

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР ВФПО
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ПОЛТАВСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ»**

ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ ГАЛУЗИ

Робочий зошит з навчальної дисципліни для студентів спеціальності
133 Галузеве машинобудування

КОНКУРС «Педагогічний ОСКАР–2024»

**НОМІНАЦІЯ. Інновації практичної підготовки
та самостійної роботи здобувачів освіти**

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 13 Механічна інженерія

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 133 Галузеве машинобудування

2023

Автор: Варакіна Тетяна Павлівна, викладач фахових дисциплін, кваліфікаційна категорія «спеціаліст вищої категорії»

Рецензент: Тригуба Іван Михайлович, викладач фахових дисциплін, кваліфікаційна категорія «спеціаліст вищої категорії»

Робочий зошит містить теоретичні відомості перебігу основних процесів харчових виробництв, розрахункові формули, схеми апаратів та завдання, які необхідно виконати під час опрацювання матеріалу. Наданий матеріал сприяє підготовці здобувачів освіти до виконання контрольної роботи та самостійної роботи над дисципліною.

При розробці робочого зошита використовувались матеріали наведені у підручнику Черевко О.І. Процеси і апарати харчових виробництв : [підруч.]/О.І.Черевко, А.М.Поперечний.– Харк. держ. акад. технол. та орг..харчування. - Харків, 2002. – 420с.

Рекомендовано на засіданні циклової комісії спеціальностей
галузевого та енергетичного машинобудування

Голова циклової комісії _____ Ольга СІВЕРЧЕНКО
Протокол від 16 травня 2023 №10

Зміст

1. Вступ.....	4
2. Розділ.1 Основні положення курсу.....	5
3. Розділ 2 Гідромеханічні процеси	6
4. Розділ 3 Теплові процеси.....	15
5. Розділ 4. Механічні процеси	21
6. Розділ 5. Процеси сушіння.....	28
7. Розділ 6. Масообмінні процеси..	30
8. Література.....	32
Додаток 1	

Вступ

Робочий зошит з навчальної дисципліни “Процеси і апарати галузі” для підготовки фахівців спеціальності 133 Галузеве машинобудування, за освітньо-професійною програмою “Галузеве машинобудування”, розроблений викладачем ВСП «Полтавський фаховий коледж НУХТ» Варакіною Т.П.

Робочий зошит складається з шести розділів, що охоплюють весь необхідний матеріал для забезпечення вивчення дисципліни «Процеси і апарати галузі» та виконання контрольних завдань. У робочому зошиті наведені основні теоретичні відомості з процесів, що застосовуються у харчових виробництвах, та надані приклади оформлення принципів схем апаратів для проведення відповідних процесів. Також наведені розрахункові формули для визначення основних параметрів апаратів та процесів харчових виробництв.

Розділ 1. Основні положення курсу

Тема «Основні положення та наукові основи курсу»

Дайте визначення поняттям : процес, апарат _____

Видаляють три основні класифікації процесів харчових виробництв:

- за основними закономірностями перебігу та рушійною;
- за способом організації процесу;
- за зміною параметрів процесу в часі.

Процеси характеризуються загальною залежністю: *швидкість протікання процесу прямо пропорційна рушійній силі та обернено пропорційна опорі.*

Наведіть класифікацію процесів за основними закономірностями перебігу та рушійною силою: _____

Назвіть необхідну умову протікання процесу: _____

Вкажіть, на яких основних законах базується наука про процеси й апарати харчових виробництв?

Тема «Основні вимоги до апаратів»

Під час експлуатації апаратів на підприємствах харчових виробництв застосовують такі вимоги: технологічні, експлуатаційні, конструктивні, енергетичні, економічні, техніки безпеки та захисту навколишнього середовища. Ці вимоги між собою пов'язані.

Вкажіть експлуатаційні вимоги, вимоги техніки безпеки та промсанітарії _____

Розділ 2. Гідромеханічні процеси

Основні завдання неоднорідних систем, що вирішуються у гідромеханічних процесах це: *отримання та розділення*.

До процесів отримання неоднорідних систем відносяться перемішування, диспергування (гомогенізація, емульгування, розпилення рідин), псевдо розрідження, піноутворення.

Основними процесами розділення неоднорідних систем є осадження, центрифугування, фільтрування.

Характеристика неоднорідних систем.

Під неоднорідною системою розуміють систему, яка складається з двох або декількох фаз, кожна з яких має свою поверхню розділу і може бути відділена механічним шляхом від іншої фази.

Залежно від типу дисперсійної та дисперсної фаз розрізняють такі неоднорідні системи:

суспензія – рідина, яка містить завислі в ній тверді частинки;

емульсія – система, в якій рідке дисперсійне середовище містить завислі в ньому частинки однієї чи кількох інших рідин. Всі складові системи взаємно нерозчинні;

піни – системи, що складаються з рідкого дисперсійного середовища і завислих у ньому частинок газу;

пил або дим – газ із завислими в ньому твердими частинками;

туман – система, що складається з газу і завислих у ньому краплинок.

Вкажіть класи неоднорідних систем, що відносяться до рідин _____

до газів _____

Під час проведення яких процесів на харчових виробництвах утворюється пил? _____

Укрупнення твердих частинок унаслідок їх злипання називається _____

Неоднорідні системи характеризуються дисперсної (внутрішньої) фази та розмірами її частинок.

Процес перемішування.

Перемішуванням називається процес взаємного переміщення частинок однієї речовини в іншій з метою їх рівномірного розподілу в усьому об'ємі, який перемішується. Перемішування може бути вільним або примусовим. Вільне перемішування може відбуватись внаслідок міжмолекулярної дифузії, різниці густин або температур у різних шарах рідини.

Вимушене перемішування відбувається за рахунок підведення зовні механічної енергії.

Вкажіть, яке перемішування (вільне чи примусове) застосовується на практиці _____

У харчовій промисловості перемішування матеріалів застосовується з метою:

- ✓ одержання гомогенних (однорідних) розчинів, емульсій;
- ✓ рівномірного розподілу однієї фази в іншій;
- ✓ збільшення швидкості хімічних, теплових і масообмінних процесів;
- ✓ проведення фізико-хімічних процесів, наприклад процесів кристалізації, сатурації.

Наведіть приклади застосування перемішування у різних галузях харчової промисловості:

Як називаються апарати, у яких відбувається процес перемішування:

На що витрачається підведена енергія при примусовому перемішуванні:

Вкажіть основні типи мішалок при механічному перемішуванні

Рисунок.2.1

Рисунок.2.2

Рисунок.2.3

Рисунок.2.4

Способи перемішування.

Пневматичне перемішування здійснюється за допомогою стислого повітря, що подається безпосередньо у середовище.

Наведіть схему пневматичного перемішування та поясніть призначення барботерів.

Рис.2.5

Потокове перемішування. Змішування потоків відбувається у корпусі і досягається за рахунок багатократного перемішування їх на діафрагмах, розсікачах та напівперегородках.

Доцільність застосування перемішування в трубопроводах зумовлена дешевиною і простотою цього способу

Наведіть схеми перемішувальних пристроїв для пластичних матеріалів.

