетування) - це процес, призначений для ущільнення сипких матеріалів або будь-яких розрізнених частинок у щільні агрегати з допомогою зв'язувальних рідин і відповідного тиску.

Екструзія - це процес протискання матеріалу крізь профілюючі головки при відповідних температурах з наданням продукту необхідної форми.

На ефективність процесу пресування впливають різні фактори:

- величина тиску: зі збільшенням тиску швидкість процесу підвищується. Однак значне підвищення тиску може призвести до перевитрат енергії та погіршення якості продукту (наприклад, при віджиманні плодів у сік можуть потрапляти частинки твердої фракції);
- властивості та склад матеріалу: при пресуванні міцних легкопористих продуктів ефективність пресування зменшується;
- розміри матеріалу: ефективність пресування обернено пропорційна розміру частинок матеріалу. Тому при пресуванні рекомендується попереднє подрібнення матеріалу;
- тривалість процесу пресування: ефективність пресування прямо пропорційна тривалості процесу;
- термічні умови проведення процесу: у більшості випадків (наприклад, при витіканні соків) нагрівання підвищує ефективність процесу пресування;
- товщина шару продукту: зі збільшенням товщини шару продукту ефективність пресування значно зменшується.

Практичне вивчення будови та роботи апаратів для сортування й пресування.

Апарати для сортування

Для *просіювання* сипких матеріалів використовують просіювані, де *переміщення* частинок відносно сита створюється зворотно-поступальними та вібраційними рухами плоских сит (рис. 1), а також обертальним рухом циліндричних і конічних сит (рис. 2). Апарати з конічними та циліндричними ситами ще називають буратами.

Процес трієрування виконується з допомогою трієрів, робочим органом яких є металевий циліндр, де виштампувано або висвердлено чашечки (рис. 3).

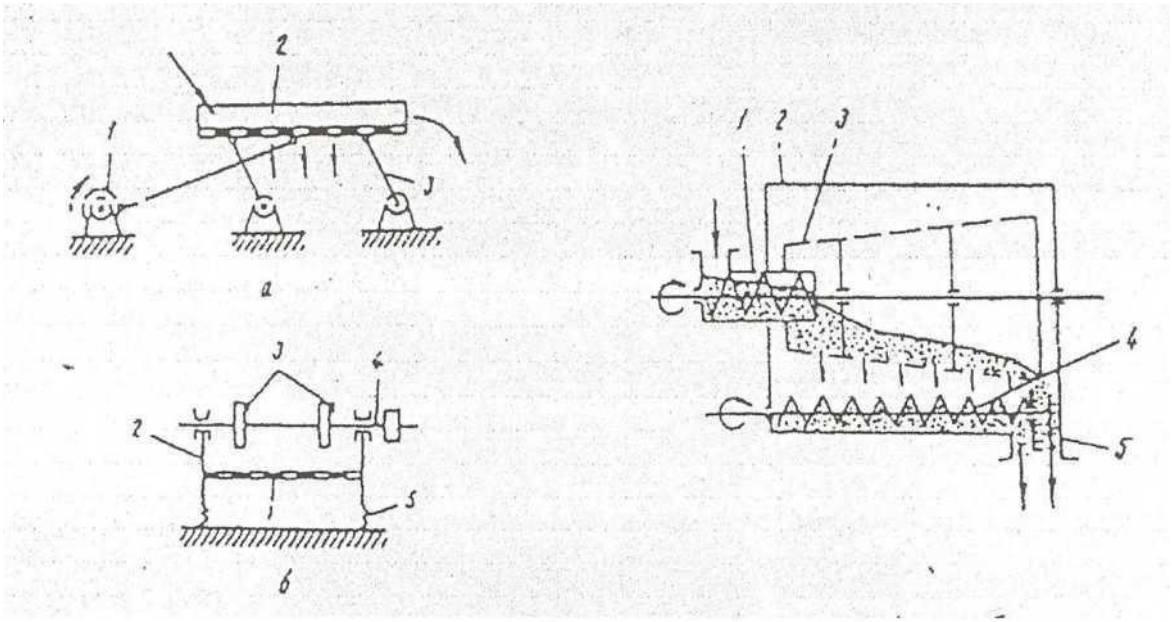


Рис. 1. Апарати для просіювання:
а – з коливальним ситом:
1 – ексцентрик; *2* – корпус;
3 – опорна стійка;
б – з вібрувальним ситом: *1* – сито;
2 – корпус; *3* – дебаланси; *4* – вал;
5 – пружини

Рис. 2. Конічний бурат:
1 – шнек-живильник; *2* – кожух;
3 – конічний барабан;
4 – вивантажувальний шнек;
5 – патрубки для виведення фракцій

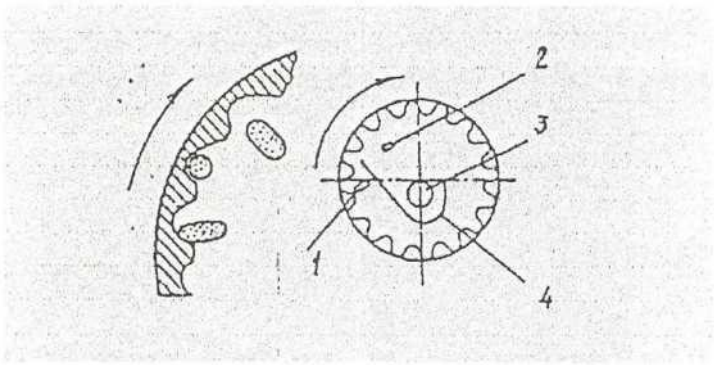


Рис. 3. Схема циліндричного трієра:
7 - довгі частинки; 2 - короткі частинки; *3* - шнек; *4* - жолоб

Матеріал (зерно), що підлягає обробці, вміщують усередину циліндра. Під час його обертання чашечки заповнюються частинками. При цьому довгі (цілі зерна) випадають із чашечок раніше, ніж короткі. Зруйновані частинки, а також дрібні домішки краще утримуються у чашечках і випадають з них пізніше, при більшому повороті русла. їх збирають у жолоб, установлений усередині циліндра

Апарати для розділення сипких продуктів за густиною поділяють на гідравлічні, шнекові та відцентрові сепаратори. Гідравлічні сепаратори є відстійного та флотаційного типу (рис. 4)

До пневматичних (повітряних) відносять різного роду війки (рис. 5). Серед відцентрових сепараторів найчастіше використовуються дискові (рис. 6).

