



Фізико-хімічні основи отримання металів, сплавів та сполук у порошковому та дисперсному стані

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Перший рівень вищої освіти ступеня «бакалавр»</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Освітньо-професійна програма першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ступеня «бакалавр»</i>
Статус дисципліни	<i>Основна</i>
Форма навчання	<i>Очна /змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, 5 (осінній) семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5,5 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/ МКР/ДКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., професор, Степанчук Анатолій Миколайович mail:astepanchuk@iff.kpi.ua Лабораторні заняття: ст.. викл., Руденький Сергій Олексійович</i>
Розміщення курсу	<i>Googleclassroom</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Одним з методів одержання матеріалів багатофункціонального призначення з властивостями не притаманними для матеріалів отримуваних традиційними методами литва та подальшої механічної обробки, в тому числі і композиційних, є методи, які базуються на технологічних засадах методів порошкової металургії. Основними етапами розробки матеріалів та виготовлення виробів з них є отримання вихідних порошків, які у

подальшому формуються у виробі заданих розмірів та спікаються при температурах, нижчих за температуру плавлення основного компоненту. Одним із етапів виготовлення таких виробів є отримання порошків металів, сплавів та сполук у різному дисперсному стані. Використовуючи порошки з різними хімічними, фізичними та технологічними властивостями можна у широких межах змінювати умови отримання порошкових виробів з заданими структурою та властивостями і, як наслідок, їх функціональні характеристики. У свою чергу властивості отримуваних порошків залежать від фізико-хімічних процесів, які **лежать** в основі кожного методу отримання порошків. Тому **предметом** вивчення в дисципліні “**Фізико-хімічні основи отримання металів, сплавів та сполук у порошковому та дисперсному стані**” є фізико-хімічних явища, що лежать в основі процесів отримання порошків різними методами і, виходячи з цього, параметри процесів, які забезпечують отримання їх з наперед заданими властивостями та структурою.

Предметом вивчення є також фізико-хімічні основи вибору методу та технологічних параметрів отримання порошків механічним, фізико-хімічними, газофазними методами, диспергуванням розплавів та інш. з використанням термодинамічних засад та аналітичного опису процесів.

У зв'язку з цим **основними завданнями** дисципліни “**Фізико-хімічні основи отримання металів, сплавів та сполук у порошковому та дисперсному стані**” є надання студентам фундаментальних знань, які б допомогли їм встановлювати кінетику процесів та проводити їх аналітичний опис з метою отримання порошків з наперед заданими властивостями та структурою на основі розуміння фізико-хімічних явищ, що лежать в основі створення матеріалів з застосуванням методів порошкової металургії.

Розуміння засад, які лежать в основі методів отримання порошків **металів, сплавів та сполук** базується на фундаментальних законах хімії, фізичної хімії, фізики, фізики конденсованого стану, термодинамічних та кінетичних засад створення матеріалів.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів

здатностей:

- Здатність застосовувати професійні знання й уміння на практиці під час отримання порошків металів, сплавів та сполук;
- Здатність вирішувати проблеми в професійній діяльності на основі аналізу та синтезу літературних та довідкових даних відносно розробки процесів отримання порошків металів, сплавів та сполук;
- Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку рівня властивостей порошків залежно від параметрів їх отримання;
- Здатність використовувати методики вибору стандартних матеріалів для отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук;
- Здатність забезпечувати технологічність виробів і процесів їхнього виготовлення та оброблення, контролювати дотримання технологічної дисципліни під час отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук;
- Здатність застосовувати методи стандартних випробувань щодо визначення фізичних, хімічних, структурних та технологічних властивостей вихідних матеріалів та готових порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук;
- Здатність обирати з економічної та технологічної точки зору оптимальну технологію для отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук з заданими властивостями;
- Здатність обирати основні та допоміжні матеріали для отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук залежно від методу їх отримання;
- Здатність здійснювати контроль якості структури, фізичних і технологічних властивостей порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- основ організації виробничої і наукової діяльності у галузі отримання порошків металів, сплавів і тугоплавких сполук;
- методик пошуку інформації у традиційному та електронному виді у галузі отримання порошків металів, сплавів і сполук;
- стандартних методик вибору матеріалів (вибору вихідної сировини для отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук залежно від методу їх отримання);
- типових технологій виробництв по отриманню порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук;
- стандартних методів випробувань та статистичних методів оцінки якості вихідних матеріалів на різних етапах тримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук;
- характеристик основних і допоміжних матеріалів, що використовуються для отримання порошків;
- фізико-хімічних процесів, які відбуваються під час технологічних операцій з отримання порошків;
- факторів, що впливають на фізико-хімічні процеси, які відбуваються під час проходження технологічних операцій з отримання порошків;
- методів впливу на структуру і властивості отримуваних порошків;
- загальних принципів контролю та регулювання технологічних параметрів отримання порошків;
- стандартних методів вимірювання параметрів продукції, обладнання і технологічних процесів по отриманню порошків;
- стандартних методів контролю якості отримуваних порошків.

уміння:

- обирати та обґрунтовувати методи вирішення поставлених задач стосовно вибору технології та забезпечення умов отримання порошків з заданими властивостями;
- використовувати базові знання з природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук для вирішення практичних задач професійної діяльності під час отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук;
- використовувати знання із технологій виготовлення порошків для розроблення складових технологічного маршруту;
- використовувати стандартні методи та методики розрахунку при виборі та проектуванні виробництв отримання порошків;
- виконувати інженерні розрахунки, оцінювати кількісні параметри технологічних процесів отримання порошків;
- готувати матеріали та приймати участь у проведенні стандартних випробування щодо визначення фізичних, хімічних та механічних властивостей вихідних матеріалів та отриманих порошків, проводити їх оцінку;
- аналізувати основні технології отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук;
- вибирати технологічний процес отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук із заданими властивостями;
- визначати послідовність технологічних операцій для отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук заданої якості;

– використовувати стандартні методи і засоби вимірювання параметрів продукції, обладнання та технологічних процесів під час отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук.

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

Дисципліна викладається у п'ятому семестрі підготовки за освітньо-професійною програмою першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ступеня «бакалавр». Для успішного засвоєння дисципліни, студент повинен володіти набором компетентностей першого рівня вищої освіти ступеня «бакалавр» зі спеціальності 132 Матеріалознавство.

Вивчення дисципліни базується на вивченні таких фундаментальних дисциплін як "Математика", "Фізика", "Фізичне матеріалознавство", "Фізична хімія", "Фізика конденсованого стану", "Теоретична та прикладна механіка", "Термодинаміка матеріалів", "Кінетика процесів в матеріалах" та інших.

Дисципліна "Фізико-хімічні основи отримання металів, сплавів та сполук у порошковому та дисперсному стані" дає студенту можливість у подальшому під час отримання порошкових та наноструктурованих матеріалів на базі знань фізико-хімії явищ і процесів створювати їх з заданим комплексом фізико-технічних властивостей, оволодіти спеціальними технологічними прийомами виготовлення порошків.

У свою чергу дисципліна є основою для вивчення інших дисциплін при навчанні на етапі підготовки бакалаврів а також магістрів і докторів філософії. До таких професійно орієнтованих дисциплін відносяться:

"Теорія процесів консолідації порошкових та композиційних матеріалів" (в дисципліні розглядається вплив методу отримання та властивостей порошків металів та сплавів на процеси їх пресування та спікання);

"Матеріалознавство тугоплавких та композиційних матеріалів" (розглядається взаємозв'язок технології отримання та властивості композиційних матеріалів з властивостями вихідних порошків);

"Технологія та обладнання виробництв порошкових та композиційних матеріалів" (розглядається вплив властивостей вихідних порошків залежно від методу їх отримання на технологію отримання порошкових композиційних матеріалів);

"Теорія процесів формування структури та властивостей напилених покриттів" (розглядається вплив методу отримання та властивостей порошків металів та сплавів на формування заданої структури та властивостей покриттів);

"Технологія нанесення та властивості покриттів" (розглядається вплив методу отримання та властивостей порошків металів та сплавів на технологію отримання покриттів та їх властивості);

"Проектування конструкцій з порошкових та композиційних матеріалів" (розглядається вплив властивостей порошків на методи конструювання порошкових та композиційних матеріалів);

"Наноструктурні матеріали та основи технологій їх одержання" (Розглядаються теоретичні та технологічні особливості отримання порошків металів і сплавів при одержанні наноструктурних матеріалів.

