



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра високотемпературних
матеріалів та порошкової мета-
лургії

Фундаментальні засади теорії і технології порошкових і композиційних матеріалів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Лшеиbq рівень вищої освіти ступеня «магістр»</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Освітньо-професійна програма другого (магістерського) рівня вищої освіти ступеня «магістр»</i>
Статус дисципліни	<i>Основна</i>
Форма навчання	<i>Очна /змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, 1 (осінній) семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3,5 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль / контрольні заходи	<i>Екзамен/ МКР</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: к.т.н., професор, Степанчук Анатолій Миколайович mail:astepanchuk@iff.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Googleclassroom</i>

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

Тепер для отримання матеріалів і виробів з них 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. Вихідними матеріалами для отримання таких виробів є порошки різної дисперсності, які у подальшому компактуються шляхом їх пресування (формування) для надання виробам необхідної форми і розмірів і у подальшому для надання їм необхідних властивостей спікаються (термооброблюються). Застосовуючи різні технологічні варіанти і умови отримання порошків металів, сплавів та сполук, їх пресування та спікання можна отримувати вироби з різними щільністю та структурою і, як наслідок, різними функціональними властивостями залежно від вимог.

У свою чергу властивості отримуваних виробів залежать від процесів, які лежать в основі методів отримання порошків, їх пресування та спікання. Це, перш за все, фізико-хімічні процеси, які лежать в основі кожного методу отримання порошків, деформації матеріалів під дією зовнішніх навантажень, сил зумовлених наявністю викривлених поверхонь, самодовільних термодинамічних процесів, які сприяють зменшенню зовнішньої та внутрішньої енергії систем і, тим самим, руху їх до рівноваги.

Тому **предметом** вивчення в дисципліні “Фундаментальні засади теорії і технології порошкових і композиційних матеріалів” є явища, що лежать в основі методів отримання порошків, процесів компактування порошкових матеріалів різними методами і, виходячи з цього, встановлення та оптимізація параметрів процесів, які забезпечують отримання їх з наперед заданими властивостями та структурою.

Предметом вивчення є також теоретичні основи вибору методу, встановлення оптимальних технологічних параметрів процесів отримання вихідних порошків, їх пресування (формування) та спікання отриманих з них заготовок з використанням термодинамічних засад та аналітичного опису процесів.

У зв'язку з цим основними **завданнями** дисципліни “Фундаментальні засади теорії і технології порошкових і композиційних матеріалів” є надання студентам фундаментальних знань, які б допомогли їм встановлювати кінетику процесів та проводити їх аналітичний опис з метою отримання порошкових виробів з наперед заданими властивостями та структурою на основі розуміння фізико-хімічних явищ та процесів, що лежать в основі створення матеріалів з застосуванням методів порошкової металургії.

Розуміння засад, які лежать в основі процесів отримання порошків, їх компактування пресуванням з наступним спіканням базується на фундаментальних законах фізики, механіки, фізичної хімії, фізики конденсованого стану, термодинамічних та кінетичних засад створення матеріалів.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів

здатностей:

- в результаті аналізу фундаментальних засад вибирати і обгрутовувати оптимальні методи отримання порошків металів та сплавів їх пресування і спікання при виготовленні виробів з порошкових та композиційних матеріалів;
- використовуючи аналітичний опис процесів, які лежать в основі методів визначати оптимальні технологічні режими при отриманні виробів з порошкових і композиційних матеріалів залежно від їх призначення;

– за відомими методиками, з використанням аналітичного опису процесів отримання вихідних порошків, пресування і спікання проводити розрахунки з метою оптимізації умов отримання виробів залежно від вимог до їх властивостей.

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

знання:

- класифікації, призначення, основних технологічних прийомів для отримання виробів з порошкових композитів;
- аналітичного опису процесів отримання порошкових та композиційних матеріалів;
- механізмів процесів, що лежать в основі процесів отримання порошкових та композиційних матеріалів;
- методів оптимізації умов отримання виробів з порошкових та композиційних матеріалів з заданими властивостями;
- методів визначення властивостей виробів з порошкових та композиційних матеріалів.

уміння:

- вибирати і обґрунтовувати з використанням фундаментальних засад метод виготовлення виробу з порошкового і композиційного матеріалу відповідно до його призначення;
 - використовувати аналітичний опис процесів з метою визначення оптимальних умов отримання на всіх етапах виготовлення порошкових та композиційних матеріалів;
 - використовувати стандартні та створювати нові методи і засоби визначення оптимальних умов виготовлення виробів.
- визначати властивості та структуру порошкових та композиційних матеріалів, аналізувати вплив різноманітних параметрів на їх формування та запропоновувати аналітичний опис цих процесів, який дозволяє визначати ці параметри для отримання виробів з наперед заданими властивостями.

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

Дисципліна викладається у першому семестрі підготовки за освітньо-професійною програмою другого (магістерського) рівня вищої освіти ступеня «магістр». 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", "Механічні властивості", "Фізична хімія", "Фізика конденсованого стану", "Теоретична та прикладна механіка", "Термодинаміка матеріалів", "Кінетика процесів в матеріалах" а також спеціальних дисциплін – "Основи отримання порошкових та композиційних матеріалів". "Матеріалознавство тугоплавких та композиційних матеріалів" . "Технологія та обладнання виробництва порошкових та композиційних матеріалів" та інших.