Для магнітної сепарації сипких продуктів широко застосовуються сепаратори з електромагнітами (рис. 7).

В електромагнітних сепараторах матеріал надходить на барабан по лотку. Відцентрова сила скидає матеріал, а залізні домішки утримуються магнітами на поверхні барабана. Під час обертання барабана утримувані домішки виходять з поля дії магнітів і потрапляють у приймач.

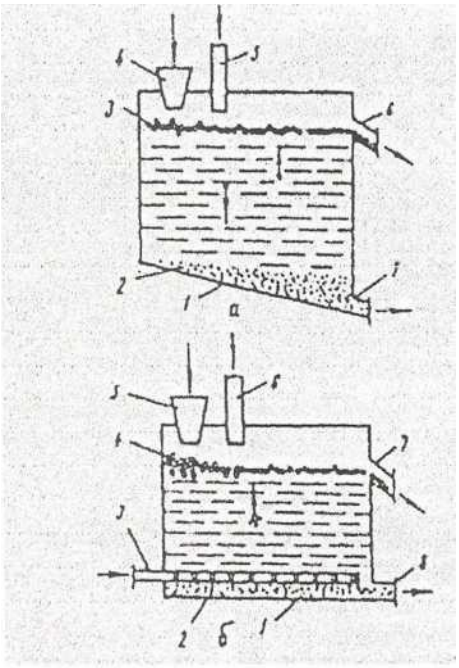


Рис. 4. Схеми гідравлічних сепараторів:

а - відстійного типу: *1* - резервуар; 2 - важка фракція; *3* - легка фракція; *4* - завантажувальний бункер;

5 - патрубок для подачі води; *6* - патрубок для виходу легкої фракції; 7 - патрубок для виходу важкої фракції;

6 - флотаційного типу: *1* - резервуар; *2* - важка фракція; *3* - перфорована трубка для подачі повітря;

4 - легка фракція; *5* - завантажувальний бункер; *6* - патрубок для води; 7 - патрубок для виходу легкої

фракції; *8* - патрубок для виходу важкої фракції

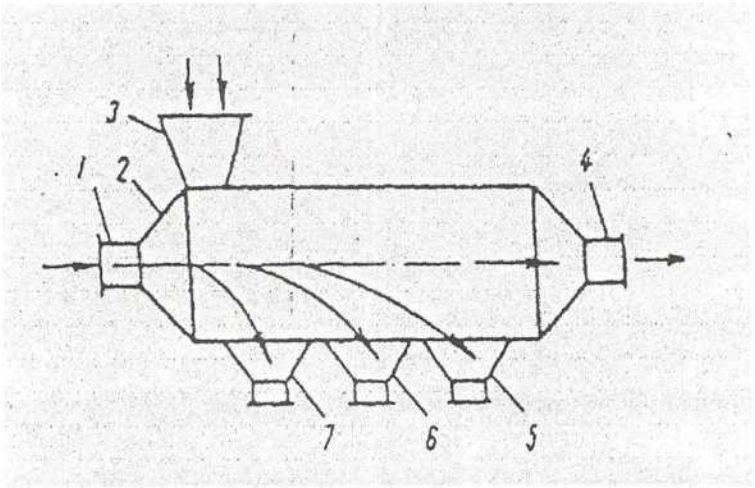


Рис. 5. Схема війки:

1 - патрубок для виходу повітря; *2* - корпус; *3* - завантажувальний бункер; 4 - патрубок для виходу повітря з легкими фракціями;

5,6,7 - бункери для збирання фракцій різної густини

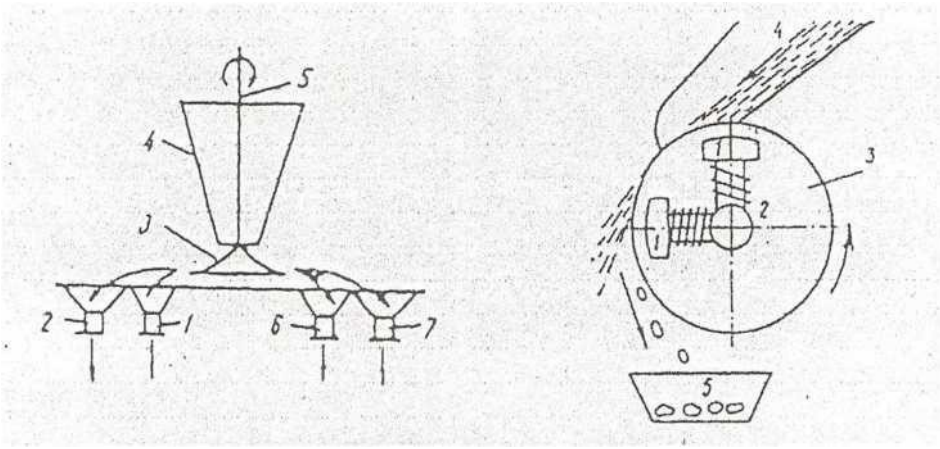


Рис. 7. Схема електромагнітного сепаратора:
1 - нерухомі електромагніти;
2 - вісь; *3* - латунний барабан;
4 - лоток; *5* - приймач металевих домішок