3 Зміст навчальної дисципліни

Розділ I – Вступ

Тема 1.1 – Загальна характеристика порошкової металургії, як методу одержання порошкових та композиційних матеріалів і виробів з них

Тема 1.2 – Властивості порошоків

Розділ II – Механічні методи одержання порошоків

Тема 2.1–Загальні положення подрібнення

Тема 2.2 – Методи подрібнення

Розділ III – Фізико-хімічні методи одержання порошоків

Тема 3.1– Одержання порошоків відновленням оксидів та солей металів

Тема 3.2 – Одержання порошоків сплавів

Тема 3.3 – Електрохімічні методи одержання порошоків

Розділ IV – Газофазні методи одержання порошоків

Тема 4.1 – Отримання порошоків карбонільним методом та випаровуванням з наступною конденсацією

Розділ V – Одержання порошоків металів та сплавів диспергуванням розплавів.

Тема 5.1– Загальні особливості диспергування розплавів

Тема 5.2 – Практика одержання порошоків металів та сплавів диспергуванням розплавів

Розділ VI – Одержання волокон та вусів

Тема 6.1–Загальні закономірності та технологія одержання волокон та вусів

Розділ VII – Отримання порошоків тугоплавких сполук (ТС)

Тема 7.1– Закономірності та технологія отримання металоподобних та неметалевих тугоплавких сполук.

4 Навчальні матеріали та ресурси

4.1 Базова література

1. Степанчук А. М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошоків металів, сплавів та тугоплавких сполук. /А.М. Степанчук. – К.: НТУУ”КПІ”, 2007. – 353 с.
2. Порошковая металлургия и пыленые покрытия: учебник для вузов /В.Н.Анциферов, Г.В.Бобров, Л.К.Дружинин и др. – М.: Металлургия, 1987. – 792с.
3. Кипарисов С.С. Порошковая металлургия. / С.С. Кипарисов, Г.А. Либенсон. – М.: Металлургия, 1980. – 495 с.
4. Степанчук А.Н. Физико-химические закономерности получения порошков металлов и сплавов. /А.Н. Степанчук.– К.: УМК ВО, 1990. – 184 с.
5. Степанчук А. М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по курсу “Теорія формування структури та властивостей порошкових та композиційних матеріалів”, Частина 1 ”Властивості порошоків” /А.М. Степанчук , В.С. КресановВ.С. Майборода . – К. : НТУУ”КПІ”, 1999. – 35 с.
6. Степанчук А.М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Основи отримання порошкових і композиційних матеріалів”. /А.М. Степанчук, С.О.

Руденький. Для студентів усіх форм навчання матеріалознавчих і металургійних спеціальностей. К. : – НТУУ"КПІ, 2013.– 64 с.

4.1 Додаткова література

1. Кипарисов С.С. Порошковая металлургия. / С.С. Кипарисов, Г.А. Либенсон. – М.: Металлургия, 1980. – 495 с.
2. Косторнов А. Г. Материаловедение дисперсных и пористых металлов и сплавов, Т.1. /А.Г. Косторнов. – К. : Наук. думка, 2002. – 571 с.
3. Сердюк Г. Г. Технология порошковой металлургии. Часть 1. Порошки: Учебное пособие. / Г.Г Сердюк, Л.И. Свистун. – Краснодар: Изд. ГОУВПО КубГТУ, 2005. – 240 с.
4. Ходаков Г.С. Физика измельчения. /Г.С. Ходаков.– М.: Металлургия, 1972. – 307 с.
5. Радомысльский И.Д. Получение легированных порошков диффузионным методом и их использование. /И.Д. Радомысльский, С.Г. Напара-Волгина.– К. : Наук.думка, 1988. – 136 с.
6. Нечипоренко О.С. Порошки меди и ее сплавов. / О.С. Нечипоренко, А.В. Помосов, С.С. Набойченко.–М.: Металлургия, 1988. – 205 с.
7. Сыркин В.Г. Карбонильные металлы. /В.Г. Сыркин. – М.: Металлургия, 1978. – 286 с.
8. Нечипоренко О.С. Распыленные металлические порошки. /О.С.Нечипоренко, Ю.И. Найда, А.Б. Медведовский.– К. : Наук.думка, 1980. – 238 с.
9. Жорняк А.Ф. Металлические порошки. / А.Ф. Жорняк. – М. : Металлургия, 1981. – 88 с.
10. Набойченко С. С. Автоклавная переработка медно-цинковых и цинковых концентратов. / С.С. Набойченко. – М.: Металлургия, 1988. –112 с.
11. Паничкина В. В. Методы контроля дисперсности и удельной поверхности металлических порошков. / В.В. Паничкина, И.В.Уварова. – К. : Наук.думка, 1973. – 168с.
12. Бондаренко В. И. Восстановление окислов металлов в сложных газовых системах. /В.И. Бондаренко. – К. : Наук. думка, 1980. – 385 с.
13. Порошковая металлургия стали и сплавов /Ж. И.Данеладзе, Р. П.Щеголева, Л. С. Голубева и др. – М.: Металлургия, 1978. – 264 с.
14. Косторнов А. Г. Материаловедение дисперсных и пористых металлов и сплавов, Т.1. /А.Г. Косторнов. – К. : Наук. думка, 2002. – 571 с.
15. Сердюк Г. Г. Технология порошковой металлургии. Часть 1. Порошки: Учебное пособие. / Г.Г Сердюк, Л.И. Свистун. – Краснодар: Изд. ГОУВПО КубГТУ, 2005. – 240 с.

Перераховані джерела є у вільному доступі в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського і можуть бути використані для отримання базових знань.

Навчальний контент

5 Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1. Лекції

Заняття 1. Характеристика порошкової металургії як науки та напряму техніки про процеси одержання порошків металів та сплавів, композиційних матеріалів.

Історія виникнення та розвитку порошкової металургії. Технологічні та економічні переваги та обмеження використання методу порошкової металургії.

Роль фізико-хімічних явищ у процесах одержання порошкових композиційних матеріалів та виробів.

Галузі застосування порошкових виробів.

Заняття 2. Класифікація методів одержання порошків. Механічні та фізико-хімічні методи одержання порошків. Вплив методу одержання порошків на властивості порошків.

Властивості порошків. Хімічні властивості. Залежність вмісту основного компоненту та домішок від методу одержання порошку, об'єктивних та суб'єктивних причин.

Фізичні властивості порошків. Розмір частинок, гранулометричний склад, форма частинок, питома поверхня порошків, щільність порошків, твердість порошків. Визначення фізичних властивостей порошків та їх залежність від методу одержання порошків та інших факторів.

Технологічні властивості порошків. Насипна щільність, об'єм та маса утряски, текучість, кут природного нахилу, присуємість та формівність. Методи визначення технологічних властивостей порошків. Залежність технологічних властивостей порошків від різних факторів. Взаємозв'язок між фізичними та технологічними властивостями.

Визначення вмісту основного компоненту та домішок в порошках. Методи визначення.

Методи та обладнання для визначення фізичних та технологічних властивостей порошків.

Практичне значення визначення властивостей порошків.

Заняття 3. Загальні положення подрібнення. Ступінь подрібнення, види подрібнення. Способи подрібнення. Реалізація різних способів подрібнення при одержанні порошків металів та сплавів при використанні різних методів.

Основи теорії подрібнення. Закономірності подрібнення. Закони подрібнення по Ріттингеру, Кірпичову та Кіку, Ходакову, Сіденко.

Аналіз законів подрібнення та достовірність їх використання при визначенні оптимальних режимів розмелу.

Заняття 4. Характеристика механічних методів отримання порошків металів та сплавів. Закономірності отримання порошків розмелом матеріалів в кульових, вібраційних, планетарних, струйних, вихрових млинах. Вплив різних факторів на процес розмелу.

Будова обладнання для отримання порошків розмелювання. Технологія.

Заняття 5. Одержання порошків відновленням оксидів та солей металів.

Загальна характеристика відновлювальних процесів. Види відновників, вимоги до них. Основи термодинаміки відновлювальних процесів. Енергія Гібса, константа рівноваги. Рівновага процесів відновлення. Залежність реакції відновлення від різних факторів.

Механізм і кінетика відновлювальних процесів, вплив різних факторів.

Принципи адсорбційно-каталітичної теорії відновлення. Роль процесів дифузії та адсорбції у процесах відновлення. Газопроникність порошкової шихти та її роль у процесах відновлення. Взаємозв'язок кінетичних та адсорбційних факторів.

Залежність швидкості реакції від часу відновлення та температури.

Рівняння Арреніуса. Енергія активації відновлювальних процесів, її залежність від температури.

Заняття 6. Закономірності одержання порошків металів відновленням їх оксидів воднем. Вихідні матеріали. Рівновага реакцій та її залежність від різних факторів. Газопроникність шихти, її роль та залежність від різних факторів. Методи збільшення газопроникності шихти.

Методи регулювання властивостей порошків при їх одержанні відновленням оксидів воднем. Роль процесів переносу через газову фазу, кристалохімічних та монографічних перетворень, окислювально-відновних процесів у формуванні властивостей порошків.

