**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Кафедра «Обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
Зав. кафедри ОПХВ імені
проф. Ф.Ю. Ялпачика
проф._____Кирило САМОЙЧУК
«_02_» _вересня__2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

# «ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ ХАРЧОВОЇ І ПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ»

для здобувачів ступеня вищої освіти «Доктор філософії»
на основі освітнього ступеня «Магістр»
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» за ОНП «Галузеве машинобудування»

Механіко-технологічний факультет

2022– 2023 н.р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Процеси і апарати харчової і переробної галузі» для здобувачів ступеня вищої освіти «Доктор філософії» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» ОНП «Галузеве машинобудування». - Запоріжжя, ТДАТУ, 2022. – 16 с.

Розробник: Самойчук К.О. д.т.н., проф.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри «Обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика»
Протокол № 1 від «29» серпня 2022 року
Завідувач кафедри ОПХВ ім. проф. Ф.Ю. Ялпачика
проф. _____ Кирило САМОЙЧУК
“_29_”_серпня_ 2022 року

Схвалено методичною комісією механіко-технологічного факультету зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
Протокол № 10 від «02» вересня 2022 року
Голова доц._____ Олена ДЕРЕЗА
“_02_”_вересня_2022 року

© ТДАТУ, 2022 рік

# 1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td colspan="2">денна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів 5</td><td>Галузь знань<br>13 "Механічна інженерія"</td><td colspan="2">За вибором студента</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 150</td><td rowspan="2">Спеціальність<br>133 «Галузеве машинобудування»</td><td>Курс</td><td>Семестр</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів –2</td><td>1-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Тижневе навантаження:<br>аудиторних занять – 4 год.<br>самостійна робота студента – 11 год.</td><td rowspan="8">Ступінь вищої освіти:<br>«Доктор філософії»</td><td>Вид занять</td><td>Кількість годин</td></tr>
<tr><td>Лекції</td><td>20 год.</td></tr>
<tr><td>Лабораторні заняття</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Практичні заняття</td><td>20 год.</td></tr>
<tr><td>Семінарські заняття</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота</td><td>110 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю:<br>екзамен</td></tr>
</table>

## 2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Передмова**

Науково-технологічний прогрес в галузевому машинобудуванні пов’язаний з формуванням нових знань та ідей, технологічним освоєнням наукових відкриттів, винаходів, результатів досліджень і розробок, впровадженням передових технологій, прогресивної техніки. Направленість викладення матеріалу обрані таким чином, щоб здобувач міг отримати необхідні відомості про раціональне використання машин і апаратів з мінімальним матеріалом і енерговитратами та максимальним використанням потужності харчового обладнання.

**Мета навчальної дисципліни** підготовка здобувачів до виробничо-технічної, проектно-конструкторської і дослідницької діяльності, пов'язаної із створенням і експлуатацією машин і апаратів харчових виробництв, використання ними знань, отриманих в результаті фундаментальної підготовки по загальних природничо-наукових і загально професійних дисциплінах для вирішення інженерних завдань, придбанні знань по наукових принципах апаратно-технологічного оформлення процесів галузевого машинобудування.

**Завданнями** дисципліни є:

− вивчення основ теорії роботи машин і апаратів харчових виробництв і методи розрахунку їх основних параметрів.

− вивчення принципових схем основних типів технологічного устаткування.

− вивчення пристрою, особливості експлуатації і допустимі навантаження на технологічне устаткування.

− аналіз шляхів розробки конструкцій нового устаткування і перспективного напряму його удосконалення.

**Результати навчання**

За результатами вивчення дисципліни студент повинен:

**знати:**

– основні поняття теорії гідромеханічних теплових и масообмінних процесів;

– основні технологічні процеси переробної галузі;

– принципи дії машин і апаратів для виконання процесів переробки сільськогосподарської продукції;

– принцип роботи обладнання і методи його інтенсифікації.

− основні проблеми науково-технічного розвитку техніки харчової промисловості;

− технологічне устаткування галузі (класифікація, пристрій, особливості експлуатації, шляху і перспективи вдосконалення устаткування, машин і апаратів);

− проблеми раціонального використання сировинних, енергетичних і інших видів ресурсів;

− напрями поліпшення якості переробляємої продукції;

− основи розрахунку технологічних процесів і апаратів.

