

# Інститут механічної інженерії та транспорту

*Освітня програма (спеціалізація):*

## **Матеріали та технології адитивного виробництва**

(код 132/1217)

*Спеціальність:*

### **Матеріалознавство**

(код 132)

*Галузь знань:*

### **Механічна інженерія**

(код 13)

## **Перелік дисциплін**

**для вступу на навчання за освітньою програмою підготовки магістр**

- **Кольорові метали та сплави**
- **Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів**
- **Порошкові та композиційні матеріали**
- **Термічне оброблення матеріалів**
- **Технологія конструкційних матеріалів**

## **Дисципліна: Кольорові метали та сплави**

---

### **Розділ 1. Мідь та сплави на основі міді**

- § 1. Мідь, марки міді
- § 2. Сплави міді, характеристика, класифікація
- § 3. Латуні – подвійні (прості), властивості твердих розчинів, проміжних фаз; спеціальні (багатокомпонентні латуні), вплив легувальних елементів на їх властивості
- § 4. Бронзи. Олов'яні бронзи: діаграма стану Cu-Sn, особливості впливу легувальних елементів
- § 5. Алюмінієві бронзи: діаграма стану Cu-Al, переваги та недоліки Al-бронз; легування
- § 6. Кремнієві, свинцеві та берилієві бронзи: структура, властивості, застосування
- § 7. Мідно-нікелеві сплави: електротехнічні, конструкційні

### **Розділ 2. Алюміній та його сплави**

- § 1. Характеристика алюмінію, класифікація сплавів
- § 2. Термічна обробка сплавів: гартування, старіння (природне та штучне)
- § 3. Структурні зміни при старінні. Зони Гінье-Престона
- § 4. Деформівні сплави, зміцнювані ТО
- § 5. Дуралюміни: зміцнювальні фази
- § 6. Сплави: авіаль, кувальні, високоміцні системи Al-Zn-Mg-Cu, жароміцні
- § 7. Деформівні, незміцнювані ТО, властивості, застосування
- § 8. Силуміни: структура, механічні властивості, модифікування

### **Розділ 3. Титан та його сплави**

- § 1. Металургійні особливості титану. Особливості кристалічної ґратки
- § 2. Легування, фазовий склад, класифікація, механічні властивості, маркування сплавів на основі титану
- § 3. Термічна обробка сплавів
- § 4. Промислові титанові сплави
- § 5. Деформівні сплави: альфа-; псевдо-альфа-; (альфа + бета)-; псевдо- бета- та бета-сплави
- § 6. Ливарні сплави. Технологічні властивості
- § 7. Корозійна тривкість, розтріскування, втома та трибологічні характеристики сплавів

### **Розділ 4. Берилій та його сплави**

- § 1. Фізико-хімічні властивості та металургія берилію
- § 2. Вплив ступеню чистоти, технології виробництва, розміру зерна, текстури на механічні властивості берилію
- § 3. Бериліди

### **Розділ 5. Сплави на основі магнію**

- § 1. Характеристика, властивості, класифікація магнію та сплавів
- § 2. Деформівні та ливарні сплави
- § 3. Термічна обробка сплавів
- § 4. Промислові сплави, сфери застосування

### **Розділ 6. Жаротривкі, корозійнотривкі та шляхетні метали**

- § 1. Ніобій, хром, молібден, вольфрам, кобальт - характеристика, застосування
- § 2. Шляхетні метали

#### **Література**

1. Кольорові метали та сплави. Частина 1: Мідь та мідні сплави//Навчальний посібник / Л. Богун, Е.Плешаков, С. Швачко, Т. Тепла. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 124 с
2. Кольорові метали та сплави : Підручник / В. П. Горбатенко, В. В. Горбатенко; ДВНЗ "Донец. нац. техн. ун-т". - Донецьк : ДВНЗ "ДонНТУ", 2012. - 300 с.
3. Кольорові метали і сплави : навч. посіб. / В. Л. Грешта, О. В. Климов, О. В. Лисиця, Л. П. Степанова. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2015. - 335 с.