Практика одержання порошків металів відновленням їх оксидів воднем. Одержання порошків заліза, вольфраму, молібдену.

Заняття 7. Закономірності одержання порошків металів відновленням їх оксидів вуглецем та вуглецьвміщуючими газами.

Механізм відновлення вуглецем. Рівновага реакцій. Роль газифікації вуглецю в процесах відновлення вуглецем. Методи збільшення швидкості газифікації вуглецю. Використання сажистого заліза, лужних металів. Комбіноване відновлення.

Практика одержання порошків відновленням оксидів вуглецем та вуглецьвміщуючими газами.

Одержання порошків металів металотермічним відновленням. Загальні відомості. Вимоги до відновників. Термічність реакцій. Методи регулювання термічності.

Особливості відновлення металів кальцієм та гідридом кальцію. Регулювання складу та властивостей порошків у процесі відновлення.

Одержання порошків металів відновленням солей металів магнієм та натрієм. Загальні відомості. Технологія. Методи регулювання властивостей порошків.

Заняття 8. Одержання порошків сплавів відновленням оксидів.

Одержання порошків сплавів сумісним відновленням оксидів воднем. Термодинамічні особливості. Вплив властивостей вихідних порошків на ступінь відновлення та гомогенності кінцевого продукту.

Одержання порошків сплавів сумісним відновленням оксидів гідридом кальцію. Вплив складу вихідної шихти на процес відновлення та сплавоутворення. Вплив якості змішування вихідних компонентів на процес одержання порошків сплавів.

Одержання порошків сплавів термодифузійним насиченням із точкових джерел. Термодинамічні особливості. Супутні реакції. Термодинаміка та хімія масопереносу при сплавоутворенні. Напрямки масопереносу. Вплив складу вихідної шихти, властивостей її компонентів, температури, часу на властивості сплавів.

Технологія процесу Технологія отримання порошків металів та сплавів.

Заняття 9. Електрохімічні методи одержання порошків. Одержання порошків металів електролізом водних розчинів їх солей.

Загальні відомості. Механізм процесу. Потенціал виділення. Ряд напруги. Концентраційна неоднорідність. Перенапруга та її вплив на процес електролізу.

Види осадів при електролізі. Умови виділення порошкоподібного осаду. Вплив співвідношення концентрації електроліту та щільності струму на вид осаду, що виділяється при електролізі.

Вплив різних факторів на процес електролізу водних розчинів та властивості порошків. Вплив щільності струму, концентрації електроліту, кислотності, температури електроліту, часу електролізу, наявності домішок на вихід по струму та властивості порошків, що одержуються.

Технологічні особливості одержання порошків.

Особливості одержання порошків сплавів.

Технологічні особливості одержання порошків електролізом водних розчинів солей металів.

Заняття 10. Одержання порошків електролізом розплавлених середовищ.

Загальні відомості. Склад електролітів. Механізм процесу електролізу розплавлених середовищ. Вплив концентрації електроліту, щільності струму, температури процесу, міжелектродної відстані, часу електролізу на показники процесу та властивості порошків, що одержуються.

Практика одержання порошків металів електролізом розплавлених середовищ. Одержання порошків титану, цирконію, заліза, танталу, ніобію. Технологія та обладнання. Переробка одержаної сировини. Вплив технологічних факторів на показники електролізу та властивості порошків.

Заняття 11. Автоклашний метод отримання порошків. Суть автоклавного методу. Механізм процесу. Вплив тиску водню, кислотності розчину, температури, домішок на показники процесу та властивості порошків. Технологія процесу.

Одержання порошків цементациєю та міжкристалітною корозією. Термодинаміка процесів. Механізм виділення порошків. Вплив технологічних факторів на показники процесів та властивості порошків.

Обладнання та технологія отримання порошків автоклавним методом.

Заняття 12. Газофазні методи одержання порошків. Закономірності проходження реакцій у газовій фазі за участю та без участі поверхні. Одержання порошків випаровуванням конденсацією. Вплив різних факторів на формування властивостей порошків.

Карбонільний метод одержання порошків металів та сплавів. Властивості карбонілів. Одержання карбонілів. Закономірності одержання порошків металів та сплавів розкладом карбонілів. Вплив температурних режимів, швидкості подачі карбонілу, геометрії камер розкладу на показники процесів та властивості порошків.

Одержання порошків гідруванням та дегідруванням. Фізико-хімічна суть методу. Вихідна сировина та її обробка.

Вплив технологічних факторів на показники процесу та властивості порошків.

Заняття 13. Загальні особливості процесів одержання порошків розпиленням розплавів. Загальні положення. Критична швидкість енергоносія. Критеріальне рівняння процесів взаємодії розплаву з потоком енергоносія.

Використання критеріїв Лапласа, Рейнольдса та Вебера при оптимізації процесів одержання порошків розпиленням розплавів.

Заняття 14. Вплив різних факторів на процес розпилення.

Вплив в'язкості та поверхневого натягу розплавів. Вплив технологічних характеристик розплавів. Рівняння теплового балансу. Умови формоутворення порошків. Час охолодження та час сфероїдації, їх вплив на формоутворення порошків.

Особливості розпилення рідиною.

Формування складу та структури порошків при одержанні їх розпиленням розплавів. Залежність структури порошків від параметрів розпилення та складу матеріалу. Формування складу порошків та їх фізичних властивостей у залежності від виду і параметрів розпилення.

Заняття 15. Практика одержання порошків розпиленням. Підготовка розплавів. Вибір енергоносія. Вибір вузла розпилення та габаритів камери розпилення. Вплив геометричних параметрів на процес розпилення і властивості порошків.

Технологія одержання порошків заліза, сплавів на основі міді, алюмінію, легованих сталей

Заняття 16, 17. Закономірності та технологія отримання металоподобних тугоплавких сполук.

Отримання карбідів та нітридів перехідних металів. Класифікація методів . Термодинамічні основи процесів отримання карбідів та нітридів.

Отримання боридів та силіцидів перехідних металів. Класифікація методів.

Термодинамічні особливості та закономірності отримання боридів та силіцидів перехідних металів. Отримання неметалевих тугоплавких сполук.

Технологія і обладнання. Отримання порошків плавлених тугоплавких сполук.

Заняття 18. Одержання волокон та вусів. Класифікація методів одержання волокон та вусів. Закономірності одержання волокон та вусів з розплавів, електролізом, осадженням із газової фази.

Одержання волокон методами порошкової металургії. Одержання волокон змішаними методами.

5.2 Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять наступні:

– Вивчення властивостей порошків. Ознайомлення з методикою та обладнанням для визначення властивостей порошків та набуття практичних навичок при їх визначенні.

– Вивчення методів одержання порошків. Вивчення теоретичних та технологічних основ методів одержання порошків та обладнання. Набуття практичних навичок.

Перелік лабораторних робіт:

Лабораторна робота №1 – Визначення фізичних властивостей порошків (6 год.).

Лабораторна робота №2 – Визначення технологічних властивостей порошків (4 год.).

Лабораторна робота №3 – Дослідження процесу одержання порошків металів та сплавів подрібненням у кульовому (вібраційному, планетарному) млинах (6 год.)

Лабораторна робота №4 – Дослідження умов одержання порошків металів та сплавів відновленням оксидів воднем (4 год.)

Лабораторна робота №5 – Дослідження умов одержання порошків металів та сплавів відновленням оксидів вуглецем та отримання порошків карбідів (4 год.)

Лабораторна робота №6 – Дослідження умов одержання порошків металів електролізом водних розчинів їх солей (4 год.)

Лабораторна робота №7 – Дослідження умов одержання порошків металів та сплавів розпиленням їх розплавів (6 год.)

5.3.1 Самостійна робота студентів

Самостійна робота студентів (загальним об'ємом 93 годин) полягає в:

– самостійному і більш глибокому вивченні окремих розділів дисципліни (27 год.) (Див. дод. 1);

– підготовці до виконання лабораторних робіт, обробці та обговоренні отриманих результатів під час їх виконання, написання висновків (16 год.);

– виконання домашньої контрольної роботи (12 год.) (Див. дод. 2);

– підготовці до виконання модульної контрольної роботи (6 год.) (Див. дод.3);

– підготовці до семестрової атестації – екзамену (30 год.) (Прикл. екз. білетів див. дод. 4).

Планування самостійної роботи при вивченні дисципліни передбачається згідно таблиці 1 . (див. додаток 1)

Політика та контроль

6 Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Тему пропущеного лекційного заняття студент повинен опрацювати самостійно шляхом написання конспекту;
- Пропущену лабораторну роботу 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 виконання лабораторних робіт дозволяється застосування персональних комп'ютерів для пошуку інформації, використання власних ресурсів, тощо.
- Результати виконаних лабораторних робіт оформлюються у вигляді звітів у відповідності до вимог.
- Студенту можуть бути нараховані заохочувальні бали за особливі успіхи у навчанні – порівнянні отриманих під час в роботі результатів з результатами теоретичних розрахунків проведених студентом.
 - Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Конспект пропущеної лекції має бути виконаний і поданий на перевірку не пізніше 2-х тижнів з часу пропущеної лекції. Звіти з лабораторних робіт виконуються і захищаються 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>.