**вміти:**

– використовувати на практиці відповідні апарати і машини;

− застосовувати теоретичні знання до рішення практичних інженерних завдань;

− знаходити оптимальні і раціональні технічні режими роботи устаткування;

− вибирати технологічне устаткування по основних параметрах для застосування в переробній галузі;

− проводити теоретичні і експериментальні дослідження в області технологічного устаткування і машин з використанням сучасних методів планування експерименту, засобів обчислювальної техніки;

− удосконалювати і оптимізувати діюче технологічне устаткування на основі аналізу якості сировини і вимог до кінцевої продукції;

− створювати технологічне устаткування, що характеризується відсутністю шкідливих речовин, що викидаються в довкілля з поліпшеною системою очищення повітря і води від шкідливих домішок;

− знаходити оптимальні і раціональні технічні режими роботи устаткування;

− вибирати технологічне устаткування по основних параметрах для застосування в переробній галузі;

− проводити теоретичні і експериментальні дослідження в області технологічного устаткування і машин з використанням сучасних методів планування експерименту, засобів обчислювальної техніки.

**отримати навички**: застосування теоретичних положення гідромеханіки тепло-і масообміну до рішення практичних інженерних задач; виконувати розрахунки пов’язані з вибором апаратів і машин для відповідних технологічних процесів; оцінки виробничих можливостей технологічного устаткування; визначення сучасними способами стану технологічного устаткування, організації і проведення профілактичних робіт (очистки, мийки, сушки); виконання стандартних випробувань за визначенням фізико-механічних показників сировинних матеріалів (вологість, температура, тиск); проведення розрахунків і конструювання типових вузлів технологічного устаткування, знаходження шляхів модернізації устаткування з метою підвищення якості продукції.

## 3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Змістовий модуль 1. Теплообмінні процеси

**Тема 1. Основи теплообмінних процесів [1, с.4…20; 2, с. 210…233]**

Прості та складні теплові процеси: Основні теплоносії. Основні кінетичні характеристики процесу теплопередачі. Теплові баланси апаратів. Основне рівняння теплопередачі. Рушійна сила теплообмінних процесів. Основні схеми руху теплоносіїв. Тепловіддача при нестаціонарному режимі.

**Тема 2. Способи передачі теплоти і їх основні закономірності [1, с.27…59; 2, с. 212…226; 3. с .145…162]**

Перенос теплоти теплопровідністю. Температурне поле;градієнт температур. Основний закон теплопровідності Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Температуропровідність. Конвективний теплообмін. Тепловіддача від плоскої стінки у газовому середовищі. Основний закон тепловіддачі – закон Ньютона –Райхмана. Теплопередача теплопровідністю і конвекцією. Теплове випромінювання.

**Тема 3. Нагрівання, випаровування, охолодження і конденсація [1, с.88…104; 2, с. 233…240; 3, с.163…194]**

Нагрівальні агенти та способи нагрівання. Нагрівання гарячою водою. Нагрівання водяною парою. Нагрівання гострою парою. Нагрівання топковими газами. Нагрівання електричним струмом. Процес випаровування рідини. Конденсація пари. Теплообмін при плівковій конденсації пари. Теплообмін при крапельній конденсації пари. Охолодження до звичайних температур. Характеристика процесу охолодження. Охолодження повітрям. Охолодження продуктів в рідкому середовищі. Охолодження в твердому середовищі.

**Тема 4. Процес випарювання [1, с.194…236; 2, с. 266…283; 3. с. 175…187]**

Загальна характеристика процесу випарювання. Випарювання під вакуумом. Випарювання під атмосферним тиском. Випарювання під підвищенням тиском. Рушійна сила процесу випарювання. Повна і корисна різниця температур. Однократне і багатократне випарювання. Способи випарювання. Елементи теорії процесу однократного випарювання. Багатократне випарювання. Теоретичні основи розрахунку багатокорпусних випарних установок. Випарювання із застосуванням теплового насоса і інжектора. Пристрій випарних апаратів. Класифікація випарних апаратів. Випарний котел з паровою сорочкою. Випарний апарат внутрішньо. Нагрівальною камерою. Випарні апарати з природною циркуляцією. Випарні апарати з примусовою циркуляцією розчину.