Дисципліна "Фундаментальні засади теорії і технології порошкових і композиційних матеріалів" дає студенту можливість у подальшому під час отримання порошкових та композиційних матеріалів на базі знань фізико-хімії явищ і процесів створювати їх з заданим комплексом фізико-технічних властивостей, оволодіти спеціальними технологічними прийомами виготовлення виробів компактуванням порошкових і композиційних матеріалів..

У свою чергу дисципліна є основою для вивчення інших дисциплін при навчанні на етапі магістрів і докторів філософії. До таких професійно орієнтованих дисциплін відносяться “Інженерне матеріалознавство”, “Фізика міцності і руйнування”, “Наукові основи створення наноматеріалів”, “Фазові рівноваги та фазові перетворення”

Набуті під час вивчення дисципліни “Фундаментальні засади теорії і технології порошкових і композиційних матеріалів” здатності, знання, уміння також необхідні при виконанні курсових науково-дослідних робіт, при проходженні науково-дослідної практики, виконанні магістерських дисертацій а також при навчанні в аспірантурі.

3 Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 - Одержання порошків механічними методами

Тема 1.1. - Закономірності одержання порошків металів та сплавів механічними методами. Закони подрібнення.

Розділ II - Одержання порошків розпиленням розплавів

Тема 2.1. – Фундаментальні засади отримання порошків металів та сплавів диспергуванням розплавів. Одержання порошків металів і сплавів механічним диспергуванням розплавів.

Розділ III - Закономірності формування порошкових матеріалів

Тема 3.1. – Загальні положення.

Тема 3.2. Деформація частинок і ущільнення порошків.

Тема 3.3. Аналітичний опис процесів формування.

Тема 3.4. Сучасні технології формування порошкових матеріалів

Розділ IV. Закономірності спікання порошкових матеріалів

Тема 4.1. - Реологічні основи теорій спікання.

Тема 4.2. Спікання під тиском.

Тема 4.3. Структура та властивості спечених та гарячепресованих матеріалів.

4 Навчальні матеріали та ресурси

4.1 Базова література

1. Степанчук А. М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук. /А.М. Степанчук. – К.: НТУУ”КПІ”, 2007. – 353 с.
2. Нечипоренко О.С. Распыленные металлические порошки. /О.С.Нечипоренко, Ю.И. Найда, А.Б. Медведевский.– К. : Наук.думка, 1980. – 238 с.
3. Степанчук А.М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів: Навчальний посібник. /А.М. Степанчук. – К. : ЗАО "ВПОЛ", 2016. – 320 с.
4. Olevsky E.A Field-AssistendSintering. ScienceandApplications / E.A.Olevsky, D.V.Dudina / – ChamSwitzerland. – 2018. – 432 s.

5. Ковальченко М.С. Теоретические основы горячей обработки пористых материалов давлением. / М.С. Ковальченко. – К. : Наук. Думка, 1980. – 240 с.
6. Степанчук А. М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по курсу “Теорія формування структури та властивостей порошкових та композиційних матеріалів”, Частина 1 “Властивості порошків” /А.М. Степанчук , В.С. Кресанов В.С. Майборода . – К. : НТУУ”КПІ”, 1999. – 35 с.
7. 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.

4.2 Додаткова література

1. Ходаков Г.С. Физика измелчения. /Г.С. Ходаков.– М.: Металлургия, 1972. – 307 с.
 2. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: учебник для вузов /В.Н.Анциферов, Г.В.Бобров, Л.К.Дружинин и др. – М.: Металлургия, 1987. – 792 с.
 3. Жданович Г.М. Теория прессования порошковых материалов. /Г.М. Жданович. – М. : Металлургия, 1969. – 264 с.
 4. Феномонологические теории прессования /М.Б. Штерн, Г.Г. Сердюк, Л.А. Максименко и др. – К. : Наукова думка, 1982. – 14 с.
 5. Процессы изостатического прессования /Под ред. П.Дж.Джеймса. - М. : Металлургия, 1990. – 192 с.
 6. Сердюк Г. Г. Технология порошковой металлургии. Часть 3. Спекание и дополнительная обработка: Учебное пособие. / Г.Г. Сердюк, Л.И. Свистун. – Краснодар : Изд. ГО УВПО «КубГТУ», 2005. – 244 с.
 7. Сердюк Г. Г. Технология порошковой металлургии. Часть 1. Порошки: Учебное пособие. / Г.Г. Сердюк, Л.И. Свистун. – Краснодар: Изд. ГОУВПО КубГТУ, 2005. – 240 с.
 8. Нечипоренко О.С. Порошки меди и ее сплавов. / О.С. Нечипоренко, А.В. Помосов, С.С. Набойченко.–М.: Металлургия, 1988. – 205 с.
 9. Сердюк Г. Г. Технология порошковой металлургии. Часть 1. Порошки: Учебное пособие. / Г.Г. Сердюк, Л.И. Свистун. – Краснодар: Изд. ГОУВПО КубГТУ, 2005. – 240 с.
 10. Гегузин Я.Е. Физика спекания./Я.Е. Гегузин. – М. : Наука,1967.- 360 с.
 11. Скороход В.В. Реологические основы теории спекания. /В.В. Скороход. – К. : Наук.думка, 1972. – 149 с.
 12. Скороход В.В. Физико-металлургические основы спекания порошков. / В.В. Скороход, С.М. Солонин. – М.; Металлургия, 1984. – 159 с.
 13. Кислый П.С., Кузенкова М.А. Спекание тугоплавких соединений. /П.С. Кислый., М.А. Кузенкова. – К. : Наук.думка.1980. – 167 с.
 14. Райченко А.И. Основы процесса спекания порошков пропусканием электрического тока. /А.И. Райченко. – М. : Металлургия. 1987. – 184 с.
 15. Высокоскоростные способы прессования деталей из порошковых материалов /К.Н.Богоявленский, П.А.Кузнецов, К.К.Мартенс и др. – Л. : Машиностроение, 1984. –168 с.
- Перераховані джерела є у вільному доступі в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського і можуть бути використані для отримання базових знань.