7 Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

7.1 Види контролю

Поточний контроль:

- Захист звітів з лабораторних робіт;
- Модульна контрольна робота, яка проводиться на 6 тижні.

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 лабораторних робіт №1, №2, №3 та МКР.

Для позитивного другого календарного контролю аспірант повинен отримати позитивні оцінки за захист лабораторних робіт №4–№6 та виконання ДКР

Семестровий контроль: екзамен.

7.2 Критерії нарахування балів

За семестр з дисципліни студент може максимальньо отримати 100 балів.

(Див. додаток 5)

Захист звітів з лабораторних робіт максимальньо складає 63 балів, відповідно:

- Виконання і захист роботи з глибоким розкриттям фізико-хімічної сутності процесів, що вивчались – 11–14 балів;
- Активне виконання роботи, опанування матеріалу – 7–10 балів;
- Виконання завдання лабораторної роботи – 3–6 балів;

Модульна контрольна робота оцінюється максимальньо у 16 балів, відповідно:

- Повна відповідь – 16–10 бали;
- Не повна відповідь – 9–3 бали;
- Незадовільна відповідь – 0 балів.

Домашня контрольна робота оцінюється максимальньо у 21 бал, відповідно:

- Повна відповідь – 21–16 бали;
- Не повна відповідь – 12–8 бали;
- Незадовільна відповідь – 0 балів.

Заохочувальні бали надаються додатково за такі види діяльності, як участь у конференціях з тематики дисципліни, модернізація методики проведення практичних занять – 4-6 балів.

Штрафні бали нараховуються за несвоєчасне виконання та захист звітів з лабораторних робіт – 4 бали.

Умовою допуску до семестрового контролю є семестровий рейтинг більше 50 балів за умови виконання усіх лабораторних робіт, МКР та ДКР кількості балів за видами:

- Захист звітів з лабораторних робіт не менше 31 балів;
- Модульна контрольна робота не менше 8 балів.
- Домашня контрольна робота не менше 11 балів.

У випадку незгоди з семестровим рейтингом, здобувач має право здавати залікову контрольну роботу, проте при цьому його семестровий рейтинг анулюється.

Залікова контрольна робота проводиться у вигляді усного опитування і завдання включає 2 теоретичних питання з лекцій, на підготовку відповідей виділяється 2 академічні години. Відповідь на кожне з питання оцінюється у 50 балів за 100-бальною шкалою.

Семестровий контроль проводиться у вигляді письмового екзамену (прикладі білетів див. дод. 5) і можливого додаткового опитування.

. Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями);
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками);
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді на 15-10 балів, за неповну відповідь на 10-5 балів, за неправильне використання термінів на 5 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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

8 Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

1. Під час вивчення дисципліни бажано використовувати інформаційні ресурси. Так за наведеними нижче посиланнями можна знайти журнали, що відносяться до галузі матеріалознавства.

- Ceramics International видавництво Pergamon Press Ltd. (United Kingdom)
- Journal of Alloys and Compounds, издательство Elsevier BV (Netherlands) Нідерланди
- Materials Today: Proceedings <http://www.materialstoday.com/proceedings>
- Journal of Materials Research and Technology [//www.journals.elsevier.com/journal-of-materials-research-and-technology/editorial-board](http://www.journals.elsevier.com/journal-of-materials-research-and-technology/editorial-board)
- Surface and Coatings Technology [//www.journals.elsevier.com/surface-and-coatings-technology](http://www.journals.elsevier.com/surface-and-coatings-technology)
- Materials Characterization [//www.journals.elsevier.com/materials-characterization](http://www.journals.elsevier.com/materials-characterization)
- Materials Science and Engineering [//www.journals.elsevier.com/materials-science-and-engineering-a](http://www.journals.elsevier.com/materials-science-and-engineering-a)
- Applied Surface Science [//www.journals.elsevier.com/applied-surface-science](http://www.journals.elsevier.com/applied-surface-science)
- Journal of Solid State Chemistry [//www.journals.elsevier.com/journal-of-solid-state-chemistry](http://www.journals.elsevier.com/journal-of-solid-state-chemistry)

2. Приклади планування самостійної роботи, питань модульної та домашньої контрольної роботи, екзаменаційних білетів, рейтингової оцінки результатів навчання наведену у додатках 1 – 5.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

проф. каф. Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, к. т. н., проф., Степанчук Анатолій Миколайович

Ухвалено:

кафедрою Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії
(протокол №_____ від_____ 2021 р.)

Погоджено:

Методичною комісією Інституту матеріалознавства та зварювання ім. С. О. Патона (протокол №_____ від_____ 2021 р.)

ДОДАТКИ

Додаток №1

Таблиця 1 – Планування самостійної роботи

№	Вид самостійної роботи	Обсяг в годинах
1	Характеристика порошкової металургії як науки та напрямку техніки про процеси одержання порошків металів та сплавів, композиційних матеріалів. Галузі застосування порошкових виробів. Література: [1]-[4], [2д], [15д]	1
2	Властивості порошків. Визначення вмісту основного компоненту та домішок в порошках. Методики визначення. Методи та обладнання для визначення фізичних та технологічних властивостей порошків. Практичне значення визначення властивостей порошків. Література: [1]-[5]; [14д].	2
3	Загальні положення подрібнення. Аналіз законів подрібнення та достовірність їх використання при визначенні оптимальних режимів розмелу. Література: [1]-[4]; [1д]	2
4	Характеристика механічних методів отримання порошків металів та сплавів. Будова обладнання для отримання порошків розмелюванням. Технологія. Література: [1]-[3]; [16д]	1
5	Одержання порошків відновленням оксидів та солей металів. Рівняння Арреніуса. Енергія активації відновлювальних процесів, її залежність від температури. Література: [1]-[4]; [1д]; [3д;]	2
6	Закономірності одержання порошків металів відновленням їх оксидів воднем. Практика одержання порошків металів відновленням їх оксидів воднем. Одержання порошків заліза, вольфраму, молібдену. Література:[1]-[4]; [10д]; [13д;]	2
7	Одержання порошків металів металотермічним відновленням Одержання порошків металів відновленням солей металів магнієм та натрієм. Загальні відомості. Технологія. Методи регулювання властивостей порошків. Література:[1]-[3]; [2д]	1
8	Одержання порошків сплавів відновленням оксидів. Технологія процесів отримання порошків сплавів. Література: [1]–[3]; [4д]; [11д]; [13д]	2
9	Одержання порошків металів електролізом водних розчинів їх солей. Технологічні особливості одержання порошків електролізом водних розчинів солей металів. Література: [1]-[4]; [2д]; [6д]	2

10	Одержання порошків електролізом розплавлених середовищ. Практика одержання порошків металів електролізом розплавлених середовищ. Одержання порошків титану, цирконію, заліза, танталу, ніобію. Технологія та обладнання. Вплив технологічних факторів на показники електролізу та властивості порошків. Література: [1]-[4]; [2д]; [6д]	1
11	Автоклавний метод отримання порошків. Обладнання та технологія отримання порошків автоклавним методом. Література: [1]-[3]; [10д]	1
12	Газофазні методи одержання порошків. Одержання порошків гідруванням та дегідруванням. Фізико-хімічна суть методу. Вихідна сировина та її обробка. Вплив технологічних факторів на показники процесу та властивості порошків. Література: [1]-[3]; [7д]	1
13	Загальні особливості процесів одержання порошків розпиленням розплавів. Використання критеріїв Лапласа, Рейнольдса та Вебера при оптимізації процесів одержання порошків розпиленням розплавів. Література: [1]-[3]; [8д]; [9д]	1
14	Вплив різних факторів на процес розпилення. Формування складу та структури порошків при одержанні їх розпиленням розплавів. Залежність структури порошків від параметрів розпилення та складу матеріалу. Формування складу порошків та їх фізичних властивостей у залежності від виду і параметрів розпилення. Література: [1]-[3]; [8д]; [9д]	2
15	Практика одержання порошків розпиленням. Технологія одержання порошків заліза, сплавів на основі міді, алюмінію, легированих сталей. Література: [1]-[3]; [8д]; [9д]	2
16	Закономірності та технологія отримання металоподібних тугоплавких сполук. Технологія і обладнання. Отримання порошків плавлених тугоплавких сполук. Література: [1]; [17д]	2
17	Одержання волокон та вусів. Одержання волокон методами порошкової металургії. Одержання волокон змішаними методами. Література: [1]; [14д]	2
		27
18	Підготовка до лабораторних робіт та обговорення їх результатів.	16
	Підготовка до модульної контрольної роботи	8
19	Виконання домашньої контрольної роботи.	12
20	Підготовка до екзамену	30
	Всього:	93

**Приблизний перелік домашніх контрольних робіт (ДКР) з дисципліни
“Фізико-хімічні основи отримання металів, сплавів та сполук у
порошковому та дисперсному стані”**

ДКР №1

1. Дати характеристику методам отримання порошків металів та сплавів високого ступеня чистоти. Розкрити сутність процесів, які забезпечують отримання порошків з високим вмістом основного компоненту.
2. Дати характеристик у методах отримання порошків з високою питомою поверхнею. Вплив технологічних параметрів процесу отримання порошків електролізом водних розчинів солей на їх питому поверхню.
3. Текучість порошків. Методи визначення. Залежність текучості порошків від різних факторів та методу отримання.

