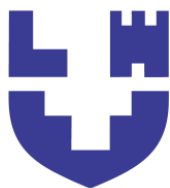


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



ЛУЦЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

## **ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

Методичні вказівки до самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітніх програм «Харчові технології» та «Експертиза харчових продуктів та продовольчої сировини» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G13 Харчові технології денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

УДК 664(075.8)

П 161

Голова вченої ради факультету митної справи,  
матеріалів та технологій ЛНТУ \_\_\_\_\_ В. В. Ткачук

Затверджено вченою радою факультету митної справи, матеріалів та  
технологій ЛНТУ, протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2026 року

Електронна копія друкованого видання передана для внесення  
в репозиторій ЛНТУ

Директор бібліотеки \_\_\_\_\_ Н. П. Поліщук

Рекомендовано до видання на засіданні кафедри харчових технологій та хімії  
ЛНТУ, протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2026 року

Завідувач кафедри ХТХ \_\_\_\_\_ І. М. Дударєв

Укладач: \_\_\_\_\_ С. Г. Панасюк, кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ

Рецензент: \_\_\_\_\_ І. В. Тараймович, кандидат технічних наук,  
доцент, доцент кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ

Відповідальний за випуск: \_\_\_\_\_ І. М. Дударєв, доктор технічних наук,  
професор, завідувач кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ

**П 161 Процеси і апарати харчових виробництв** [Текст]: методичні  
вказівки до самостійної роботи для здобувачів першого  
(бакалаврського) рівня вищої освіти освітніх програм «Харчові  
технології» та «Експертиза харчових продуктів та продовольчої  
сировини» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво  
спеціальності G13 Харчові технології денної та заочної форм  
навчання / уклад. С. Г. Панасюк. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 29 с.

Методичне видання складене відповідно до робочої програми з курсу  
«Процеси і апарати харчових виробництв,» для надання методичної допомоги  
здобувачам вищої освіти у виконанні самостійної роботи.

© С.Г. Панасюк, 2026

## ЗМІСТ

Передмова.....	
1 Вимоги до знань і вмінь студентів.....	5
2 Загальні методичні рекомендації до вивчення дисципліни.....	5
3 Форми контролю.....	7
4 Рекомендована література.....	9
5 Тематичне планування курсу.....	10
6 Рекомендації до вивчення окремих тем курсу.....	11
7 Підсумковий контроль.....	26

## ПЕРЕДМОВА

Дисципліна «Процеси і апарати харчових виробництв» є однією з фундаментальних складових професійної підготовки фахівців у галузі харчових технологій. Її вивчення спрямоване на формування у студентів знань про основні технологічні процеси та принципи роботи обладнання, що використовується в харчовій промисловості.

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів системи знань про основні закономірності перебігу технологічних процесів, принципи роботи обладнання, а також оволодіння методами розрахунку та аналізу роботи апаратів харчових виробництв для забезпечення їхньої максимальної ефективності та якості продукції.

Завдання вивчення дисципліни полягає у виробленні у студентів вміння:

- обґрунтовувати основні процеси харчових технологій;
- проводити розрахунок та проєктування апаратів для проведення технологічних процесів;
- застосовувати фізичні, хімічні і фізико-хімічні закони до технологічних процесів харчових виробництв;
- розробляти схеми машини та апарату;
- визначати оптимальні розміри машини та апарату.

Методичне видання складене відповідно до робочої програми з курсу «Процеси і апарати харчових виробництв,» для надання методичної допомоги здобувачам вищої освіти у виконанні самостійної роботи.

Під час підготовки методичних вказівок укладач використовувала напрацювання, що є в навчально-методичній літературі та інших джерелах, що представлені у списку використаних джерел.

## **1 ВИМОГИ ДО ЗНАТЬ І ВМІНЬ СТУДЕНТІВ**

У результаті вивчення дисципліни «Процеси та апарати харчових виробництв» студенти повинні знати та розуміти основні закономірності перебігу технологічних процесів, фізичні, фізико-хімічні та гідромеханічні основи роботи апаратів і машин харчових виробництв, принципи їх конструктивної побудови та функціонування, а також вплив основних технологічних параметрів на інтенсивність і ефективність процесів.

Студенти повинні вміти:

- аналізувати та обґрунтовувати вибір технологічного обладнання;
- розраховувати основні параметри процесів і апаратів;
- застосовувати отримані знання для вирішення інженерних і технологічних завдань у сфері харчових виробництв;
- організовувати, контролювати та управляти технологічними процесами переробки продовольчої сировини у харчові продукти, у тому числі із застосуванням технічних засобів автоматизації і систем керування;
- обирати сучасне обладнання для технічного оснащення нових або реконструйованих підприємств (цехів), знати принципи його роботи та правила експлуатації, складати апаратурно-технологічні схеми виробництва харчових продуктів запроєктованого асортименту;
- здійснювати технологічні, технічні розрахунки в рамках розроблення та виведення харчових продуктів на споживчий ринок, вести облік витрат матеріальних ресурсів.

## **2 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

Вивчення дисципліни «Процеси і апарати харчових виробництв» спрямоване на формування у здобувачів освіти системного інженерного мислення та комплексного розуміння закономірностей перебігу основних технологічних процесів, що використовуються у харчовій промисловості. Для успішного опанування навчального матеріалу студентам рекомендується вивчати дисципліну послідовно, починаючи з освоєння теоретичних основ процесів – гідромеханічних, теплових, масообмінних, механічних і фізико-хімічних – та переходячи до аналізу конструктивних особливостей апаратів, у яких реалізуються ці процеси. Особливу увагу слід приділяти встановленню взаємозв'язку між режимними параметрами процесу, конструкцією апарата та якістю готової продукції.

Під час підготовки до лекцій студентам доцільно заздалегідь ознайомлюватися з основними поняттями, термінами та визначеннями, а також опрацьовувати рекомендовані джерела літератури. Це сприятиме глибшому розумінню матеріалу та активнішій участі в обговоренні

навчальних питань. Лекційний матеріал необхідно систематизувати у вигляді конспектів із використанням схем, графіків і таблиць.

Виконання лабораторних і практичних робіт є важливим елементом вивчення дисципліни, оскільки дозволяє закріпити теоретичні знання та сформувані практичні навички роботи з технологічним обладнанням. Під час виконання робіт студенти повинні дотримуватися методичних вказівок, правил техніки безпеки та охорони праці, проводити аналіз отриманих результатів і робити обґрунтовані висновки.

Особливу увагу рекомендується приділяти розрахунковим завданням, які сприяють розвитку навичок інженерних розрахунків, уміння застосовувати теоретичні залежності на практиці та оцінювати ефективність роботи апаратів і процесів. Розрахунки слід виконувати з обов'язковим аналізом вихідних даних, перевіркою одиниць вимірювання та оцінкою достовірності результатів.

