



Технологічне обладнання виробництв порошкових та композиційних матеріалів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., доцент, Міницький Анатолій Вячеславович, mail:aminitsky@gmail.com Практичне заняття: д.т.н., доцент, Міницький Анатолій Вячеславович</i>
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Вивчаючи дисципліну, студенти набувають навичок, що стосуються опису та розрахунків типового технологічного обладнання для виготовлення порошкових та композиційних матеріалів.

Метою викладання навчальної дисципліни є підсилення фахових компетентностей:

- Здатність визначати вид та необхідну кількість технологічного обладнання та його конструктивних елементів для одержання порошків та виробів з них;*
- Здатність визначати умови отримання порошків із заданими властивостями у дисперсному та нанодисперсному стані з металів, сплавів та тугоплавких сполук.*

Предметом дисципліни є аналіз та вибір технологічного обладнання, що використовується для виробництва порошкових, композиційних та наноструктурованих матеріалів.

Після засвоєння навчальної дисципліни студент повинен знати:

- види технологічного обладнання для одержання порошків і виробів з них.*

Студент повинен уміти:

- розраховувати необхідну кількість технологічного обладнання та його конструктивних елементів.*

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна викладається в шостому семестрі підготовки за освітньою програмою підготовки бакалаврів. Забезпечує отримання теоретичних та практичних навичок при виборі технологічного обладнання для отримання порошкових та композиційних матеріалів, чим підсилює набір фахових компетентностей. Для вивчення даної дисципліни потрібні знання з наступних дисциплін: «Фізика конденсованого стану», «Фізична хімія», «Теорія процесів формування структури та властивостей порошкових та композиційних матеріалів», «Металознавство». Результати вивчення дисципліни можуть бути використані при виконанні розрахунків та оцінці результатів в дипломних проєктах та роботах.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна – «Технологічне обладнання виробництв порошкових та композиційних матеріалів» містить один змістовний модуль: «Технологічне обладнання виробництв порошкових та композиційних матеріалів».

Розділ 1. Обладнання для одержання порошків металів механічними методами

Обладнання для одержання порошків металів та сплавів розпиленням розплавів повітрям, інертними газами, водою у відкритому чи закритому об'ємі, розпилення електроду, який обертається, грануляція рідких металів.

Обладнання для подрібнення крихких матеріалів та губчатого заліза. Конструкції, принцип роботи цокових, валкових, конусних, молоткових дробарок і вальцових млинів, та розрахунок їх потужності. Обладнання для тонкого розмелювання металів, сплавів, тугоплавких сполук. Конструкції, принцип роботи кульових, вібраційних, планетарних, струминних та колоїдних млинів. Конструкції та принцип роботи атриторів, вихрових млинів, дизентиграторів та ультразвукових диспергаторів.

Розділ 2. Обладнання для одержання порошків металів хімічними методами.

Обладнання для одержання порошків металів та сплавів електролізом водних розчинів та розплавів солей. Особливості конструкції електролізерів для одержання високодисперсних порошків та сплавів тугоплавких металів.

Обладнання для отримання порошків методами відновлення. Принцип роботи плазмохімічних реакторів, реакторів для металотермічного відновлення і розкладення – відновлення хімічних сполук, реактори – автоклави, газофазні реактори (випаровувачі – конденсатори). Реактори для нанесення покриттів на частинки порошку методом вакуумної металізації.

Розділ 3. Обладнання для класифікації порошків.

Обладнання для класифікації порошків. Повітряні, гідравлічні, магнітні та електричні сепаратори; барабани та грохоти, що коливаються; вібраційні підвісні та стаціонарні сита однодечні та багатодечні, вібраційні столи. Розрахунки потужності обладнання для класифікації порошків.

Розділ 4. Обладнання для змішування порошків. Обладнання для приготування сумішей порошків. Класифікація змішувачів. Конструкція та принцип роботи змішувачів: конусних, зі зміщеною віссю, шнекових періодичної та безперервної дії, вібраційних, відцентрових, планетарних шнекових; шнекових двошарових, пропелерних мішалок для змішування порошків на пластифікаторах. Конструкції та принцип роботи грануляторів порошків: барабанних та конусних. Розрахунки потужності устаткування для приготування сумішей, класифікації порошків та грануляції порошків.

Розділ 5. Обладнання для дозування порошків. Принцип дії та конструкції дозаторів. Дозатори періодичної (порційні) та безперервної дії. Класифікація дозаторів безперервної дії та розрахунок їх продуктивності.