Рис.2.6

Вкажіть галузі застосування даних пристроїв. _____

Диспергування це процес подрібнення рідких, твердих і газових речовин у рідині з метою утворення дисперсних систем. Диспергування вміщує три основні процеси: емульгування, гомогенізацію та розпилення рідин.

Поясніть, з якою метою застосовують у харчовій промисловості процес гомогенізації? _____

Циркулярне перемішування

Циркуляційне перемішування (рис. 2.7) здійснюється багатократним перекачуванням рідини по контуру: апарат 1 - циркуляційний насос 2 – апарат 1.

Трубопроводи, по яких рідина нагнітається в апарат, установлюють під деяким кутом до горизонталі та дотично до стінок апарата. Кінці трубопроводів постачаються спеціальними насадками 3, через які рідина розбризкується в об'ємі апарата. Такі устрої використовують замість механічного перемішування для одержання гомогенних (однорідних) розчинів і неоднорідних систем - суспензій або емульсій. У якості циркуляційного насоса використовують відцентровий або струминний.

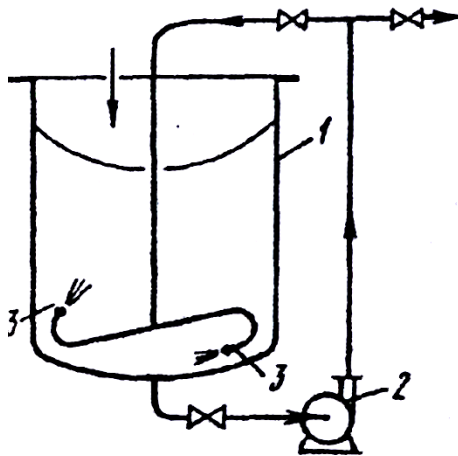


Рис. 2.7 Схема циркуляційного перемішування

У простому випадку ефективність перемішування може бути оцінена як ступінь рівномірності розподілення одного (ключового) компонента в усіх частинах об'єму, що перемішується:

$$\beta = \Delta C \cdot 100 / C_0, \% \quad (2.1)$$

де C_0 - середня концентрація ключового компонента при ідеальному його розподіленні у всьому об'ємі; ΔC - величина відхилення концентрації ключового компонента в окремих точках (пробах) об'єму, що перемішується, під середньої концентрації.

$$\Delta C = [(C_1 - C_0) + (C_2 - C_0) + (C_3 - C_0) + \dots + (C_m - C_0)] / m, \quad (2.2)$$

де $C_1, C_2, C_3, \dots, C_m$ - середні концентрації ключового компонента в окремих точках (пробах); m - число проб (точок), що аналізуються.

Псевдорозрідження. Сутність процесу полягає в тому, що під час продування повітря або рідини з певною швидкістю через шар зернистого матеріалу, що розташований на решітці, він переходить у завислий стан, набуває властивості текучості та переміщується по решітці.

Перемішування пластичних мас

До пластичних мас відносяться всі види борошняного тіста хлібопекарного, макаронного і кондитерського, шоколадні та конфетні маси, м'ясні, овочеві та рибні фарші, сирні маси, густі креми .

Якість цих продуктів та напівфабрикатів в значній мірі залежить від дисперсності та однорідності їх структури та рівномірності розподілення компонентів, що визначається процесом перемішування. При цьому перемішуванням вирішуються і ряд інших задач - розминання маси, насичення її повітрям і надання їй відповідних механічних властивостей. Інколи перемішування супроводжується процесами плавлення, твердіння.

Для перемішування пластичних мас використовують цілий ряд спеціальних типів змішувачів, які можуть бути розділені на дві основні групи: періодичної та безперервної дії. Вони можуть мати перемішувачі устрої з вертикальною або горизонтальною віссю.

Наведіть схеми пристроїв для перемішування пластичних мас.

Рис.2.8 Схеми перемішувачів для пластичних мас.

Розділення неоднорідних систем.

Розділення неоднорідних систем може відбуватись під дією різних сил: тяжіння, відцентрових, електричних та тиску.

Використовують наступні основні методи розділення: осадження, фільтрування, центрифугування та мембранні методи.

Осадження - процес розділення, при якому завислі в рідині або газі тверді або рідинні частинки дисперсної фази відділяють від суцільної фази під дією сили тяжіння, відцентрової або електростатичної сили. Осадження під дією сили тяжіння називають відстоюванням.

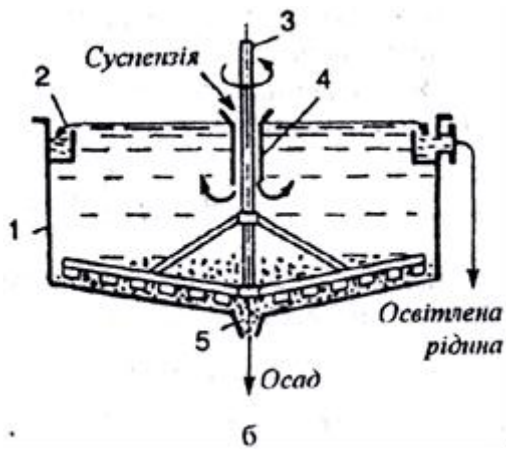


Рис.2.9 Схема відстійника.

Вкажіть позиції, винесені на рис.2.9

- 1 - _____
- 2 - _____
- 3 - _____
- 4 - _____
- 5 - _____

Поясніть галузь застосування відстійників:

Фільтрування - процес розділення з допомогою пористої перегородки, здатної пропускати рідину або газ і затримувати завислі в середовищі тверді частинки.

Ефективність апаратів для очищення газів оцінюється ступенем очистки

$$\eta = (V_1 x_1 - V_2 x_2) 100 / V_1 x_1 \%, \quad (2.3)$$

де V_1 і V_2 - об'ємні витрати відповідно запиленого і очищеного газу, $\text{м}^3/\text{с}$; x_1 і x_2 - концентрація завислих частинок відповідно в запиленому і очищеному газі, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Для розділення газових неоднорідних систем застосовують наступні одиниці обладнання:

рукавний фільтр, циклон, насадочний скруббер.

Поясніть в якому з перелічених пристроїв застосовується фільтруюча перетинка?

Які матеріали застосовують для виготовлення фільтрувальних перетинок?

Поясніть роботу відстійного газоходу, вкажіть основні складові.

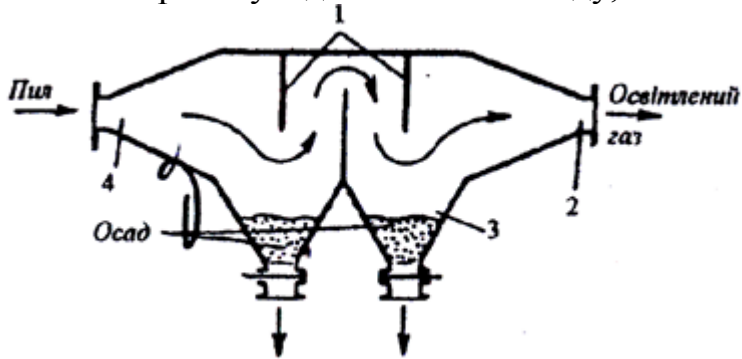


Рис.2.10 Схема відстійного газоходу.

