



Технологія та 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)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>7 кредитів ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / 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 Лабораторне / Практичне заняття: д.т.н., доцент, Міницький Анатолій Вячеславович</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчаючи дисципліну, студенти отримують знання, що стосуються вивчення технологічних процесів виготовлення порошкових та композиційних матеріалів різного функціонального призначення з визначенням необхідного технологічного обладнання для виготовлення порошкових виробів.

Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- Здатність аналізувати та розробляти основні технології виготовлення порошкових виробів та обирати необхідне обладнання для виготовлення порошкових виробів;*
- Здатність розробляти проекти виробничих технологічних процесів виготовлення виробів з сучасних матеріалів традиційними та генеративними методами;*

а також розвиток загальних компетентностей, які полягають у:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу та оцінки сучасних наукових досягнень, генерування нових знань при вирішенні дослідницьких і практичних завдань*
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел*

Предметом дисципліни є аналіз та вибір технології виробництва порошкових та композиційних матеріалів.

Після засвоєння навчальної дисципліни студент повинен знати:

- *Типові технології виробництва та обробки матеріалів і виробів з них*
- *Принципи проектування нових матеріалів*
- *Технічні характеристики, умов роботи, застосування виробничого обладнання для обробки матеріалів та контрольно-вимірювальних приладів*
- *Закономірностей керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення*
- *Вплив технологічних параметрів методів отримання композитів і покриттів із вихідних порошків різного ступеня дисперсності на експлуатаційні характеристики виробів*

Студент повинен уміти:

- *Кваліфіковано обрати матеріали для виробів різного призначення на підставі знань впливу на структуру і властивості матеріалів методів модифікації*
- *Застосовувати у професійній діяльності принципи проектування нових матеріалів*
- *Здійснювати технологічне забезпечення виготовлення матеріалів та виробів з них*
- *Описувати послідовність підготовки виробів та обчислювати економічну ефективність виробництва матеріалів та виробів з них*
- *Обирати технологію отримання композитів і покриттів із вихідних порошків різного ступеня дисперсності в залежності від умов експлуатації виробів*

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

Дисципліна викладається в сьомому семестрі підготовки за освітньою програмою підготовки бакалаврів.

Дисципліна забезпечує розширення кругозору в галузі матеріалознавства та інженерії матеріалів чим формує набір загальних компетенцій та інтегральну компетенцію. Результати вивчення дисципліни можуть бути використані при виконанні розрахунків та оцінці результатів в дипломних роботах.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна – «Технологія та обладнання виробництва порошкових та композиційних матеріалів» містить один змістовний модуль: «Технологія та обладнання виробництва порошкових та композиційних матеріалів»

Розділ 1. Класифікація матеріалів за функціональним призначенням.

Значення порошкових спечених матеріалів конструкційного, електротехнічного, триботехнічного, інструментального та спеціального призначення в сучасному виробництві. Сучасні тенденції розвитку порошкових та композиційних матеріалів. Класифікація та узагальнена технологічна схема одержання спечених порошкових та композиційних матеріалів.

Розділ 2. Спечені матеріали конструкційного призначення.

Класифікація, технологія виготовлення, властивості та призначення спечених конструкційних матеріалів на основі заліза. Технологія виготовлення виробів з спечених конструкційних матеріалів на основі кольорових та тугоплавких металів і сплавів. Технологія одержання виробів із спечених жароміцних матеріалів. Термічна та хімікотермічна обробка виробів з спечених матеріалів.

Розділ 3. Композиційні спечені антифрикційні матеріали.

Загальні відомості, вимоги та основні тенденції розвитку антифрикційних матеріалів, одержаних методом порошкової металургії. Антифрикційні матеріали на основі міді, їх властивості і умови застосування. Технологія виготовлення антифрикційних матеріалів на основі заліза, їх властивості та галузі застосування. Металеві багаточарові матеріали на

сталених підкладках. Метало-полімерні антифрикційні матеріали. Металографітові, металоскляні матеріали та матеріали на основі тугоплавких металів та сполук.

Розділ 4. Спечені фрикційні матеріали.

Основи процесів тертя та зношування фрикційних матеріалів. Типи гальмівних та передаючих пристроїв. Класифікація порошкових фрикційних матеріалів за призначенням. Матеріали для роботи в умовах сухого тертя. Технологія виробництва фрикційних виробів. Вплив технологічних параметрів виготовлення на властивості фрикційних матеріалів.