Апарати для пресування

Для відтискання найчастіше використовують шнекові преси. Робочий цикл гідравлічного преса періодичної дії (рис. 8) складається з таких операцій: завантаження продукту (у пакетах з міцної тканини) на рухому плиту й притискання його до верхньої плити; відхід основної маси рідини при порівняно низькому тиску (для рослинної олії до 5 МПа); підвищення тиску (для масла до 80 МПа); витримування під тиском; опускання рухомої плити, розвантаження продукту. Повний цикл триває протягом 20 - 25 хв. У шнекових пресах безперервної дії (рис. 9) створюється тиск 4 МПа. Частота обертання шнека сягає 5-20 об/хв.

Серед формувальних апаратів найбільшого поширення набули барабанні й стрічкові пристрої (рис. 10, 11).

Для здійснення екструзивних процесів застосовують черв'ячні екструдери (рис. 12).

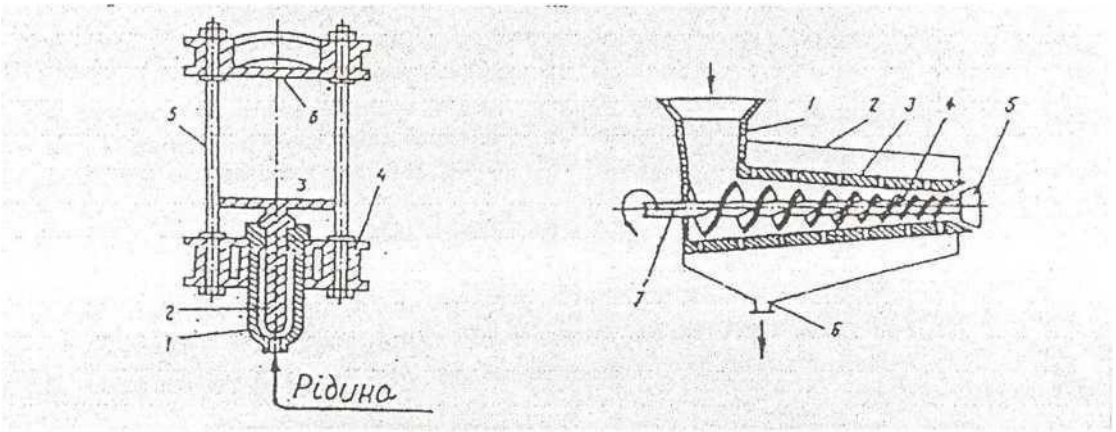


Рис. 9. Схема шнекового преса:

1 - завантажувальний бункер;2- корпус; *3* - перфорований конус; 4- конічний шнек; *5* — регулювальна пробка; *6* - патрубок для виходу рідини;

7 - привідний вал

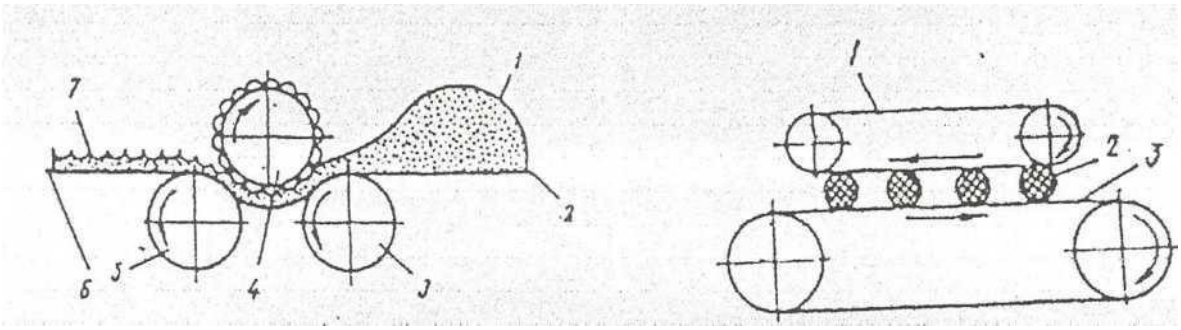


Рис. 10. Схема барабанного апарат: формувально-штампувального апарата:

1 - продукт; *2* - приймальний лоток;

3 - приймальний барабан;

4 - штампувальний барабан;

5- відвідний барабан;

6 - лоток для готового продукту; 7 - готовий продукт.

Рис. 11. Стрічковий формувальний

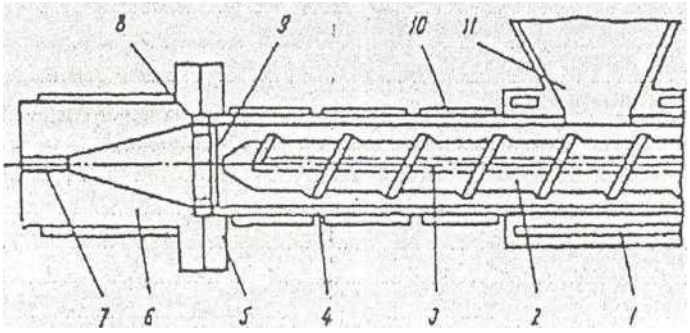


Рис. 12. Схема черв'ячного екструдера:

1 - порожнина для охолоджувальної води; 2 - черв'як; *3* - канал для подачі у черв'як гарячої води;

4 - циліндр; *5* - фланець; *б* - головка; 7 - формувальний канал, головний; *8* - решітка; *9* - фільтрувальна сітка; *10* - електричні нагрівачі; *11* - завантажувальний бункер.

