

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


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

**ПОГОДЖЕНО**

Гарант ОПП «Галузеве  
машинобудування»  
проф. Кирило САМОЙЧУК

«\_1\_»\_вересня\_\_2023 р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ОПХВ  
ім. професора Ф.Ю. Ялпачика  
проф.  Кирило САМОЙЧУК\_  
«\_1\_»\_вересня\_\_2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Розрахунок і конструювання машин і апаратів»**

для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»  
зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"  
(на основі ОС Бакалавр)

Механіко-технологічний факультет

2023 – 2024 н.р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Розрахунки і конструювання машин і апаратів» здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування за ОПП Галузеве машинобудування». Запоріжжя, ТДАТУ, 2023. 15 с.

Розробник: Фучаджи Н.О., к.т.н., ст. викладач

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри «Обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика»

Протокол № 1 від «21» серпня 2023 року

Завідувач кафедри ОПХВ ім. професора Ф.Ю. Ялпачика,

д.т.н., проф.  Кирило САМОЙЧУК

“\_21\_”\_серпня\_2023 року

Схвалено методичною комісією механіко-технологічного факультету зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Протокол № 1 від «31» серпня 2023 року

Голова доц.  Олена ДЕРЕЗА

“\_31\_”\_серпня\_2023 року

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів <b>4</b>	Галузь знань <b><u>13 «Механічна інженерія»</u></b> (шифр і назва)	<b>Обов'язкова</b>	
Загальна кількість годин – <b>120 годин</b>	Спеціальність: <b><u>133 «Галузеве машинобудування»</u></b>	Курс	Семестр
Змістових модулів – <b>2</b>		<b>1-й</b>	<b>1 - й</b>
Тижневе навантаження: аудиторних занять – <b>3 год.</b> самостійна робота студента – <b>9 год.</b>	Ступінь вищої освіти: <b><u>Магістр</u></b>	<b>Вид занять</b>	<b>Кількість годин</b>
		Лекції	<b>10 год.</b>
		Лабораторні заняття	
		Практичні заняття	<b>20 год</b>
		Семінарські заняття	-
		Самостійна робота	<b>90 год.</b>
		Форма контролю: <b><u>екзамен</u></b>	

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Метою дисципліни** «Розрахунок і конструювання машин і апаратів» є підготовка студентів до виробничо-технологічної, проектно- конструкторської і дослідницької діяльності, пов'язаної із створенням і розрахунками машин і апаратів харчових виробництва; використання отриманих знань для вирішення інженерних завдань по апаратно- технологічному оформленню процесів, оцінки основних техніко-економічних характеристик устаткування, освоєння сучасних методик розрахунку конкретної конструкції машини або апарата харчового підприємства; придбання знань по основам теорії робот машин і апаратів і методами розрахунку їх основних параметрів. Крім цього треба сформувати у студентів знання вимог до аналізу шляхів розробки конструкцій нового устаткування і перспективного напрямку його удосконалення, аналізу стану і динаміки показників, що впливають на якість роботи технологічного устаткування.

### **Завдання дисципліни:**

- вивчити стан і динаміку показників надійності і довговічності устаткування;
- створення теоретичних моделей проектного устаткування, що дозволяють прогнозувати їх продуктивність і витрати енергії;
- вивчити розробку планів, програм і методик проведення досліджень, експериментальних зразків устаткування;
- вміти формувати мету проекту, програми рішення конструкторських завдань, критеріїв і показників досягнення цілей, побудова структури їх взаємозв'язків, виявлення пріоритетів рішення конструкторських проблем;
- вивчити розробку конструкторської частини проекту машини або апарату і розрахунок найбільш навантажених елементів на міцність;
- знати інформаційні технології при розрахунку і конструюванні нового або вдосконаленого устаткування.
- знати основні проблеми науково-технічного розвитку техніки харчової промисловості;
- вивчити технологічне устаткування галузі (класифікація, пристрій, особливості експлуатації, шляху і перспективи вдосконалення устаткування, машин і апаратів);
- знати проблеми раціонального використання сировинних, енергетичних і інших видів ресурсів;
- знати проблеми поліпшення якості продукції;
- вивчити основи проектування технологічного устаткування і ліній;

- вивчити методи розрахунку і конструювання робочих органів і інших вузлів машин харчової галузі;
- вивчити методика розрахунку техніко-економічної ефективності машин і апаратів.