**5 Методика опанування навчальної дисципліни
(освітнього компонента)**

5.1 Лекційні заняття

Розділ 1 – Одержання порошків механічними методами

Тема 1.1 – Закономірності одержання порошків металів та сплавів механічними методами.

Заняття 1,2 – Вибір оптимального параметру розмелу та визначення його закономірностей. Аналітичний опис процесів розмелювання. Закони подрібнення матеріалів та їх використання. Закони подрібнення по Ріттенгеру, Кічпичову-Кікку, Ходакову та Сіренко. Їх аналіз.

Вплив параметрів процесу подрібнення на процес розмелу. Кінетика подрібнення. Вплив середовища розмелювання на міцність та пластичність твердих тіл. Вплив рідини та ПАР на процес розмелу.

Агрегація та дезагрегація високодисперсних твердих частинок при їх подрібненні.

Розділ II - Одержання порошків розпиленням розплавів.

Тема 2.1 – Одержання порошків металів і сплавів механічним диспергуванням розплавів

Заняття 3,4 – Фундаментальні засади отримання порошків металів та сплавів диспергуванням розплавів. Критеріальне рівняння диспергування (розпилювання) струменя рідини (розплаву). Визначення критеріальних параметрів відносно визначення оптимальних умов розпилювання розплавів для отримання порошків з заданими властивостями.

Вплив теплофізичних властивостей розплавів на формування властивостей порошків при аналітичному описі процесів розпилювання.

Визначення основних параметрів процесів та методи інтенсифікації розпилення. Отримання порошків механічним диспергуванням розплавів.

Одержання волокон та порошків за допомогою швидкісного затвердіння розплавів (метод ВЗР). Одержання порошків металів та сплавів відцентровим розпиленням. Розпилення за допомогою обертового електроду.

Розділ III - Закономірності формування порошкових матеріалів

Тема 3.1 – Загальні положення

Заняття 5 – Визначення понять. Структура пакування частинок в одновимірному і двовимірному просторах. Пакування монорозмірних (ідентичних) частинок в одновимірному просторі. Пакування монорозмірних дисків в двовимірному просторі; впорядковане пакування; випадкове пакування.

Пакування монорозмірних сферичних частинок в тривимірному просторі. Випадкове пакування і утворення мезоструктури, її наслідування в порошковій технології. Кумулятивна функція радіального розподілу. Недосконалість структури матеріалів, виготовлених з порошків. Бімодальні суміші сферичних частинок. Якісний опис. Модель оптима-

льного пакування. Координаційні числа. Змішування порошків двох фракцій. Мульти-модальні суміші сферичних порошків. Множинні моди пакування та безперервний розподіл часток порошку за розміром.

Тема 3.2 – Деформація частинок і ущільнення порошків

Заняття 6 – Елементи прикладної механіки пористих матеріалів. Поняття тензору напружень та тензору деформацій. Пружність і пластичність матеріалів. Поняття поверхні навантаження. Механічні властивості пористого тіла. Реологічні моделі деформівних тіл і їх застосування для опису ущільнення пористих матеріалів.

Стадії компактування порошку. Співвідношення щільність-тиск. Зміни форми і розміру часток. Вплив матеріалу і характеристик частинок. Руйнування частинок крихких матеріалів. Передача навантаження в пакованих частинках.

Тема 3.3 – Аналітичний опис процесів формування

Заняття 7,8 – Аналіз рівнянь пресування з точки зору їх прийнятності для використання при оптимізації процесів формування. Ранні уявлення та теорії ущільнення порошку при пресуванні. Рівняння пресування по Бальшину, Куніну та Юрченку, Ждановичу, Щербаню, Штерну.

Методи опису процесів формування за допомогою рівнянь.

Тема 3.4 – Сучасні технології формування порошкових матеріалів

Заняття 9,10 – Сучасні уявлення про процеси ущільнення порошкових матеріалів. Вивід рівнянь та їх аналіз. Визначення сталих рівнянь. Приклади використання рівнянь для опису різних систем пресування.

Інжекційне та тепле формування.

Розділ IV – Закономірності спікання порошкових матеріалів

Тема 4.1 – Реологічні основи теорій спікання.

Заняття 11,12 – Реологічні основи теорії в'язкої течії пористих тіл. Фізичні основи теорії. Пластична течія. Механізм пластичної течії. Повзучість.

Характеристика основних механізмів спікання. Спікання як в'язка течія, пластична течія. Спікання за рахунок поверхневого переносу та переносу через газову фазу.