ДКР №2

1. Дати характеристику методам отримання порошків високого ступеня дисперсності (з розміром частинок меншим за 30 мкм). Регулювання розміру частинок порошків при отриманні їх різними методами.
2. Дати характеристику методам отримання порошків зі сферичною формою частинок. Сутність явищ, які сприяють отриманню порошків зі сферичною формою. Вплив теплофізичних властивостей розплавів на формування порошків при отриманні їх диспергуванням розплавів.
3. Насипна щільність порошків. Щільність та об'єм утряски порошків. Методи їх визначення. Практичне значення визначення насипної щільності, щільності та об'єму утряски порошків.

ДКР №3

1. Дати характеристику методам отримання порошків з високою твердістю. Закони та закономірності отримання порошків механічними методами.
2. Дати характеристику методів отримання порошків металів, які мають високу спорідненість до кисню.
3. Розмір частинок та фракційний склад порошків. Методи визначення розміру частинок залежно від їх розміру.

ДКР № 4

1. Дати характеристику методам отримання порошків з газової фази. Розкрити механізм регулювання структури та властивостей порошків при отриманні їх цими методами.
2. Дати характеристику методам отримання порошків скальчастої форми. Вказати обладнання та способи подрібнення, які сприяють отриманню порошків зі скальчастою формою.
3. Форма частинок порошків. Методи визначення форми. Залежність форми частинок порошків від методу їх отримання. Вплив форми частинок порошків на інші їх властивості.

ДКР № 5

1. Дати характеристику електрохімічним методам отримання порошків. Переваги та недоліки цих методів. Вплив технологічних параметрів на формування структури та властивостей порошків отримуваних цими методами.
2. Дати характеристику методів отримання порошків безкисневих тугоплавких сполук високої чистоти.
3. Твердість порошків. Методи визначення твердості. Залежність твердості порошків від методу їх отримання.

ДКР № 6

1. Дати характеристику методів отримання порошків металів та сплавів з розміром частинок меншим за 10-20 мкм.
2. Розкрити сутність процесів, які сприяють інтенсифікації процесів розмелювання матеріалів у присутності рідин або поверхнево-активних речовин.
3. Твердість порошків. Методи визначення твердості. Навести приклади методів отримання порошків з високою твердістю. Розкрити природу одержання частинок порошку з високою твердістю.

ДКР № 7

1. Дати характеристику методам отримання порошків сплавів, які вміщують елементи з високою спорідненістю до кисню.
2. Дати характеристику методів отримання порошків безкисневих тугоплавких сполук високої чистоти.
3. Розмір частинок та фракційний склад порошків. Методи визначення. Навести приклади регулювання розміру частинок порошків при їх отриманні відновленням оксидів газоподібними відновниками.

ДКР № 8

1. Дати характеристику методам отримання порошків тугоплавких сполук з високими продуктивністю та економічною ефективністю.
2. Дати характеристику механічним методам отримання волокон та методам екструзії з розплавів.
3. Хімічні властивості порошків. Вказати можливі шляхи внесення в матеріал порошків домішок кисню. Навести приклади методів отримання чистих порошків.

ДКР № 9

1. Дати характеристику фізико-хімічним та змішаним методам отримання волокон. Розкрити сутність формування волокон екструзією з пластифікованих сумішей.
2. Методи отримання порошків з газової фази. Розкрити механізм регулювання структури та властивостей порошків при отриманні їх цими методами.
3. Методи визначення насипної щільності порошків. Практичне значення визначення насипної щільності порошків. Навести приклади методів отримання порошків з малою насипною щільністю.

ДКР № 10

1. Дати характеристику методам отримання порошків литих тугоплавких сполук. Розкрити сутність процесів отримання порошків литих тугоплавких карбідів плавкою за допомогою витратних електродів під тиском газу в робочій камері.
2. Дати характеристику методам отримання порошків диспергуванням розплавів.
3. Технологічні властивості порошків. Їх визначення. Навести приклади методів отримання порошків з високою текучістю.

ДКР № 11

1. Отримання порошків карбідів, нітридів та боридів методом саморозповсюдженого високотемпературного синтезу. Розкрити особливості процесу при отриманні кожного виду тугоплавкої сполуки.
2. Методи отримання порошків металів та сплавів високого ступеня чистоти. Розкрити сутність процесів, які забезпечують отримання таких порошків.
3. Форма частинок порошків. Її вплив на їх технологічні властивості. Розкрити механізм формування порошків при отриманні їх електролізом водних розчинів солей металів.

ДКР № 12

1. Дати характеристик у методах отримання порошків з високою питомою поверхнею. Вплив технологічних параметрів процесу отримання порошків електролізом водних розчинів солей на їх питому поверхню.
2. Розкрити сутність методів отримання порошків диспергуванням розплавів.
3. Вплив форми частинок порошків на їх технологічні властивості. Розкрити механізм формування порошків при отриманні їх електролізом водних розчинів солей металів

ДКР № 14

1. Методи отримання порошків з газової фази. Механізм регулювання структури та властивостей порошків при отриманні їх цими методами.
2. Методи отримання порошків зі сферичною формою частинок. Сутність явищ, які сприяють отриманню порошків зі сферичною формою. Вплив теплофізичних властивостей розплавів на формування порошків при отриманні їх диспергуванням розплавів.
3. Твердість порошків. Методи визначення твердості. Залежність твердості порошків від методу їх отримання.

ДКР № 15

1. Електрохімічні методи отримання порошків. Вплив технологічних параметрів на формування структури та властивостей порошків отримуваних цими методами.
2. Методи отримання порошків скальчастої форми. Вказати обладнання та способи подрібнення, які сприяють отриманню порошків зі скальчастою формою.
3. Форма частинок порошків. Методи визначення форми. Залежність форми частинок порошків від методу їх отримання. Вплив форми частинок порошків на інші їх властивості.

ДКР №16

1. Дати характеристику методам отримання порошків високого ступеня дисперсності (з розміром частинок меншим за 30 мкм). Регулювання розміру частинок порошків при отриманні їх різними методами.
2. Дати характеристику методам отримання порошків зі сферичною формою частинок. Сутність явищ, які сприяють отриманню порошків зі сферичною формою. Вплив теплофізичних властивостей розплавів на формування порошків при отриманні їх диспергуванням розплавів.
3. Насипна щільність порошків. Щільність та об'єм утряски порошків. Методи їх визначення. Практичне значення визначення насипної щільності, щільності та об'єму утряски порошків.

ДКР №17

1. Дати характеристику методам отримання порошків з високою твердістю. Закони та закономірності отримання порошків механічними методами.
2. Дати характеристику методів отримання порошків металів, які мають високу спорідненість до кисню.
3. Розмір частинок та фракційний склад порошків. Методи визначення розміру частинок залежно від їх розміру.

ДКР № 18

1. Дати характеристику методам отримання порошків з газової фази. Розкрити механізм регулювання структури та властивостей порошків при отриманні їх цими методами.
2. Дати характеристику методам отримання порошків скальчастої форми. Вказати обладнання та способи подрібнення, які сприяють отриманню порошків зі скальчастою формою.
3. Форма частинок порошків. Методи визначення форми. Залежність форми частинок порошків від методу їх отримання. Вплив форми частинок порошків на інші їх властивості.

ДКР № 19

1. Дати характеристику електрохімічним методам отримання порошків. Переваги та недоліки цих методів. Вплив технологічних параметрів на формування структури та властивостей порошків отримуваних цими методами.
2. Дати характеристику методів отримання порошків безкисневих тугоплавких сполук високої чистоти.
3. Твердість порошків. Методи визначення твердості. Залежність твердості порошків від методу їх отримання.

ДКР № 20

1. Дати характеристику методів отримання порошків металів та сплавів з розміром частинок меншим за 10-20 мкм.
2. Розкрити сутність процесів, які сприяють інтенсифікації процесів розмелювання матеріалів у присутності рідин або поверхнево-активних речовин.
3. Твердість порошків. Методи визначення твердості. Навести приклади методів отримання порошків з високою твердістю. Розкрити природу одержання частинок порошку з високою твердістю.