# **Дисципліна: Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів**

---

## **Розділ 1. Пружність матеріалів**

- § 1. Простий і узагальнений закони Гука
- § 2. Механізм пружної деформації
- § 3. Константи пружності та вплив на них різних чинників
- § 4. Статичні та динамічні методи визначення модулів пружності

## **Розділ 2. Непружність матеріалів**

- § 1. Природа і механізми внутрішнього тертя
- § 2. Параметри і методи вимірювання внутрішнього тертя
- § 3. Практичне застосування матеріалів з різною величиною внутрішнього тертя

## **Розділ 3. Пластична деформація**

- § 1. Пластична деформація ковзанням: механізм, кристалографія й геометрія ковзання
- § 2. Пластична деформація двійникуванням: механізм, кристалографія й геометрія двійникування, схильність металів до двійникування
- § 3. Гальмування дислокацій: взаємне, домішковими атомами, атомами легувальних елементів, частинками вторинних фаз, границями зерен і двійників
- § 4. Стадії та дислокаційна природа деформаційного зміцнення моно- та полікристалів
- § 5. Структурні зміни при пластичній деформації полікристалів
- § 6. Текстура деформації та анізотропія властивостей
- § 7. Явище різкої текучості, вплив різних чинників на границю текучості
- § 8. Ниткоподібні кристали
- § 9. Явище надпластичності та надпластичні матеріали

## **Розділ 4. Руйнування матеріалів**

- § 1. Теорії крихкого руйнування Гріфітса, концепції Ірвіна та Орована
- § 2. Критерії тріщиностійкості: критичний коефіцієнт інтенсивності напружень, критерій критичного розкриття тріщини – та аналіз їх застосування
- § 3. Механізми зародження тріщин
- § 4. Фрактографія крихкого руйнування
- § 5. Фрактографія в'язкого руйнування
- § 6. Перехід матеріалу з в'язкого стану в крихкий: критерії, вплив різних чинників на холодноотривкість

## **Розділ 5. Втома матеріалів**

- § 1. Загальна характеристика малоциклової й багатоциклової втоми
- § 2. Методика визначення втомної міцності: види та параметри циклів напружень, зразки, методи навантаження зразків і машини для випробувань
- § 3. Макробудова втомних зламів
- § 4. Моделі зародження втомних тріщин
- § 5. Траєкторія, мікроскопічні механізми та кінетика поширення втомних тріщин
- § 6. Явище закриття втомних тріщин та його вплив на витривалість матеріалів
- § 7. Циклічна тріщиностійкість: характеристики та методика їх визначення
- § 8. Вплив конструкційних, технологічних і експлуатаційних факторів на втомну міцність та циклічну тріщиностійкість матеріалів

## **Розділ 6. Повзучість матеріалів**

- § 1. Низькотемпературна повзучість
- § 2. Кінетика й механізми високотемпературної повзучості
- § 3. Дифузійна повзучість
- § 4. Пластична деформація при повзучості
- § 5. Міжзеренне руйнування: зародження клиноподібних тріщин і пор та їх ріст
- § 6. Випробування на повзучість і релаксацію напружень
- § 7. Жароміцність та напрямки підвищення жароміцності матеріалів

## **Розділ 7. Конструкційна міцність**

## § 1. Оцінка конструкційної міцності за механічними властивостями

### Література

1. Дяченко С.С. Фізичні основи міцності та пластичності металів / С.С. Дяченко. – Харків: вид-во ХНАДУ, 2003. – 226 с.
2. Рябічева Л.О. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів –Луганськ : СНУ ім. Даля, 2013. – 482 с.

## **Дисципліна: Порошкові та композиційні матеріали**

---

### **Розділ 1. Порошкові матеріали та вироби з них**

§ 1. Технологічні особливості та методи отримання порошків

§ 2. Хімічні, фізичні і технологічні властивості порошків і методи їхньої діагностики

§ 3. Підготовка порошків до формування

§ 4. Ущільнення в прес-формах. Підготовка порошків до формування

§ 5. Ізостатичне та мундштукове формування. Прокатування порошків.

§ 6. Обладнання для пресування порошкових виробів і його основні технічні характеристики

§ 7. Твердофазне і рідкофазне спікання

§ 8. Обладнання для спікання порошкових матеріалів

§ 9. Спечені конструкційні матеріали

§ 10. Спечені матеріали конструкційного призначення на основі кольорових, тугоплавких металів

і їхніх сплавів

### **Розділ 2. Композиційні матеріали та вироби з них**

§ 1. Основні компоненти порошкових композиційних матеріалів. Види матриць і зміцнювачів

§ 2. Класифікація композиційних матеріалів

§ 3. Основні види волокон і методи їх отримання

§ 4. Методи отримання виробів з композиційних матеріалів.

§ 5. Бороволокнити, їх властивості, структура.

