

Інститут механічної інженерії та транспорту

Освітня програма (спеціалізація):

Матеріали та технології адитивного виробництва

(код G11/1217)

Спеціальність:

Матеріалознавство

(код G8)

Галузь знань:

Інженерія, виробництво та будівництво

(код G)

Перелік дисциплін

для вступу на навчання за освітньою програмою підготовки магістр

- **Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів**
- **Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів**
- **Термічна обробка**
- **Сплави з особливими властивостями**
- **Кольорові метали та сплави**

Спеціальність :: G8. Матеріалознавство

Галузь знань:: G. Інженерія, виробництво та будівництво

Освітня програма (G8/1217) :: Матеріали та технології адитивного виробництва

Дисципліна: Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів

Розділ 1. Матеріалознавство

§ 1. *Металознавство. Предмет курсу та його значення. Будова і властивості металів. Типи кристалічних ґраток. Анізотропія властивостей. Поліморфізм металів. Дефекти кристалічної будови металів*

§ 2. *Кристалізація металів та сплавів. Енергетичні умови, механізм та кінетика процесу кристалізації. Будова зливку сталі*

§ 3. *Будова сплавів. Будова сплавів. Загальна характеристика будови сплавів. Тверді розчини. Хімічні сполуки в металевих сплавах. Фази, які утворюються в металевих сплавах. Механічні суміші компонентів та інших твердих фаз. Призначення і загальна характеристика діаграм стану*

§ 4. *Діаграми фазової рівноваги подвійних сплавів. Взаємозв'язок між типом діаграми фазової рівноваги та фізико-механічними й технологічними властивостями сплавів*

§ 5. *Діаграма фазової рівноваги залізовуглецевих сплавів. Основні фази та структурні складові. Діаграма Fe-Fe₃C. Перетворення у сплавах різного хімічного складу*

§ 6. *Вуглецеві сталі. Вплив домішок на властивості сталей. Вплив Карбону на властивості сталей. Класифікація вуглецевих сталей. Конструкційні сталі. Інструментальні вуглецеві сталі*

§ 7. *Будова і властивості чавунів. Фазові перетворення в чавунах. Структура білих чавунів. Утворення графіту та форма графітних включень. Вплив домішок і швидкості охолодження на структуру чавунів. Сірі чавуни. Вермикулярні чавуни. Ковкі чавуни. Високоміцні чавуни*

§ 8. *Класифікація та маркування легированих сталей. Хімічний склад, структура, властивості, застосування конструкційних легированих сталей: покращуваних, високоміцних, жароміцних, жаростійких, підшипникових, корозійно- та радіаційнотривких*

§ 9. *Теорія термічної обробки сталі: загальні відомості, перетворення в сталі під час нагрівання та під час охолодження, основні види термообробки сталі*

§ 10. *Практика термічної обробки. Класифікація видів термічної обробки. Відпалювання та нормалізація. Гартування, загартовуваність та прогартовуваність сталі. Відпускання та старіння. Структури та властивості сталі після різних видів термічної обробки. Дефекти, що утворюються при термічній обробці*

§ 11. *Мідь та її сплави, класифікація сплавів. Хімічний склад, структура, властивості, застосування простих та спеціальних латуней і бронз*

§ 12. *Алюміній та сплави на його основі, класифікація сплавів. Особливості термічної обробки алюмінієвих сплавів. Хімічний склад, структура, властивості*

Розділ 2. Технологія конструкційних матеріалів

§ 1. *Способи добування металів з руд. Паливо і вогнетривкі матеріали металургійного виробництва. Виробництво чавуну. Вихідні матеріали для виплавляння чавуну. Виплавка чавуну у доменних печах. Продукти доменного плавлення*

§ 2. *Ливарні сплави. Ливарні властивості сплавів. Виробництво виливків зі сталі*

§ 3. *Спеціальні способи лиття. Лиття в металеві форми. Лиття під тиском. Лиття за витоплюваними моделями. Лиття в оболонкові форми. Відцентрове лиття. Лиття методами вакуумного всмоктування, під низьким тиском, видавлюванням і рідким штампуванням*