### Змістовий модуль 2. Масообміні процеси

**Тема 5. Основи масопередачі [2, с.292…317, 3, с. 212…228]**

Характеристика масообмінних процесів. Основне рівняння масо передачі. Коефіцієнт масо передачі. Дифузія. Закон Фіка; Коефіцієнт молекулярної дифузії. Кінетика масо передачі. Основне кінетичне рівняння. Основні закони

масо передачі, рушійна сила процесу. Перший закон Фіка. Другий закон Фіка. Основний закон масовіддачі.

**<u>Тема 6.</u> Перегонка та ректифікація бінарних сумішей [2, с.345…364;3 с.266…283]**

Характеристика процесів перегонки і ректифікації. Загальні відомості. Проста перегонка. Проста перегонка з дефлегмацією. Перегонка з водяною парою. Молекулярна перегонка. Основні закони процесів перегонки і ректифікації. Теоретичні основи процесів. Процес ректифікації бінарних сумішей. Матеріальний і тепловий баланси ректифікації. Флегмове число процесу. Схеми ректифікаційних установок.

**<u>Тема 7.</u> Процес сушіння сільськогосподарської продукції [2, с.437…459; 3, с.283…307]**

Характеристика процесу сушіння. Загальні відомості. Статика сушки. Форми зв′язку вологи з матеріалом. Хімічні зв′язана волога. Осмотична зв′язана волога. Капілярна зв′язана волога. Кінетика сушіння. Класифікація і конструкції сушилок.

## 4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Номер тижня | Вид занять | Тема заняття або завдання на самостійну роботу | Кількість | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | годин | | | | Ба-лів |
| | | | лк | лаб. | пр. | СРС | |
| **Змістовий модуль 1. Теплообмінні процеси** | | | | | | | |
| 1-2 | Лекція 1 | **Основи теплообмінних процесів** | 4 | – | – | – | – |
| | Практичне заняття 1 | Дослідження гідродинаміки процесу псевдозрідження зернистих матеріалів | – | – | 4 | – | 4 |
| | Самостійна робота 1 | Застосування тепла в апаратах і машинах переробних виробництв | – | – | – | 12 | 4 |
| 3 | Лекція 2 | **Способи передачі теплоти і їх основні закономірності** | 2 | – | – | – | – |
| | Практичне заняття 2 | Дослідження процесу пресування на плунжерній гідравлічній установці | – | – | 2 | – | 4 |
| | Самостійна робота 2 | Аналіз основних теплоносіїв | – | – | – | 11 | 3 |
| 4 | Лекція 3 | **Нагрівання, випаровування, охолодження і конденсація** | 2 | – | – | – | – |
| | Практичне заняття 3 | Дослідження процесу насичення води вуглекислим газом на абсорбційній установці | – | – | 4 | – | 4 |
| | Самостійна робота 3 | Сфера застосування випарних установок | – | – | – | 11 | 3 |
| 5 | Лекція 4 | **Процес випарювання** | 2 | | | | |
| | Самостійна робота 4 | Класифікація холодильних агентів і холодильних установок | – | – | – | 11 | 3 |
| 6, 7 | Самостійна робота 5 | Підготовка до ПМК1 | – | – | – | 10 | – |
| | ПМК 1 | Підсумковий контроль за змістовий модуль 1 | – | – | – | – | 10 |
| ***Всього за змістовий модуль 1*** | | | ***10*** | | ***10*** | ***55*** | ***35*** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Змістовий модуль 2. Масообміні процеси** | | | | | | | |
| 8-9 | Лекція 5 | **Основи масопередачі** | 4 | – | – | – | – |
| | Практичне заняття 4 | Дослідження процесу перемішування в рідкому середовищі | – | – | 2 | – | 4 |
| | Практичне заняття 5 | Вивчення складного руху моделі молотка дробарки | – | – | 2 | – | 4 |
| | Самостійна робота 6 | Характеристика процесу абсорбції і його застосування в абсорбційних холодильниках | – | – | – | 15 | 3 |
| 10-11 | Лекція 6 | **Перегонка та ректифікація бінарних сумішей** | 4 | – | – | – | – |
| | Практичне заняття 6 | Дослідження процесу простої перегонки бінарних сумішей | – | – | 4 | – | 4 |
| | Самостійна робота 7 | Методи очищення рідких продуктів за допомогою процесу адсорбції | – | – | – | 15 | 3 |
| 12 | Лекція 7 | **Процес сушіння сільськогосподарської продукції** | 2 | – | – | – | – |
| | Практичне заняття 7 | Дослідження процесу конвективної сушки харчових матеріалів | – | – | 2 | – | 4 |
| | Самостійна робота 8 | Процеси абсорбції та адсобції | – | – | – | 15 | 3 |
| 13-14 | Самостійна робота 9 | Підготовка до ПМК 2 | – | – | – | 10 | – |
| | ПМК 2 | Підсумковий контроль за змістовий модуль 2 | – | – | – | – | 10 |
| ***Всього за змістовий модуль 2*** | | | ***10*** | ***-*** | ***10*** | ***55*** | ***35*** |
| ***Екзамен*** | | | | | | | ***30*** |
| ***Всього з навчальної дисципліни*** | | | **20** | **-** | **20** | **110** | **100** |