Розв'язання задач

Теоретична продуктивність просіювачів з обертовими ситами може бути обрахована за загальною формулою для визначення теоретичної продуктивності машин безперервної дії. При цьому необхідно враховувати насипну масу продукту й коефіцієнт використання робочої поверхні сита

$$Q_T = F_O' v_O' P_H' 9 \quad \text{(кг/год)}, \quad (1)$$

де Q_T - теоретична продуктивність сита; F_0 - площа перерізу поверхні сита, м^2;

v_0 - швидкість руху частинок продукту через сито, м/с;

$\rho_н$ – насипна маса продукту, кг/м^3;

φ – коефіцієнт використання площі сита.

Площа перерізу поверхні сита визначається розмірами його отворів та їх загалы кількістю. Для сит із плетеними сітками

$$F_o = k \cdot \pi \cdot D \cdot H \quad \text{(м}^2\text{)}, \quad (2)$$

де k – коефіцієнт перерізу сітки (k = 0,6 - 0,9);

D – діаметр барабана, м;

H – висота барабана, м.

Швидкість руху частинок продукту визначається за формулою

$$v_o = n \cdot h \cdot z_p \cdot k_{np} \quad \text{(м/с)}, \quad (3)$$

де n – кількість обертів сита, с;

h – товщина шару продукту, дорівнює відстані від поверхні сита до краю н розпушувача, м;

z_p – кількість ножів-розпушувачів, шт.;

k_{np} – коефіцієнт проковзування (k_{np} = 0,7 - 0,8).

Таблиця

Об’ємна маса деяких сипких продуктів

Продукт	Насипна маса, кг/м^3	Продукт	Насипна маса, кг/м^3
Борошно пшеничне вищого гатунку	550-600	Цукор	720 - 800
Борошно пшеничне 1 сорту	300 - 400	Крупа гречана	550 - 700
Рис	500-800	Крупа манна	700 - 800
Пшоно	500 - 700	Крупа вівсяна	500 - 700

Продуктивність котлетоформувальних машин також розраховується за загальною формулою для визначення теоретичної продуктивності машин безперервної дії та залежить від частоти обертання формувального стола і кількості формувальних отворів у ньому:

$$Q_T = 3600 \cdot n \cdot z \qquad \text{(шт/год)}, \qquad (4)$$

де n – частота обертання формувального стола, $с^{-1}$;
z – кількість отворів у формувальному столі, шт.

Задача 1

Визначити продуктивність механізму МС-24-300 для просіювання борошна.

Для пшеничного борошна взяти сита № 1,4, для житнього – № 2,8. Основні технічні дані сита: діаметр D = 155 мм, висота H = 110 мм, частота обертання n = 12,6 $с^{-1}$. Шар борошна у ситі h = 2 мм, коефіцієнт перерізу сита k = 0,6. Кількість ножів-розпушувачів z_p = 2. Коефіцієнт проковзування $k_{пр}$ = 0,4 для сит № 1, 4 і $k_{пр}$ = 0,45 для сит № 2, 8. Густину продукту вибрати з таблиці.

Задача 2

Визначити продуктивність котлетоформувальної машини, якщо частота обертання формувального стола n = 0,2 $с^{-1}$, кількість отворів у формувальному столі z = 3.

Контрольні запитання

1. Для чого призначено процес сортування?
2.. Назвати методи сортування сипких продуктів.
1. Для чого призначено процес просіювання?
2. Призначення і способи сепарування.
3. Яке обладнання для сортування використовується на підприємствах громадського харчування?
4. Призначення процесу пресування.
5. Які існують види пресування?
6. Які фактори впливають на ефективність пресування?
7. Де найчастіше використовується екструзія?
10. Яке обладнання для пресування використовується на підприємствах громадського харчування?

Звіт про роботу повинен містити:

- назву, мету, дату виконання роботи;
- схеми апаратів для сортування й пресування;
- розв’язані задачі;
- висновки щодо роботи.

Література

1. **Черевко О.І., Поперечний А.М.**
   Процеси і апарати харчових виробництв: підручник.
   Харків: Світ Книг, 2014.
   Рекомендовано МОН України як базовий підручник для студентів харчових технологій.
2. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Верхоланцева В.О.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Механічні та гідромеханічні процеси.

Мелітополь: ТДАТУ, 2021.
Підручник для бакалаврів спеціальностей «Харчові технології» та «Галузеве машинобудування».

3. **Малежик І.Ф., Зав'ялов В.Л., Шевченко О.Ю. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв.
   Київ: НУХТ, 2021.
   Охоплює гідромеханічні, теплові, масообмінні та механічні процеси. Затверджено Вченою радою НУХТ.
4. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Загорко Н.П. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2019.
   Другий том серії, присвячений гідромеханічним процесам.

Практична робота № 5

Тема: Вивчення масообмінних процесів

Мета роботи

1. Ознайомлення з основними масообмінними процесами у харчовій технології.
2. Практичне вивчення будови апаратів для здійснення масообміну.
3. Розв’язання технологічних задач, пов’язаних із процесами масообміну.

Завдання (для виконання учнями)

- Вивчити принцип дії апаратів для масообмінних процесів.
- Ознайомитися з прикладами масообміну у харчовій промисловості.
- Виконати практичні вправи з визначення коефіцієнтів масообміну.
- Розв’язати задачі на розрахунок продуктивності та ефективності апаратів.

Теоретичні відомості

Масообмінні процеси — це процеси перенесення речовини між фазами (твердою, рідкою, газоподібною) з метою досягнення рівноваги або отримання потрібного продукту.