Центрифугування - це процес розділення неоднорідних систем під дією поля відцентрових сил. Для створення поля відцентрових сил у техніці використовують два прийоми:

- 1) забезпечують обертальний рух потоку рідини (газу) в нерухомому робочому органі апарата;
- 2) потік неоднорідної системи спрямовують в робочий орган, що обертається, в якому відбувається їх спільне обертання.

У першому випадку процес називається циклонним, а апарат - циклоном, у другому - відцентровим осадженням або відцентровим фільтруванням, а апарат - центрифугою або сепаратором.

Що характеризує фактор розділення?

Вкажіть формулу, за якою можна визначити фактор розділення:

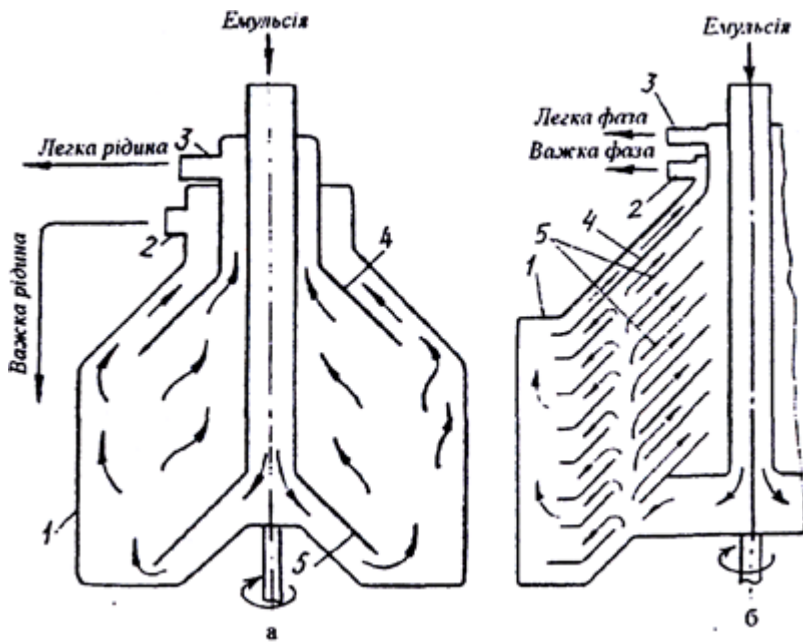


Рис.2.11 Схеми сепараторів.

Наведіть галузь застосування сепараторів:

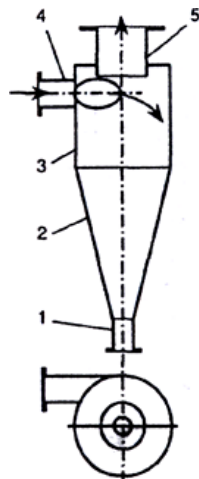


Рис.2.12 Схема циклона.

Поясніть будову та принцип дії циклону.

Чи можна застосовувати циклони для розділення рідинних неоднорідних систем

Для нотаток

Розділ 3. Теплові процеси

Технологічні процеси, швидкість перебігу яких визначається швидкістю підведення або відведення теплоти, називаються тепловими процесами, а апаратура, що призначена для проведення цих процесів, називається тепловою.

Технологічні процеси виробництва різноманітних харчових продуктів включають цілий ряд основних теплових процесів, що є загальними для більшої частини харчових виробництв.

До основних процесів відносяться нагрівання та охолодження, випаровування (у тому числі випарювання) і конденсація, плавлення і твердіння.

Нагрівання - підвищення температури матеріалів, що переробляються шляхом підведення до них теплоти.

Охолодження - зниження температури матеріалів, що переробляються шляхом відведення від них теплоти.

Конденсація - перехід речовини з паро - або газоподібного стану в рідину шляхом відведення від неї теплоти.

Випаровування - перехід рідини в пару шляхом підведення до неї теплоти.

Випарювання - процес згущення розчинів шляхом вилучення з них частини води випаровуванням.

Плавлення - фазовий перехід речовини з твердого стану в рідкий за рахунок підведення до неї теплоти.

Твердіння - перехід речовини з рідкого чи пластичного стану в твердий шляхом відведення теплоти.

Поряд з цими процесами широке розповсюдження мають специфічні теплові процеси, що притаманні ряду харчових виробництв, у тому числі й виробництву продукції громадського харчування. До них можна віднести процеси пастеризації, стерилізації, варення, смаження та ін.

Вкажіть перелік теплових процесів: _____

Поясніть, що являється рушійною силою теплових процесів _____

У більшості випадків в процесі теплообміну температури теплоносіїв змінюються вздовж поверхні теплообміну, тому в теплових розрахунках використовується середня різниця температур.

На практиці зустрічаються такі схеми руху теплоносіїв (рис.3.1):

а) прямотечія - обидва теплоносії рухаються паралельно один одному в одному напрямку; б) протитечія - паралельний зустрічний рух; в) перехресна течія - рух у взаємно перпендикулярному напрямку; г) змішана течія - один або два теплоносії роблять декілька ходів у апараті, омиваючи одну частину його поверхні за схемою прямотечії, іншу за схемою протитечії або перехресної течії.

На рис. 3.2 у координатній системі: температура (по вісі ординат) - площа поверхні нагрівання апарата (по вісі абсцис), графічно представлено характер зміни температур нагрівуючого теплоносія, і теплоносія, що нагрівається, вздовж поверхні теплообміну за постійної температури нагрівуючого агента (а), постійної температури агента, що охолоджує (б), прототечії (в) і протитечії (г).

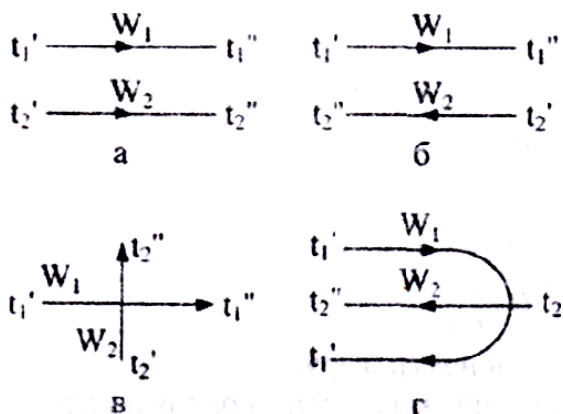


Рис.3.1 Схема напрямку руху теплоносіїв при теплообміні

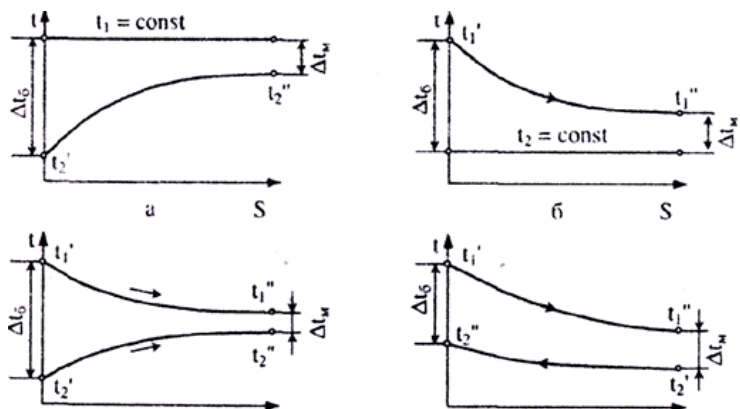


Рис.3.2. Схема зміни температур теплоносіїв вздовж поверхні теплообміну

Вкажіть, який спосіб нагрівання середовищ зображено на рис.3.3 та 3.4:

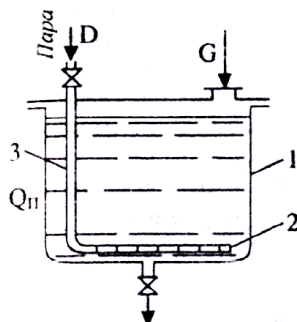


Рис.3.3

Нагрівання середовищ _____

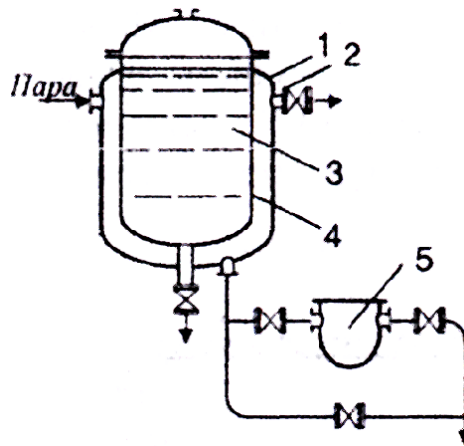


Рис.3.4

Нагрівання середовищ _____

Нагрівання електричним струмом

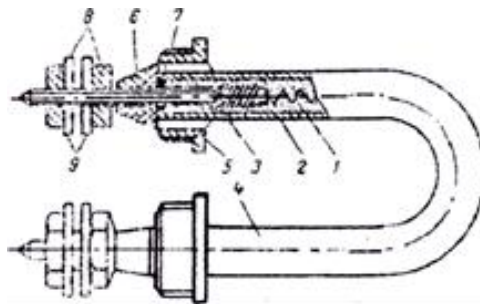


Рис.3.5 Трубчастий електронагрівач

ТЕНи широко використовуються в тепловому обладнанні підприємств громадського харчування: харчоварильних котлах, жарильних і пекарських шафах, фритюрницях, сковородах та інших апаратах. Ними обладнується теплообмінна апаратура багатьох харчових виробництв малої та середньої потужності.

Кількість теплоти, що необхідно підвести у процесі нагрівання електричним струмом, визначається з теплового балансу

$$Q_e + Gct_{\text{п}} = Gct_{\text{п}} + Q_{\text{в}} \quad (3.1)$$

де Q_e - теплота, що підводиться до апарата електронагрівачем, Дж; $Q_{\text{в}}$ - втрати теплоти в довкілля, Дж.

$$Q_e = Gc (t_K - t_n) + Q_{\text{в}} \quad (3.2)$$

Потрібна потужність електронагрівача (у Вт) дорівнює

$$P = \frac{Q_e}{\tau \eta}$$

Завдання: наведіть перелік речовин, що використовуються як теплоносії у теплообмінних апаратах. Вкажіть їх переваги та недоліки.

Схеми теплообмінних апаратів.

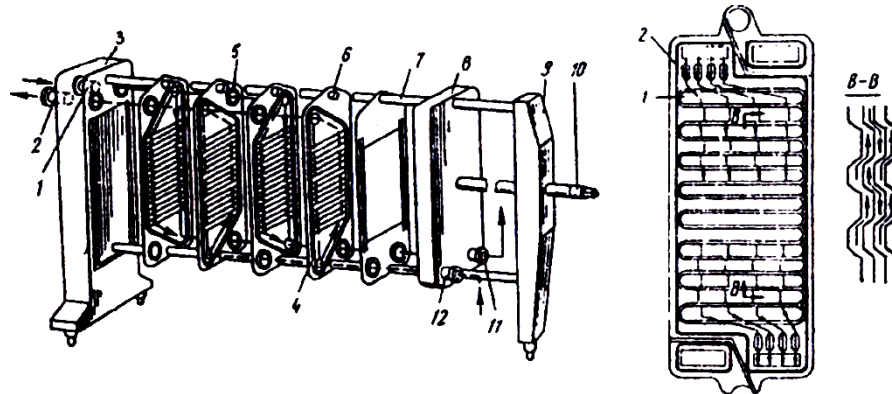


Рис.3.6 Пластинчастий теплообмінник

Пластинчасті теплообмінники знайшли широке застосування для охолодження та підігрівання різноманітних рідин (молока, соків, вина, пива та ін.) з робочими температурами до 250°C з тиском до 1.5 МПа.

Теплообмінник (рис. 3.6) складається з пакету гофрованих металевих пластин. Між пластинами утворюються герметичні канали 1, в яких здійснюється протиточна течія гарячого і холодного теплоносіїв. Пластини гофровані для того, щоб збільшити поверхню теплообміну і створити турбулентну течію рідини у вузьких каналах, відстань між якими дорівнює 3. .10 мм. Пластини відокремлюються одна від одної прокладками 2 і мають два отвори по кутах для входу і виходу одного теплоносія, що циркулює в герметичному каналі. Через два інших кутових отвори в пластині втікає і витікає інший теплоносій. Пластини стягнуті зажимами.

Внаслідок високих швидкостей руху рідини між пластинами досягається високе значення коефіцієнта тепло передачі з малим гідравлічним опором.

Завдання Наведіть схему, поясніть будову та принцип дії кожухотрубного теплообмінника.

Схема кожухотрубного теплообмінника.

Принцип дії _____

Наведіть формулу для визначення теплового навантаження на теплообмінник.

Випарюванням називається процес концентрування розчинів твердих нелетких речовин шляхом вилучення леткого розчинника під час кипіння. За допомогою випарювання одержують і перенасичені розчини, в яких після цього проводять кристалізацію, наприклад, розчини сахарози, фруктози, молочного цукру та інші.

Випарювання широко застосовують у цукровому, консервному, кондитерському, молочному та інших виробництвах для концентрування цукрових та вітамінних сиропів," плодових і овочевих соків, фруктово-ягідних начинок, молока, вершків та ін. Особливо важливий цей процес при виробництві цукру.