Розділ 5. Спечені високопористі проникні матеріали.

Класифікація, основні методи отримання, властивості та призначення порошкових високопористих матеріалів. Технологія виготовлення проникних матеріалів з волокон та тугоплавких сполук.

Розділ 6. Композиційні порошкові матеріали.

Класифікація, методи отримання, властивості і призначення композиційних матеріалів. Технологія виготовлення волокнистих та багатошарових композиційних матеріалів. Технологія виготовлення дисперсно-зміцнених композиційних матеріалів.

Розділ 7. Матеріали з тугоплавких безкисневих сполук.

Класифікація, властивості та призначення тугоплавких сполук. Технологія одержання карбідів титану, хрому, карбонітриду титану, нітриду бору, кремнію та титану. Методи виготовлення виробів із тугоплавких сполук ізостатичним гарячим пресуванням, литвом термопластичних шлікерів та ізостатичним формуванням.

Розділ 8. Спечені тверді сплави.

Тверді сплави на основі монокарбиду вольфраму, класифікація, основні елементи технології виготовлення та призначення. Безвольфрамові тверді сплави на основі карбідів титану, хрому, карбонітриду титану та термооброблювані тверді сплави зі сталевими зв'язками. Мінералокерамічні тверді сплави та оксикарбідна і нітрид на кераміка. Високошвидкісні методи отримання твердих сплавів. Фізико-хімічні основи отримання порошків алмазу, алмазоподібних модифікацій нітриду бору та полікристалічних надтвердих матеріалів на їх основі. Надтверді матеріали із кубічного та вюрцитоподібного нітриду бору. Технологія виробництва надтвердих матеріалів.

Розділ 9. Матеріали електротехнічного призначення.

Технологія виготовлення, склад, властивості та галузі застосування спечених електроконтактних матеріалів. Порошкові магнітно-м'які матеріали, методи отримання, склади, властивості та галузі застосування. Магнітодіелектрики, магнітно-м'які ферити, їх отримання, класифікація та властивості. Магнітно-тверді порошкові матеріали, технологічні схеми одержання, основні типи, властивості та галузі застосування. Магнітно-тверді ферити, їх типи, склади, властивості та галузі застосування.

Розділ 10. 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 11. 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 12. Обладнання для класифікації, дозування та змішування 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.

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

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 двохшарових, пропелерних мішалок для замішування порошків на пластифікаторах. Конструкції та принцип роботи грануляторів порошків: барабанних та конусних. Розрахунки потужності устаткування для приготування сумішей, класифікації порошків та грануляції порошків.

Розділ 13. 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 14. 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. Сизоненко О. Н. Перспективные процессы изготовления порошковых материалов / О. Н. Сизоненко, А. И. Ивлев, Г. А. Баглюк. – Николаев : НУК, 2014. – 376 с.
2. Степанчук А.М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів. Навч. посібник /А.М. Степанчук. – К. : Центр учбової літератури. – 2016. – 336 с.
3. Степанчук А.Н.Технология порошковой металлургии . Уч. пособие /А.Н. Степанчук, И.И. Билык, П.А. Бойко. – К. : "Вища школа". – 1989. – 415 с.
4. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения. Справочник. / И.М. Федорченко, И.Н. Францевич, И.Д. Радомысельский и др. Киев: Наук. Думка, 1985. – 624 с.
5. Кива Д. С. Специальные технологии и материалы порошковой металлургии / Д. С. Кива, С.А Бычков, О.Ю. Нечипоренко, И.Г. Лавренко. – К. : КВИЦ, 2014. – 664 с.