### **Загальні компетентності:**

- ЗК1. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
- ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК4. Здатність бути критичним і самокритичним.
- ЗК5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК7. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК9. Здатність працювати в команді

### **Фахові компетентності:**

- ФК1. Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.
- ФК3. Здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії.
- ФК4. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.
- ФК5. Здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність

### **Програмні результати навчання:**

- РН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.
- РН3. Знати і розуміти процеси галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання.
- РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні
- РН8. Знати і розуміти процеси, машини і обладнання харчових і переробних виробництв та здійснювати їх розрахунки

**Soft skills:**

- комунікативні навички: письмове, вербальне й невербальне спілкування; вести суперечки і відстоювати свою позицію, спілкування в конфліктній ситуації; навички створення, керування й побудови відносин у команді.
- уміння виступати привселюдно: навички, необхідні для виступів на публіці та доведення своєї думки до соціуму; проводити презентації отриманих результатів.
- керування часом - уміння справлятися із завданнями вчасно, не відчуваючи дискомфорту.
- гнучкість і адаптивність: вміння пристосовуватися до отриманих результатів та за можливістю впливати на кінцевий результат.
- лідерські якості: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати та відстоювати рішення; уміння встановлювати мету та складати план її досягнення.
- особисті якості: креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до навколишніх.

**Міждисциплінарні зв'язки з урахуванням структурно-логічної схеми ОПШ «Галузеве машинобудування».**

Перелік навчальних дисциплін, знання з яких потрібні для вивчення освітньої компоненти: «Проектування технологічних систем», «Нові матеріали в машинобудуванні», «Технології педагогічних процесів».

Перелік навчальних дисциплін, вивчення яких у подальшому базується на матеріалі освітньої компоненти: «Комп'ютерне моделювання технологічних процесів», «Основи триботехніки в системах галузевого машинобудування».

### **3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

#### **Змістовий модуль 1. Машини і апарати для спеціальних технологій**

**Тема 1. Обладнання та машини для сушіння харчових продуктів. [1, с. 36...58; 2, с. 207...218].**

Загальні варіанти сушильних процесів. Сушіння з частковою рециркуляцією відпрацьованого повітря. Сушіння з частковою рециркуляцією відпрацьованого повітря і проміжним підігрівом в калориферах. Конструкції та розрахунок параметрів тунельної сушарки. Конструкції і розрахунок параметрів стрічкової сушарки. Загальні відомості. Будова J-d діаграми стану вологого повітря. Тепловий розрахунок конвективної сушарки. Теоретичний розрахунок робочого процесу сушарки і побудова його параметрів на J-d діаграмі. Розрахунок параметрів сушарки. Розрахунок дійсного параметру сушарки і побудови його параметрів на J-d діаграмі.

**Тема 2. Конструкції і розрахунок робочих елементів машин з оболонками, що повільно обертаються.**

Теоретичні відомості. Технологічний процес видалення вологи методом сушіння. Конструкції і розрахунок барабанної сушарки. Елементи теорії і розрахунок машин з оболонками, що повільно обертаються.

**Тема 3. Конструкції і розрахунок апаратів для простої дистиляції сумішей. Розрахунок процесу перегонки бінарних сумішей в ректифікаційних колонах. [1, с. 109...128; 2, с.133...146].**

Процес перегонки бінарних сумішей. Сутність процесу простої дистиляції. Терміни і визначення. Матеріальний баланс процесу перегонки. Основні закони процесу перегонки. Способи перегонки бінарних сумішей. Апарати для проведення простої перегонки бінарних сумішей. Бінарна проста дистиляція. Фракційна дистиляція. Проста дистиляція з дефлегмацією. Дистиляція з водяною парою. Фізико-хімічні основи процесу ректифікації. Матеріальний баланс процесу. Тепловий баланс ректифікаційної колони. Характеристика виробництва етилового спирту. Принцип дії браго ректифікаційних пристроїв. Принципові схеми процесів ректифікації та будова ректифікаційних колон. Періодично діючі ректифікаційні установки. Екстрактивна ректифікація. Азеотропна ректифікація. Теорія розрахунку браго ректифікаційних апаратів.