ДКР № 21

1. Дати характеристику методам отримання порошків сплавів, які вміщують елементи з високою спорідненістю до кисню.
2. Дати характеристику методів отримання порошків безкисневих тугоплавких сполук високої чистоти.
3. Розмір частинок та фракційний склад порошків. Методи визначення. Навести приклади регулювання розміру частинок порошків при їх отриманні відновленням оксидів газоподібними відновниками.

ДКР № 22

1. Дати характеристику методам отримання порошків тугоплавких сполук з високими продуктивністю та економічною ефективністю.
2. Дати характеристику механічним методам отримання волокон та методам екструзії з розплавів.

3. Хімічні властивості порошків. Вказати можливі шляхи внесення в матеріал порошків домішок кисню. Навести приклади методів отримання чистих порошків.

ДКР № 23

1. Дати характеристику фізико-хімічним та змішаним методам отримання волокон. Розкрити сутність формування волокон екструзією з пластифікованих сумішей.
2. Методи отримання порошків з газової фази. Розкрити механізм регулювання структури та властивостей порошків при отриманні їх цими методами.
3. Методи визначення насипної щільності порошків. Практичне значення визначення насипної щільності порошків. Навести приклади методів отримання порошків з малою насипною щільністю.

ДКР № 24

1. Дати характеристику методам отримання порошків литих тугоплавких сполук. Розкрити сутність процесів отримання порошків литих тугоплавких карбідів плавкою за допомогою витратних електродів під тиском газу в робочій камері.
2. Дати характеристику методам отримання порошків диспергуванням розплавів.
3. Технологічні властивості порошків. Їх визначення. Навести приклади методів отримання порошків з високою текучістю.

ДКР № 25

1. Отримання порошків карбідів, нітридів та боридів методом саморозповсюдженого високотемпературного синтезу. Розкрити особливості процесу при отриманні кожного виду тугоплавкої сполуки.
2. Методи отримання порошків металів та сплавів високого ступеня чистоти. Розкрити сутність процесів, які забезпечують отримання таких порошків.
3. Форма частинок порошків. Її вплив на їх технологічні властивості. Розкрити механізм формоутворення порошків при отриманні їх електролізом водних розчинів солей металів.

Додаток №3

Приблизний перелік питань до модульної контрольної роботи з дисципліни “Фізико-хімічні основи отримання металів, сплавів та сполук у порошковому та дисперсному стані”

МКР №1

1. Характеристика методів отримання порошків металів та сплавів високого ступеня чистоти.

2. Текучість порошків. Методи визначення. Залежність текучості порошків від різних факторів та методу отримання.

МКР №2

1. Сутність методу отримання порошків електролізом водних розчинів солей.
2. Щільність порошків. Методи визначення щільності порошків. Залежність щільності порошків від методу їх отримання.

МКР №3

1. Дати характеристику методам отримання порошків високого ступеня дисперсності (з розміром частинок меншим за 30 мкм).
2. Насипна щільність порошків. Щільність та об'єм утряски порошків. Методи їх визначення. Практичне значення визначення насипної щільності, щільності та об'єму утряски порошків.

МКР №4

1. Закони та закономірності отримання порошків механічними методами.
2. Розмір частинок та фракційний склад порошків. Методи визначення розміру частинок залежно від їх розміру.

МКР №5

1. Сутність процесів отримання порошків з газової фази.
2. Форма частинок порошків. Методи визначення форми. Залежність форми частинок порошків від методу їх отримання. Вплив форми частинок порошків на інші їх властивості.

МКР №6

1. Дати характеристику електрохімічним методам отримання порошків.
2. Твердість порошків. Методи визначення твердості. Залежність твердості порошків від методу їх отримання.

МКР №7

1. Сутність методів отримання порошків зі сферичною формою частинок.
2. Взаємозв'язок між технологічними та фізичними властивостями порошків.

МКР №8

1. Загальна характеристика отримання порошків механічними методами. Способи подрібнення.
2. Хімічні властивості порошків.

МКР № 9

1. Сутність методів отримання порошків металотермічним відновленням.
2. Насипна щільності порошків. Її залежність від їх фізичних властивостей. Методи визначення насипної щільності порошків. Навести приклади методів отримання порошків з малою насипною щільністю.

МКР № 10

1. Методи отримання порошків металів та сплавів з розміром частинок меншим за 10-20 мкм.
2. Розкрити сутність процесів, які сприяють інтенсифікації процесів розмелювання матеріалів у присутності рідин або поверхнево-активних речовин.

МКР № 11

1. Дати характеристику методам отримання порошків сплавів, які складаються з елементів з малою спорідненістю до кисню. Розкрити сутність процесів сплавоутворення.

3. Твердість порошків. Її залежність від різних чинників. Методи визначення твердості.

МКР № 12

1. Дати характеристику кальційгідридному методу отримання порошків сплавів.
2. Розмір частинок та фракційний склад порошків. Методи визначення.

МКР № 13

1. Дати характеристику методів отримання порошків безкисневих тугоплавких сполук (карбідів, боридів, нітридів) синтезом з елементів.
2. Пікнометрична щільність порошків. Її залежність від різних чинників. Методи визначення щільності.

МКР № 14

1. Дати загальну характеристику методам отримання порошків тугоплавких сполук.
2. Хімічні властивості порошків. Їх залежність від різних чинників.

МКР № 15

1. Дати характеристику методам отримання волокон екструзією з розплавів.
2. Технологічні властивості порошків. Їх залежність від різних чинників. Методи визначення.

КР № 16

1. Розкрити сутність методу отримання порошків металів відновленням їх оксидів вуглецем.
2. Насипна щільності порошків. Її залежність від різних чинників. Практичне значення визначення насипної щільності порошків.

МКР № 17

1. Дати характеристику методам отримання порошків литих тугоплавких сполук. Розкрити сутність процесів отримання порошків литих тугоплавких карбідів плавкою за допомогою витратних електродів під тиском газу в робочій камері.
2. Технологічні властивості порошків. Їх залежність від різних чинників. Методи визначення технологічних властивостей.

МКР № 18

1. Отримання порошків карбонільним методом. Вплив різних чинників на формування властивостей порошків.
2. Текучість порошків. Її залежність від різних чинників.

МКР № 19

1. Хлоридний метод отримання порошків металів.
2. Форма частинок порошків. Її залежність від різних чинників. Визначення форми частинок порошків.

МКР № 20

1. Отримання порошків металів комбінованим відновленням їх оксидів.

2. Форма частинок порошків. Методи визначення. Розкрити закономірності

МКР №21

1. Характеристика методів отримання порошків металів та сплавів високого ступеня чистоти.
2. Текучість порошків. Методи визначення. Залежність текучості порошків від різних факторів та методу отримання.

МКР №22

1. Сутність методу отримання порошків електролізом водних розчинів солей.
2. Щільність порошків. Методи визначення щільності порошків. Залежність щільності порошків від методу їх отримання.

МКР №23

1. Дати характеристику методам отримання порошків високого ступеня дисперсності (з розміром частинок меншим за 30 мкм).
2. Насипна щільність порошків. Щільність та об'єм утряски порошків. Методи їх визначення. Практичне значення визначення насипної щільності, щільності та об'єму утряски порошків.

МКР №4

1. Закони та закономірності отримання порошків механічними методами.
2. Розмір частинок та фракційний склад порошків. Методи визначення розміру частинок залежно від їх розміру.

МКР №25

1. Сутність процесів отримання порошків з газової фази.
2. Форма частинок порошків. Методи визначення форми. Залежність форми частинок порошків від методу їх отримання. Вплив форми частинок порошків на інші їх властивості.

Додаток №4

Приклади екзаменаційних білетів з дисципліни “Фізико-хімічні основи отримання металів, сплавів та сполук у порошковому та дисперсному стані”

1. Дати характеристику методам отримання порошків з газової фази. Розкрити механізм регулювання структури та властивостей порошків при отриманні їх цими методами.
2. Дати характеристику методам отримання порошків скальчастої форми. Вказати обладнання та способи подрібнення, які сприяють отриманню порошків зі скальчастою формою.
3. Форма частинок порошків. Методи визначення форми. Залежність форми частинок порошків від методу їх отримання. Вплив форми частинок порошків на інші їх властивості.

№2

1. Дати характеристику електрохімічним методам отримання порошків. Переваги та недоліки цих методів. Вплив технологічних параметрів на формування структури та властивостей порошків отримуваних цими методами.
2. Дати характеристику методів отримання порошків безкисневих тугоплавких сполук високої чистоти.
3. Твердість порошків. Методи визначення твердості. Залежність твердості порошків від методу їх отримання.