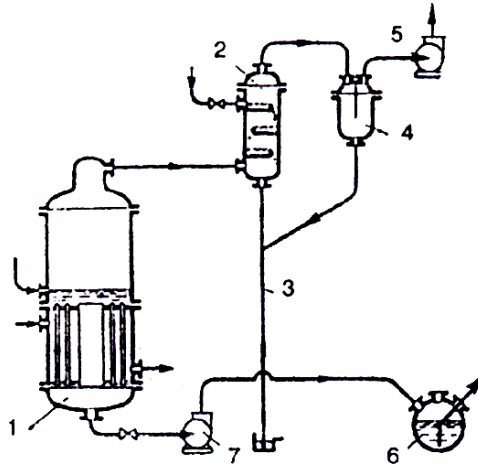


Рис.3.7 Схема випарної установки:

Установка складається з випарного апарату 1, конденсатора 2 з барометричною трубою 3, уловлювача рідини 4, вакуум-насоса 5 і збірника готової продукції 6.

Завдання: вкажіть основні складові та принцип дії випарного апарату:

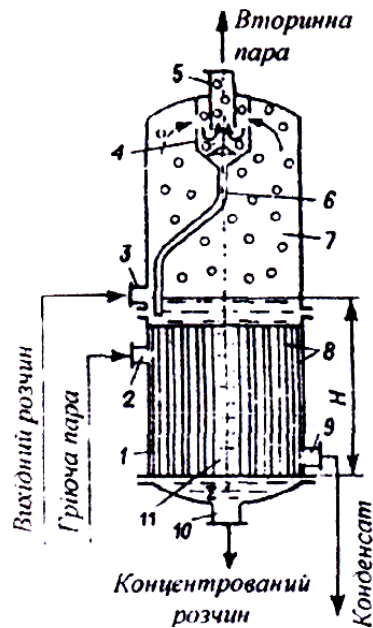


Рис.3.8 Схема випарного апарату:

Розділ 4. Механічні процеси

Подрібненням називають процес поділу твердого матеріалу на частинки, який здійснюється шляхом механічного впливу.

Процес подрібнення широко застосовують у різних галузях харчової промисловості, зокрема у м'ясо переробному, цукровому, борошняному, спиртовому, консервному, кондитерському.

Широке застосування має цей процес і у громадському харчуванні.

Вкажіть величину, що характеризує процес подрібнення.

Шматки матеріалу до і після подрібнення звичайно не мають правильної форми. Тому на практиці розміри шматків визначають через розміри отворів сит, крізь які просівають сипкий матеріал до і після подрібнення.

Залежно від розмірів шматків вихідної сировини та кінцевого продукту дроблення умовно поділяють на кілька класів.

Вкажіть ці класи та відповідні їм розміри шматочків.

Наведіть способи подрібнення матеріалів

Вкажіть галузь застосування та основні складові зображених дробарок

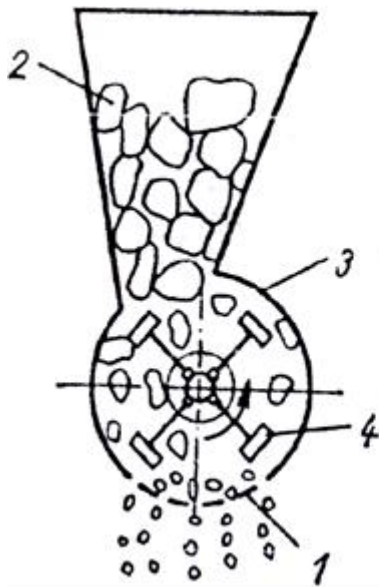


Рис.4.1 _____

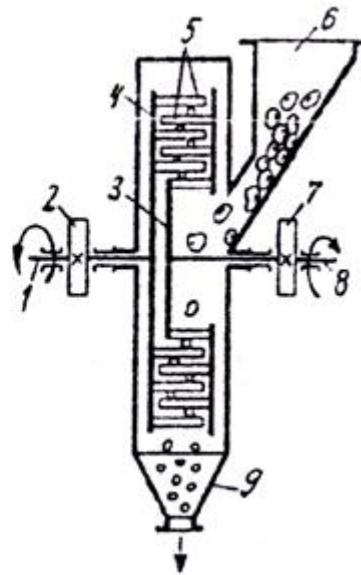


Рис.4.2 _____

Процес різання.

Різання надає сировині певної форми, розмірів та необхідної якості поверхні. Робочим органом у різальних машинах є ніж. На рисунку 4.3 представлено види ножів та види різання. Процеси різання застосовують у консервному, цукробуряковому, м'ясопереробному.

Ножам у різальних машинах надають обертового, поступального, поворотно-поступального, планетарного і вібруючого руху. Відомі різальні машини, а яких ножі нерухомі.

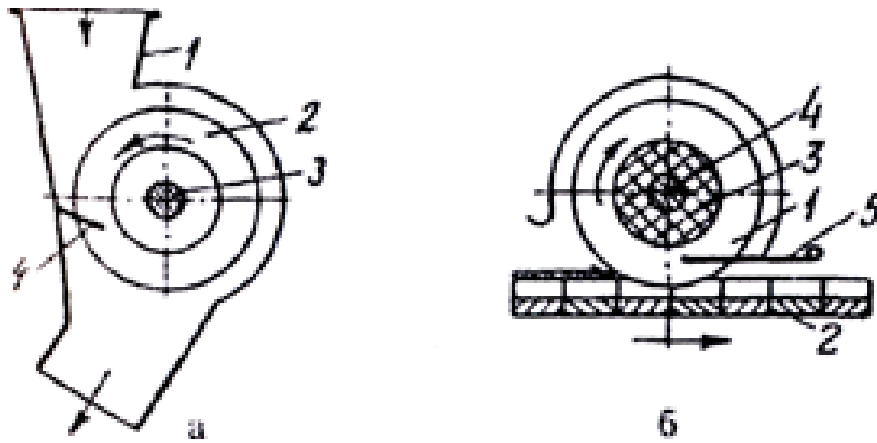


Рис.4.3 Схеми багатодискових різальних машин

Вкажіть основні складові та принцип дії зображених різальних машин.

Пресування.

Пресуванням називається процес механічної обробки продукту, коли його піддають зовнішньому тиску в спеціальних апаратах - пресах. Він має три основні мети:

- відділення рідини з твердих матеріалів (віджимання);
- надання пластичним матеріалам означеної форми (формування, штампування, екструзія);
- ущільнювання матеріалів для підвищення їх міцності і покращення транспортування (брикетування, таблетування і грануляція).