Самостійна робота студентів є невід'ємною складовою навчального процесу та передбачає опрацювання навчальної й науково-технічної літератури, підготовку до контрольних заходів, виконання індивідуальних завдань і рефератів. Для підвищення якості засвоєння матеріалу рекомендується використовувати сучасні інформаційні ресурси, електронні навчальні платформи та програмні засоби для моделювання технологічних процесів.

Контроль і оцінювання результатів навчання здійснюються у формах поточного, модульного та підсумкового контролю. Під час підготовки до заліку або іспиту студентам слід систематизувати вивчений матеріал, звертаючи увагу на фізичну сутність процесів, принципи роботи апаратів та їх практичне застосування у харчових виробництвах. У подальшому навчанні отримані знання під час вивчення дисципліни «Процеси і апарати харчових виробництв» рекомендується використовувати при вивченні дисциплін професійної підготовки «Технологічне обладнання галузі», «Загальні технології у харчовій галузі», під час проходження практики, виконання кваліфікаційної роботи.

Увесь матеріал можна систематизувати за окремими темами:

Тема 1. Зміст та завдання курсу «Процеси та апарати харчових виробництв». Моделювання процесів та апаратів.

Тема 2. Процес подрібнення.

Тема 3. Процес сортування.

Тема 4. Пресування і гранулювання.

Тема 5. Процес перемішування.

Тема 6. Розділення неоднорідних систем.

Тема 7. Теплова обробка харчових продуктів і матеріалів. Процес конденсації.

Тема 8. Процес випарювання.

- Тема 9. Основи масопередачі.  
Тема 10. Процес сушіння.  
Тема 11. Перегонка і ректифікація.  
Тема 12. Процес екстрагування.  
Тема 13. Сорбційні процеси.  
Тема 14. Кристалізація і розчинення.

### 3 ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів проходить у відповідності до положення «Про організацію освітнього процесу в Луцькому національному технічному університеті». Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти орієнтоване на заохочення їх до активної участі у забезпеченні якості освітнього процесу. Згідно системи оцінювання передбачено три види контролю: поточний, модульний та підсумковий.

**Поточний контроль** є обов'язковим та проводиться впродовж семестру з метою забезпечення зворотного зв'язку між науково-педагогічним працівником та здобувачами освіти у процесі навчання та для перевірки рівня теоретичної й практичної підготовки здобувачів освіти на кожному етапі вивчення навчальної дисципліни. Оцінювання результатів навчання здобувачів освіти під час поточного контролю відбувається шляхом: оцінювання результатів виконання індивідуальних та групових завдань; оцінювання активності при обговоренні проблемних питань; оцінювання вміння виконувати практичні/лабораторні та інші завдання, інтерпретувати одержані результати; оцінювання вміння захисту робіт; оцінювання результатів у формі тестових завдань тощо. Оцінка з поточного контролю визначається як середня арифметична оцінка з усіх навчальних занять та розраховується при оцінюванні після проведення останнього у семестрі навчального заняття. Ліквідація заборгованостей щодо поточних контрольних заходів може здійснюватися впродовж усього періоду вивчення навчальної дисципліни (освітньої компоненти) у семестрі.

**Модульний контроль** передбачає проміжне оцінювання якості засвоєння здобувачем освіти теоретичного і практичного матеріалу за певним змістовим модулем навчальної дисципліни. При модульному контролі оцінюванню підлягають: рівень теоретичних знань та практичні навички з тем, включених до змістового модуля; самостійне опрацювання тем; виконання індивідуальних завдань (КПЗ). Модульний контроль проводиться в наступних формах (або їх поєднанні): з використанням комп'ютерних технологій; в письмовій формі. Модульний контроль проводиться у терміни згідно з графіком освітнього процесу. Тривалість модульного контролю не повинна перевищувати 2 академічні години. Здобувачі, які з поважних причин не з'явилися на складання модульного контролю, допускаються до

складання за згодою декана. Здобувачі, які без поважних причин не з'явилися, за модульний контроль отримують 0 балів. Завдання модульного контролю виконується кожним здобувачем вищої освіти індивідуально. Самостійність виконання здобувачем вищої освіти отриманого завдання та дотримання встановленого порядку проведення контрольного заходу контролюється науково-педагогічним працівником. Під час контрольного заходу здобувачу забороняється в будь-якій формі обмінюватися інформацією з іншими здобувачами.

**Підсумковий контроль** проводиться з метою оцінювання результатів навчання здобувачів за національною шкалою і шкалою ЄКТС. Підсумковий контроль містить семестровий контроль успішності здобувача освіти. Семестровий контроль проводиться у формі екзамену в обсязі навчального матеріалу, визначеного робочою програмою навчальної дисципліни, і в терміни, встановлені навчальним планом/робочим навчальним планом, індивідуальним навчальним планом здобувача вищої освіти та розкладом занять та іспитів. Здобувач вищої освіти вважається допущеним до семестрового контролю (екзамену), якщо він виконав усі види робіт, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни. Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни, семестровий контроль з якої проводиться у формі екзамену, обчислюється як середньозважена результатів отриманих здобувачем вищої освіти з кожного модуля та семестрового контролю відповідно до їх вагових коефіцієнтів, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни.

Підсумковий контроль може проводитися в наступних формах (або їх поєднанні): з використанням комп'ютерних технологій; в письмовій формі; в усній формі (у виключних випадках). Здобувачі вищої освіти, які допущені до складання семестрового контролю, але з об'єктивних причин не можуть взяти в ньому участь із використанням визначених ЛНТУ технічних засобів, мають надати в деканат та екзаменатору відповідні підтвердуючі документи до початку семестрового контролю. У такому випадку екзаменатор повинен запропонувати альтернативний варіант складання семестрового контролю, який би забезпечував ідентифікацію особи здобувача вищої освіти, дотримання академічної доброчесності та можливість перевірки результатів його навчання. Результати підсумкового контролю оцінюються за 100-бальною шкалою і включаються в підсумкову оцінку з навчальної дисципліни як окремих заліковий модуль з відповідним ваговим коефіцієнтом.

**Підсумкова оцінка** (за 100-бальною шкалою) з навчальної дисципліни розраховується як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

## Залікові модулі та вагові коефіцієнти залікових модулів

Види контролю	Поточний контроль	Модульний контроль			Підсумковий контроль
		Заліковий модуль 2 (модуль 1)	Заліковий модуль 3 (модуль 2)	Заліковий модуль 4 (КПЗ)	
Залікові модулі	Заліковий модуль 1 (практичні/ лабораторні заняття)	Заліковий модуль 2 (модуль 1)	Заліковий модуль 3 (модуль 2)	Заліковий модуль 4 (КПЗ)	Заліковий модуль 5 (екзамен)
Вагові коефіцієнти	40%	15%	15%	10%	20%
Максимальна кількість балів (за 100 бальною шкалою)	100	100	100	100	100

Здобувач вищої освіти вважається таким, що склав екзамен, якщо він за результатами його складання набрав 60 балів і більше за шкалою ЄКТС. Оцінювання знань здобувачів здійснюється відповідно до загальних критеріїв паралельно за:

- 4-бальною шкалою (позитивні оцінки – «відмінно», «добре», «задовільно», негативна оцінка – «незадовільно»);
- 100-бальною накопичувальною шкалою ЄКТС.