Розділ 6. Обладнання та оснастка для пресування та формування виробів із порошків.

Класифікація обладнання для пресування та формування виробів із порошків. Конструкції та принцип роботи кривошипних, кривошипно-ексцентрикових, ротаційних механічних пресів. Конструкції та принцип роботи гідравлічних пресів для холодного та гарячого пресування. Розрахунки гідравлічних пресів. Особливості конструкцій гідравлічних пресів для пресування довгомірних заготовок (штабіки із тугоплавких металів) устаткування для гідростатичного холодного та газостатичного гарячого пресування.

Обладнання для формування виробів методом мундштучного пресування, гарячого литва термопластичних шлікерів, інжекційного формування, відцентрового литва термопластичних шлікерів. Прокатні стани та преси для клинового пресування виробів скошеним пуансоном, в розбірних прес-формах. Преси для допресування та калібрування виробів. Принцип роботи пневматичних молотів. Колекторне пресування довго вимірних виробів.

Розділ 7. Обладнання для спікання та термічної обробки виробів та заготовок із порошків.

Класифікація пічного обладнання. Печі періодичної дії. Класифікація та конструкції електричних печей для спікання виробів із порошків в газовому середовищі (водень, дисоційований аміак, природний газ парогазової та повітряної конверсії), муфельні та безмуфельні, конвейєрні, з крокуючим подом періодичної дії.

Електричні печі безперервної дії для спікання виробів із порошків в вакуумному середовищі. Конструкції та принципи роботи печей для спікання виробів під тиском (шахтні періодичної дії та безперервної дії). Конструкції ковпакових печей для спікання виробів із порошків та нанесення зносостійких покриттів із тугоплавких сполук на поверхню сталюого та твердосплавного інструментів. Методики розрахунків потужності нагрівачів електричних печей спікання (графітових, металевих, із тугоплавких сполук).

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

- 1. Степанчук А. М. Обладнання виробництв порошкових та композиційних матеріалів. Каталог обладнання [Текст] : метод. вказівки до практичних занять та виконання курсових і дипломних проєктів для студентів спеціальності "Композиційні та порошкові матеріали, покриття" / А. М. Степанчук, М. О. Сисоєв. – Київ : НТУУ"КПІ", 2009. – 99 с.*
- 2. Степанчук А. М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів [Текст] : навч. посібник / А. М. Степанчук. – Київ : Центр учбової літератури, 2016. – 336 с.*
- 3. Будник А. Ф. Типове обладнання термічних цехів та дільниць [Текст] : навч. посібник / А. Ф. Будник – Суми : Вид-во СумДУ, 2008. – 212 с.*
- 4. Степанчук А. М. Матеріали для напилювання покриттів [Текст] : навч. посібник / А. М. Степанчук, І. І. Білик – Київ : Центр учбової літератури, 2016. – 236 с.*
- 5. Куцова В. З. Наноматеріали та нанотехнології. [Текст] : навч. посібник. У двох частинах / В. З. Куцова, Т. В. Котова, Т. А. Аюпова – Дніпропетровськ : НМетАУ, 2013. – 103 с.*

Додаткова література

1. Степанчук А. М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук [Текст] : підручник / А. М. Степанчук. – Київ : НТУУ «КПІ», 2006. – 353 с
2. Сизоненко О. Н. Перспективные процессы изготовления порошковых материалов [Текст] : учебник / О. Н. Сизоненко, А. И. Ивлев, Г. А. Баглюк. – Николаев : НУК, 2014. – 376 с.
3. Писаренко В.Г. Сучасні технології в машинобудуванні. Інжекційне лиття порошку [Текст] : навч. посібник / В. Г. Писаренко, В. В. Савуляк, Є. Ф. Боковий [и др.] – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 242 с.

Рекомендується ознайомитись зі змістом вказаних базових та додаткових джерел, які знаходяться у бібліотеці НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського для глибшого опрацювання рекомендованих викладачем розділів, що відповідають тематиці лекцій та/чи практичних занять. Для окремих розділів доцільно створити електронний конспект.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Зміст лекційних занять

Лекція 1. Класифікація устаткування для виробництва порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук. Обладнання для виготовлення порошків механічними методами. Обладнання для диспергування. Одержання порошків металів та сплавів розпиленням розплавів повітрям, інертними газами, водою у відкритому чи закритому об'ємі Конструкція розпилювачів розплавів. Принцип дії газоструменевих та рідиноструменевих розпилювачів. Принцип дії відцентрових розпилювачів. Основні схеми розпилювання із застосуванням відцентрових сил. Конструкція апаратів для грануляції рідких металів; (мультимедійна презентація; [1], дод. [1]) (2 години)

Лекція 2. Обладнання для подрібнення крихких матеріалів та губчатого заліза. Конструкції, принцип роботи цоккових, валкових, конусних, молоткових дробарок і вальцових млинів та розрахунок їх потужності (мультимедійна презентація; [1], дод. [1]) (2 години).