**Змістовий модуль 2 Машини і обладнання для теплообмінних процесів в переробній галузі**

**Тема 4 Теоретичні основи і машино-апаратне оформлення сорбційних процесів. Будова, принцип дії і розрахунок абсорбційних апаратів. [1, с. 152...163; 2, с. 256...269].**

Загальні відомості. Характеристика і принцип дії абсорбції. Сутність процесу абсорбції. Закон Генрі. Використання процесу абсорбції в харчових виробництвах. Конструкції і принцип дії абсорберів. Будова поверхневих абсорберів. Будова плівкових абсорберів. Типи плівкових абсорберів. Технологічний розрахунок плівкових абсорберів.

**Тема 5. Теоретичні основи і машинно- апаратного оформлення процесу адсорбції.**

**[1, с. 152...163; 2, с. 256...269].**

Технологічні аспекти процесу адсорбції. Характеристика процесу адсорбції. Процеси десорбції. Промислові адсорбенти і іоніти. Конструкції, принцип дії і розрахунок адсорберів. Вугільний адсорбер з нерухомим шаром адсорбента. Розрахунок вугільного адсорбера. Адсорбер з рухомим шаром адсорбента. Адсорбери з псевдо зріджувальним шаром. Теоретичні основи розрахунку адсорбера.



#### 4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Номер тижня	Вид занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість					балів
			годин					
			лк	лаб	прак	СРС		
<b>Змістовий модуль 1. <i>Машини і апарати для спеціальних технологій</i></b>								
1	Лекція 1	Обладнання та машини для сушіння харчових продуктів.	2	-	-	-	-	
	Практичне заняття 1	Конструкція та розрахунки камерної сушарки	-	2	-	-	3	
	Самостійна робота 1	Вивчення конструкції та розрахунку камерної сушарки	-	-	-	7	2	
2	Практичне заняття 2	Розрахунки конвективних сушарок графоаналітичним методом	-	2	-	-	3	
	Самостійна робота 2	Вивчення розрахунку конвективних сушарок графоаналітичним методом	-	-	-	7	2	
3	Лекція 2	Конструкції і розрахунок робочих елементів машин з оболонками, що повільно обертаються	2	-	-	-	-	
	Практичне заняття 3	Розрахунки і конструювання елементів машин з оболонками	-	2	-	-	3	
	Самостійна робота 3	Вивчення елементів машин з оболонками	-	-	-	7	2	
4	Практичне заняття 4	Розрахунок оптимальних розмірів циліндричних посудин та плоского днища на міцність	-	2	-	-	3	
	Самостійна робота 4	Вивчення конструкції циліндричних посудин	-	-	-	7	2	
5	Лекція 3	Конструкції і розрахунок апаратів для простої дистиляції сумішей. Розрахунок процесу перегонки бінарних сумішей в ректифікаційних колонах	2	-	-	-	-	

	Практичне заняття 5	Конструкції і розрахунок опорних елементів корпусів апаратів і посудин	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 5	Вивчити конструкції і розрахунок опорних елементів корпусів апаратів і посудин	-	-	-	7	2
6-7	Самостійна робота	Підготовка до ПМК -1	-	-	-	9	-
	ПМК 1	Підсумковий контроль за змістовий модуль 1	-	-	-	-	10
<b>Всього за змістовий модуль 1 – 60 год.</b>			<b>6</b>	<b>10</b>		<b>44</b>	<b>35</b>
<b>Змістовий модуль 2. Машини і обладнання для теплообмінних процесів в переробній галузі</b>							
8	Практичне заняття 6	Розрахунок параметрів брагоректифікаційного апарата		2			3
	Самостійна робота 6	Вивчити конструкцію та розрахунок параметрів брагоректифікаційного апарата				7	2
9	Лекція 4	Теоретичні основи і машино- апаратне оформлення сорбційних процесів. Будова, принцип дії і розрахунок абсорбційних апаратів	2	-	-	-	-
	Практичне заняття 7	Розрахунок корпусів тепло- масообмінних апаратів	-	2		-	3
	Самостійна робота 7	Вивчити конструкцію тепломасообмінних апаратів	-	-	-	7	2
10	Практичне заняття 8	Конструкції і розрахунки параметрів абсорберів	-	2		-	3
	Самостійна робота 8	Вивчення конструкції абсорберів	-	-	-	7	2
11	Лекція 5	Теоретичні основи і машинно- апаратного оформлення процесу адсорбції	2	-	-	-	-