§ 6. Карбоволокнити, , їх властивості, структура

§ 7. Скловолокнити, , їх властивості, структура

§ 8. Вуглець-вуглецеві композиційні матеріали, їх властивості, структура

§ 9. Композити з металевою матрицею

§ 10. Композити на основі полімерів

§ 11. Застосування композиційних матеріалів

### Література

1. Копань В.С. Композиційні матеріали. – К. : Пульсари, 2004. – 186 с.
2. Нові матеріали та композити : навчальний посібник / Ю.А.Буренніков, І. О. Сивак, С. І. Сухоруков – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 161с.
3. А. Степанчук. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів. Навчальний посібник. - Центр навчальної літератури, 2020. – 336 с.

## **Дисципліна: Термічне оброблення матеріалів**

---

### **Розділ 1. Теоретичні основи фазових перетворень у сплавах**

§ 1. Термодинаміка фазових перетворень

§ 2. Гомогенне зародження фаз: утворення зародка критичного розміру, флуктуація енергії й концентрації, узгодженість міжфазних границь, принцип орієнтаційної та розмірної відповідності

§ 3. Гетерогенне зародження фаз та роль границь зерен, дислокацій, частинок вторинних фаз

§ 4. Кінетика фазових перетворень, діаграми ізо- та анізотермічних перетворень.

### **Розділ 2. Гомогенізувальний відпал**

§ 1. Хімічна неоднорідність, дифузійні процеси, інтенсифікація та негативні наслідки відпалу

§ 2. Технологія, застосування і властивості сплавів після гомогенізувального відпалу

### **Розділ 3. Рекристалізувальний відпал**

§ 1. Віднова, полігонізація, первинна, збиральна і вторинна рекристалізація

§ 2. Вплив різних чинників на величину зерна при рекристалізації, діаграми рекристалізації

§ 3. Структурна неоднорідність, текстури рекристалізації

§ 4. Технологія і застосування дорекристалізувального пом'якшувального й зміцнювального відпалів, рекристалізувального повного, неповного, на ультрадрібне зерно, текстурувального відпалів

#### **Розділ 4. Відпружувальний відпал**

§ 1. Внутрішні напруження та їх зменшення при відпалі й короточасних термічних перенавантаженнях

#### **Розділ 5. Відпал з фазовою перекристалізацією**

§ 1. Утворення аустеніту при нагріванні сталі: механізм і кінетика аустенітизації

§ 2. Схильність до росту аустенітного зерна, рафінування грубозернистої структури, структурна спадковість

§ 3. Перлітне перетворення переохолодженого аустеніту: кінетика і механізм

§ 4. Морфологія пластинчастого, зернистого, виродженого перлітів, доевтектоїдного фериту

§ 5. Вплив легувальних елементів, температури і пластичної деформації на перлітне перетворення

§ 6. Режими та застосування повного, неповного, сфероїдизувального, ізотермічного, нормалізаційного відпалів сталі

§ 7. Патентування сталі

§ 8. Відпал чавунів: графітизувальний, нормалізаційний

§ 9. Відпал кольорових сплавів: гетерогенізувальний пом'якшувальний, для покращення корозійної стійкості

#### **Розділ 6. Гартування з алотропним перетворенням**

§ 1. Мартенситне перетворення в сталях: термодинамічний стимул, температурний інтервал, механізм перетворення

§ 2. Морфологія мартенситу, умови утворення пластинчастого й рейкового мартенситів

§ 3. Кінетика мартенситного перетворення

§ 5. Зворотність мартенситних перетворень

§ 6. Вплив деформації на мартенситне перетворення

§ 7. Властивості загартованої сталі

§ 8. Бейнітне перетворення в сталях: механізм і кінетика бейнітного перетворення

§ 9. Морфологія і властивості бейніту

#### **Розділ 7. Технологія гартування сталей**

§ 1. Режими нагрівання й охолодження при гартуванні

§ 2. Прогартуваність сталей

§ 3. Гартівні напруження, способи охолодження

§ 4. Обробка холодом

§ 5. Технологія поверхневого гартування сталей

#### **Розділ 8. Відпуск сталей**

§ 1. Перетворення при відпуску: перерозподіл Карбону, розпад мартенситу і залишкового аустеніту, карбідне перетворення

§ 2. Вплив легувальних елементів на перетворення

§ 3. Види відпуску

§ 4. Зміна властивостей загартованих сталей унаслідок відпуску

§ 5. Відпускна крихкість і способи боротьби з нею

#### **Розділ 9. Гартування з перенасиченням**

§ 1. Фазові перетворення при гартуванні

§ 2. Технологія гартування: нагрівання, витримка, охолодження

#### **Розділ 10. Старіння**

§ 1. Термодинаміка процесів виділення з перенасиченого твердого розчину

§ 2. Спінодальний розпад

§ 3. Механізм і кінетика виділення вторинних фаз (старіння): зародкоутворення, розташування фаз, неперервний і переривчастий ріст виділень.