### 4 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

#### *Базова*

1. Процеси і апарати харчових виробництв: підруч. / За ред. І.Ф. Малежика. К. : НУХТ, 2021. 419 с.
2. 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. Мелітополь, 2021. 445 с.
3. Процеси і апарати харчових виробництв. Теплообмінні процеси : підручник / В.С. Бойко, К.О. Самойчук, В.Г. Тарасенко, О.П. Ломейко. Мелітополь, 2020. 300 с.
4. Червко О.І. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум. Світ книг, 2020. 168 с.

#### *Допоміжна*

5. Dudarev, I., Holiachuk, S., Hunko, Y., Panasyuk, S. (2021). Modeling of the mixing process in the gravitational mixer using the theory of Markov chains. In: Tonkonogyi V. et al. (eds) Advanced Manufacturing Processes II. InterPartner 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 119–128.

6. Dudarev, I., Olkhovskiy, V., Panasyuk, S., Khomych, S. (2021). Simulation of the bulk and granular materials separation process in the scissor type gravity separator. In: Ivanov V., Pavlenko I., Liaposhchenko O., Machado J., Edl M. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. DSMIE 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Volume 2: Mechanical and Chemical Engineering. Springer, Cham, 218–227.

7. Engineering Principles of Unit Operations in Food Processing. Seid Mahdi Jafari. 2021. 477 p. <https://doi.org/10.1016/C2018-0-04154-7>

8. Berk Z. Food Process Engineering and Technology. 3rd Edition. Academic Press, 2018. 744 p. ISBN: 978-0-12-812018-7.

9. Heldman D.R., Lund D.B., Sabliov C.M. (Eds.) Handbook of Food Engineering. 3rd Edition. Press, 2019. 1231 p.

## 5 ТЕМАТИЧНЕ ПЛАНУВАННЯ КУРСУ

Для самостійної роботи рекомендується тематичне планування курсу, що представлено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Тематичне планування курсу для самостійної роботи

№ з/п	Тематика	Кількість годин	
		денна	заочна
	Змістовий модуль 1.	33	64
1	Тема 1. Зміст та завдання курсу «Процеси та апарати харчових виробництв». Моделювання процесів та апаратів Література: [1–3, 6, 10–15].	6	11
2	Тема 2. Процес подрібнення Література: [1–3, 6, 10–15].	5	10
3	Тема 3. Процес сортування Література: [1–3, 6, 10–15].	6	8,5
4	Тема 4. Пресування і гранулювання Література: [1–3, 6, 10–15].	4	8,5
5	Тема 5. Процес перемішування Література: [1–3, 10–15].	6	12,5
6	Тема 6. Розділення неоднорідних систем Література: [1–3, 6, 10–15].	6	13,5

№ з/п	Тематика	Кількість годин	
		денна	заочна
	Змістовий модуль 2	42	74
7	Тема 7. Теплова обробка харчових продуктів і матеріалів. Процес конденсації Література: [1–3, 6, 10–15].	4	8,5
8	Тема 8. Процес випарювання Література: [1–3, 6, 10–15].	4	9,5
9	Тема 9. Основи масопередачі Література: [1–3, 6, 10–15].	6	8
10	Тема 10. Процес сушіння Література: [1–3, 6, 10–15].	4	10,5
11	Тема 11. Перегонка і ректифікація Література: [1–3, 6, 10–15].	2	7,5
12	Тема 12. Процес екстрагування Література: [1–3, 6, 10–15].	8	10
13	Тема 13. Сорбційні процеси Література: [1–3, 6, 10–15].	6	10
14	Тема 14. Кристалізація і розчинення Література: [1–3, 6, 10–15].	8	10
	Усього годин	75	138

## 6 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ ОКРЕМИХ ТЕМ КУРСУ

У рекомендаціях до вивчення окремих розділів курсу подано короткий зміст питань, на які потрібно звернути увагу, та питання для самоконтролю. Вони дають змогу студенту перевірити рівень знань з процесів харчових виробництв, будову та технологічний процес апаратів для проведення цих процесів.

### 6.1. Зміст та завдання курсу «Процеси та апарати харчових виробництв». Моделювання процесів та апаратів

Під час вивчення цієї теми доцільно звернути увагу на основні терміни, що використовуються при вивченні дисципліни, кваліфікацію процесів, що проводяться при виробництві харчових продуктів. Рекомендується вивчити основні закони та положення, що застосовуються для пояснення

закономірностей перебігу технологічних процесів. Варто розглянути теореми подібності та їх застосування при моделюванні процесів та апаратів харчових виробництв.

*Питання для самоконтролю*

1. Як класифікують основні процеси харчових виробництв?
2. Що є рушійною силою механічних, гідродинамічних, теплових та масообмінних процесів?
3. Виникнення і розвиток науки про процеси і апарати.
4. Назвіть основні закони і принципи, які застосовують до конкретних процесів харчових виробництв.
5. В чому полягає принцип рушійної сили?
6. Сформулюйте теореми подібності.
7. Що таке критерій подібності?
8. Назвіть основні правила моделювання процесів та апаратів харчових виробництв.

## **9.2. Процес подрібнення**

Під час вивчення теми студентам необхідно зосередити увагу на розумінні фізичної сутності процесу зменшення розмірів твердих матеріалів, його ролі та значення у технологічних схемах харчових виробництв. Подрібнення є одним із базових механічних процесів, від якого значною мірою залежать ефективність подальших операцій, якість готової продукції та енергоємність виробництва.

Рекомендується розпочати вивчення теми з ознайомлення з класифікацією процесів подрібнення залежно від ступеня зменшення розмірів частинок (дроблення, помел), фізико-механічних властивостей сировини, а також способу прикладання руйнівних зусиль (роздавлювання, удар, стирання, різання). Особливу увагу слід приділити взаємозв'язку між властивостями матеріалу (твердість, крихкість, вологість, структура) та вибором способу і обладнання для подрібнення.

У процесі опрацювання теоретичного матеріалу студентам доцільно вивчити основні показники ефективності подрібнення, зокрема ступінь подрібнення, гранулометричний склад продукту, питому поверхню частинок, а також енергетичні витрати на здійснення процесу. Рекомендується розглядати ці показники з позицій їх практичного застосування в харчових технологіях.