Основні масообмінні процеси в харчовій технології:

- **Сушіння** — видалення вологи з продуктів шляхом її переходу з твердої чи рідкої фази у газову.
- **Екстрагування** — вилучення цінних речовин із сировини за допомогою розчинників.
- **Абсорбція** — поглинання газів рідиною.
- **Адсорбція** — поглинання речовин поверхнею твердого сорбенту.
- **Дистиляція** — розділення рідин за різницею температур кипіння.
- **Осмос та діаліз** — перенесення речовин через напівпроникні мембрани.

Типи апаратів для масообмінних процесів:

1. **Сушарки** (конвективні, контактні, розпилювальні).
2. **Екстрактори** (перколятори, шнекові, колонні).
3. **Абсорбери та адсорбери** (колонні апарати, фільтри).
4. **Дистиляційні колони**.
5. **Мембранні установки** (осмотичні, ультрафільтраційні).

Приклад будови конвективної сушарки:

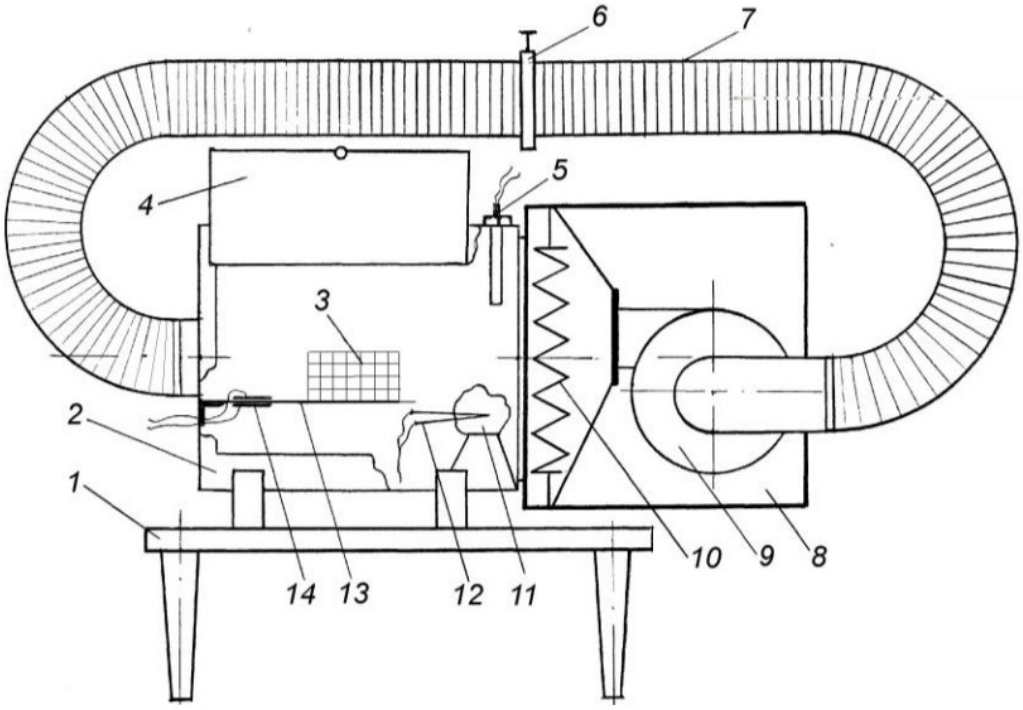


Рисунок 3 – Експериментальна конвективна сушильна установка

1 - основа; 2 - сушильна камера; 3 - сітка для матеріалу; 4 - кришка сушильної камери; 5 - датчик температури; 6 - заслінка; 7 - гофрована труба; 8 - калорифер; 9 - вентилятор; 10 - нагрівальна спіраль; 11 - дослідний матеріал; 12 - термопара; 13 - гнучка пластина; 14 - тензометричні датчики.

Методика виконання роботи

1. Ознайомитися з основними масообмінними процесами у харчовій технології.
2. Вивчити будову апаратів для сушіння, екстрагування, абсорбції та дистиляції.
3. Виконати практичні вправи:
   - визначити швидкість сушіння продуктів;
   - розрахувати коефіцієнт масообміну при екстрагуванні;
   - порівняти ефективність різних апаратів.
4. Зробити висновки щодо оптимального масообмінного процесу для різних продуктів.

Методичне забезпечення заняття

- Плакати, схеми сушарок, екстракторів, колонних апаратів.
- Відеоматеріали з роботи сушильних та екстракційних установок.
- Зразки обладнання (лабораторна сушарка, екстрактор).

Задачі для виконання

1. **Розрахунок швидкості сушіння:**
   У конвективній сушарці 10 кг яблук висушуються до маси 2,5 кг за 5 год.
   - Визначити середню швидкість видалення вологи (кг/год).
2. **Екстрагування:**
   Із 50 кг кавових зерен вилучено 12 кг екстракту.

    - Визначити вихід екстракту у відсотках.
3. **Абсорбція:**
   У колонному апараті за 1 годину поглинається 8 кг газу.
    - Визначити продуктивність апарата за 8 годин роботи.
4. **Дистиляція:**
   Із 100 л спиртового розчину отримано 85 л дистиляту.
    - Визначити коефіцієнт корисного виходу процесу.
5. **Практичне завдання:**
   Учням пропонується висушити 5 кг моркви до вологості 12%.
    - Визначити масу сухого продукту після сушіння.