Для віджимання рідин використовують шнековий прес (рис.4.4)

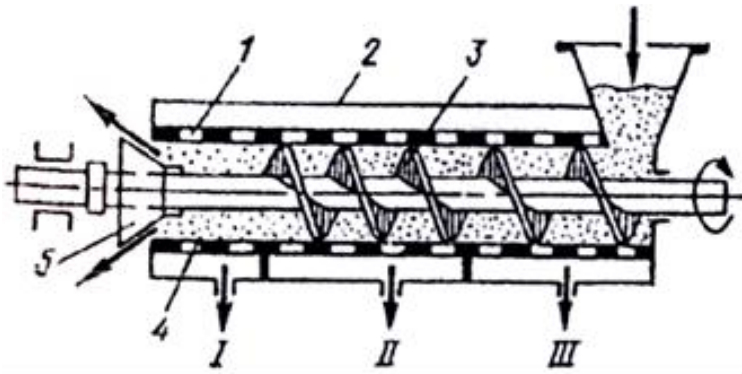


Рис.4.4. Схема шнекового преса

Вкажіть галузь застосування та основні складові шнекового преса

Продуктивність шнекового преса по сировині (у кг/с;)

$$M = Sv_0\rho\varphi \quad (4.1)$$

де S - площа поперечного перерізу внутрішньої порожнини камери ииипересування у місті розміщення першого витка шнека, зайнятої продуктом (у m^2);

$$S = \frac{\pi(d_0^2 - d_1^2)}{4} \quad (4.2)$$

де d_0 - зовнішній діаметр шнека, м; d_1 - внутрішній діаметр шнека, м;

v_0 - швидкість поступового переміщення продукту вздовж шнека (в м/с):

$$v_0 = \frac{nt}{60} \quad (4.3)$$

де t - шаг першого витка шнека, м; n - частота обертання шнека в хвилину;

ρ -об'ємна маса м'язги, kg/m^3 φ - сумарний коефіцієнт заповнення переріза шнека і всього преса ($\varphi = 0,3...0,8$).

Формування пластичних матеріалів.

Формуванням надають пластичним матеріалам визначену форму.

Використовується цей спосіб обробки для виготовлення з тіста хлібобулочних і макаронних виробів, формування хлібопекарських дріжджів, формування карамелі .

Вкажіть способи формування, що використовуються у харчових галузях.

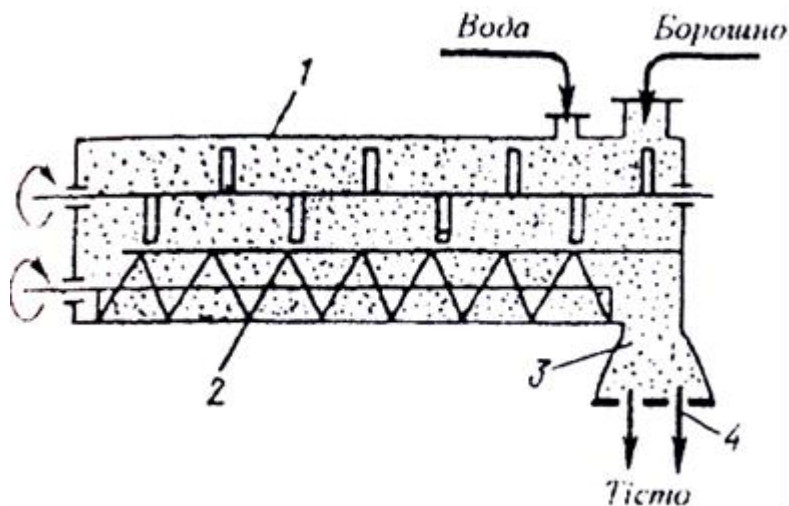


Рис. 4.5. Схема шнекового преса для виготовлення макаронів

Поясніть принцип дії та основні складові шнекового преса.

Сортування.

Процес розділення матеріалів по групах (класах) відповідно до їх розмірів, форми та інших властивостей називають сортуванням.

При цьому вирішують дві задачі:

- 1) одержання фракцій певної крупності або густини;
- 2) виділення із матеріалів забруднюючих їх домішок (пилу, піску, каменів, металічних предметів та ін.)

Процес сортування широко використовується у зернопереробній промисловості, при виробництві рослинних олій, на хлібозаводах, кондитерських, консервних, харчоконцентратних виробництвах. У харчовій промисловості використовуються такі способи сортування: за розміром, формою, густиною, магнітними та електростатичними властивостями частинок.

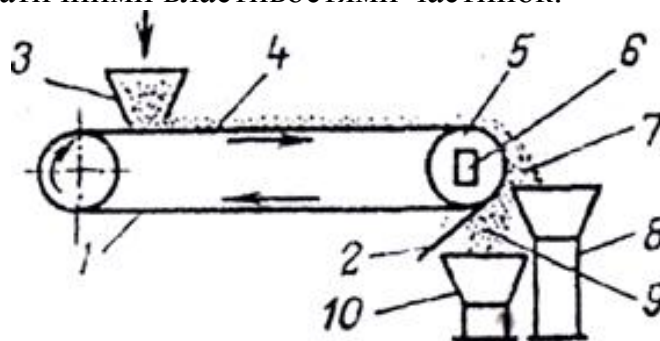


Рис.4.6 Схема магнітного сепаратора

Вкажіть спосіб проведення сортування та галузь застосування наведеної одиниці обладнання. (Рис. 4.6) Винесіть позиції.

Сортування за розміром частинок називається просіюванням або грохоченням; а машини, які використовуються для цього процесу, - розсівами або грохотами. Термін "грохочення" і "грохот" використовують при розділенні крупнозернистих і шматкових матеріалів, "розсів" і "сита" - при розділенні дрібнозернистих сипких матеріалів.

Основним елементом цих машин є устрої для просіювання, до яких підносяться: металічні (дротяні) і неметалічні (шовкові, поліамідні, капронові) плетені сита, а також решета із металічних чи полімерних листів із штампованими круглими або продовгуватими отворами (рис.4.7).

Плетені сита мають квадратні або прямокутні отвори шириною від 12 до 0,16 мм. Кожне сито характеризується номером і живим перерізом.

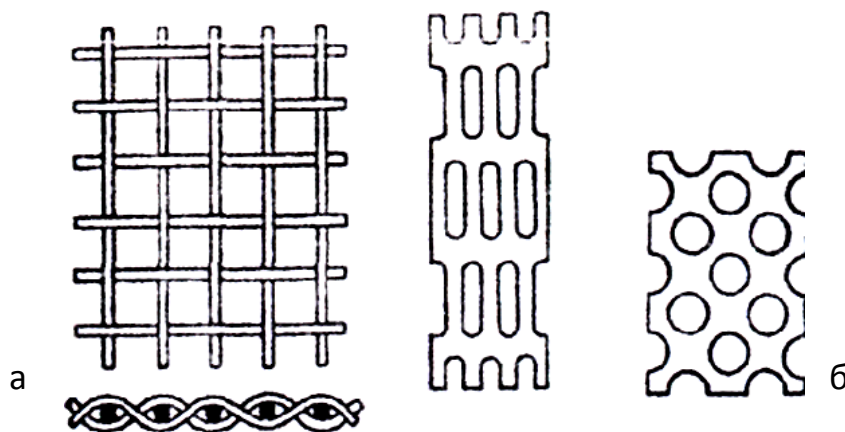


Рис.4.7 Сита плетені та штамповані

Дайте визначення поняттю «Живий переріз сит»

Що являється обов'язковою умовою процесу просіювання:

Наведіть схему сита - бурат. Поясніть галузь застосування, будову та принцип дії.