## 5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВИНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ №1

1. Які технологічні процеси відносяться до теплообмінних?
2. Перерахуйте вимоги, що пред'являються до теплоносіїв.
3. Яка характеристика є основною для теплового процесу?
4. Яким рівнянням визначається зв'язок між кількістю переданої теплоти і розмірами теплообмінної апаратури?
5. Який процес називається теплопередачею? Яким законом він описується?
6. Який фізичний сенс коефіцієнта теплопередачі?
7. Якими способами може передаватися теплота від одного теплоносія до іншого?
8. У чому полягає сенс закону теплопровідності Фур'є?
9. Який фізичний сенс коефіцієнта теплопровідності?
10. Якими чаконами описується процес передачі теплоти випроміннення?
11. Який процес називається тепловіддачею і яким законом він описується?
12. Які параметри характеризують тепловіддачу при природній і вимушеній конвекції?
13. У чому сенс закону тепловіддачі(закон Ньютона) і який фізичний сенс коефіцієнта тепловіддачі?
14. Чому в розрахунковій практиці користуються критеріальними рівняннями конвективного теплообміну?
15. Які критерії теплової і гідродинамічної подібності входять в критеріальні рівняння конвективного теплообміну? Який їх фізичний сенс?
16. При природній або вимушеній конвекції теплообмін протікає більше інтенсивно? Чому?
17. У чому полягають особливості тепловіддачі при зміні агрегатного стану? Яким критерієм враховуються ці особливості? У чому фізичний сенс цього критерію?
18. Яка існує зв'язок між величинами коефіцієнта теплопередачі і коефіцієнта тепловіддачі?
19. 8 чим перебуває спільність і чим розрізняються коефіцієнти тепловіддачі і теплопередачі?
20. З яких величин складається загальний термічний опір теплопередачі?
21. Що є рушійною силою теплообмінних процесів? Як визначаються рушійні сили?
22. Чому в розрахунках теплообмінних процесів використовують середню рушійну силу? Як обчислюється середня рушійна сила?
23. Від яких чинників залежить розрахункова площа поверхні теплопередачі?
24. Якими способами можна інтенсифікувати процес теплопередачі?
25. Які методи нагрівання застосовують в харчових виробництвах? Дайте їх коротку характеристику.
26. З якого рівняння визначають витрату теплоносія для нагрівання?

27. Які способи нагрівання насиченою водяною парою приміняють в харчових виробництвах? Коли можна застосовувати нагрівання гострою парою? Як визначити витрату гріючої пари?

28. У яких випадках застосовують нагрівання паливневими газами

29. Які недоліки властиві нагріванню паливневими газами?

30. Які способи нагрівання електричним струмом використовують в харчових виробництвах? Дайте коротку характеристику цим способам нагрівання.

31. Для яких цілей застосовують випар в харчовій технології? Як визначити витрату теплоти на випар?

32. Які холодоагенти використовують для охолодження газів, пари і рідини?

33. Як вичислити витрату охолоджувальної води?

34. У яких апаратах здійснюється поверхнева конденсація? Від чого залежить витрата охолоджувальної води?