Додаткова література

1. Степанчук А.М. Обладнання виробництв порошкових та композиційних матеріалів. Каталог обладнання: метод. вказівки до практ. занять та викон. курсових і дипломних проєктів для студентів спеціальності "Композиційні та порошкові матеріали, покриття". /А.М. Степанчук, М.О. Сисоєв. – К. : НТУУ"КПІ". – 2009. – 99 с.
2. Панов В.С. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них : учеб. пособие для вузов / В. С. Панов, А. М. Чувилин. – М. : «МИСИС», 2001. – 428 с.
3. Будник А.Ф. Типове обладнання термічних цехів та дільниць: Навчальний посібник. –Суми: Вид-во СумДУ, 2008. - 212 с.
4. Гиршов В.Л.,Котов С.А., Цеменко В.Н. Современные технологии в порошковой металлургии: учеб. пособие/ В.Л. Гиршов, С.А. Котов, В.Н. Цеменко.- СПб.: Изд-во Политехн. Унта, 2010.- 385 с
5. Спеченные материалы для электротехники и электроники : справочник / под. ред. Г. Г. Гнесина. – М. : Металлургия, 1983. – 248 с.
6. Кипарисов С.С. Оборудование предприятий порошковой металлургии /С.С. Кипарисов, О.В. Падалко. – М. : Металлургия, – 447 с.
7. Федорченко И.М., Пугина Л.И. Композиционные спеченные антифрикционные материалы. – К.: Наукова думка, 1980. – 404 с.
8. Карпинос Д.М., Тучинский Л.И., Вишняков Л.Р. Новые композиционные материалы. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 312 с.
9. Пористые проницаемые материалы : справочник / под ред. Белова С. В. – М. : Металлургия, 1987.– 335 с.
10. Радомысельский И. Д. Конструкционные порошковые материалы / И. Д. Радомысельский, Г. Г. Сердюк, Н. И. Щербань. – К. : Техника, 1985. – 152 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. Вступ. Історія виникнення та розвиток спечених порошкових та композиційних матеріалів конструкційного, триботехнічного, електротехнічного та інструментального призначення. Класифікація та узагальнена технологічна схема одержання спечених порошкових та композиційних матеріалів. (мультимедійна презентація; [1], [5])

Лекція 2. Порошкові конструкційні матеріали загального, машинобудівного призначення. Класифікація в залежності від умов експлуатації і ступеню навантаження. Технологія виготовлення важко-навантажених виробів з конструкційних матеріалів на основі заліза різними методами; ([1], [2], [4], дод. [10],)

Лекція 3. Конструкційні матеріали на основі магнію, титану, нержавіючої сталі, тугоплавких металів та особливості технології отримання виробів з них. Конструкційні матеріали на основі титану і його сплавів. Технологічні варіанти виготовлення і застосування. Дисперснозміцнені матеріали на основі алюмінію, вольфраму, нікелю та кобальту. Особливості отримання, складу, властивостей та галузі застосування; ([2], [3], [4],)

Лекція 4. Класифікація антифрикційних порошкових матеріалів за складом і за призначенням. Матеріали на основі міді, їх складу, фізико-механічні та експлуатаційні властивості. Методи отримання, структура, фізико-механічні та триботехнічні властивості антифрикційних матеріалів на основі заліза, залізо-графіту і залізо-мідь – графіту. Легуючі та антифрикційні добавки для підвищення триботехнічних властивостей порошкових матеріалів. (електронна презентація; [3], [4], дод. [7])

Лекція 5. Технологія виготовлення і властивості антифрикційних матеріалів на підкладках, металополімерних, металоскляних, метлографітових спечених матеріалів та матеріалів на основі тугоплавких металів і сполук. Особливості виготовлення, складу і властивості основних типів спечених антифрикційних матеріалів на основі нікелю, кобальту, алюмінію та матеріалів для торцевих, радіальних ущільнень та поршневих кілець. Матеріали спеціального призначення для роботи в присутності рідкого мастила та без нього, в вакуумі, при підвищених температурах, при високих швидкостях ковзання, в корозійних середовищах; [3], [4], дод. [7])

Лекція 6. Загальні уявлення фрикційні матеріали. Основи процесів тертя та зношування фрикційних матеріалів. Типи гальмівних та передаючих пристроїв. Класифікація порошкових фрикційних матеріалів за призначенням; ([3], [4])

Лекція 7. Матеріали для роботи в умовах сухого тертя. Технологія виробництва фрикційних виробів. Вплив технологічних параметрів виготовлення на властивості фрикційних матеріалів; ([3], [4])

Лекція 8. Технологія отримання порошкових високопористих матеріалів. Залежність проникності пористих фільтрів від способу виготовлення. Варіанти формування та їх вплив на властивості проникних порошкових матеріалів; ([3], [4], дод. [9])