№3

1. Дати характеристику методам отримання порошків з високою твердістю. Закони та закономірності отримання порошків механічними методами.
2. Дати характеристику методів отримання порошків металів, які мають високу спорідненість до кисню.
3. Розмір частинок та фракційний склад порошків. Методи визначення розміру частинок залежно від їх розміру.

№4

1. Дати характеристику методам отримання порошків металів та сплавів високого ступеня чистоти. Розкрити сутність процесів, які забезпечують отримання порошків з високим вмістом основного компоненту.
2. Дати характеристик у методам отримання порошків з високою питомою поверхнею. Вплив технологічних параметрів процесу отримання порошків електролізом водних розчинів солей на їх питому поверхню.
3. Текучість порошків. Методи визначення. Залежність текучості порошків від різних факторів та методу отримання.

№5

1. Дати характеристику методам отримання порошків високого ступеня дисперсності (з розміром частинок меншим за 30 мкм). Регулювання розміру частинок порошків при отриманні їх різними методами.
2. Дати характеристику методам отримання порошків зі сферичною формою частинок. Сутність явищ, які сприяють отриманню порошків зі сферичною формою. Вплив теплофізичних властивостей розплавів на формоутворення порошків при отриманні їх диспергуванням розплавів.

3. Насипна щільність порошків. Щільність та об'єм утряски порошків. Методи їх визначення. Практичне значення визначення насипної щільності, щільності та об'єму утряски порошків.

№6

1. Дати характеристику електрохімічним методам отримання порошків. Переваги та недоліки цих методів. Вплив технологічних параметрів на формування структури та властивостей порошків отримуваних цими методами.
2. Дати характеристику методів отримання порошків безкисневих тугоплавких сполук високої чистоти.
3. Твердість порошків. Методи визначення твердості. Залежність твердості порошків від методу їх отримання.

№7

1. Дати характеристику методів отримання порошків металів та сплавів з розміром частинок меншим за 10-20 мкм.
2. Розкрити сутність процесів, які сприяють інтенсифікації процесів розмелювання матеріалів у присутності рідин або поверхнево-активних речовин.
3. Твердість порошків. Методи визначення твердості. Навести приклади методів отримання порошків з високою твердістю. Розкрити природу одержання частинок порошку з високою твердістю.

№8

1. Дати характеристику методам отримання порошків сплавів, які вміщують елементи з високою спорідненістю до кисню.
2. Дати характеристику методів отримання порошків безкисневих тугоплавких сполук високої чистоти.
3. Розмір частинок та фракційний склад порошків. Методи визначення. Навести приклади регулювання розміру частинок порошків при їх отриманні відновленням оксидів газоподібними відновниками.

№9

1. Дати характеристику методам отримання порошків тугоплавких сполук з високими продуктивністю та економічною ефективністю.
2. Дати характеристику механічним методам отримання волокон та методам екструзії з розплавів.
3. Хімічні властивості порошків. Вказати можливі шляхи внесення в матеріал порошків домішок кисню. Навести приклади методів отримання чистих порошків.

№10

1. Дати характеристику фізико-хімічним та змішаним методам отримання волокон. Розкрити сутність формування волокон екструзією з пластифікованих сумішей.
2. Методи отримання порошків з газової фази. Розкрити механізм регулювання структури та властивостей порошків при отриманні їх цими методами.
3. Методи визначення насипної щільності порошків. Практичне значення визначення насипної щільності порошків. Навести приклади методів отримання порошків з малою насипною щільністю.

№11

1. Дати характеристику методам отримання порошків литих тугоплавких сполук. Розкрити сутність процесів отримання порошків литих тугоплавких карбідів плавкою за допомогою витратних електродів під тиском газу в робочій камері.
2. Дати характеристику методам отримання порошків диспергуванням розплавів.
3. Технологічні властивості порошків. Їх визначення. Навести приклади методів отримання порошків з високою текучістю.

№12

1. Отримання порошків карбідів, нітридів та боридів методом саморозповсюдженого високотемпературного синтезу. Розкрити особливості процесу при отриманні кожного виду тугоплавкої сполуки.
2. Методи отримання порошків металів та сплавів високого ступеня чистоти. Розкрити сутність процесів, які забезпечують отримання таких порошків.
3. Форма частинок порошків. Її вплив на їх технологічні властивості. Розкрити механізм формоутворення порошків при отриманні їх електролізом водних розчинів солей металів.

№13

1. Отримання порошків карбідів, нітридів та боридів методом саморозповсюдженого високотемпературного синтезу. Розкрити особливості процесу при отриманні кожного виду тугоплавкої сполуки.
2. Методи отримання порошків металів та сплавів високого ступеня чистоти. Розкрити сутність процесів, які забезпечують отримання таких порошків.
3. Форма частинок порошків. Її вплив на їх технологічні властивості. Розкрити механізм формоутворення порошків при отриманні їх електролізом водних розчинів солей металів.

№14

1. Дати характеристик у методам отримання порошків з високою питомою поверхнею. Вплив технологічних параметрів процесу отримання порошків електролізом водних розчинів солей на їх питому поверхню.
2. Розкрити сутність методів отримання порошків диспергуванням розплавів.
3. Вплив форми частинок порошків на їх технологічні властивості. Розкрити механізм формоутворення порошків при отриманні їх електролізом водних розчинів солей металів

№15

1. Методи отримання порошків з газової фази. Механізм регулювання структури та властивостей порошків при отриманні їх цими методами.
2. Методи отримання порошків зі сферичною формою частинок. Сутність явищ, які сприяють отриманню порошків зі сферичною формою. Вплив теплофізичних

властивостей розплавів на формоутворення порошків при отриманні їх диспергуванням розплавів.

3. Твердість порошків. Методи визначення твердості. Залежність твердості порошків від методу їх отримання.

№16

1. Електрохімічні методи отримання порошків. Вплив технологічних параметрів на формування структури та властивостей порошків отримуваних цими методами.
2. Методи отримання порошків скальчастої форми. Вказати обладнання та способи подрібнення, які сприяють отриманню порошків зі скальчастою формою.
3. Форма частинок порошків. Методи визначення форми. Залежність форми частинок порошків від методу їх отримання. Вплив форми частинок порошків на інші їх властивості.

№17

1. Дати характеристику методам отримання порошків високого ступеня дисперсності (з розміром частинок меншим за 30 мкм). Регулювання розміру частинок порошків при отриманні їх різними методами.
2. Дати характеристику методам отримання порошків зі сферичною формою частинок. Сутність явищ, які сприяють отриманню порошків зі сферичною формою. Вплив теплофізичних властивостей розплавів на формоутворення порошків при отриманні їх диспергуванням розплавів.
3. Насипна щільність порошків. Щільність та об'єм утряски порошків. Методи їх визначення. Практичне значення визначення насипної щільності, щільності та об'єму утряски порошків.

№18

1. ати характеристику методам отримання порошків з високою твердістю. Закони та закономірності отримання порошків механічними методами.
2. Дати характеристику методів отримання порошків металів, які мають високу спорідненість до кисню.
3. Розмір частинок та фракційний склад порошків. Методи визначення розміру частинок залежно від їх розміру.

№19

1. Дати характеристику методам отримання порошків з газової фази. Розкрити механізм регулювання структури та властивостей порошків при отриманні їх цими методами.
2. Дати характеристику методам отримання порошків скальчастої форми. Вказати обладнання та способи подрібнення, які сприяють отриманню порошків зі скальчастою формою.
3. Форма частинок порошків. Методи визначення форми. Залежність форми частинок порошків від методу їх отримання. Вплив форми частинок порошків на інші їх властивості.

№20

1. Дати характеристику електрохімічним методам отримання порошків. Переваги та недоліки цих методів. Вплив технологічних параметрів на формування структури та властивостей порошків отримуваних цими методами.
2. Дати характеристику методів отримання порошків безкисневих тугоплавких сполук високої чистоти.
3. Твердість порошків. Методи визначення твердості. Залежність твердості порошків від методу їх отримання.

№21

1. Дати характеристику методів отримання порошків металів та сплавів з розміром частинок меншим за 10-20 мкм.
2. Розкрити сутність процесів, які сприяють інтенсифікації процесів розмелювання матеріалів у присутності рідин або поверхнево-активних речовин.
3. Твердість порошків. Методи визначення твердості. Навести приклади методів отримання порошків з високою твердістю. Розкрити природу одержання частинок порошку з високою твердістю.

№22

1. Дати характеристику методам отримання порошків сплавів, які вміщують елементи з високою спорідненістю до кисню.
2. Дати характеристику методів отримання порошків безкисневих тугоплавких сполук високої чистоти.
3. Розмір частинок та фракційний склад порошків. Методи визначення. Навести приклади регулювання розміру частинок порошків при їх отриманні відновленням оксидів газоподібними відновниками.