35. Чим розрізняються мокрі і сухі конденсатори?

36. На якому термодинамічному циклі ґрунтована робота парокомпрессійних холодильних машин?

37. Який цикл компресора термодинамічно вигідніший(сухий або вологий)?

38. Як збільшити холодильний коефіцієнт парокомпресійної холодильної машини?

39. Чим газокомпресійні холодильні машини відрізняються від парокомпресійних?

40. Назвіть принципи роботи абсорбційної холодильної машини.

41. У яких випадках застосовують холодильні розчини, наприклад хлорид натрію?

42. Як класифікуються теплообмінники за принципом дії?

43. На які типи діляться рекуперативні теплообмінники в залежності від конструкції?

44. Як влаштований одноходовий кожухотрубний теплообмінник?

45. За рахунок чого досягається інтенсифікація у багатоходових кожухотрубних теплообмінниках?

46. Які переваги і недоліки властиві кожухотрубних тепло-обміників?

47. Який з теплоносіїв пропускають по трубах, а який - в міжтрубному просторі?

48. У яких випадках застосовують теплообмінники типу "труба в трубі"? Які переваги і недоліки властиві цим теплообмінникам?

49. Як влаштований спіральний теплообмінник? Які переваги і недоліки він має?

50. Як влаштований пластинчатий теплообмінник? Які переваги і недоліки властиві пластинчатим теплообмінникам?

51. У яких випадках застосовують теплообмінники з ребристими поверхнями теплообміну?

52. Наведіть приклади регенеративних теплообмінників.

53. Які теплообмінники за принципом дії відносяться дозмішувальних?

54. Як влаштований і працює мокрий прямоточний конденсатор? Від чого залежать витрата охолоджувальної води і об'єм повітря, що відсисається з конденсатора?

55. Як влаштований і працює протитечійний сухий конденсатор змішення?

56. Від яких величин залежить висота барометричної труби? У чому її призначення?

57. З чого виходять при виборі конструкції теплообмінних апаратів?

58. У чому полягає конструктивний розрахунок теплообмінника?

59. Чим розрізняється конструктивний і перевірочний розрахунки?

## 6. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВИНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ №2

1. Які ознаки об'єднують усі масообмінні процеси?

2. У якому напрямі протікають масообмінні процеси? Як виражається рушійна сила процесу?

3. Який фізичний сенс коефіцієнтів масопередачі і масовіддачі? Яка існує між ними зв'язок?

4. Що характеризує робоча і рівноважна лінії процесу?

5. Як зображувати процес масопередачі графічно?

6. Якими законами описується перенесення речовини з ядра потоку до поверхні розділу фаз?

7. Який закон описує молекулярну дифузію?

8. Як можна визначити, коли процес протікає у внутрішньодифузійній області, а коли - у зовнішньодифузійної?

9. Чому в розрахунковій практиці користуються не диференціальними рівняннями масопереносу, а критерійними?

10. Чому при розрахунку масообмінних апаратів оперують з середньою рушійною силою процесу?

11. У яких випадках середню рушійну силу визначають через число одиниць перенесення?

12. У яких випадках можливо визначати середню рушійну силу як среднелогарифмическую?

13. Які приймаються схеми зміни концентрації розподілювальної речовини у взаємодіючих фазах в масообмінних апаратах при виведенні рівнянь середніх рушійних сил?

14. Оцініть, яка рушійна сила буде більше у разі, коли обидві фази ідеально перемішані.

15. Яка суть абсорбції? Яким законам масопередачі підкоряється процес абсорбції?

16. Якому закону підкоряється рівновага в процесах абсорбції? Які чинники сприяють абсорбції і десорбції?

17. Що є рушійною силою абсорбції? Як вона визначається?

18. Зображуйте процес абсорбції в координатах у - х. Як визначається середня рушійна сила процесу?

19. Які схеми абсорбція застосовує в техніці? Дайте техніко-економічну характеристику цих схем.

20. Як впливає витрата абсорбенту на розміри абсорбера. Чи може абсорбер працювати при мінімальній витраті абсорбенту?

21. З яких міркувань визначається оптимальна витрата абсорбенту?