Лекція 9. Технологія виготовлення проникних матеріалів із сферичних і несферичних порошків. Варіанти застосування порошкових проникних матеріалів у авіа- та машинобудуванні; ([3], [4])

Лекція 10. Класифікація, методи отримання, властивості і призначення композиційних матеріалів. Технологія виготовлення волокнистих композиційних матеріалів. Технологія виготовлення дисперсно-зміцнених композиційних матеріалів; ([4], дод. [8])

Лекція 11. Класифікація, властивості та призначення тугоплавких сполук. Технологія одержання карбідів титану, хрому, карбонітриду титану, нітриду бору, кремнію та титану; ([3], [4])

Лекція 12. Методи виготовлення виробів із тугоплавких сполук ізостатичним гарячим пресуванням, литвом термопластичних лікерів та ізостатичним формуванням; ([3], [4])

Лекція 13. Тверді сплави на основі моно карбіду вольфраму, класифікація, основні елементи технології виготовлення та призначення. Безвольфрамкові тверді сплави на основі карбідів титану, хрому, карбонітриду титану та термооброблювані тверді сплави зі сталевими зв'язками. Мінералокерамічні тверді сплави та оксикарбідна і нітрид на кераміка. Технологічні варіанти отримання твердих сплавів, властивості та основні галузі застосування; ([3], [4], дод. [2])

Лекція 14. Фізико-хімічні основи отримання порошків алмазу, алмазоподібних модифікацій нітриду бору та полікристалічних надтвердих матеріалів на їх основі. Надтверді матеріали із кубічного та вюрцитоподібного нітриду бору. Технологія виробництва надтвердих матеріалів; ([3], [4])

Лекція 15. Класифікація матеріалів електротехнічного призначення. Технологія виготовлення, склад, властивості та галузі застосування спечених електроконтактних матеріалів. Склад та технологія виготовлення контактів ковзання та високоструменевих контактів; ([3], [4], дод. [5])

Лекція 16. Порошкові магнітно-м'які матеріали, методи отримання, склади, властивості та галузі застосування. Магнітодіелектрики, магнітно-м'які ферити, їх отримання, класифікація та властивості. Магнітно-тверді порошкові матеріали, технологічні схеми одержання, основні типи, властивості та галузі застосування. Магнітно-тверді ферити, їх типи, склади, властивості та галузі застосування; ([2], [3], дод. [5])

Лекція 17. Проведення тематичної контрольної роботи. Класифікація основного та допоміжного устаткування для виготовлення виробів із порошків металів та сплавів; ([5], дод. [6])

Лекція 18. 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; ([5], дод. [6])

Лекція 19. 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, вихрового апарату та ультразвукового диспергатору; (дод. [6], дод. [1])

Лекція 20. 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. [6])

Лекція 21. 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. [6])

Лекція 22. Обладнання для класифікації порошків: повітряні, гідравлічні сепаратори; барабанні та грохоти, що коливаються; вібраційні підвісні та стаціонарні сита одноступінні та багатоступінні. Розрахунки потужності обладнання для класифікації порошків. Принцип дії та

конструкції дозаторів. Дозатори періодичної (порційні) та безперервної дії. Класифікація дозаторів безперервної дії та розрахунок їх продуктивності; (дод. [6], дод. [1])

Лекція 23. Обладнання для приготування сумішей порошків. Класифікація змішувачів. Конструкція та принцип роботи змішувачів: конусних, зі зміщеною віссю, шнекових періодичної та безперервної дії, вібраційних, центробіжних, планетарних шнекових; шнекових двохшарових, пропелерних мішалок для змішування порошків на пластифікаторах. Конструкції та принцип роботи грануляторів порошків: барабанних та конусних; (дод. [6], дод. [1])

Лекція 24. Класифікація обладнання для пресування та формування виробів із порошків. Конструкції та принцип роботи кривошипних, кривошипне - колінних, кривошипно-ексцентрикових, ричажних, 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); (дод. [6], дод. [1])

Лекція 25. Обладнання для формування виробів методом мундштучного пресування, гарячого литва термопластичних шлікерів, інжекційного формування, центробіжного литва термопластичних шлікерів. 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; (дод. [6], дод. [1])

Лекція 26. 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; (дод. [6], дод. [1], [3])

Лекція 27. 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); (дод. [6], дод. [1], [3])