Література

1. **Черевко О.І., Поперечний А.М.**
   Процеси і апарати харчових виробництв: підручник.
   Харків: Світ Книг, 2014.
   Рекомендовано МОН України як базовий підручник для студентів харчових технологій.
2. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Верхоланцева В.О.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Механічні та гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2021.
   Підручник для бакалаврів спеціальностей «Харчові технології» та «Галузеве машинобудування».
3. **Малежик І.Ф., Зав’ялов В.Л., Шевченко О.Ю. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв.
   Київ: НУХТ, 2021.
   Охоплює гідромеханічні, теплові, масообмінні та механічні процеси. Затверджено Вченою радою НУХТ.
4. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Загорко Н.П. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2019.
   Другий том серії, присвячений гідромеханічним процесам.

Посилання на вебресурси

- Масообмінні процеси у харчовій промисловості
- Сушіння та екстрагування продуктів

Практична робота № 6

Тема: Вивчення процесу варіння

Мета роботи

1. Ознайомлення з основними способами варіння харчових продуктів.
2. Практичне вивчення будови апаратів для варіння.
3. Розв’язання технологічних задач, пов’язаних із процесом варіння.

Завдання (для виконання учнями)

- Вивчити принципи варіння у відкритих та закритих ємностях.
- Ознайомитися з конструкцією апаратів для варіння (котли, автоклави, пароварки).
- Виконати практичні вправи з визначення часу варіння та втрат маси продукту.
- Розв’язати задачі на розрахунок продуктивності та енерговитрат.

Теоретичні відомості

Варіння — це тепловий процес кулінарної обробки продуктів у рідині (воді, бульйоні, молоці, сиропі) або у парі при температурі, близькій до точки кипіння.

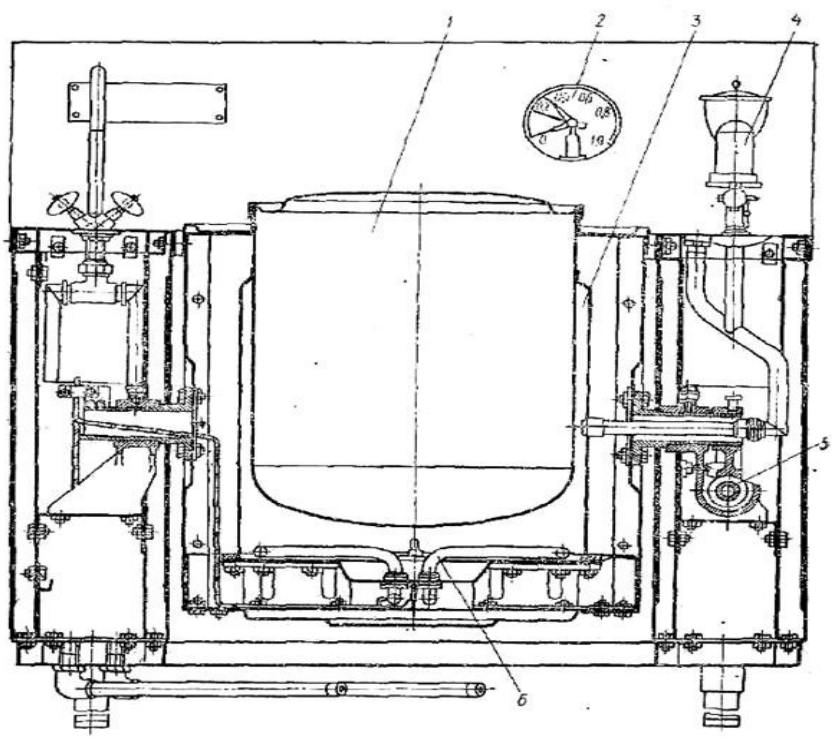
Основні способи варіння:

- **У воді чи бульйоні** — найпоширеніший метод (овочі, м’ясо, риба, крупи).
- **На парі** — продукти обробляються гарячою парою без занурення у воду (дієтичне харчування).
- **У вакуумі (sous-vide)** — варіння при низькій температурі у герметичних пакетах.
- **Комбіноване варіння** — поєднання варіння у рідині та на парі.

Типи апаратів для варіння:

1. **Варильні котли** — для великих обсягів продуктів (супи, каші, соуси).
2. **Автоклави** — для варіння під тиском (консерви, бобові).
3. **Пароварки** — для дієтичного харчування та швидкого приготування овочів.
4. **Мультиварки** — універсальні апарати для варіння, тушкування, приготування на парі.

Приклад будови варильного котла:



Котел харчоварильний електричний секційний модульований КПЕСМ-60:

1 – посудина для варіння; 2 – манометр електроконтактний; 3 -сорочка пароводяна;

4 - подвійний запобіжний клапан; 5 - поворотний механізм; 6 - Тени

Методика виконання роботи

1. Ознайомитися з основними способами варіння продуктів.
2. Вивчити будову апаратів для варіння (котли, автоклави, пароварки).
3. Виконати практичні вправи:
    - визначити час варіння різних продуктів;
    - розрахувати втрати маси при варінні;
    - порівняти ефективність варіння у воді та на парі.
4. Зробити висновки щодо оптимального способу варіння для різних продуктів.

Методичне забезпечення заняття

- Плакати, схеми варильних котлів та пароварок.
- Відеоматеріали з роботи автоклавів та мультиварок.
- Зразки обладнання (настільна пароварка, лабораторний котел).

Задачі для виконання

1. **Розрахунок часу варіння:**
   Картопля масою 5 кг вариться у воді при температурі 100 °C протягом 40 хв.
    - Визначити час варіння 10 кг картоплі за тих самих умов.
2. **Втрати маси продукту:**
   Із 1 кг моркви після варіння залишилося 850 г.
    - Визначити відсоток втрат маси.
3. **Енерговитрати:**
   Варильний котел має потужність 3 кВт. Час роботи — 2 год.
    - Обчислити витрати електроенергії на цикл роботи.
4. **Порівняння способів:**
   При варінні овочів у воді втрати вітаміну С становлять 40%, а на парі — 15%.
    - Визначити різницю у збереженні вітаміну С при варінні 2 кг овочів.