Континуальний опис кінетики ущільнення пористого тіла при спіканні. Вплив мезоструктури.

Зональне уособлення при спіканні. Неізотермічне спікання з регульованою швидкістю ущільнення.

Тема 4.2 – Спікання під тиском

Заняття 13 – Закономірності спікання пористих матеріалів під тиском. Сучасний стан теорії та практики виготовлення порошкових виробів гарячим пресуванням. Кінетика гарячого пресування в статичному наближенні. Аналітичний опис процесу гарячого пресування.

Динамічні методи гарячого пресування. Елементи динаміки механічних дій на пористе тіло. Реологічна модель механічної машини з деформівним тілом. Система зі стисненим в'язкопружним деформівно-зміцнівним тілом. Динаміка навантаження до границі пружності та за границею пружності. Застосування моделі динамічної системи до опису імпульсного (під дією удару) гарячого пресування.

Тема 4.3. Структура та властивості спечених та гарячепресованих матеріалів.

Заняття 14 – Міцність, втома, руйнування та тріщиностійкість спечених матеріалів. Застосування моделей відмов для характеристики експлуатаційної надійності спечених матеріалів. Нормальний (гауссів) статистичний розподіл та розподіл Вейбулла механічних властивостей матеріалів.

Модуль Вейбулла для спечених та гарячепресованих керамічних матеріалів та керметів.

5.2 Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять наступні:

- уміння застосовувати теоретичні знання при вирішенні практичних задач.
- застосовуючи аналітичний опис процесів пресування та спікання порошкових виробів встановлювати механізми, які лежать в основі цих процесів і управляти ними;
- набуття навичок обговорювати експериментальні дані та робити висновки

Лабораторна робота №1 – Вивчення рівнянь, які використовуються при описі процесів одержання порошкових матеріалів механічним подрібненням. (2 год.)

Лабораторна робота №2– Теоретичне дослідження процесів диспергування розплавів. (2 год.)

Лабораторна робота №3 – Вивчення рівнянь аналітичного опису процесів формування. Визначення сталих рівнянь та областей їх прийнятності. (2 год.)

Лабораторна робота №4 – Вивчення рівнянь аналітичного опису процесів спікання. (2 год.)

5.3 Самостійна робота студентів

Самостійна робота студентів полягає у вивченні окремих розділів дисципліни, виконанні домашніх завдань по набуттю навичок з вибору та розрахунків оптимальних технологічних параметрів процесів отримання порошків, їх формування та спікання, підготовці до виконання лабораторних робіт та обробці (обговорення) експериментальних даних, отриманих під час їх виконання.

Самостійна робота студентів (загальним об'ємом 69 годин) полягає в:

- самостійному і більш глибокому вивченні окремих розділів дисципліни (10 год.) (Див. дод. 1);
- підготовці до виконання лабораторних робіт, обробці та обговоренні отриманих результатів під час їх виконання, написання висновків (20 год.);
- підготовці до виконання модульної контрольної роботи (9 год.) ;
- підготовці до семестрової атестації – екзамену (30 год.).

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

6 Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Тему пропущеного лекційного заняття аспірант 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, та МКР.

Для позитивного другого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист лабораторних робіт №3, №4

Семестровий контроль: екзамен.

7.2 Критерії нарахування балів

За семестр з дисципліни студент може максимально отримати 100 балів.

(Див. додаток 2)

Захист звітів з лабораторних робіт максимально складає 61 балі, відповідно:

- Виконання і захист роботи з глибоким розкриттям фізико-хімічної сутності і аналітичним описом 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 максимально у 16 балів, відповідно:

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

Заохочувальні бали надаються додатково за такі види діяльності, як участь у конференціях з тематики дисципліни, модернізація методики проведення лабораторних 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.

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 питань оцінюється у 50 балів за 100-бальною шкалою.

Семестровий контроль проводиться у вигляді письмового екзамену (приклади білетів див. дод. 4) 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:

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

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.

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

2. Приклади планування самостійної роботи, питань модульної та домашньої контрольної роботи, екзаменаційних білетів, рейтингової оцінки результатів навчання наведену у додатках 1–3.

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. Є. О. Патона
(протокол № від 2021 р.)

ДОДАТКИ

Додаток 1

Таблиця – Перелік тем самостійної роботи студентів та її обсяг в годинах

№	Назва теми	К-ть годин	Літертура
1	2	3	4
1.	<p>Розділ 1 – Одержання порошків механічними методами</p> <p>1. Методи контролю структури та властивостей спечених виробів. Методики визначення властивостей;</p> <p>2. Агрегація та дезагрегація високодисперсних твердих частинок при їх подрібненні.</p> <p>Розділ II - Одержання порошків розпиленням розплавів</p> <p>1. Одержання волокон та порошків за допомогою швидкісного затвердіння розплавів (метод ВЗР). Одержання порошків металів та сплавів відцентровим розпиленням. Розпилення за допомогою обертового електроду.</p> <p>Розділ III - Закономірності формування порошкових матеріалів</p> <p>1. Пакування монорозмірних сферичних частинок в тривимірному просторі. Випадкове пакування і утворення мезоструктури. Модель оптимального пакування. Координаційні числа. Змішування порошків двох фракцій.</p> <p>2. Стадії компактування порошку. Співвідношення щільність-тиск. Зміни форми і розміру часток. Вплив матеріалу і характеристик частинок. Руйнування частинок крихких матеріалів. Передача навантаження в пакованих частинках.</p> <p>3. Методи опису процесів формування за допомогою рівнянь.</p> <p>Розділ IV. Закономірності спікання порошкових матеріалів.</p> <p>1. Зональне уособлення при спіканні. Неізотермічне спікання з регульованою швидкістю ушільнення</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>1</p>	<p>[1],[6],[7],[6д], [7д]</p> <p>[11д] ,[12д]</p> <p>[1], [9д]</p> <p>[3],[5],[2д]</p> <p>[3],[5],[2д]</p> <p>[3],[3д],[4д]</p> <p>[4], [11д]-[13д]</p>
2			