	Практичне заняття 9	Розрахунок циліндричних корпусів апаратів, що працюють під дією внутрішнього тиску	-	2		-	3
	Самостійна робота 9	Вивчення конструкції циліндричних корпусів апаратів, що працюють під дією внутрішнього тиску	-	-	-	7	2
12	Практичне заняття 10	Конструкції і розрахунок елементів укріплення отворів в корпусах апаратів і посудин		2			3
	Самостійна робота 10	Вивчення конструкції елементів укріплення отворів в корпусах апаратів і посудин				7	2
13-14	Самостійна робота	Підготовка до ПМК -2	-	-	-	11	-
	ПМК 2	Підсумковий контроль за змістовий модуль 2	-	-	-	-	10
<b>Всього за змістовий модуль 2- 60 год.</b>			<b>4</b>	<b>10</b>		<b>46</b>	<b>35</b>
<b>Екзамен</b>							<b>30</b>
<b>Всього з навчальної дисципліни – 120 год.</b>			<b>10</b>	<b>20</b>		<b>90</b>	<b>100</b>

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

1. Який процес називається сушкою?
2. Чому сушка є складним тепломасообмінним процесом?
3. Які види сушки застосовують в харчових виробництвах?
4. Що є рушійною силою сушки?
5. Коли відбувається сушка і коли зволоження матеріалу?
6. За якими даними і як визначається характер зв'язку вологи з матеріалом?
7. Що таке енергія зв'язку з матеріалом?
8. Якій спосіб сушіння найбільш розповсюджений?
9. Чому дорівнює витрата теплоти на видалення вільної вологи?
10. Чому дорівнює загальна витрата теплоти на сушку?
11. Як визначити витрату теплоти на видалення пов'язаної вологи?
12. Чому процес сушки розділяється на перший і другий періоди?
13. Які чинники визначають швидкість сушки в першому періоді?
14. Які чинники визначають швидкість сушки в другому періоді?
15. Чому для опису процесу сушки в другому періоді використовують наближений закон?
16. В якій групі сушарки працюють в глибокому вакуумі при низьких температурах
17. На що витрачається теплота при конвективній сушці?
18. Чим відрізняється ідеальна сушка від реальної?
19. Які засоби зневоднювання відносяться до механічних?
20. Як побудувати реальний процес сушки в і-х-діаграмі?
21. Які відомі конструкції конвективних сушарок?
22. Які відомі конструкції контактних сушарок?
23. Які матеріали доцільно сушити в конвективних сушарках, а які - в контактних?
24. Які продукти сушать в розпорошувальних сушарках?
25. Чому у ряді випадків сушарні установки роблять двоступінчастими?
26. Яким чином теплота теплоносія до матеріалу передається в конвективних і контактних сушарках?
27. Розрахунки параметрів труби – сушарки які треба виконати
28. Які спеціальні види сушки відомі?
29. Які витрати пари на 1 кг вологи в шахтної сушарці
30. В які групи входять конвективні сушарки по тиску в робочому просторі?
31. При якому засобі підведення теплоти є безпосереднє торкання продукту сушильним агентом?
32. Яка швидкість потоку нагрітого повітря у трубі-сушарки?
33. Надати конструкцію камерної сушарки
34. На яких виробництвах застосовують камерні сушарки

- 35.3 яких агрегатів складається пневматична сушарка?
36. Якій рух агенту сушіння переважний у разі високої температури теплоагента?
37. Які розділи включає себе наука про сушіння?
38. Якій параметр не характеризує стан сушильного агенту?
39. Які властивості матеріалу змінюються під час технологічного процесу?
40. Від яких чинників залежить швидкість сушіння?
41. Які розрахунки камерної сушарки треба виконати?
42. У яких випадках застосовують сушку сублімації? На чому вона ґрунтована?