Лекція 28. Конструкції ковпачкових печей для спікання виробів із порошків Конструкція печей для спікання порошкових фрикційних дисків під тиском; (дод. [6], дод. [1], [3])

Лекція 29. 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); (дод. [6], дод. [1], [3])

Лекція 30. 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; (дод. [6], дод. [1], [3])

Лекція 31. Сушили періодичної та безперервної дії. Принцип дії та конструкція поличної вакуумної сушили, сушили з псевдозрідженим шаром, розпилювальних сушил; (дод. [6])

Перелік тем практичних занять

1. Розрахунок добової продуктивності виробництва порошкових виробів (2 години)
2. Розрахунок матеріального балансу при виробництві порошкових виробів(2 години)
3. Розрахунок дозаторів та змішувачів суміші порошків (2 години)
4. Розрахунок продуктивності цюкових та молоткових дробарок (2 години)
5. Розрахунок продуктивності млинів (2 години)
6. Розрахунок продуктивності пресового обладнання (2 години)
7. Розрахунок продуктивності пічного обладнання (2)
8. Розрахунок продуктивності обладнання для калібрування виробів (2 години)
9. Розрахунок допоміжного обладнання (2 години)

Перелік тем лабораторних занять

1. Одержання та вивчення властивостей конструкційних спечених матеріалів (4 години)
2. Одержання та вивчення властивостей антифрикційних матеріалів (2 години)
3. Одержання та вивчення властивостей фрикційних матеріалів (2 години)
4. Одержання та вивчення властивостей пористих фільтрів (2 години)
5. Дослідження впливу технологічних параметрів на структуру та властивості спечених твердих сплавів (4 години)
6. Одержання та вивчення властивостей електричних контактів (2 години)
7. Одержання та вивчення властивостей порошкових магнітних матеріалів (2 години)

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 111 годин) з дисципліни полягає в

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем, для фокусування розглянутих експериментальних методів отримання конструкційних, трибо технічних, інструментальних та електротехнічних матеріалів (33 години);
- підготовці до виконання практичних занять, аналізу одержаних результатів та формулюванні висновків – в розрахунку 1 година на 1 годину виконання практичних занять (18 годин);
- підготовці до виконання лабораторних занять аналізу одержаних результатів та формулюванні висновків – в розрахунку 1 година на 1 годину виконання практичних занять (18 годин)
- підготовка до тематичних контрольних робіт (12 годин)
- підготовці до підсумкової атестації – екзамену (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 практичних та 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)

Поточний контроль:

- *Захист звітів з практичних всього максимально 20 балів, відповідно:*
 - *Практика 1* *максимум 2 бали*
 - *Практика 2* *максимум 2 бали*
 - *Практика 3* *максимум 2 бали*
 - *Практика 4* *максимум 2 бали*
 - *Практика 5* *максимум 2 бали*
 - *Практика 6* *максимум 2 бали*
 - *Практика 7* *максимум 2 бали*
 - *Практика 8* *максимум 3 бали*
 - *Практика 9* *максимум 3 бали*
- *Захист звітів з лабораторних всього максимально 20 балів, відповідно:*
 - *Лабораторна робота 1* *максимум 3 бали*
 - *Лабораторна робота 2* *максимум 3 бали*
 - *Лабораторна робота 3* *максимум 3 бали*
 - *Лабораторна робота 4* *максимум 3 бали*
 - *Лабораторна робота 5* *максимум 3 бали*
 - *Лабораторна робота 6* *максимум 2 бали*
 - *Лабораторна робота 7* *максимум 3 бали*
- *МКР розбита на 2 Тематичні контрольні роботи, які проводяться у вигляді контрольної роботи з двох питань на 7-му та 11-му навчальних тижнях. Максимальна оцінка за кожну роботу 5 балів (2 бали – перше питання та 3 бали – друге питання), всього складає 10 балів за семестр.*

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

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 30 балів за умови виконання усіх практичних та лабораторних робіт та кількості балів за видами робіт, відповідно:

- *Тематичні контрольні роботи не менше 6 балів*
- *Захист звітів з практичних не менше 12 балів*
- *Захист звітів з лабораторних робіт не менше 12 балів*

Бали за екзамен нараховуються за оцінювання 3-х питань, відповідно:

- *Питання 1- 15 балів*
- *Питання 2- 15 балів*
- *Питання 3- 20 бали*

На екзамені студент може отримати максимальну кількість балів - 50 за 100-бальною шкалою, відповідно:

Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді на 10-7 балів, за неповну відповідь на 7-5 балів, за неправильне використання термінів на 3 бали.