	2. Динамічні методи гарячого пресування. Елементи динаміки механічних дій на пористе тіло. Реологічна модель механічної машини з деформівним тілом. 3. Модуль Вейбулла для спечених та гарячепресованих керамічних матеріалів та керметів.	1	[3], [15д]
		1	[5],[15д]
3	Підготовка до виконання лабораторних робіт та обговорення отриманих результатів	20	
4	Підготовка до виконання модульної контрольної роботи	9	
5	Підготовка до семестрового контролю (екзамену)	30	
	Всього:	69	

**Приклади завдань до виконання
модульних контрольних робіт**

МКР №1

1. Провести аналітичний опис процесу формування порошкового матеріалу (див. Таблицю) згідно заданого варіанту.

Для цього:

- Вибрати одне з відомих рівнянь за допомогою якого можливо провести аналітичний опис формування матеріалу. Записати вибране рівняння у загальному вигляді та обґрунтувати його вибір.
- Використовуючи експериментальні дані (див. Таблицю) визначити постійні вибраного рівняння.
- Записати рівняння з визначеними коефіцієнтами. Побудувати графічні залежності у координатах Відносна щільність – тиск пресування за експериментальними даними (див. Таблицю) та розрахунковими даними згідно отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами.

Провести аналіз залежностей щодо можливості використання отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами для аналітичного опису процесу пресування заданих матеріалів.

(При порівнянні практичних та теоретичних залежностей необхідно визначити довірчий інтервал для експериментальних точок).

Таблиця 1 Дані дл встановлення аналітичного опису процесу пресування

Тиск пресування, МПа	Відносна щільність, %	Матеріал. Вміст складових, %	Розміри деталі, мм	Варіант	Примітка
30	47	Fe – 80 TiC – 15	D = 60 H = 40	1	Гасанова
40	55				
50	62				
60	68				
70	71				
80	74				

2. Провести розрахунки часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Таблиця 2 – Дані для розрахунку часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Матеріал	Пористість до спікання, %	Відносна щільність після спікання, %	Розмір частинок Вихідного порошку, мкм	Поверхневий натяг, Н/м	В'язкість, Па.с	Тиск гарячого пресування, кг/см ²
Ni	18	95	120	1500	1,5x10 ¹⁰	30

МКР №2

1. Провести аналітичний опис процесу формування порошкового матеріалу (див. Таблицю) згідно заданого варіанту.

Для цього:

- Вибрати одне з відомих рівнянь за допомогою якого можливо провести аналітичний опис формування матеріалу. Записати вибране рівняння у загальному вигляді та обґрунтувати його вибір.
- Використовуючи експериментальні дані (див. Таблицю) визначити постійні вибраного рівняння.
- Записати рівняння з визначеними коефіцієнтами. Побудувати графічні залежності у координатах Відносна щільність – тиск пресування за експериментальними даними (див. Таблицю) та розрахунковими даними згідно отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами.

Провести аналіз залежностей щодо можливості використання отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами для аналітичного опису процесу пресування заданих матеріалів.

(При порівнянні практичних та теоретичних залежностей необхідно визначити довірчий інтервал для експериментальних точок).

Таблиця 1 Дані дл встановлення аналітичного опису процесу пресування

Тиск пресування, МПа	Відносна щільність, %	Матеріал. Вміст складових, %	Розміри деталі, мм	Варіант	Примітка
30	49	Fe – 85 C – 3 Si – 12	D = 62 H = 36	2	Голубчик
40	59				
50	67				
60	75				
70	78				
80	81				

2. Провести розрахунки часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Таблиця 2 – Дані для розрахунку часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Матеріал	Пористість до спікання, %	Відносна щільність після спікання, %	Розмір частинок Вихідного порошку, мкм	Поверхневий натяг, Н/м	В'язкість, Па.с	Тиск гарячого пресування, кг/см ²
Cu	16	98	80	1620	1,2x10 ¹⁰	25

МКР №3

1. Провести аналітичний опис процесу формування порошкового матеріалу (див. Таблицю) згідно заданого варіанту.

Для цього:

- Вибрати одне з відомих рівнянь за допомогою якого можливо провести аналітичний опис формування матеріалу. Записати вибране рівняння у загальному вигляді та обґрунтувати його вибір.
- Використовуючи експериментальні дані (див. Таблицю) визначити постійні вибраного рівняння.
- Записати рівняння з визначеними коефіцієнтами. Побудувати графічні залежності у координатах Відносна щільність – тиск пресування за експериментальними даними (див. Таблицю) та розрахунковими даними згідно отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами.