Під час вивчення обладнання для подрібнення слід звернути увагу на конструктивні особливості та принцип дії дробарок і млинів різних типів (щокрових, валкових, молоткових, кульових, дискових тощо), їхні переваги та обмеження щодо використання у харчових виробництвах. Доцільно

порівнювати різні типи подрібнювальних машин за продуктивністю, енерговитратами, однорідністю подрібненого продукту та санітарно-гігієнічними вимогами.

#### *Питання для самоконтролю*

1. У чому полягає сутність процесу подрібнення твердих матеріалів?
2. Яке значення має процес подрібнення у технологіях харчових виробництв?
3. Чим відрізняються процеси дроблення та помелу?
4. Які основні способи руйнування матеріалів застосовують під час подрібнення?
5. Які фізико-механічні властивості сировини впливають на ефективність процесу подрібнення?
6. Як розмір частинок впливає на перебіг подальших технологічних процесів?
7. Які основні типи дробарок застосовують у харчовій промисловості?
8. У чому полягає принцип дії валкових дробарок?
9. Які особливості конструкції та роботи молоткових дробарок?
10. Для яких видів сировини доцільно застосовувати кульові млини?

### **6.3. Процес сортування**

Під час вивчення теми «Процес сортування» студентам необхідно усвідомити роль і значення операцій розділення сипких та штучних матеріалів у технологічних процесах харчових виробництв. Сортування є важливим етапом підготовки сировини та напівфабрикатів, що забезпечує стабільність технологічного процесу, підвищення якості готової продукції та ефективне використання обладнання на наступних стадіях виробництва.

Рекомендується розпочати вивчення теми з розгляду фізичної сутності процесу сортування та його відмінностей від суміжних процесів класифікації, сепарації та фракціонування. Особливу увагу слід приділити класифікації способів сортування залежно від ознак, за якими здійснюється розділення матеріалу, зокрема за розмірами частинок, формою, густиною, аеродинамічними властивостями, магнітною сприйнятливістю та оптичними характеристиками.

У процесі опрацювання теоретичного матеріалу студентам доцільно вивчити основні показники ефективності сортування, такі як точність розділення, вихід фракцій, продуктивність, втрати корисного продукту та енерговитрати. Рекомендується аналізувати вплив фізико-механічних властивостей матеріалу (розмір і форма частинок, вологість, сипкість, шорсткість поверхні) на ефективність процесу сортування та стабільність його перебігу.

Під час вивчення апаратурного оформлення процесу сортування слід зосередити увагу на принципі дії, конструктивних особливостях та умовах експлуатації основних типів сортувального обладнання, що застосовуються у харчовій промисловості: сит і решіт, барабанних і вібраційних грохотів, повітряних сепараторів, трієрів, магнітних та оптичних сортувальників. Доцільно порівнювати їх за продуктивністю, точністю сортування, універсальністю застосування та санітарно-гігієнічними вимогами.

#### *Питання для самоконтролю*

1. У чому полягає сутність процесу сортування матеріалів?
2. Які основні показники ефективності процесу сортування?
3. Що розуміють під точністю сортування та від чого вона залежить?
4. Які фактори визначають продуктивність сортувального обладнання?
5. Які основні методи сортування за розмірами частинок застосовують у харчових виробництвах?
6. У чому полягає принцип дії сит і грохотів?
7. Які особливості роботи вібраційних сортувальних машин?
8. У чому полягає принцип дії повітряних сепараторів?
9. Які переваги та обмеження сортування за аеродинамічними властивостями?
10. Яке призначення трієрів і де їх застосовують?

### **6.4. Пресування і гранулювання**

Під час вивчення теми «Пресування і гранулювання» студентам необхідно зосередити увагу на вивченні процесів ущільнення, формування та надання заданої форми сипким і пластичним матеріалам, що широко застосовуються у харчових виробництвах. Дані процеси мають важливе технологічне значення, оскільки забезпечують підвищення щільності продукту, покращення його транспортабельності, стабільність геометричних параметрів та споживчих властивостей готової продукції.

Рекомендується розпочати опрацювання теми з аналізу фізичної сутності процесів пресування і гранулювання, механізмів ущільнення матеріалу під дією зовнішніх сил, а також відмінностей між пресуванням, брикетуванням і гранулюванням. Особливу увагу слід приділити впливу фізико-механічних властивостей сировини (вологість, пластичність, дисперсність, коефіцієнт внутрішнього тертя) на перебіг процесів та якість сформованих виробів.

У процесі вивчення теоретичного матеріалу студентам доцільно опанувати основні показники, що характеризують ефективність пресування і гранулювання, зокрема ступінь ущільнення, міцність, однорідність і стійкість форми гранул або пресованих виробів, а також енерговитрати процесу.

Рекомендується аналізувати взаємозв'язок між технологічними параметрами (тиск, температура, швидкість пресування, тривалість впливу) та якісними характеристиками продукту.

Під час розгляду апаратного оформлення процесів пресування і гранулювання слід звернути увагу на принцип дії, конструктивні особливості та умови експлуатації основних типів обладнання: шнекових, валкових і гідравлічних пресів, грануляторів з матрицями різної конструкції, а також допоміжного обладнання. Доцільно порівнювати різні типи машин за продуктивністю, енергоефективністю, універсальністю застосування та відповідністю санітарно-гігієнічним вимогам харчових виробництв.

#### *Питання для самоконтролю*

1. У чому полягає сутність процесу пресування сипких і пластичних матеріалів?
2. Чим відрізняються процеси пресування, брикетування та гранулювання?
3. Які фізико-механічні властивості сировини впливають на ефективність пресування?
4. Яку роль відіграє вологість матеріалу у процесах пресування і гранулювання?
5. Які основні показники якості пресованих і гранульованих продуктів?
6. Що розуміють під ступенем ущільнення матеріалу?
7. Які чинники впливають на міцність і стабільність гранул?
8. Які основні способи формування гранул застосовують у харчовій промисловості?
9. У чому полягає принцип дії шнекових пресів?
10. Які конструктивні особливості валкових і гідравлічних пресів?

### **6.5. Процес перемішування**

Під час вивчення теми студентам необхідно зосередити увагу на розумінні фізичної сутності процесу перемішування, його призначення та значення у технологічних схемах харчових виробництв. Перемішування є одним із ключових гідромеханічних і механічних процесів, що забезпечує однорідність складу багатокомпонентних систем, інтенсифікацію масо- і теплообміну, а також стабільність якості готової продукції.

Рекомендується розпочати опрацювання теми з аналізу механізмів перемішування рідких, в'язких, пластичних і сипких середовищ, а також відмінностей між перемішуванням, змішуванням і диспергуванням. Особливу увагу слід приділити впливу фізико-хімічних властивостей середовищ

(густина, в'язкість, реологічні характеристики, гранулометричний склад) на вибір способу перемішування та типу обладнання.