22. Як видозмінюються і чому рівняння для визначення коефіцієнтів масовіддачі для добре і важкорозчинних газів?

23. Які конструкції абсорберів застосовуються в промисловості?

24. При яких режимах можуть працювати насадні абсорбери?

25. Які застосовуються насадки в абсорберах? Яким вимогам повинні задовольняти насадки?

26. У чому полягає розрахунок насадних і тарілчастих абсорберів?

27. Як визначається ефективність ступеня зміни концентрації? Який її фізичний сенс?

28. У чому відмінність теоретичної і дійсної східців зміни концентрацій?

29. Як визначається число дійсних східців зміни концентрації?

30. Які критерійні рівняння використовуються для розрахунків коефіцієнтів масовіддачі в газовій і рідкій середовищах?

31. У чому суть процесу адсорбції?

32. Якими механізмами взаємодії між молекулами адсорбтива і абсорбенту супроводжується адсорбція?

33. Які адсорбенти застосовують в харчовій промисловості? Назвіть сфери їх застосування.

34. Які властивості повинні мати адсорбенти?

35. Від яких чинників залежить рівновага при адсорбції?

36. Якими величинами визначається час захисної дії?

37. Як визначається і від чого залежить висота шару адсорбенту?

38. Який параметр служить для розмежування зовнішньо- і внутрідифузійній областей адсорбції?

39. Які конструкції адсорберів застосовують для очищення газових викидів?

40. Які конструкції адсорберів Застосовують для очищення розчинів в харчовій промисловості?

41. Які схеми адсорбційних установок застосовують для очищення розчинів і газових викидів?

42. У чому полягає розрахунок адсорберів періодичної і безперервної дії?

43. У чому принципова різниця механізму іонного обміну і адсорбції?

44. Які методи застосовують для розділення рідких однорідних сумішей? На яких властивостях рідких сумішей ґрунтовані ці методи розділення?

45. У чому полягають відмінності в поведінці ідеальних і реальних рідких сумішей?

46. Що таке проста перегонка? При розділенні яких сумішей її застосовують?

47. Які різновиди простої перегонки застосовуються в харчовій технології?

48. У чому полягає процес ректифікації?

49. Які допущення приймають при розрахунку процесів ректифікації? Як будують робочі лінії ректифікації?

50. Як визначають робоче флегмовое число?

51. Як впливає флегмовое число на енергетичні витрати і розміри колони ректифікації?

52. Як розраховують число тарілок і висоту колони ректифікації?

53. Які конструкції колон ректифікації застосовують в харчової технології? У чому полягає відмінність в їх роботі?

54. Який процес називається сушкою?

55. Чому сушка є складним тепломасообмінним процесом?

56. Які види сушки застосовують в харчових виробництвах?

57. Що є рушійною силою сушки? Коли відбувається сушка і коли - зволоження матеріалу?

58. За якими даними і як визначається характер зв'язку вологи з матеріалом?

59. Що таке енергія зв'язку з матеріалом? Чому дорівнює витрата теплоти на видалення вільної вологи?

60. Чому дорівнює загальна витрата теплоти на сушку? Як визначити витрату теплоти на видалення пов'язаної вологи?

61. Чому процес сушки розділяється на перший і другий періоди?

62. Які чинники визначають швидкість сушки в першому періоді?

63. Які чинники визначають швидкість сушки в другому періоді?

64. Чому для опису процесу сушки в другому періоді використовують наближений закон?

65. На що витрачається теплота при конвективній сушці?

66. Чим відрізняється ідеальна сушка від реальної?

67. Як побудувати реальний процес сушки в і- х-диаграмме?

68. Які відомі конструкції конвективних сушарок?

69. Які відомі конструкції контактних сушарок?

70. Які матеріали доцільно сушити в конвективних сушарках, а які - в контактних?

71. Які продукти сушать в розпорошувальних сушарках? Чому у ряді випадків сушарні установки роблять двоступінчатими?

72. Яким чином теплота теплоносія до матеріалу передається в конвективных і контактних сушарках?

73. Які спеціальні види сушки відомі?

74. У яких випадках застосовують сушку сублімації? На чому вона ґрунтована?

75. У чому суть процесу екстракції? Які компоненти беруть участь в процесі екстракції?