Провести аналіз залежностей щодо можливості використання отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами для аналітичного опису процесу пресування заданих матеріалів.

(При порівнянні практичних та теоретичних залежностей необхідно визначити довірчий інтервал для експериментальних точок).

Таблиця 1 Дані дл встановлення аналітичного опису процесу пресування

Тиск пресування, МПа	Відносна щільність, %	Матеріал. Вміст складових, %	Розміри деталі, мм	Варіант	Примітка
30	60	Fe – 94 Cr – 4 C – 2	D = 90 H = 20	3	Комендант
40	73				
50	80				
60	84				
70	87				
80	88				

2. Провести розрахунки часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Таблиця 2 – Дані для розрахунку часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Матеріал	Пористість до спікання, %	Відносна щільність після спікання, %	Розмір частинок Вихідного порошку, мкм	Поверхневий натяг, Н/м	В'язкість, Па.с	Тиск гарячого пресування, кг/см ²
Fe	24	92	160	1340	$1,9 \times 10^{10}$	30

МКР №4

1. Провести аналітичний опис процесу формування порошкового матеріалу (див. Таблицю) згідно заданого варіанту.

Для цього:

- Вибрати одне з відомих рівнянь за допомогою якого можливо провести аналітичний опис формування матеріалу. Записати вибране рівняння у загальному вигляді та обґрунтувати його вибір.
- Використовуючи експериментальні дані (див. Таблицю) визначити постійні вибраного рівняння.
- Записати рівняння з визначеними коефіцієнтами. Побудувати графічні залежності у координатах Відносна щільність – тиск пресування за експериментальними даними (див. Таблицю) та розрахунковими даними згідно отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами.

Провести аналіз залежностей щодо можливості використання отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами для аналітичного опису процесу пресування заданих матеріалів.

(При порівнянні практичних та теоретичних залежностей необхідно визначити довірчий інтервал для експериментальних точок).

Таблиця 1 Дані дл встановлення аналітичного опису процесу пресування

Тиск пресування, МПа	Відносна щільність, %	Матеріал. Вміст складових, %	Розміри деталі, мм	Варіант	Примітка
30	60	Fe – 94 Cu – 3 C – 3	D = 86 H = 40	4	Несвідомін
40	73				
50	80				
60	84				
70	87				
80	88				

2. Провести розрахунки часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Таблиця 2 – Дані для розрахунку часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Матеріал	Пористість до спікання, %	Відносна шільність після спікання, %	Розмір частинок Вихідного порошку, мкм	Поверхневий натяг, Н/м	В'язкість, Па.с	Тиск гарячого пресування, кг/см ²
Со	22	89	50	1450	$1,8 \times 10^{10}$	35

МКР №5

1. Провести аналітичний опис процесу формування порошкового матеріалу (див. Таблицю) згідно заданого варіанту.

Для цього:

- Вибрати одне з відомих рівнянь за допомогою якого можливо провести аналітичний опис формування матеріалу. Записати вибране рівняння у загальному вигляді та обґрунтувати його вибір.
- Використовуючи експериментальні дані (див. Таблицю) визначити постійні вибраного рівняння.
- Записати рівняння з визначеними коефіцієнтами. Побудувати графічні залежності у координатах Відносна щільність – тиск пресування за експериментальними даними (див. Таблицю) та розрахунковими даними згідно отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами.

Провести аналіз залежностей щодо можливості використання отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами для аналітичного опису процесу пресування заданих матеріалів.

(При порівнянні практичних та теоретичних залежностей необхідно визначити довірчий інтервал для експериментальних точок).

Таблиця 1 Дані дл встановлення аналітичного опису процесу пресування

Тиск пресування, МПа	Відносна щільність, %	Матеріал. Вміст складових, %	Розміри деталі, мм	Варіант	Примітка
30	60	Sn – 60 Cu – 36 C– 4	D = 120 H = 60	5	Фомічова
40	73				
50	80				
60	84				
70	87				
80	88				

2. Провести розрахунки часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Таблиця 2 – Дані для розрахунку часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Матеріал	Пористість до спікання, %	Відносна шільність після спікання, %	Розмір частинок Вихідного порошку, мкм	Поверхневий натяг, Н/м	В'язкість, Па.с	Тиск гарячого пресування, кг/см ²
W	28	88	10	1240	$9,5 \times 10^{10}$	60

МКР №6

1. Провести аналітичний опис процесу формування порошкового матеріалу (див. Таблицю) згідно заданого варіанту.

Для цього:

- Вибрати одне з відомих рівнянь за допомогою якого можливо провести аналітичний опис формування матеріалу. Записати вибране рівняння у загальному вигляді та обґрунтувати його вибір.
- Використовуючи експериментальні дані (див. Таблицю) визначити постійні вибраного рівняння.
- Записати рівняння з визначеними коефіцієнтами. Побудувати графічні залежності у координатах Відносна щільність – тиск пресування за експериментальними даними (див. Таблицю) та розрахунковими даними згідно отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами.

Провести аналіз залежностей щодо можливості використання отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами для аналітичного опису процесу пресування заданих матеріалів.

(При порівнянні практичних та теоретичних залежностей необхідно визначити довірчий інтервал для експериментальних точок).