У процесі вивчення теоретичного матеріалу студентам доцільно опанувати основні показники ефективності процесу перемішування, зокрема ступінь однорідності суміші, тривалість перемішування, енергетичні витрати, а також інтенсивність масо- і теплообміну. Рекомендується аналізувати взаємозв'язок між конструктивними параметрами мішалок і режимами їх роботи (частота обертання, форма робочих органів, напрямок потоків) та якістю отриманої суміші.

Під час вивчення апаратурного оформлення процесу перемішування слід звернути увагу на принцип дії та конструктивні особливості основних типів змішувального обладнання, що застосовується у харчових виробництвах: лопатевих, пропелерних, турбінних, шнекових, стрічкових і планетарних мішалок, а також барабанних і гравітаційних змішувачів. Доцільно порівнювати їх за ефективністю перемішування, універсальністю застосування, енергоємністю та відповідністю санітарно-гігієнічним вимогам.

#### *Питання для самоконтролю*

1. У чому полягає сутність процесу перемішування та яке його технологічне призначення?
2. Які фізико-хімічні та реологічні властивості середовищ впливають на ефективність перемішування?
3. Які основні показники ефективності процесу перемішування?
4. Що розуміють під ступенем однорідності суміші та як його оцінюють?
5. Які чинники впливають на тривалість процесу перемішування?
6. Як конструкція робочого органа мішалки впливає на інтенсивність перемішування?
7. Які типи мішалок застосовують для перемішування рідких середовищ?
8. Які мішалки використовують для в'язких і пластичних систем?
9. Яке обладнання застосовують для перемішування сипких матеріалів?
10. У чому полягає принцип дії лопатевих, пропелерних і турбінних мішалок?

### **6.6. Розділення неоднорідних систем**

Харчова промисловість це сфера, де розділення систем є критичним не лише для технології, а й для безпеки та органолептичних властивостей продукту. Тут методи розділення часто мають специфічні назви та особливості експлуатації. При вивченні цієї теми слід звернути увагу на

процеси харчових виробництв, у яких утворюються неоднорідні системи та особливості їх розділення.

Опрацювання теми доцільно розпочати з повторення основних понять про дисперсні системи та їх фізико-хімічні властивості. Особливу увагу слід приділити впливу розміру частинок, різниці густин фаз, в'язкості середовища та температури на перебіг процесів розділення.

Під час вивчення апаратів рекомендується:

– аналізувати схеми їх будови та принцип дії;  
– порівнювати різні типи обладнання за ефективністю та сферою застосування;

– звертати увагу на переваги й недоліки кожного методу розділення.

Для кращого засвоєння матеріалу доцільно використовувати технологічні схеми харчових виробництв, у яких реалізуються процеси розділення (очищення соків, молока, рослинних олій, суспензій цукрового виробництва тощо).

#### *Питання для самоконтролю*

1. Що називають неоднорідними (дисперсними) системами у харчових виробництвах?
2. Наведіть класифікацію неоднорідних систем залежно від агрегатного стану дисперсної фази та дисперсійного середовища.
3. У чому полягає сутність процесу відстоювання (осадження)?
4. Які фактори впливають на швидкість осадження частинок у рідині?
5. У чому полягає принцип дії фільтрування як методу розділення неоднорідних систем?
6. Які види фільтрів застосовують у харчових виробництвах?
7. У чому полягає принцип дії центрифугування?
8. Які переваги центрифугування порівняно з гравітаційним осадженням?
9. Які типи центрифуг використовують у харчовій промисловості?
10. Що таке сепарація та в яких випадках її застосовують?

### **6.7. Теплова обробка харчових продуктів і матеріалів. Процес конденсації**

Теплова обробка є одним із найважливіших етапів технологічних процесів харчових виробництв, оскільки забезпечує необхідні зміни фізичних, фізико-хімічних і біохімічних властивостей харчових продуктів і матеріалів. До процесів теплообміну відносять процеси нагрівання, охолодження, випарювання. Особливе місце займає конденсація, яка широко застосовується під час утилізації вторинної пари, у вакуум-випарних установках, теплообмінниках, стерилізаційних та пастеризаційних апаратах.

Вивчення процесів нагрівання, охолодження, конденсації дає змогу здобувачам освіти глибше зрозуміти закономірності теплообміну та принципи роботи теплообмінного обладнання, що використовується у харчовій промисловості. Основними завданнями при вивченні теплових процесів є засвоєння теоретичних основ теплової обробки харчових продуктів, вивчення механізму та видів теплової обробки, ознайомлення з конструкцією та принципом дії теплообмінних апаратів, формування навичок аналізу та розрахунку теплообмінних процесів та апаратів.

Опрацювання теми доцільно розпочати з повторення основ теплопередачі та термодинамічних властивостей водяної пари. Особливу увагу слід приділити фізичному змісту теплоти фазового переходу та її ролі у процесі конденсації.

#### *Питання для самоконтролю*

1. Що включає тепла обробка харчових продуктів і матеріалів?
2. Охарактеризуйте основні способи теплопередачі: теплопровідність, конвекція, теплове випромінювання.
3. В чому полягає фізична сутність теплових процесів?
4. Назвіть умови та фактори, що впливають на інтенсивність процесів теплообміну.
5. Як складають тепловий баланс і визначають коефіцієнт тепловіддачі під час процесів нагрівання та охолодження?
6. Які види теплообмінних апаратів застосовуються у харчових виробництвах?
7. Охарактеризуйте будову та принцип роботи кожухотрубних теплообмінників.
8. Охарактеризуйте будову та принцип роботи пластинчастих теплообмінників.
9. Як працюють апарати для конденсації пари (поверхневі, змішувальні конденсатори).
10. Застосування процесу конденсації в харчових виробництвах.

### **6.8. Процес випарювання**

Процес випарювання є одним із найпоширеніших теплообмінних процесів у харчових виробництвах і застосовується з метою концентрування рідких харчових продуктів шляхом видалення частини розчинника, переважно води. Випарювання широко використовується у виробництві молочних продуктів, соків, сиропів, екстрактів, цукру та інших харчових матеріалів.

Вивчення процесу випарювання дозволяє здобувачам освіти зрозуміти закономірності тепло- та масообміну, принципи роботи випарних апаратів, а

також особливості забезпечення якості та безпечності харчових продуктів під час теплової обробки.

Вивчення теми формує у здобувачів освіти системних знань про фізичну сутність процесу випарювання, умови його перебігу та апаратурне оформлення у харчових виробництвах. При опрацюванні навчального матеріалу здобувачі опанують знання теоретичних основ процесу випарювання, ознайомляться з видами та режимами випарювання, проаналізують конструкції випарних апаратів, набудуть навички виконання теплових і матеріальних розрахунків та сформулюють вміння обґрунтовувати вибір обладнання залежно від властивостей продукту.