Після оцінювання відповідей на екзамені (виконання екзаменаційної контрольної роботи) підсумовуються стартові бали та бали за екзамен, 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 № 1 від 11 вересня 2021 р.)

Погоджено:

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

(протокол № 1 від 23 вересня 2021 р.)

ДОДАТОК А

Завдання на семестровий контроль з дисципліни «Технологія та обладнання виробництв порошкових та композиційних матеріалів»

1. Класифікація та застосування конструкційних порошкових матеріалів.
2. Технологія виготовлення малонавантажених та помірнонавантажених конструкційних деталей.
3. Технологія виготовлення середньонавантажених та важконавантажених конструкційних деталей.
4. Класифікація порошкових антифрикційних матеріалів за складом та призначенням.
5. Основні вимоги до порошкових антифрикційних матеріалів.
6. Технологічна схема виготовлення порошкових антифрикційних матеріалів.
7. Технологічна схема виготовлення порошкових антифрикційних матеріалів залізо-мідь-графіт.
8. Принцип роботи підшипників із спечених антифрикційних матеріалів в залежності від подачі масла.
9. Технологія просочування маслом антифрикційних порошкових матеріалів, визначення маслопросочуємості.
10. Технологія виготовлення багатошарових антифрикційних матеріалів.
11. Технологія виготовлення металопластмасових антифрикційних матеріалів.
12. Области використання та основні вимоги до порошкових фрикційних матеріалів.
13. Характеристика порошкових фрикційних матеріалів для роботи в умовах сухого тертя і при наявності мастила.
14. Характеристика основних вихідних матеріалів для виготовлення порошкових фрикційних матеріалів.
15. Основні вимоги до матеріалів фрикційних добавок для виготовлення порошкових фрикційних матеріалів.
16. Технологічна схема виготовлення порошкових фрикційних матеріалів.
17. Основні схеми пресування та спікання фрикційних порошкових матеріалів.
18. Класифікація порошкових проникних матеріалів та основні вимоги до них.
19. Переваги порошкових фільтрів, їх основні параметри.
20. Види пор та їх вплив на якість порошкових фільтрів.
21. Основні способи та матеріали для виготовлення порошкових фільтрів.
22. Технологічна схема виготовлення порошкових проникних матеріалів.
23. Відмінність застосування сферичних та несферичних порошоків при виготовленні порошкових проникних матеріалів.
24. Технологія виготовлення порошкових проникних матеріалів з волокон і тугоплавких сполук.
25. Застосування порошкових проникних матеріалів у техніці.
26. Области застосування та основні вимоги до тугоплавких сполук.
27. Основні методи отримання карбідів. Технологія виготовлення карбідів прямим синтезом із елементів.
28. Технологія виготовлення карбідів методом відновлення оксидів металів вуглецем з одночасною карбідізацією.
29. Технологія виготовлення карбідів методом саморозповсюдженого високотемпературного синтезу (СВС).
30. Отримання карбідів плазмохімічним методом і електролізом розплавлених середовищ.
31. Отримання карбідів осадженням з газової фази.
32. Отримання нітридів методом азотування металів.