Таблиця 1 Дані дл встановлення аналітичного опису процесу пресування

Тиск пресування, МПа	Відносна щільність, %	Матеріал. Вміст складових, %	Розміри деталі, мм	Варіант	Примітка
30	60	Cu – 80 Sn– 20	D = 116 H = 90	6	Шклярєнко
40	73				
50	80				
60	84				
70	87				
80	88				

2. Провести розрахунки часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Таблиця 2 – Дані для розрахунку часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Матеріал	Пористість до спікання, %	Відносна шільність після спікання, %	Розмір частинок Вихідного порошку, мкм	Поверхневий натяг, Н/м	В'язкість, Па.с	Тиск гарячого пресування, кг/см ²
Мо	27	86	6	1286	$8,1 \times 10^{10}$	52

МКР №7

1. Провести аналітичний опис процесу формування порошкового матеріалу (див. Таблицю) згідно заданого варіанту.

Для цього:

- Вибрати одне з відомих рівнянь за допомогою якого можливо провести аналітичний опис формування матеріалу. Записати вибране рівняння у загальному вигляді та обґрунтувати його вибір.
- Використовуючи експериментальні дані (див. Таблицю) визначити постійні вибраного рівняння.
- Записати рівняння з визначеними коефіцієнтами. Побудувати графічні залежності у координатах Відносна щільність – тиск пресування за експериментальними даними (див. Таблицю) та розрахунковими даними згідно отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами.

Провести аналіз залежностей щодо можливості використання отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами для аналітичного опису процесу пресування заданих матеріалів.

(При порівнянні практичних та теоретичних залежностей необхідно визначити довірчий інтервал для експериментальних точок).

Таблиця 1 Дані дл встановлення аналітичного опису процесу пресування

Тиск пресування, МПа	Відносна щільність, %	Матеріал. Вміст складових, %	Розміри деталі, мм	Варіант	Примітка
30	54	Sn – 60 Cu – 20 Fe – 20	D = 96 H = 40	7	
40	72				
50	78				
60	81				
70	84				
80	86				

Таблиця 2 – Дані для розрахунку часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Матеріал	Пористість до спікання, %	Відносна щільність після спікання, %	Розмір частинок Вихідного порошку, мкм	Поверхневий натяг, Н/м	В'язкість, Па.с	Тиск гарячого пресування, кг/см ²
Ti	24	91	20	1305	$7,5 \times 10^{10}$	50

МКР №8

1. Провести аналітичний опис процесу формування порошкового матеріалу (див. Таблицю) згідно заданого варіанту.

Для цього:

- Вибрати одне з відомих рівнянь за допомогою якого можливо провести аналітичний опис формування матеріалу. Записати вибране рівняння у загальному вигляді та обґрунтувати його вибір.
- Використовуючи експериментальні дані (див. Таблицю) визначити постійні вибраного рівняння.
- Записати рівняння з визначеними коефіцієнтами. Побудувати графічні залежності у координатах Відносна щільність – тиск пресування за експериментальними даними (див. Таблицю) та розрахунковими даними згідно отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами.

Провести аналіз залежностей щодо можливості використання отриманого рівняння з визначеними коефіцієнтами для аналітичного опису процесу пресування заданих матеріалів.

(При порівнянні практичних та теоретичних залежностей необхідно визначити довірчий інтервал для експериментальних точок).

Таблиця 1 Дані дл встановлення аналітичного опису процесу пресування

Тиск пресування, МПа	Відносна щільність, %	Матеріал. Вміст складових, %	Розміри деталі, мм	Варіант	Примітка
30	55	Cu – 84 Fe – 12 SiO ₂ – 4	D = 102 H = 50	8	
40	67				
50	74				
60	78				
70	82				
80	86				

Таблиця 2 – Дані для розрахунку часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Матеріал	Пористість до спікання, %	Відносна щільність після спікання, %	Розмір частинок Вихідного порошку, мкм	Поверхневий натяг, Н/м	В'язкість, Па.с	Тиск гарячого пресування, кг/см ²
Nb	25	90	24	1140	$8,8 \times 10^{10}$	56

Таблиця 1 – Дані для встановлення аналітичного опису процесу пресування

Тиск пресування, МПа	Відносна щільність, %	Матеріал. Вміст, %	Розміри деталі, мм	Варіант	Примітка
30	47	Fe – 80 TiC – 15	D = 60 H = 40	1	
40	55				
50	62				
60	68				
70	71				
80	74				
30	49	Fe – 85 C – 3 Si – 12	D = 62 H = 36	2	
40	59				
50	67				
60	75				
70	78				
80	81				
30	49	Fe – 94 Cr – 4 C – 2	D = 90 H = 20	3	
40	60				
50	66				
60	72				
70	88				
80	81				
30	50	Fe – 94 Cu – 3 C – 3	D = 86 H = 40	4	
40	61				
50	69				
60	78				
70	82				
80	85				
30	61	Sn – 60 Cu – 36 C – 4	D = 120 H = 60	5	
40	75				
50	82				
60	88				
70	90				
80	92				
30	60	Cu – 80 Sn – 20	D = 116 H = 90	6	
40	73				
50	80				
60	84				
70	87				
80	88				
30	54	Sn – 60 Cu – 20 Fe – 20	D = 96 H = 40	7	
40	72				
50	78				
60	81				
70	84				
80	86				
30	55	Cu – 84 Fe – 12 SiO ₂ – 4	D = 102 H = 50	8	
40	67				
50	74				
60	78				
70	82				