§ 4. Утворення зон Гіньє-Престона, метастабільних фаз

§ 5. Природа зміцнення при старінні

§ 6. Режими старіння

#### **Розділ 11. Термічна обробка титанових сплавів**

§ 1. Особливості мартенситного перетворення і відпуску (старіння).

§ 2. Режими гартування і старіння

## **Розділ 12. Термодеформаційна обробка сплавів**

§ 1. Низько- і високотемпературна термодеформаційна обробка сплавів, що зміцнюються старінням

§ 2. Низько- і високотемпературна термодеформаційна обробка сталей

### **Література**

1. Мохорт А.В., Чумак М.Г. Термічна обробка металів: Навчальний посібник. – К : Либідь, 2002.–512

с.

2. Кузін О.А., Яцюк Р. Металознавство і термічна обробка металів. – Київ: Основа, 2005. - 360 с.

## **Дисципліна: Технологія конструкційних матеріалів**

---

### **Розділ 1. Металургія чорних і кольорових металів**

§ 1. Метали, їх класифікація і будова. Властивості металів і сплавів

§ 2. Металургія чорних металів. Вихідні матеріали доменного процесу

§ 3. Фізико-хімічні основи доменного процесу. Виробництво чавуну

§ 4. Виробництво сталі. Виплавка сталі в кисневих конвекторах, мартенівських і електричних печах

§ 5. Розкислення і кристалізація сталей. Будова зливу спокійної сталі

§ 6. Методи покращення властивостей сталей. Обробка синтетичними шлаками.

Електрошлаковий переплав

§ 7. Алюміній. Фізико-хімічні основи отримання алюмінію

§ 8. Фізико-хімічні основи отримання міді

§ 9. Магній і титан. Фізико-хімічні основи отримання магнію і титану

### **Розділ 2. Ливарне виробництво**

§ 1. Ливарні сплави. Отримання ливарних сплавів. Сталь у ливарному виробництві. Вплив домішок (сірки, фосфору, кисню, водню, азоту, кольорових металів) на властивості литих сталей

§ 2. Виготовлення виливків в разових ливарних формах. Модельно-опочна оснастка

§ 3. Спеціальні види лиття. Лиття в кокіль. Відцентрове лиття. Лиття в оболонкові форми, за виплавляючими і за випалюваними моделями. Електрошлакове лиття. Лиття під тиском

§ 4. Особливості отримання лиття із кольорових металів

### **Розділ 3. Обробка тиском**

§ 1. Загальні основи процесу деформування твердих тіл. Опір деформуванню. Сили деформування. Механізми пластичної деформації

§ 2. Умови постійності об'єму. Ступінь деформації і зміщений об'єм. Вплив швидкості деформації на опір деформуванню і пластичність

§ 3. Умови пластичності, і аналіз процесів деформування. Енергетичні умови пластичності. Зв'язок між напруженнями і деформаціями при пластичному деформуванні. Схеми деформацій

§ 4. Контактне тертя при обробці тиском. Технологічні змазки. Нерівномірність деформації і напруження в умовах обробки тиском

§ 5. Технологічні процеси обробки металів тиском. Нагрів заготовок перед обробкою тиском. Вплив технологічних факторів на опір деформування заготовок

### **Розділ 4. Зварювання**

§ 1. Фізичні основи утворення зварних з'єднань. Класифікація видів зварювання.

§ 2. Електродугове зварювання. Статична характеристика дуги. Обладнання для електричного дугового зварювання

§ 3. Контактне зварювання. Газове зварювання. Спеціальні види зварювання. Електродугове і газове різання металів

§ 4. Паяння металів. Паяння м'якими і твердими припоями

### **Література**

1. Технологія конструкційних матеріалів / під ред. М.А. Сологуба. – К.: Вища школа, 1993. – 300 с.

2. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : підручник / Вас. Попович, Віт. Попович. – Львів: Світ, 2006. – 624 с.