№23

1. Дати характеристику методам отримання порошків тугоплавких сполук з високими продуктивністю та економічною ефективністю.
2. Дати характеристику механічним методам отримання волокон та методам екструзії з розплавів.
3. Хімічні властивості порошків. Вказати можливі шляхи внесення в матеріал порошків домішок кисню. Навести приклади методів отримання чистих порошків.

№24

1. Дати характеристику фізико-хімічним та змішаним методам отримання волокон. Розкрити сутність формування волокон екструзією з пластифікованих сумішей.
2. Методи отримання порошків з газової фази. Розкрити механізм регулювання структури та властивостей порошків при отриманні їх цими методами.
3. Методи визначення насипної щільності порошків. Практичне значення визначення насипної щільності порошків. Навести приклади методів отримання порошків з малою насипною щільністю.

№25

1. Дати характеристику методам отримання порошків литих тугоплавких сполук. Розкрити сутність процесів отримання порошків литих тугоплавких карбідів плавкою за допомогою витратних електродів під тиском газу в робочій камері.
2. Дати характеристику методам отримання порошків диспергуванням розплавів.
3. Технологічні властивості порошків. Їх визначення. Навести приклади методів отримання порошків з високою текучістю.

№26

1. Дати характеристику методам отримання порошків сплавів, які вміщують елементи з високою спорідненістю до кисню.
2. Дати характеристику методів отримання порошків безкисневих тугоплавких сполук високої чистоти.
3. Розмір частинок та фракційний склад порошків. Методи визначення. Навести приклади регулювання розміру частинок порошків при їх отриманні відновленням оксидів газоподібними відновниками.

№27

1. Дати характеристику методам отримання порошків тугоплавких сполук з високими продуктивністю та економічною ефективністю.
2. Дати характеристику механічним методам отримання волокон та методам екструзії з розплавів.
3. Хімічні властивості порошків. Вказати можливі шляхи внесення в матеріал порошків домішок кисню. Навести приклади методів отримання чистих порошків.

№28

1. Дати характеристику фізико-хімічним та змішаним методам отримання волокон. Розкрити сутність формування волокон екструзією з пластифікованих сумішей.
2. Методи отримання порошків з газової фази. Розкрити механізм регулювання структури та властивостей порошків при отриманні їх цими методами.
3. Методи визначення насипної щільності порошків. Практичне значення визначення насипної щільності порошків. Навести приклади методів отримання порошків з малою насипною щільністю.

№29

1. Дати характеристику методам отримання порошків литих тугоплавких сполук. Розкрити сутність процесів отримання порошків литих тугоплавких карбідів плавкою за допомогою витратних електродів під тиском газу в робочій камері.
2. Дати характеристику методам отримання порошків диспергуванням розплавів.
3. Технологічні властивості порошків. Їх визначення. Навести приклади методів отримання порошків з високою текучістю.

№30

1. Отримання порошків карбідів, нітридів та боридів методом саморозповсюдженого високотемпературного синтезу. Розкрити особливості процесу при отриманні кожного виду тугоплавкої сполуки.

2. Методи отримання порошоків металів та сплавів високого ступеня чистоти. Розкрити сутність процесів, які забезпечують отримання таких порошоків.
3. Форма частинок порошоків. Її вплив на їх технологічні властивості. Розкрити механізм формоутворення порошоків при отриманні їх електролізом водних розчинів солей металів.

Додаток 5

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтингова система оцінювання успішності навчання та визначення рейтингу студентів (далі РСО) впроваджується з метою зробити систему оцінювання більш гнучкою, об'єктивною, що сприяє систематичній та активній самостійній роботі студентів протягом усього періоду навчання, забезпечує здорову конкуренцію між студентами у навчанні, сприяє виявленню і розвитку творчих здібностей студентів.

Рейтингова система має на меті оцінку систематичності і успішності роботи студентів з дисципліни «Основи отримання порошкових та композиційних матеріалів».

В основу РСО покладено поопераційний контроль і накопичення рейтингових балів у студентів за різнобічну навчально-пізнавальну діяльність за семестр.

До складу дисципліни входять наступні елементи, що відображають навчальну діяльність студентів:

1. Лабораторні роботи.

Контрольні заходи з дисципліни передбачають:

1. Виконання 1 модульної контрольної роботи.
2. Виконання 1 домашньої контрольної роботи.
3. Семестровий контроль (екзамен, залік).

Рейтингова оцінка (RD) з дисципліни складається з суми балів поточної успішності навчання $-r_k$, а також заохочувальних/штрафних r_s балів, а саме:

$$RD = \sum_k r_k + \sum_s r_s \quad (1)$$

де $\sum_s r_s \leq 0,1 \sum_k r_k$.

Вагові бали r_k з дисципліни одержуються за наступні види навчальної діяльності:

- 1. Лабораторні роботи (r_2) (однієї роботи, всього 7 робіт):**

– виконання і захист роботи з глибоким

розкриттям методики та фізико-хімічної сутності процесів, що вивчались – 9 балів;

– виконання і захист роботи, з посереднім знанням фізико-хімічної сутності процесів, що вивчались – 6–7 балів;

– виконання лабораторної роботи – 4–5 балів;

– відсутність на роботі – 0 бал.

- 2. Модульна контрольна робота (r_1):**

- повна відповідь – 10,0 балів;

- неповна відповідь - 5–6 балів ;
- незадовільна відповідь - 0 балів.

3. Домашня контрольна робота (r_3)

- аналітичний підхід при наданні відповідей на всі поставлені питання – 23–26 балів;
- інформативна відповідь на всі питання – 18– 20 балів;
- не повна відповідь на одне з поставлених питань – 10–12 балів;
- відповіді на поставлені питання не повні – 6–8 балів;
- відсутні або не правильні відповіді на 2 або всі поставлені питання – 0 балів.

Заохочувальні бали r_s надаються додатково за наступні види діяльності:

- участь у факультетських олімпіадах з дисципліни, доповідь на студентських конференціях з тематики дисципліни, модернізація лабораторних робіт, виконання завдань з удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни, підготовка додаткових експериментів при виконанні лабораторної роботи або написання реферату на одну із тем винесених на самостійну роботу.....– 2-4 балів;

Штрафні бали r_s (зі знаком «мінус») нараховуються за:

- відсутність на лабораторному занятті без поважної причини..... – 2 бали;
- несвоєчасне виконання та захист лабораторних робіт..... –3 бали;
- відсутність на лекції без поважної причини – 1,0 бал.

Розрахунок шкали **R** рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру повинна складати **100 балів**.

$$RD = \sum_k r_k + \sum_s r_s = 100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 (перша атестація) тижнів студент максимально повинен набрати 24 бали. Перша атестація позитивна якщо студент набрав 12 або більше балів.

За результатами 13 тижнів навчання (друга атестація) студент повинен набрати 47 або більше балів. Друга атестація позитивна якщо студент набрав 24 або більше балів.

Необхідною умовою допуску студента до семестрової атестації з дисципліни (заліку) є зарахування всіх практичних робіт, контрольних робіт, а також рейтинг не менше 60 % від **RD**, тобто 100 балів.

PCO дає студенту можливість до початку екзаменаційної сесії підвищити свій рейтинг з дисципліни завдяки виконанню додаткової роботи з нарахуванням додаткових балів.

Для виставлення оцінок до екзаменаційної відомості та залікової книжки RD переводиться у традиційні та ECTS оцінки відповідно до таблиці.

Таблиця 6 – Шкала рейтингового оцінювання знань студентів

Значення рейтингу з дисципліни $RD=r_{дкр}+r_1+r_2+r_3$	Оцінка ECTS та її визначення	Відсоток	Традиційна екзамен. (диф. зал.) оцінка	Традиційна залікова оцінка
$0,95R \leq RD \leq 100$ балів	A – відмінно	10	Відмінно	Зараховано
$0,85R \leq RD < 0,95R$ 85–95 балів	B – дуже добре	25	Добре	
$0,75R \leq RD < 0,85R$ 75–84 балів	C – добре	30		
$0,65R \leq RD < 0,75R$ 65–74 балів	D – задовільно	25	Задовільно	
$0,6R \leq RD < 0,65R$ 60–65 балів	E – достатньо (задовольняє мінімальні критерії)	10		

$RD < 0,6R$: $RD < 60$ балів	F _x –незадовільно		Незадовільно	незараховано
$RD \leq 0,5R$ (залік) $R < 30$ або не виконані інші умови допуску до заліку	F –незадовільно (потрібна додаткова робота)		Не допущено	

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів ($<0,6R$), тобто оцінку “незадовільно” або “незараховано”, зобов’язані виконувати залікову контрольну роботу але залік.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни менше $0,5R_c$, зобов’язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку з дисципліни і мають академічну заборгованість (якщо кафедра прийняла ці додаткові умови допуску).