Опрацювання теми рекомендується розпочинати з повторення основ теплопередачі та фазових переходів. Особливу увагу слід приділити поняттю питомої теплоти пароутворення та її ролі в енергетичній ефективності процесу.

Під час вивчення випарних апаратів доцільно аналізувати їх принципові схеми та конструктивні особливості; порівнювати різні типи апаратів за продуктивністю та енерговитратами; звертати увагу на санітарно-гігієнічні вимоги та вплив температури на якість продукту.

Для кращого засвоєння матеріалу рекомендується використовувати приклади технологічних схем харчових виробництв (згущення молока, концентрування соків, сиропів, томатопродуктів тощо).

#### *Питання для самоконтролю*

1. В чому полягає сутність і призначення процесу випарювання?
2. Яка відмінність між випарюванням і кипінням?
3. Поясніть фізичні основи процесу випарювання.
4. Яким чином здійснюється вплив температури, тиску та властивостей продукту на інтенсивність випарювання?
5. Охарактеризуйте однокорпусні та багатокорпусні випарні установки.
6. Як проходить випарювання під вакуумом та які його переваги для термолабільних продуктів?
7. Охарактеризуйте конструкції випарних апаратів (з природною та примусовою циркуляцією, плівкові, роторні тощо).
8. Як складають тепловий і матеріальний баланс процесу випарювання?
9. Як використовується вторинна пара?
10. Охарактеризуйте особливості випарювання харчових продуктів різного складу.

### **6.9. Основи масопередачі**

Масопередача є одним із базових процесів у технологіях харчових виробництв і полягає в перенесенні речовини з однієї фази в іншу або в межах однієї фази під дією рушійних сил процесу. Процеси масопередачі лежать в

основі таких технологічних операцій, як екстрагування, адсорбція, абсорбція, ректифікація, сушіння, кристалізація та інші.

Вивчення основ масопередачі є необхідним для розуміння закономірностей перебігу технологічних процесів, вибору та розрахунку апаратів, а також для забезпечення ефективності та якості харчових продуктів.

В процесі вивчення теми здобувачі ознайомляться з фізичною сутністю масопередачі, вивчать рушійну силу та механізми перенесення речовини, засвоюють основні закони і рівняння масопередачі, сформулюють вміння аналізувати та описувати процеси масопередачі.

Вивчення теми доцільно розпочати з повторення основ молекулярної дифузії та фізичних властивостей речовин. Особливу увагу слід приділити розумінню поняття рушійної сили процесу та взаємозв'язку між інтенсивністю масопередачі й умовами контакту фаз. Під час опрацювання теоретичного матеріалу рекомендується аналізувати графічні залежності та схеми процесів, опрацьовувати виведення основних рівнянь у спрощеному вигляді, порівнювати масопередачу з процесами теплопередачі.

Для кращого засвоєння матеріалу доцільно використовувати приклади з харчових технологій (дифузія солі під час посолу, екстрагування цукру, абсорбція газів, сушіння).

#### *Питання для самоконтролю*

1. Який зміст має поняття масопередачі та яке її місце серед процесів харчових виробництв?
2. Як класифікують процеси масопередачі?
3. Назвіть рушійну силу масопередачі.
4. В чому різниця між молекулярною та конвективною масопередачею?
5. Сформулюйте закон Фіка та поясніть його фізичний зміст.
6. Як визначаються коефіцієнти масопередачі та масообміну?
7. Охарактеризуйте опір масопередачі в різних фазах.
8. Яка роль поверхні контакту фаз у процесах масопередачі?
9. Як впливають фізичні властивості середовищ на інтенсивність масопередачі?
10. Складіть узагальнені рівняння масопередачі.

### **6.10. Процес сушіння**

Процес сушіння належить до основних тепломасообмінних процесів харчових виробництв і широко застосовується з метою зниження вмісту вологи в харчових продуктах і матеріалах. Сушіння забезпечує підвищення стійкості продукції під час зберігання, зменшення маси та об'єму, а також створює умови для подальшої переробки сировини.

Вивчення теми базується на знаннях з теплопередачі та масопередачі й є необхідним для розуміння принципів роботи сушильного обладнання та оптимізації режимів теплової обробки харчових продуктів.

Метою вивчення теми є формування у здобувачів освіти системи знань про фізичну сутність процесу сушіння, механізми видалення вологи та апаратне оформлення сушильних процесів у харчових виробництвах.

У результаті вивчення теми здобувачі освіти повинні:

- знати класифікацію та основні закономірності процесу сушіння;
- розуміти механізми тепломасообміну під час сушіння;
- пояснювати вплив режимних параметрів на якість продукту;
- орієнтуватися в конструкціях сушильних апаратів;
- аналізувати енергоефективність сушильних процесів.

Опрацювання теми доцільно розпочинати з вивчення форм зв'язку вологи з матеріалом і їх впливу на швидкість видалення вологи. Особливу увагу слід приділяти кінетиці сушіння та характеристичі періодів сушіння.

Під час аналізу сушильних процесів рекомендується розглядати криві сушіння та швидкості сушіння; аналізувати вплив режимних параметрів на інтенсивність процесу; оцінювати можливі зміни фізико-хімічних властивостей продукту. Доцільно використовувати приклади сушіння харчових продуктів різної структури (зерно, овочі, фрукти, молочні продукти, концентрати).

#### *Питання для самоконтролю*

1. В чому полягає сутність і призначення процесу сушіння?
2. Охарактеризуйте форми зв'язку вологи з матеріалом.
3. Назвіть періоди сушіння та їх особливості.
4. Як впливає температура, швидкість та вологість сушильного агента на процес сушіння харчових продуктів?
5. Як класифікують сушильні апарати?
6. Яким чином впливає сушіння на якість і харчову цінність продуктів?
7. Охарактеризуйте будову та принцип роботи стрічкової сушарки.
8. В чому особливість сушіння харчових продуктів у шахтній сушарці?
9. Як відбувається процес сушіння у розпилювальній сушарці?
10. Назвіть особливості роботи сушарок контактної дії.

### **6.11. Перегонка і ректифікація**

Перегонка і ректифікація належать до основних процесів масообміну та широко застосовуються у харчових виробництвах для розділення рідких сумішей за рахунок різниці температур кипіння та леткості компонентів. Ці процеси використовуються у виробництві спирту, лікоро-горілчаних виробів,

ароматичних екстрактів, ефірних олій, а також під час очищення та концентрування розчинів.

Вивчення теми базується на знаннях з основ масопередачі та теплопередачі і є необхідним для розуміння принципів роботи масообмінних апаратів колонного типу.