## **ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ № 2**

1. Яка суть абсорбції? Яким законам масопередачі підкоряється процес абсорбції?
2. Якому закону підкоряється рівновага в процесах абсорбції? Які чинники сприяють абсорбції і десорбції?
3. Що є рушійною силою абсорбції? Як вона визначається?
4. Зображуйте процес абсорбції в координатах  $y - x$ . Як визначається середня рушійна сила процесу?
5. Які схеми абсорбція застосовує в техніці? Дайте техніко-економічну характеристику цих схем.
6. Як впливає витрата абсорбенту на розміри абсорбера. Чи може абсорбер працювати при мінімальній витраті абсорбенту?
7. З яких міркувань визначається оптимальна витрата абсорбенту?
8. Як видозмінюються і чому рівняння для визначення коефіцієнтів масовіддачі для добре і важкорозчинних газів?
9. Які конструкції абсорберів застосовуються в промисловості?
10. При яких режимах можуть працювати насадні абсорбери?
11. Які застосовуються насадки в абсорберах? Яким вимогам повинні задовольняти насадки?
12. У чому полягає розрахунок насадних і тарілчастих абсорберів?
13. Як визначається ефективність ступеня зміни концентрації? Який її фізичний сенс?
14. У чому відмінність теоретичної і дійсної східців зміни концентрацій?
15. Як визначається число дійсних східців зміни концентрації?
16. Які критерійні рівняння використовуються для розрахунків коефіцієнтів масовіддачі в газовій і рідкій середовищах?
17. У чому суть процесу адсорбції?
18. Якими механізмами взаємодії між молекулами адсорбтива і абсорбенту супроводжується адсорбція?
19. Які адсорбенти застосовують в харчовій промисловості? Назвіть сфери їх застосування.
20. Які властивості повинні мати адсорбенти?
21. Від яких чинників залежить рівновага при адсорбції?
22. Якими величинами визначається час захисної дії?

23. Як визначається і від чого залежить висота шару адсорбенту?
24. Який параметр служить для розмежування зовнішньо- і внутрішньо-адсорбційних областей адсорбції?
25. Які конструкції адсорберів застосовують для очищення газових викидів?
26. Які конструкції адсорберів застосовують для очищення розчинів в харчовій промисловості?
27. Які схеми адсорбційних установок застосовують для очищення розчинів і газових викидів?
28. У чому полягає розрахунок адсорберів періодичної і безперервної дії?
29. У чому принципова різниця механізму іонного обміну і адсорбції?
30. Які методи застосовують для розділення рідких однорідних сумішей? На яких властивостях рідких сумішей ґрунтовані ці методи розділення?
31. У чому полягають відмінності в поведінці ідеальних і реальних рідких сумішей?
32. Що таке проста перегонка? При розділенні яких сумішей її застосовують?
33. Які різновиди простої перегонки застосовуються в харчовій технології?
34. У чому полягає процес ректифікації?
35. Які допущення приймають при розрахунку процесів ректифікації? Як будують робочі лінії ректифікації?
36. Як визначають робоче флегмовое число?
37. Як впливає флегмовое число на енергетичні витрати і розміри колони ректифікації?
38. Як розраховують число тарілок і висоту колони ректифікації?
39. Які конструкції колон ректифікації застосовують в харчовій технології? У чому полягає відмінність в їх роботі?

## **6 МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

Методи навчання, які використовуються в процесі проведення лекційних та практичних занять з навчальної дисципліни РКМА: лекції з використанням мультимедійних презентацій та проблемного викладання, робота в групах, розв'язування практичних завдань, вирішення творчих задач, самостійна робота

## **7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Базова**

1. Гладушняк О.К. Технологічне обладнання консервних заводів: підручник. Херсон: Грінь Д.С., 2015. 348 с.
2. Поперечний А.М. Процеси та апарати харчових виробництв. Київ. Центр учбової літератури., 2007. 304с.

### **Допоміжна**

1. Бойко В.С. Процеси і апарати харчових виробництв. Теплообмінні процеси: Підручник / В.С. Бойко, К.О. Самойчук, В.Г. Тарасенко, О.П. Ломейко: Мелітополь: видавничо поліграфічний центр «LUX» 2020. 329 с.

## 8. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Освітній портал ТДАТУ <http://op.tsatu.edu.ua>
2. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://www.tsatu.edu.ua/biblioteka/>
3. Сайт кафедри ОПХВ <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/>
4. Відкритий доступ до наукометричної та універсальної реферативної бази даних SCOPUS за посиланням <https://www.scopus.com>
5. Освітній портал ТДАТУ - посилання на сторінку дисципліни <http://op.tsatu.edu.ua/enrol/index.php?id=1404>