76. Які чинники визначають рівновагу в процесі екстракції? Від чого залежить коефіцієнт розподілу?

77. За яких умов рівновага в процесі екстракції описується прямою лінією?

78. Які діаграми зображують процеси екстракції?

79. У яких випадках можна зображувати процес екстракції на прямовугільній діаграмі у - х?

80. Які схеми процесів екстракції застосовують в харчовій промисловості?

81. Що таке модуль екстракції і як він впливає на положенні робочої лінії процесу на діаграмі у - х?

82. Як зображується процес протитечійної екстракції на трикутній діаграмі і в координатах у - х?

83. У яких апаратах проводять процеси екстракції?

84. Яким законам масопередачі підкоряються процеси екстракції?

85. Як розрахувати коефіцієнт масопередачі при екстракції в об-щем і окремих випадках?

86. Які переваги мають екстрактори з перемішуючими пристроями в порівнянні з гравітаційними?

87. У чому полягає принцип дії відцентрових екстракторів? Які переваги мають відцентрові екстрактори в порівнянні з іншими типами екстракторів?

88. У чому полягає кінетичний розрахунок екстракторів?

89. Якими величинами визначається висота колонного екстрактора

90. У чому суть процесу вилуговування? Які компоненти беруть участь в процесі вилуговування?

91. Які чинники визначають швидкість вилуговування?

92. У якому випадку швидкість вилуговування описується рівнянням Щукарева?

93. У чому полягає розрахунок екстракторів?

94. Як зображується процес протитечійної екстракції в трикутній діаграмі?

95. Як визначається число східців зміни концентрацій в трикутній діаграмі?

96. Назвіть схеми, по яких проводять процеси вилуговування.

97. Які конструкції екстракторів застосовуються в харчовій промисловості?

98. У чому полягає суть процесу кристалізації? Яке призначення процесу?

99. Які чинники впливають на рівновагу в процесах кристалізації?

100. Якими способами можна досягти пересичення розчину?

101. Перерахуйте методи кристалізації.

102. З яких стадій складається кристалізація?

103. Які чинники впливаю на якість отриманих кристалів?

104. Які застосовуються кристалізатори для кристалізації з відгоном частини розчинника? Чим вони відрізняються від випарних апаратів?

105. Які кристалізатори застосовують для кристалізації з охолодженням розчину?

106. Назвіть переваги методу кристалізації в псевдозрідженому шарі.

107. У чому полягає і як робиться розрахунок кристалізаторів?

## 7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова:

1. Процеси і апарати. Механічні та гідромеханічні процеси: Підручник / В. С. Бойко, К. О. Самойчук, В. Г. Тарасенко, В. О. Верхоланцева, Н. О. Паляничка, Є. В. Михайлов,О. О. Червоткіна. – Київ : ПрофКнига, 2021. – 466 с.

2. Поперечний А.М. Процеси та апарати харчових виробництв. / А.М. Поперечний, О.І.Черевко. - Київ. Центр учбової літератури., 2007. 304 с.

3. Шалугін В.С. Процеси та апарати промислових технологій. / В.С. Шалугін, В.М. Шминдін. - Київ. Центр учбової літератури., 2008.-392 с.

**Допоміжна:**

1. Конструкції і розрахунки машин та апаратів переробних виробництв: підручник / В. С. Бойко, К. О. Самойчук, В. Г. Тарасенко, О. П. Ломейко, В. О. лексієнко, С. В. Петриченко, А. А. Пупинін, Г. І. Гавдида. – Київ : ПрофКнига, 2021. 319 с.

2. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: за ред. Самойчука К.О. К : ПрофКнига, 2020. 428с.

3. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець. Вінниця: Нова книга, 2004. – 288

4. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов - Вінниця: Нова книга, 2001. 576 с.

## 8. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Освітній портал ТДАТУ http://op.tsatu.edu.ua/course/view.php?id=1807
2. Наукова бібліотека ТДАТУ http://www.tsatu.edu.ua/biblioteka/
3. Методичний кабінет кафедри ОПХВ ім. проф. Ф.Ю. Ялпачика.
4. Сайт кафедри ОПХВ ім. проф. Ф.Ю. Ялпачика http://www.tsatu.edu.ua/ophv/
5. Internet