Метою вивчення теми є формування у здобувачів освіти системи знань про фізичну сутність процесів перегонки та ректифікації, а також про апаратурне оформлення цих процесів у харчових виробництвах.

У результаті вивчення теми здобувачі освіти повинні:

- знати фізичні основи перегонки та ректифікації;
- розуміти відмінності між процесами простої перегонки та ректифікації;
- пояснювати механізм масообміну між паровою і рідкою фазами;
- орієнтуватися в конструкціях перегінних і ректифікаційних апаратів;
- аналізувати вплив режимних параметрів на ефективність розділення.

Опрацювання теми доцільно розпочинати з повторення основ фазової рівноваги та властивостей бінарних рідких сумішей. Особливу увагу слід приділити графічному аналізу діаграм «склад – температура» та «склад – концентрація».

Під час вивчення ректифікації рекомендується розглядати принципові схеми ректифікаційних колон; аналізувати роль флегми у підвищенні ефективності розділення; порівнювати тарілчасті та насадкові колони. Доцільно використовувати приклади з реальних харчових технологій (виробництво етилового спирту, ароматичних дистилятів, очищення екстрактів).

#### *Питання для самоконтролю*

1. В чому полягає сутність процесу перегонки та яке її призначення?
2. Охарактеризуйте фазову рівновагу в системі «рідина – пара».
3. Яким чином проходить процес простої перегонки у перегінному кубі без дефлегмації?
4. В чому полягає особливість роботи перегінного куба з дефлегмацією?
5. В чому полягає сутність процесу ректифікації?
6. Який принцип роботи тарілкової ректифікаційної колони?
7. В чому полягає функція контактних пристроїв ректифікаційних колон (тарілки, насадки)?
8. Як складають тепловий і матеріальний баланс процесу ректифікації?
9. Яка роль зворотного потоку (флегми) у процесі ректифікації?
10. Застосування перегонки та ректифікації в харчових виробництвах.

## 6.12. Процес екстрагування

Процес екстрагування належить до основних процесів масообміну та широко застосовується у харчових виробництвах для вилучення цінних компонентів із твердих або рідких матеріалів за допомогою вибіркового розчинника. Екстрагування використовується у виробництві рослинних олій, цукру, ароматичних і смакових речовин, біологічно активних компонентів, а також у технологіях переробки рослинної сировини.

Вивчення теми базується на знаннях з основ масопередачі та є необхідним для розуміння закономірностей перебігу процесів масообміну та принципів роботи екстракційного обладнання.

Метою вивчення теми є формування у здобувачів освіти системи знань про фізичну сутність процесу екстрагування, фактори, що впливають на його інтенсивність, та апаратурне оформлення в харчових виробництвах.

У результаті вивчення теми здобувачі освіти повинні:

- знати класифікацію процесів екстрагування;
- розуміти механізм масопередачі під час екстрагування;
- пояснювати вплив властивостей сировини та розчинника на ефективність процесу;
- орієнтуватися в конструкціях екстракційних апаратів;
- аналізувати технологічні схеми екстрагування в харчовій промисловості.

Опрацювання теми доцільно розпочинати з повторення основ масопередачі та розчинності речовин. Особливу увагу слід приділити вибору екстрагенту та його селективності щодо цільових компонентів.

Під час вивчення процесу екстрагування рекомендується аналізувати механізм перенесення речовини з твердої фази в рідку; розглядати рівноважні та кінетичні аспекти процесу; порівнювати періодичні та безперервні методи екстрагування. Для кращого засвоєння матеріалу доцільно використовувати приклади з харчових технологій (екстрагування цукру з буряків, олії з насіння, ароматичних речовин із рослинної сировини).

### *Питання для самоконтролю*

1. В чому полягає сутність і призначення процесу екстрагування?
2. Як класифікують екстракційні процеси?
3. Як впливають властивості сировини та екстрагентів на перебіг процесу екстрагування.
4. Що є рушійною силою процесу екстрагування?
5. Поясніть механізм масопередачі під час екстрагування.
6. В чому полягає особливість екстрагування твердих і рідких матеріалів?

7. Які типи екстракційних апаратів застосовують у харчових виробництвах?

8. Охарактеризуйте будову та принцип роботи шнекових екстракційних апаратів.

9. Які особливості роботи колонних шнекових апаратів?

10. Яке застосування екстрагування в харчових виробництвах?

### **6.13. Сорбційні процеси**

Сорбційні процеси є одними з найскладніших, але водночас найефективніших методів очищення та розділення в харчовій індустрії. Вивчення цієї теми потребує розуміння як фізичної хімії (поверхневі явища), так і конструкційних особливостей апаратів. Важливо чітко розрізнити два основні підвиди сорбції: адсорбція – концентрування речовини лише на поверхні сорбенту; абсорбція – поглинання речовини всім об'ємом поглинача. Хемосорбція: процес, що супроводжується хімічною реакцією між сорбентом і сорбтивом.

Вивчення теми дозволяє здобувачам отримати системні знання щодо механізмів вибіркового поглинання компонентів із складних багатокомпонентних сумішей, що є фундаментальним аспектом сучасних харчових технологій.

Під час опрацювання теми необхідно звернути увагу на розуміння фізико-хімічної природи поверхневих явищ, закономірностей адсорбційної рівноваги та термодинаміки процесів. Потрібно навчитися аналізувати вплив температури, тиску та концентрації на ефективність процесу адсорбції.

При вивченні теми доцільно сконцентруватися на обґрунтованому виборі специфічних сорбентів (активоване вугілля, іоніти, силікагелі) залежно від мети виробництва – будь то знебарвлення цукрових сиропів, дезодорація олій чи пом'якшення технологічної води.

Важливим є отримання знань з розрахунку та експлуатації адсорбційних апаратів періодичної та безперервної дії, а також розуміння принципів регенерації сорбентів для забезпечення економічної ефективності та екологічності виробничого циклу.

#### *Питання для самоконтролю*

1. Що називається процесом абсорбції?
2. Як складають матеріальний баланс процесу абсорбції?
3. Поясніть схему перенесення компонента через приграничні плівки в процесі абсорбції.
4. Охарактеризуйте будову та принцип роботи насадкової абсорбційної колони.
5. Як температура впливає на ефективність адсорбції?

6. Які вимоги висуваються до адсорбентів, що безпосередньо контактують з харчовим продуктом?
7. Що таке десорбція? Яким чином проводять десорбцію?
8. Що таке «активність сорбенту»?
9. Як визначається висота зони адсорбції?
10. Охарактеризуйте будову та принцип роботи адсорбера неперервної дії.

### **6.14. Кристалізація і розчинення**

Під час вивчення даної теми студентам необхідно зосередити увагу на фізичній сутності масообмінних процесів, їхній ролі у формуванні якості готової продукції та значенні у загальних технологічних схемах харчових виробництв.