33. Отримання нітридів методом СВС і плазмохімічним синтезом.
34. Отримання нітридів відновленням оксидів металів твердим відновлювачем у середовищі азоту і осаженням з газової фази.
35. Отримання боридів прямим синтезом з елементів і методом СВС.
36. Отримання боридів металотермічним відновленням та відновленням оксидів металу бором з одночасним боруванням.
37. Отримання боридів електролізом розплавлених середовищ і осаженням з газової фази.
38. Отримання боридів борокарбідним і вуглетермічним методами.
39. Отримання силіцидів прямим синтезом з елементів.
40. Отримання силіцидів методами СВС, відновленням із оксидів з одночасним силіціюванням і синтезом із розчинів у металевих розплавах.
41. Технологія отримання карбіду бору.
42. Технологія виготовлення виробів із безкисневих тугоплавких сполук.
43. Класифікація твердих сплавів, їх області застосування.
44. Технологія виготовлення твердих сплавів.
45. Особливості формування і спікання виробів із твердих сплавів.
46. Класифікація надтвердих матеріалів, технологія виготовлення синтетичних алмазів.
47. Технологія виготовлення абразивного інструменту на основі керамічної, органічної та металевої зв'язки.
48. Класифікація, властивості і вимоги до контактних матеріалів.
49. Технологія виготовлення розривних контактів.
50. Технологія виготовлення контактів ковзання.
51. Технологія виготовлення порошкових магнітно-м'яких матеріалів.
52. Технологія виготовлення порошкових магнітно-твердих матеріалів.
53. Технологія виготовлення магнітодіелектриків.
54. Класифікація та властивості композиційних матеріалів.
55. Технологія виготовлення композиційних шаруватих матеріалів.
56. Технологія виготовлення композиційних волокнистих матеріалів.
57. Технологія виготовлення композиційних дисперсно-зміцнених матеріалів.
58. Класифікація основного та допоміжного устаткування для виготовлення виробів із порошків.
59. Обладнання для виготовлення порошків механічними методами.
60. Обладнання для диспергування. Суть процесу диспергування.
61. Конструкція розпилювачів розплавів.
62. Принцип дії газоструменевих та рідиноструменевих розпилювачів.
63. Основні схеми розпилювання із застосуванням відцентрових сил.
64. Конструкція обладнання для грануляції рідких металів.
65. Класифікація обладнання для подрібнення матеріалів.
66. Конструкція та принцип роботи щоккових дробарок.
67. Конструкція та принцип роботи валкових та конусних дробарок.
68. Конструкція та принцип роботи молоткових дробарок і вальцових млинів.
69. Конструкція та принцип роботи кульових млинів, основні параметри.
70. Конструкція та принцип роботи вібраційних млинів.
71. Конструкція та принцип роботи планетарних млинів.
72. Конструкція та принцип роботи атриторів.
73. Конструкція та принцип роботи струминних та вихрових млинів.
74. Конструкція та принцип роботи колоїдних млинів.
75. Конструкція та принцип роботи ультразвукового диспергатору.
76. Обладнання для одержання порошків металів та сплавів електролізом водних розчинів.
77. Конструкція та принцип роботи електролізерів з катодом, що обертається.
78. Електролізери для електролізу розплавів.
79. Установа для вакуум-термічного очищення катодних осадів.

80. Конструкція та принцип роботи плазмохімічних реакторів.
81. Конструкція та принцип роботи реакторів для метало термічного відновлення.
82. Конструкція та принцип роботи реакторів розкладення – відновлення хімічних сполук.
83. Конструкція та принцип роботи реакторів – автоклавів.
84. Конструкція та принцип роботи газофазних реакторів.
85. Конструкція та принцип роботи реакторів для нанесення покриттів на частинки порошку методом вакуумної металізації.
86. Обладнання для механічної класифікації порошків (сита і вібросепаратори).
87. Конструкції та принцип роботи грохотів.
88. Конструкція та принцип роботи вібраційних столів.
89. Конструкції та принцип роботи пневматичних сепараторів.
90. Конструкція та принцип роботи гідравлічних сепараторів.
91. Конструкція та принцип роботи електричних сепараторів.
92. Конструкція та принцип роботи магнітних сепараторів.
93. Конструкція та застосування барабанних змішувачів періодичної дії.
94. Конструкція та застосування шнекових змішувачів періодичної дії.
95. Конструкція та застосування відцентрових змішувачів періодичної дії.
96. Конструкція та застосування вібраційного змішувача безперервної дії.
97. Конструкція та застосування магнітно-механічного змішувача безперервної дії.
98. Конструкція та принцип роботи сушил періодичної дії.
99. Конструкція та принцип роботи сушил безперервної дії.
100. Конструкція та принцип роботи дистиляторів.
101. Класифікація та принцип роботи дозаторів.
102. Класифікація пресового обладнання.
103. Конструкція та принцип роботи механічних кривошипних та кривошипних-колінчастих пресів.
104. Конструкція та принцип роботи кулачкових та фрикційних гвинтових пресів.
105. Принцип роботи гідравлічних пресів.
106. Класифікація пічного обладнання.
107. Основні характеристики пічного обладнання.