5. **Практичне завдання:**
   Учням пропонується зварити 1 кг рису у воді та визначити співвідношення води й крупи (1:2).
   - Визначити масу готової каші після варіння.

Література

1. **Черевко О.І., Поперечний А.М.**
   Процеси і апарати харчових виробництв: підручник.
   Харків: Світ Книг, 2014.
   Рекомендовано МОН України як базовий підручник для студентів харчових технологій.
2. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Верхоланцева В.О.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Механічні та гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2021.
   Підручник для бакалаврів спеціальностей «Харчові технології» та «Галузеве машинобудування».
3. **Малежик І.Ф., Зав'ялов В.Л., Шевченко О.Ю. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв.
   Київ: НУХТ, 2021.
   Охоплює гідромеханічні, теплові, масообмінні та механічні процеси. Затверджено Вченою радою НУХТ.
4. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Загорко Н.П. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2019.
   Другий том серії, присвячений гідромеханічним процесам.

Посилання на вебресурси

- Процеси варіння у харчовій промисловості
- Варильні котли та їх застосування
- Технологія приготування на парі

Практична робота № 7

Тема: Вивчення процесу смаження

Мета роботи

1. Ознайомлення з основними способами смаження харчових продуктів.
2. Практичне вивчення будови апаратів для смаження.

3. Розв’язання технологічних задач, пов’язаних із процесом смаження.

Завдання (для виконання учнями)

- Вивчити принципи смаження у відкритих і закритих апаратах.
- Ознайомитися з конструкцією жарових поверхонь, фритюрниць та духових шаф.
- Виконати практичні вправи з визначення часу смаження та втрат маси продукту.
- Розв’язати задачі на розрахунок продуктивності та енерговитрат.

Теоретичні відомості

Смаження — це тепловий процес кулінарної обробки продуктів у невеликій кількості жиру або у великій кількості жиру (фритюрі) при температурі 140–180 °С.

Основні способи смаження:

- **Смаження на відкритій поверхні** (сковорода, жарова плита) — продукти обробляються при контакті з нагрітою поверхнею.
- **Смаження у фритюрі** — продукти занурюються у розігрітий жир.
- **Смаження у духовій шафі** — поєднання теплової обробки гарячим повітрям і жиром.
- **Комбіноване смаження** — поєднання попереднього обсмаження та подальшого доведення у духовці чи пароконвектоматі.

Типи апаратів для смаження:

1. **Жарові поверхні (плити, сковороди)** — для смаження м’яса, риби, овочів.
2. **Фритюрниці** — для приготування картоплі фрі, пончиків, м’ясних та рибних виробів.
3. **Духові шафи та пароконвектомати** — для комбінованого смаження та запікання.

Приклад будови фритюрниці:

Продуктивність: залежить від об’єму ванни (від 5 до 30 л) та потужності нагрівальних елементів.
Температура смаження: 140–180 °С.

Методика виконання роботи

1. Ознайомитися з основними способами смаження продуктів.
2. Вивчити будову апаратів для смаження (жарові поверхні, фритюрниці, духові шафи).

3. Виконати практичні вправи:
    - визначити час смаження різних продуктів;
    - розрахувати втрати маси при смаженні;
    - порівняти ефективність смаження на плиті та у фритюрі.
4. Зробити висновки щодо оптимального способу смаження для різних продуктів.

Методичне забезпечення заняття

- Плакати, схеми фритюрниць та жарових плит.
- Відеоматеріали з роботи духових шаф та пароконвектоматів.
- Зразки обладнання (настільна фритюрниця, електросковорода).

Задачі для виконання

1. **Розрахунок часу смаження:**
   Котлети масою 100 г кожна обсмажуються у фритюрі протягом 6 хв.
    - Визначити час смаження партії з 20 котлет.
2. **Втрати маси продукту:**
   Із 1 кг картоплі після смаження залишилося 750 г.
    - Визначити відсоток втрат маси.
3. **Енерговитрати:**
   Фритюрниця має потужність 2,5 кВт. Час роботи — 1,2 год.
    - Обчислити витрати електроенергії на цикл роботи.
4. **Порівняння способів:**
   При смаженні картоплі на плиті втрати жиру становлять 20 г, у фритюрі — 35 г.
    - Визначити різницю у витратах жиру при приготуванні 1 кг картоплі.
5. **Практичне завдання:**
   Учням пропонується обсмажити 500 г риби у духовій шафі при температурі 180 °C протягом 25 хв.
    - Визначити масу готового продукту, якщо втрати становлять 12%.

Література

1. **Черевко О.І., Поперечний А.М.**
   Процеси і апарати харчових виробництв: підручник.
   Харків: Світ Книг, 2014.
   Рекомендовано МОН України як базовий підручник для студентів харчових технологій.
2. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Верхоланцева В.О.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Механічні та гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2021.
   Підручник для бакалаврів спеціальностей «Харчові технології» та «Галузеве машинобудування».
3. **Малежик І.Ф., Зав'ялов В.Л., Шевченко О.Ю. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв.
   Київ: НУХТ, 2021.
   Охоплює гідромеханічні, теплові, масообмінні та механічні процеси. Затверджено Вченою радою НУХТ.
4. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Загорко Н.П. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2019.
   Другий том серії, присвячений гідромеханічним процесам.

Практична робота № 8

Тема: Вивчення процесів охолодження

Мета роботи

1. Ознайомлення з основними способами охолодження харчових продуктів.
2. Практичне вивчення будови апаратів для охолодження.
3. Розв’язання технологічних задач, пов’язаних із процесом охолодження.