Рис. Схема сита-бурат

$$n = \frac{30}{\sqrt{r}} \quad (4.4)$$

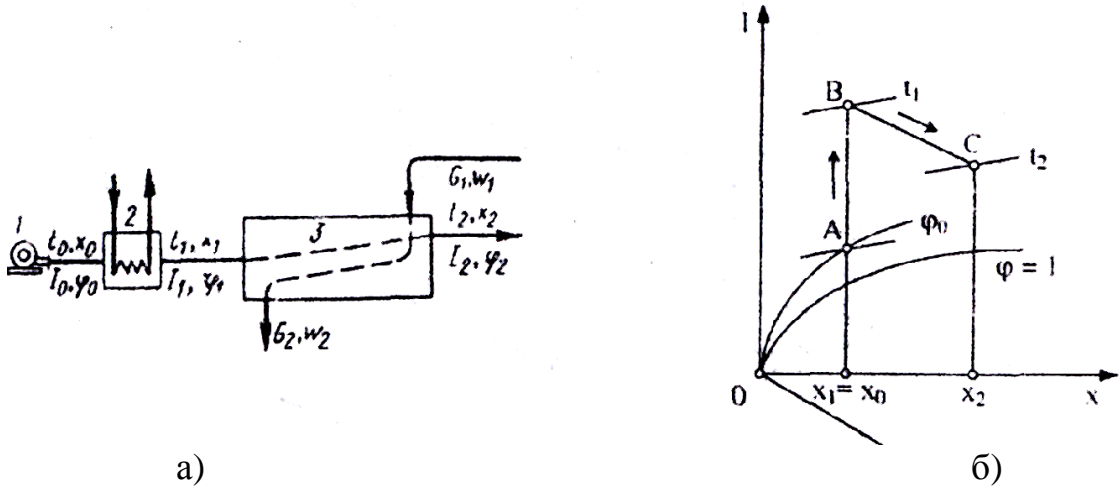
Поясніть, яка фізична величина характеризується виразом (4.4)

Розділ 5. Процеси сушіння

Процес сушіння застосовують у харчовому виробництві для зневоднення різноманітних вологих матеріалів.

Сушіння є одночасно тепловим та дифузійним процесом.

У харчових галузях застосовують штучне сушіння, тобто за допомогою нагрітого сушильного агента. Теоретичний процес сушіння будемо за допомогою діаграми i-d (дод.А)



а) б)
 Рис.5.1 а) схема повітряної сушарки б) зображення процесу сушіння на діаграмі i-d

Схеми сушарок:

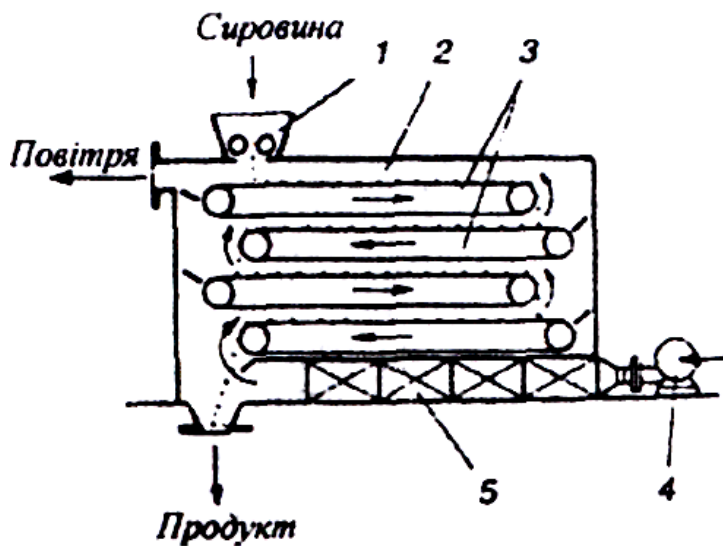


Рис.5.2. Схема стрічкової сушарки

Стрічкові сушарки безперервної дії (рис. 5.2) застосовуються для сушіння макарон, овочів, сухарів. У середині сушильної камери 2 розмішені один над одним декілька стрічкових транспортерів 3, стрічки яких рухаються у протилежних напрямках.

Матеріал зі завантажувального бункера 1 надходить на стрічку верхнього транспортера, перемішується вздовж сушильної камери 2 і після цього пересипається на розташований нижче транспортер. Повітря подається вентилятором 4. Нагрівається повітря у калорифери 5 і подається у сушильну камеру 2, де пронизує шар матеріалу на кожній перфорованій стрічці. Стрічкові сушарки бувають прямоточними або протитечійними. За рахунок цього у стрічкових сушарках досягаються м'які умови сушіння. Завдяки багаторазовому перемішуванню продукту під час пересипання зі стрічки одного транспортера на інший досягається рівномірність сушіння.

Завдання: вкажіть основні складові та принцип дії розпилювальної сушарки.

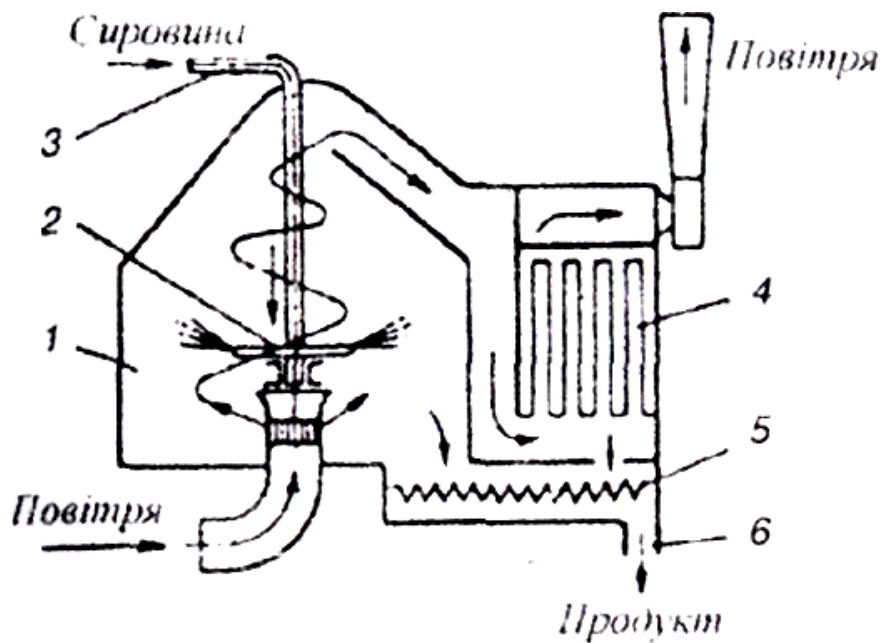


Рис.5.3. Схема розпилювальної сушарки

1 _____

2 _____ 3 _____

4 _____ 5 _____

6 _____

Розділ 6. Процеси масообміну

Масообмінними процесами називають процеси переходу однієї або декількох речовин з однієї фази в іншу через межу їхнього розділу в напрямку досягнення системою рівноважного стану. Перехід речовин відбувається завдяки конвективній і молекулярній дифузії. Такі процеси часто називають дифузійними.

Масовіддачею називають перенесення маси в межах однієї фази до межі розділу фаз або від неї, а загальний процес перенесення маси з однієї фази в іншу - масопередачею.