Лекція 3. Обладнання для тонкого розмелювання металів, сплавів, тугоплавких сполук. Конструкції, принцип роботи кульових, вібраційних, планетарних, струминних та колоїдних млинів. Конструкції та принцип роботи атриторів, вихрового апарату та ультразвукового диспергатору; ([1], дод. [1]) (2 години)

Лекція 4 Обладнання для отримання порошків фізико-хімічними методами. Обладнання для одержання порошків металів та сплавів електролізом водних розчинів та розплавів солей. Особливості конструкції електролізерів для одержання високодисперсних порошків та сплавів тугоплавких металів; (дод. [1]) (2 години)

Лекція 5. Обладнання для отримання порошків методами відновлення. Принцип роботи плазмохімічних реакторів, реакторів для металотермічного відновлення і розкладення – відновлення хімічних сполук, реактори – автоклави, газофазні реактори (випаровувачі – конденсатори). Реактори для нанесення покриттів на частинки порошку методом вакуумної металізації; (дод. [1]) (2 години)

Лекція 6. Обладнання для класифікації порошків: повітряні, гідравлічні сепаратори; барабанні та грохоти, що коливаються; вібраційні підвісні та стаціонарні сита однодечні та багатодечні. Магнітні та електричні сепаратори. Розрахунки потужності обладнання для класифікації порошків. (дод. [1]) (2 години)

Лекція 7. Принцип дії та конструкції дозаторів. Дозатори періодичної (порційні) та безперервної дії. Класифікація дозаторів безперервної дії та розрахунок їх продуктивності; ([1], дод. [1]) Проведення тематичної контрольної роботи. (2 години)

Лекція 8. Обладнання для приготування сумішей порошків. Класифікація змішувачів. Конструкція та принцип роботи змішувачів: конусних, зі зміщеною віссю, шнекових періодичної та безперервної дії, вібраційних, відцентрових, планетарних шнекових; шнекових двохшарових, пропелерних мішалок для змішування порошків на пластифікаторах. Конструкції та принцип роботи грануляторів порошків: барабанних та конусних; (дод. [1]) (2 години)

Лекція 9. Класифікація обладнання для пресування та формування виробів із порошків. Конструкції та принцип роботи кривошипних, кривошипне - колінних, кривошипно-ексцентрикових, ротаційних механічних пресів. Конструкції та принцип роботи гідравлічних пресів для холодного та гарячого пресування. Розрахунки гідравлічних пресів. Особливості конструкцій гідравлічних пресів для пресування довгомірних заготовок (штабіки із тугоплавких металів) устаткування для гідростатичного холодного та газостатичного гарячого пресування); ([1, 2], дод. [1]) (2 години)

Лекція 10. Обладнання для формування виробів методом мундштучного пресування, гарячого литва термопластичних шлікерів, інжекційного формування, центробіжного литва термопластичних шлікерів; ([2], дод. [1]) (2 години)

Лекція 11. Молоти. Прокатні стани та преси для клинового пресування виробів скошеним пуансоном, в розбірних пресформах з боковим зажимом. Преси для допресування та калібрування виробів. Методика розрахунків та особливості технології виготовлення оснастки для пресування та формування виробів; ([2], дод. [1]) (2 години)

Лекція 12. Класифікація пічного обладнання. Печі періодичної та безперервної дії. Класифікація та конструкції електричних печей для спікання виробів із порошків в газовому середовищі (водень, дисоційований аміак, природний газ парогазової та повітряної конверсії), муфельні та безмуфельні, конвейєрні, з крокуючим подом безперервної та періодичної дії; ([3], дод. [1], [3]) (2 години)

Лекція 13. Електричні печі безперервної та періодичної дії для спікання виробів із порошків в вакуумному середовищі. Конструкції та принципи роботи печей для спікання виробів під тиском (шахтні періодичної дії та безперервної дії); ([3], дод. [1], [3]) (2 години)

Лекція 14. Конструкції ковпакових печей для спікання виробів із порошків Конструкція печей для спікання порошкових фрикційних дисків під тиском; ([3], дод. [1], [3]) (2 години)