Завдання (для виконання учнями)

- Вивчити принципи охолодження у різних середовищах.
- Ознайомитися з конструкцією холодильних апаратів та охолоджувальних установок.
- Виконати практичні вправи з визначення швидкості охолодження продуктів.
- Розв’язати задачі на розрахунок продуктивності та енерговитрат.

МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчення основних способів охолодження

Холод - це умовне поняття про стан тіла, якщо його температура нижча за температуру навколишнього середовища. Поняття "холод" означає малий вміст тепла в тілі.

Охолодження тіла - це відведення тепла, що супроводжується зниженням температури тіла.

Розрізняють природне та штучне охолодження. У разі природного охолодження температура тіла знижується до температури навколишнього середовища. При штучному охолодженні отримують більш низькі температури. Є декілька способів штучного охолодження: льодяне, льодо-соляне, охолодження сухим льодом, машинне охолодження, термоелектричне.

Льодяне охолодження є найпростішим способом охолодження. У його основу покладено процес плавлення льоду чи снігу. Температура плавлення льоду при атмосферному тиску становить 0 °С.

Практично температуру навколишнього середовища при льодяному способі можна знизити лише до 5-8 °С, вологість повітря при цьому становить 90 - 95 %.

Льодо - соляне охолодження базується на плавленні льодо-соляної суміші, при якому відбувається послаблення молекулярного щеплення та руйнування кристалічних решіток льоду. Для плавлення льоду та розчинення солі у воді необхідне тепло, що забирається з навколишнього середовища. Чим більше солі, тим нижча температура суміші.

Зниження температури льодо-соляної суміші при збільшенні кількості солі має свої межі. Найнижча температура суміші з води та кухонної солі становить 21,2 °С при додаванні 30% солі до маси льоду. При додаванні до льоду солі більше 30% температура суміші підвищується.

Охолодження сухим льодом базується на сублімації твердої вуглекислоти. Сухий лід - це тверда вуглекислота з температурою сублімації при атмосферному тиску 78,9 °С. Холодопровідність сухого льоду в 1,9 раза більша водяного.

При цьому способі охолодження відсутня вологість, яка виникає при плавленні водяного льоду, немає розсолу. Недоліком цього способу охолодження є висока вартість сухого льоду.

Термоелектричне охолодження базується на застосуванні ефекту Пельтьє. Ефект Пельтьє зумовлений особливостями проходження потоку електронів через поверхню сплаву різних металів. Якщо до термопари, що складається з двох різних провідників, підвести постійний струм, то один із сплавів

нагрівається, інший - охолоджується. Холодний сплав може використовуватись як джерело охолодження, але для цього від теплового сплаву необхідно забирати тепло. Такий спосіб охолодження використовується в домашніх холодильниках, кімнатних кондиціонерах із термопарами з різних напівпровідників.

Переваги цього способу - відсутність рухомих частин, безшумність, довговічність. Однак використання такого способу охолодження обмежено високою вартістю обладнання й значними витратами електроенергії.

Методика виконання роботи

1. Ознайомитися з основними способами охолодження продуктів.
2. Вивчити будову апаратів для охолодження (холодильні камери, тунелі, вакуумні установки).
3. Виконати практичні вправи:
    - визначити швидкість охолодження продуктів різної маси;
    - розрахувати енерговитрати холодильного агрегата;
    - порівняти ефективність різних способів охолодження.
4. Зробити висновки щодо оптимального способу охолодження для різних продуктів.

Методичне забезпечення заняття

- Плакати, схеми холодильних установок.
- Відеоматеріали з роботи охолоджувальних тунелів та вакуумних апаратів.
- Зразки обладнання (лабораторний холодильник, охолоджувальна камера).

Задачі для виконання

1. **Розрахунок швидкості охолодження:**
   М’ясо масою 10 кг охолоджується з 20 °С до 4 °С за 5 год.
    - Визначити середню швидкість зниження температури (°С/год).
2. **Втрати маси продукту:**
   Із 5 кг зелені після вакуумного охолодження залишилося 4,8 кг.
    - Визначити відсоток втрат маси.
3. **Енерговитрати:**
   Холодильна камера має потужність 2 кВт. Час роботи — 8 год.
    - Обчислити витрати електроенергії на цикл роботи.
4. **Порівняння способів:**
   При повітряному охолодженні риби втрати маси становлять 3%, при льодовому — 1%.
    - Визначити різницю у виході придатного продукту при охолодженні 50 кг риби.
5. **Практичне завдання:**
   Учням пропонується охолодити 20 кг молока з 25 °С до 6 °С у холодильній установці.
    - Визначити час охолодження, якщо швидкість зниження температури становить 4 °С/год.

Список використаної літератури

1. Технологічне обладнання підприємств харчування.
2. Основи харчових технологій.
3. Довідник кухаря-кондитера.

4. Методичні матеріали з дисципліни «Технологічне обладнання».

Література

1. **Черевко О.І., Поперечний А.М.**
   Процеси і апарати харчових виробництв: підручник.
   Харків: Світ Книг, 2014.
   Рекомендовано МОН України як базовий підручник для студентів харчових технологій.
2. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Верхоланцева В.О.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Механічні та гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2021.
   Підручник для бакалаврів спеціальностей «Харчові технології» та «Галузеве машинобудування».
3. **Малежик І.Ф., Зав'ялов В.Л., Шевченко О.Ю. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв.
   Київ: НУХТ, 2021.
   Охоплює гідромеханічні, теплові, масообмінні та механічні процеси. Затверджено Вченою радою НУХТ.
4. **Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Загорко Н.П. та ін.**
   Процеси і апарати харчових виробництв. Гідромеханічні процеси.
   Мелітополь: ТДАТУ, 2019.

Посилання на вебресурси