Опрацювання матеріалу варто розпочати з базових понять фазової рівноваги: класифікації розчинів, зокрема детальне вивчення відмінностей між ненасиченими, насиченими та пересиченими розчинами як рушійної сили процесів; механізму кристалізації з утворенням центрів кристалізації та нарощування маси на поверхні зародків.

Також потрібно зосередитись на вивченні кінетики процесів, а саме аналізі факторів, що впливають на швидкість (температура, концентрація, інтенсивність перемішування, наявність домішок).

Важливим етапом є ознайомлення з обладнанням, що забезпечує реалізацію цих процесів у промислових масштабах: вивчення конструктивних особливостей апаратів (вакуум-кристалізатори, охолоджувальні установки, апарати з циркуляцією суспензії), розуміння того, як конструкція апарата забезпечує необхідний температурний режим та гідродинамічні умови.

Після успішного опрацювання теми здобувач вищої освіти набуде наступних навичок:

- здатність аналізувати умови перебігу процесів та прогнозувати поведінку системи при зміні зовнішніх параметрів;
- проводити обґрунтування вибору конкретного типу апарата залежно від властивостей сировини та вимог до кінцевого продукту (наприклад, розміру кристалів цукру чи солі);
- вміння виконувати інженерні розрахунки концентрації розчинів, матеріального балансу та теоретичного виходу кристалічної фази;
- застосовувати отримані знання для оптимізації існуючих технологічних схем харчових підприємств.

#### *Питання для самоконтролю*

1. Що таке пересичений розчин?
2. В чому полягає сутність процесу кристалізації?

3. Які фактори впливають на швидкість розчинення?
4. У чому полягає різниця між зародженням і ростом кристалів?
5. Назвіть основні типи кристалізаторів.
6. Чому в харчових виробництвах важливо керувати розміром кристалів?
7. У чому полягає відмінність між охолоджувальною та випарною кристалізацією?
8. Яке значення мають процеси кристалізації та розчинення для якості харчових продуктів?
9. Наведіть приклади застосування кристалізації у різних галузях харчової промисловості.
10. Які можливі дефекти продукту пов'язані з порушенням режимів кристалізації?

## 7 ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

Підсумкова атестація з дисципліни проводиться у формі іспиту. До складання іспиту допускаються здобувачі вищої освіти, які в повному обсязі виконали навчальний план, успішно пройшли поточний контроль та склали передбачені модульні контрольні роботи. В екзаменаційні білети будуть включені такі питання:

1. Подібність фізичних явищ. Теорема подібності.
2. Процес подрібнення. Класифікація способів дроблення. Основи теорії дроблення.
3. Машини, які використовуються для подрібнення сировини, харчових продуктів та напівпродуктів. Загальні вимоги до дробарок.
4. Процес різання. Елементи теорії різання. Класифікація різальних пристроїв.
5. Сортування (класифікація) сипких матеріалів за розмірами та формою частинок.
6. Сортування сипких матеріалів за аеродинамічними властивостями та густиною.
7. Відтискання рідини. Будова та принцип роботи машин для проведення процесу.
8. Брикетування. Фактори, які визначають процес брикетування.
9. Будова та принцип роботи карусельного преса.
10. Шнековий олійний прес, будова та принцип роботи.
11. Способи перемішування рідких середовищ. Механічне перемішування в рідкому середовищі.
12. Змішування сипких продуктів у барабаних змішувачах.
13. Змішування сипких мас у шнекових змішувачах.
14. Перемішування пластичних мас.

15. Класифікація та характеристика неоднорідних систем.
16. Методи розділення неоднорідних систем.
17. Осадження в гравітаційному полі.
18. Процес відстоювання у відстійниках періодичної та неперервної дії.
19. Фільтрування. Класифікація апаратів для фільтрування.
20. Будова та принцип роботи патронного фільтра.
21. Будова та принцип роботи стрічкового вакуум-фільтра.
22. Будова та принцип роботи рамного фільтр-преса.
23. Відцентрове фільтрування у центрифугах.
24. Відцентрове фільтрування у сепараторах.
25. Теплообмін між двома середовищами. Способи теплообміну.
26. Будова та принцип роботи кожухотрубного теплообмінника.
27. Будова та принцип роботи пластинчастого теплообмінника.
28. Будова та принцип роботи зміювикового та орошувального теплообмінників.
29. Конденсація. Класифікація конденсаторів.
30. Поверхневі конденсатори.
31. Будова та принцип роботи конденсаторів змішування.
32. Випарювання, його матеріальний баланс. Основні величини, які характеризують роботу випарного апарата.
33. Процес випарювання в однокорпусному апараті.
34. Будова та принцип роботи випарного апарата з виносною гріючою камерою
35. Будова та принцип роботи випарного апарата з центральною циркуляційною трубою.
36. Класифікація масообмінних процесів. Матеріальний баланс масообмінних процесів.
37. Молекулярна дифузія. Закон Фіка.
38. Конвективна дифузія. Закон Шукарьова.
39. Загальна характеристика процесу сушіння, Матеріальний та тепловий баланс сушарок.
40. Класифікація сушарок.
41. Тепловий баланс процесу сушіння.
42. Будова та принцип роботи стрічкової сушарки.
43. Будова та принцип роботи барабанної сушарки.
44. Будова та принцип роботи розпилюючої сушарки.
45. Матеріальний баланс абсорбції. Рушійна сила процесу абсорбції. Основне рівняння абсорбції.
46. Апарати, які використовуються для проведення процесу абсорбції.
47. Процес адсорбції. Адсорбенти. Вимоги до адсорбентів.
48. Будова та принцип роботи адсорбера з нерухомим шаром адсорбента.

49. Будова та принцип роботи адсорбера з псевдозрідженим шаром адсорбента.

50. Поняття про просту перегонку. Рушійна сила процесу. Матеріальний баланс простої перегонки.

51. Будова та принцип роботи перегонного куба з дефлегматором.

52. Будова та принцип роботи перегонного куба без дефлегматора.

53. Складна перегонка (ректифікація). Типи ректифікаційних установок.

54. Будова та принцип роботи тарілкової ректифікаційної колони.

55. Процес екстрагування. Апарати, що застосовуються для проведення процесу.

56. Будова та принцип роботи стрічкового екстрактора.

57. Будова та принцип роботи колонного шнекового екстрактора.

58. Загальна характеристика процесу кристалізації.

59. Будова та принцип роботи кристалізаторів неперервної дії.

60. Загальна характеристика процесу розчинення.

**Процеси і апарати харчових виробництв** [Текст]: методичні вказівки до самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Харчові технології» G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G13 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. С. Г. Панасюк. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 29 с.

Комп'ютерний набір та верстка:

С.Г. Панасюк

Луцький національний технічний університет  
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75