Лекція 15. Конструкції вакуумних печей безперервної дії для спікання виробів (з графітовими та металевими нагрівниками). Методики розрахунків потужності нагрівників електричних печей спікання (графітових, металевих, із тугоплавких сполук); ([3], дод. [1], [3]) (2 години)

Лекція 16. Проведення тематичної контрольної роботи. Класифікація обладнання для одержання захисних газових середовищ. Конструкції та принцип роботи установок для одержання захисних середовищ із природного газу методом повітряної та парогазової конвесії та дисоціації аміаку; ([3], дод. [1], [3]) (2 години)

Лекція 17. Сушили періодичної та безперервної дії. Принцип дії та конструкція поличної вакуумної сушили, сушили з псевдозрідженим шаром, розпилювальних сушил; ([3]) (2 години)

Лекція 18. Допоміжне обладнання цехів порошкової металургії ([1, 2, 3]) (2 години)

Перелік тем практичних занять

1. Розрахунок продуктивності щоківних та валкових дробарок (4 години)
2. Розрахунок продуктивності млинів (4 години)
3. Розрахунок продуктивності обладнання для класифікації виробів (4 години)
4. Розрахунок продуктивності обладнання для грануляції виробів (4 години)
5. Розрахунок дозаторів та змішувачів суміші порошків (4 години)
6. Розрахунок продуктивності пресового обладнання (4 години)
7. Розрахунок продуктивності пічного обладнання (4 години)

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 56 годин) з дисципліни полягає в

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем, для фокусування розглянутих типів технологічного обладнання (6 годин);
- підготовці до виконання практичних занять аналізу одержаних результатів та формулюванні висновків – в розрахунку 0,5 годин на 1 годину виконання лабораторних робіт (14 годин)
- підготовка до тематичних контрольних робіт (6 годин)
- підготовці до підсумкової атестації – заліку (30 годин).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Завдання пропущеного практичного заняття студент повинен виконати в час, узгоджений з викладачем.
- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі. Під час практичних занять дозволяється застосування персональних комп'ютерів для пошуку інформації, використання власних хмарних ресурсів, тощо.
- Результати виконаних лабораторних занять оформлюються у вигляді звітів з застосуванням текстового редактора. Звіт супроводжується формулами, графіками, копіями екрану – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. За дистанційної чи змішаної форми навчання звіт оформлюється засобами googledocs, після чого надається доступ для редагування для викладача. За звичайної аудиторної форми навчання звіт виконується в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.
- Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – переважно використання програмного продукту та методик оптимального вибору для розв'язання реальних задач за тематикою власних наукових досліджень, курсового чи дипломного проектування. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Звіти з практичних занять виконуються і подаються на перевірку не пізніше 2-х тижнів з моменту завершення. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

- Захист звітів з лабораторних всього максимально 80 балів, відповідно:
 - Практична робота 1 максимум 12 балів (позитивна оцінка 7,2 і більше)
 - Практична робота 2 максимум 12 балів (позитивна оцінка 7,2 і більше)
 - Практична робота 3 максимум 12 балів (позитивна оцінка 7,2 і більше)
 - Практична робота 4 максимум 12 балів (позитивна оцінка 7,2 і більше)
 - Практична робота 5 максимум 12 балів (позитивна оцінка 7,2 і більше)
 - Практична робота 6 максимум 8 балів (позитивна оцінка 4,8 і більше)
 - Практична робота 7 максимум 12 балів (позитивна оцінка 7,2 і більше)

- МКР розбита на 2 Тематичні контрольні роботи, які проводяться у вигляді контрольної роботи з двох питань на 7-му та 11-му навчальних тижнях (питання входять до переліку загальних питань наведених у додатку). До першого контролю входять питання з 1 до 25, до другого з 26 до 50. Максимальна оцінка за кожну роботу 10 балів (5 бали – перше питання (позитивна оцінка 3 бали і вище) та 5 бали – друге питання (позитивна оцінка 3 бали і вище)), всього складає 20 балів за семестр.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для позитивного першого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист практичних робіт №1, №2 і №3 та Тематичної контрольної роботи №1. Для позитивного другого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист практичних робіт №4, №5, №6, №7 та тематичної роботи №2.

Семестровий контроль: залік (максимальна кількість балів - 100).