Таблиця 2 – Дані для розрахунку часу спікання при вільному спіканні та при спіканні гарячим пресуванням

Матеріал	Пористість до спікання, %	Відносна щільність після спікання, %	Розмір частинок Вихідного порошку, мкм	Поверхневий натяг, Н/м	В'язкість, Па.с	Тиск гарячого пресування, кг/см ²
Ni	18	95	120	1500	$1,5 \times 10^{10}$	30
Cu	16	98	80	1620	$1,2 \times 10^{10}$	25
Fe	24	92	160	1340	$1,9 \times 10^{10}$	30
Co	22	89	50	1450	$1,8 \times 10^{10}$	35
W	28	88	10	1240	$9,5 \times 10^{10}$	60
Mo	27	86	6	1286	$8,1 \times 10^{10}$	52
Ti	24	91	20	1305	$7,5 \times 10^{10}$	50
Nb	25	90	24	1140	$8,8 \times 10^{10}$	56

Додаток №2, а

Приклади завдань до модульної контрольної роботи

№1

1. Дати характеристику методам отримання порошкових виробів великої довжини.
2. Визначення характеристик міцності спечених матеріалів.

№2

1. Способи подрібнення матеріалів при отриманні порошоків з них механічними методами.
2. Аналітичний опис процесу подрібнення за Ходаковим Г.С.

№3

1. Дати характеристику бездеформаційним методам формування порошкових виробів.
2. Аналітичний опис процесу подрібнення за Ріттингером Р.Г.

№4

1. Дати характеристику ізостатичним методам формування порошкових виробів. Обґрунтувати аналітичний опис цих методів.
2. Аналітичний опис процесу подрібнення за Сиденко П.М.

№5

1. Дати характеристику рівнянь, які можуть бути використані для аналітичного опису порошкових матеріалів середньої пластичності.

2. Аналітичний опис процесу подрібнення за Чарльзом.

№6

1. Дати характеристику методів формування порошкових виробів, які сприяють отриманню порошкових виробів з високою щільністю та рівномірним її розподілом по його об'єму. Аналітичний опис процесу пресування цими методами.

2. Аналітичний опис процесу подрібнення за Сиденко П.М.

№7

1. Дати характеристику методів формування порошкових виробів, які сприяють отриманню їх з високою щільністю та рівномірним її розподілом по об'єму. Аналітичний опис пресування цими методами.

2. Знеміцнення матеріалів при подрібненні за Ребіндером П.А.

№8

1. Розкрити вплив розміру та форми вихідних порошків на процеси формування виробів з них при пресуванні різними методами.

2. Характеристика критеріального рівняння при подрібненні рідини.

№9

1. Аналітичний опис імпульсних методів пресування.

2. Сутність критерію Вебера для випадку диспергування розплавів.

№10

1. Аналітичний опис розподілу щільності в об'ємі порошкової пресовки. Розкрити причини можливого нерівномірного розподілу щільності по об'єму пресовки. Дати характеристику умовам та методам отримання пресовок з рівномірним розподілом щільності по їх об'єму.

2. Рівняння теплового балансу для випадку диспергування розплавів при отриманні порошків з них..

№11

1. Дати характеристику рівнянь, які можуть бути використані для аналітичного опису порошкових матеріалів крихких матеріалів.

3. Вплив теплофізичних характеристик розплавів на формування порошків при отриманні їх диспергуванням розплавів. Аналітичний опис.

№12

1. Розкрити сутність ізостатичних методів формування.
2. Вплив теплофізичних характеристик розплавів на розмірчастинок порошків при отриманні їх диспергуванням розплавів. Аналітичний опис.

№13

1. Дати характеристику процесів, які супроводжують процес ущільнення при імпульсному пресуванні. Умова контактного плавлення. Аналітичний опис.
2. Умова отримання порошків сферичної форми при диспергуванні розплавів. Аналітичний опис.

№14

1. Характеристика імпульсних методів пресування порошкових виробів.
2. Умова отримання порошків неправильної форми при диспергуванні розплавів. Аналітичний опис.

№15

1. Дати характеристику методів формування порошкових виробів, які сприяють отриманню порошкових виробів з високою щільністю та рівномірним її розподілом по його об'єму. Аналітичний опис процесу пресування цими методами.
2. Аналітичний опис процесу подрібнення за Сиденко П.М.

№16

1. Дати характеристику методів формування порошкових виробів, які сприяють отриманню їх з високою щільністю та рівномірним її розподілом по об'єму. Аналітичний опис пресування цими методами.
2. Знеміцнення матеріалів при подрібненні за Ребіндером П.А.

№17

1. Дати характеристику рівнянь, які можуть бути використані для аналітичного опису порошкових матеріалів середньої пластичності.
2. Аналітичний опис процесу подрібнення за Чарльзом.

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. Семестровий контроль (екзамен).

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

$$RD = \sum_k r_k + \sum_s r_s .$$

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.

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 (екзамену) є зарахування всіх лабораторних 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 – Шкала рейтингового оцінювання знань студентів

Значення рейтингу з дисципліни RD = $r_{\text{ДКР}}+r_1+r_2+r_3$	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 ≤ 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.

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).