Абсорбцією називається масообмінний процес поглинання газу (пари) або вибіркового поглинання окремих компонентів з газової (парової) суміші рідкими поглиначами.

Адсорбцією називається процес вибіркового поглинання одного або декількох компонентів з газової, парової або рідкої суміші твердою речовиною - **адсорбентом**.

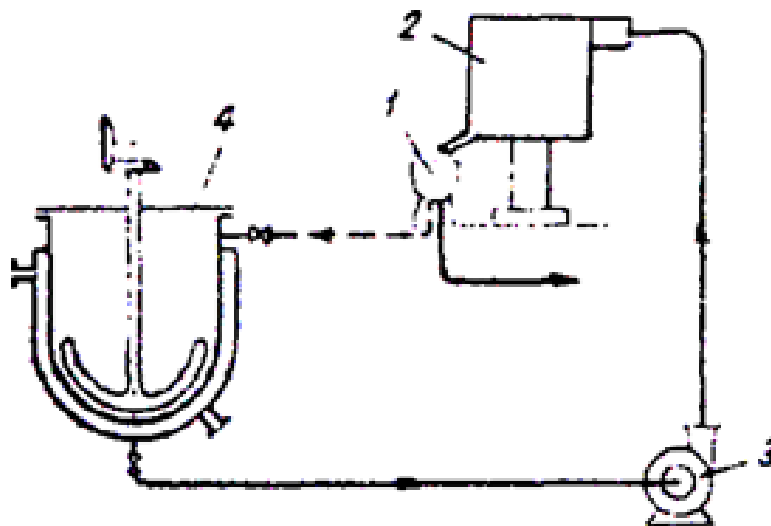


Рис.6.1 Схема установки для проведення процесу адсорбції

Змішувач 4 (посудина з оболонкою і мішалкою), в якому рідкий продукт змішується з адсорбентом. Після цього суміш насосом 3 перекачують на фільтрувальну центрифугу 2 або фільтрпрес (у випадку вибілювання олій). Продукт, що відфільтрувався, збирається у збірнику 1. Адсорбент після регенерації знову використовується.

Завдання: пояснити будову та принцип дії адсорбера з псевдозрідженим шаром.

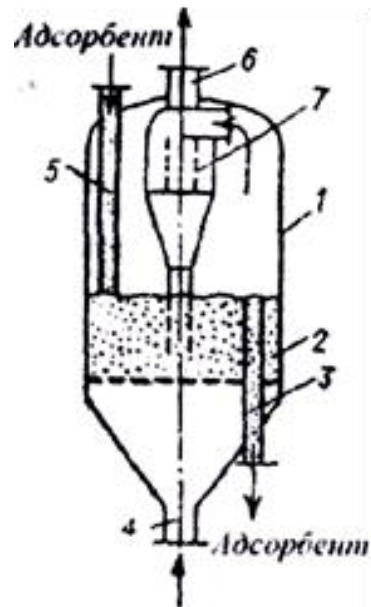


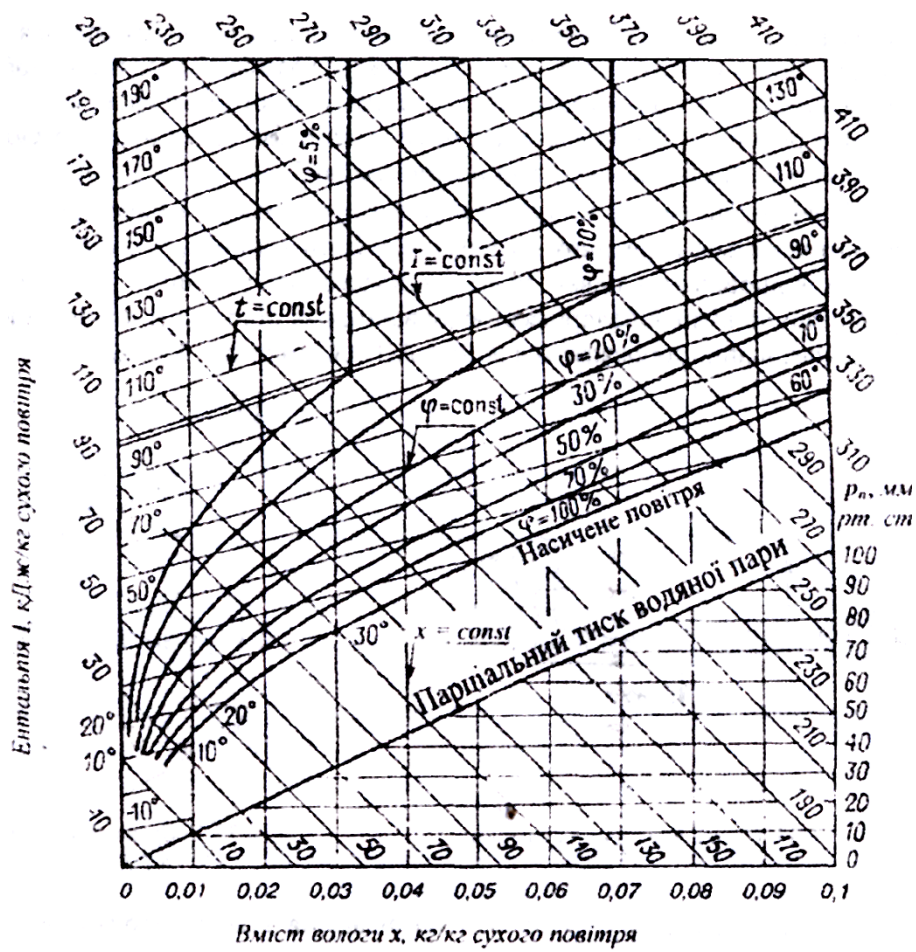
Рис.6.2 Схема адсорбери з псевдорозрідженим шаром

Література:

1. Процеси і апарати харчових виробництв / [І.Ф.Малежик., П.С.Циганков., П.М.Немирович та ін. ; за ред.професора І.Ф.Малежика. – К.:НУХТ, 2003. – 400 с.:іл..
2. Черевко О.І. Процеси і апарати харчових виробництв: [підруч.]/О.І.Черевко, А.М.Поперечний.–Харк. держ. акад. технол. та орг. харчування. - Харків, 2002. – 420с.
3. Процеси та апарати харчових виробництв: [А.М.Поперечний, О.І.Черевко, В.Б.Гаркуша, та ін.]; за ред. А.М.Поперечного. – К.:Центр учбової літератури, 2007.-304с.
4. Марценюк О.С. Процеси і апарати харчових виробництв: [підруч.]/О.С.Марценюк, Л.М.Мельник .- К.:НУХТ, 2011. – 407с.

Інформаційні ресурси:

1. <https://termoprom.com.ua/uk/information/articles/primenenie-teploobmennikov-v-molochnoj-promyshlennosti.php>
2. <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/339/1/2.pdf>
3. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Kylinchenko_2006_392.pdf



Діаграма стану вологого повітря $i-d$