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 60 балів за умови виконання усіх практичних робіт та кількості балів за видами робіт, відповідно:

- Тематичні контрольні роботи не менше 12 балів
- Захист звітів з практичних робіт не менше 48 балів

Після оцінювання відповідей на заліку (виконання контрольної роботи) підсумовуються стартові бали та бали за залік, зводяться до рейтингової оцінки та переводяться до оцінок за університетською шкалою (табл.).

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Рекомендовано застосовувати результати навчання під час виконання дипломних проєктів (робіт), пов'язаних із розробкою технологічних схем для отримання порошкових виробів.
- Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль знаходиться в Додатку А.
- Лабораторні роботи плануються з максимальним використанням обладнання лабораторій ЦККНО «Матеріалознавство тугоплавких сполук та композитів» в структурі ІМЗ ім. Є. О. Патона, яке застосовується при одержанні та дослідженні широкого спектру порошкових, композиційних матеріалів та покриттів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

**доцент каф. Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, д.т.н., доцент,
Мініцький Анатолій Вячеславович**

Ухвалено:

кафедрою Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

(протокол № 21 від 08 липня 2022 р.)

Погоджено:

Методичною комісією НН Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О.Патона

(протокол № 10/22 від 10 липня 2022 р.)

ДОДАТОК А

Завдання на семестровий контроль

з дисципліни «Технологія та обладнання виробництва порошкових та композиційних матеріалів»

1. Класифікація основного та допоміжного устаткування для виготовлення виробів із порошків.
2. Обладнання для виготовлення порошків механічними методами.
3. Обладнання для диспергування. Суть процесу диспергування.
4. Конструкція розпилювачів розплавів.
5. Принцип дії газоструменевих та рідиноструменевих розпилювачів.
6. Основні схеми розпилювання із застосуванням відцентрових сил.
7. Конструкція обладнання для грануляції рідких металів.
8. Класифікація обладнання для подрібнення матеріалів.
9. Конструкція та принцип роботи щоккових дробарок.
10. Конструкція та принцип роботи валкових та конусних дробарок.
11. Конструкція та принцип роботи молоткових дробарок і вальцових млинів.
12. Конструкція та принцип роботи кульових млинів, основні параметри.
13. Конструкція та принцип роботи вібраційних млинів.
14. Конструкція та принцип роботи планетарних млинів.
15. Конструкція та принцип роботи атриторів.
16. Конструкція та принцип роботи струминних та вихрових млинів.
17. Конструкція та принцип роботи колоїдних млинів.
18. Конструкція та принцип роботи ультразвукового диспергатору.
19. Обладнання для одержання порошків металів та сплавів електролізом водних розчинів.
20. Конструкція та принцип роботи електролізерів з катодом, що обертається.
21. Електролізери для електролізу розплавів.
22. Установка для вакуум-термічного очищення катодних осадів.
23. Конструкція та принцип роботи плазмохімічних реакторів.
24. Конструкція та принцип роботи реакторів для метало термічного відновлення.
25. Конструкція та принцип роботи реакторів розкладення – відновлення хімічних сполук.
26. Конструкція та принцип роботи реакторів – автоклавів.
27. Конструкція та принцип роботи газофазних реакторів.
28. Конструкція та принцип роботи реакторів для нанесення покриттів на частинки порошку методом вакуумної металізації.
29. Обладнання для механічної класифікації порошків (сита і вібросепаратори).
30. Конструкції та принцип роботи грохотів.
31. Конструкція та принцип роботи вібраційних столів.
32. Конструкції та принцип роботи пневматичних сепараторів.
33. Конструкція та принцип роботи гідравлічних сепараторів.
34. Конструкція та принцип роботи електричних сепараторів.
35. Конструкція та принцип роботи магнітних сепараторів.
36. Конструкція та застосування барабанних змішувачів періодичної дії.
37. Конструкція та застосування шнекових змішувачів періодичної дії.
38. Конструкція та застосування відцентрових змішувачів періодичної дії.
39. Конструкція та застосування вібраційного змішувача безперервної дії.
40. Конструкція та застосування магнітно-механічного змішувача безперервної дії.
41. Конструкція та принцип роботи сушил періодичної дії.
42. Конструкція та принцип роботи сушил безперервної дії.
43. Конструкція та принцип роботи дистиляторів.
44. Класифікація та принцип роботи дозаторів.

45. Класифікація пресового обладнання.
46. Конструкція та принцип роботи механічних кривошипних та кривошипних-колінчастих пресів.
47. Конструкція та принцип роботи кулачкових та фрикційних гвинтових пресів.
48. Принцип роботи гідравлічних пресів.
49. Класифікація пічного обладнання.
50. Основні характеристики пічного обладнання.