§ 4. *Обробка металів тиском. Коротка характеристика основних видів обробки металів тиском. Зміцнювання і знеміцнювання металу. Вплив обробки тиском на макроструктуру і механічні властивості металів і сплавів. Температурний інтервал гарячої обробки тиском. Режим нагрівання і нагрівні пристрої*

§ 5. *Прокатування. Суть процесу прокатування. Характеристика процесу. Умови захоплювання заготовки валками. Сортамент прокату*

§ 6. *Пресування. Суть процесу і сортамент пресованих виробів. Характеристика процесу. Сортамент пресованих виробів. Методи пресування і використовуване устаткування. Пресування прутків і дроту. Пресування труб. Устаткуванням для пресування*

§ 7. *Волочіння. Суть процесу волочіння і сортамент. Характеристика процесу. Вихідний матеріал і сортамент. Волоочильний інструмент. Процес волочіння прутків і дроту. Процес волочіння труб*

§ 8. *Вільне кування. Суть процесу і технологічні операції кування. Характеристика процесу. Види ковальських операцій*

§ 9. *Гаряче об'ємне штампування: характеристика процесу, різновиди процесу, класифікація штампів, обладнання*

§ 9. Холодне об'ємне штампування: характеристика процесу, різновиди процесу, холодне видавлювання, висадка, холодне формування. Холодне листове штампування: характеристика процесу, технологічні операції і штампи для листового штампування. Особливі способи листового штампування

§ 11. Виготовлення деталей із порошкових матеріалів: Характеристика композиційних порошкових матеріалів. Способи одержання та технологічні властивості порошків. Готування суміші, формоутворення та остаточна обробка заготовок

Література

1. В. Попович, В. Попович. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Підручник. — Львів: Світ. 2006. — 623 С.
2. Кузін О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів. Підручник. — Львів: Афіша. 2002. — 304 с.
3. Металознавство: Підручник. / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Лахтин Ю.М., Леонтєва В.П. Материаловедение. — М.: Машиностроение, 1990. — 528 с.
4. Конструкційні та функціональні матеріали: Навч. Посібник: У 2 ч. — К.: Техніка, 2003. — 4.1: Основи фізики твердого тіла. Конструкційні матеріали. /В.П. Бабак, Д.Ф. Байса, В.М. Різак, С.Ф. Філоненко. — 344 с.
5. Махорт А.В., Чумак М.Г. Термічна обробка металів: Навч. посібник. — К.: Либідь, 2002. — 512 с
6. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів: у 2-х кн. Книга II, - Суми: ВТД "Університетська книга", 2002. — 260 с.
7. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів: у 2-х кн. Книга I (Частина I, II і III). -Львів, 2002. — 264 с.
8. Технологія конструкційних матеріалів. /М.А.Сологуб, І.О.Рожнецький, О.І.Некоз та ін. // Під ред. М.А.Сологуба. — 2 вид., виправ. та доп.: Підручник для студентів механічних спеціал. Вищих навч. закл. — К.: Вища шк., 2001. — 274 с.

Дисципліна: Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів

Розділ 1. Класифікація властивостей матеріалів. Основні поняття та визначення

§ 1. Основні поняття про будову, структуру і властивості матеріалів. Аналіз властивостей матеріалів. Макро- і мікродефекти та їх вплив на властивості

Розділ 2. Пружність матеріалів

§ 1. Напруження й деформації в ізотропному середовищі. Простий і узагальнений закон Гука. Природа пружної деформації. Константи пружності та вплив на них різних чинників. Статичні та динамічні методи визначення модулів пружності

Розділ 3. Непружність матеріалів

§ 1. Природа та механізми внутрішнього тертя. Методи вимірювання та практичне застосування внутрішнього тертя. Ефект Баушінгера

Розділ 4. Пластична деформація

§ 1. Дислокаційний механізм ковзання. Деформаційне двійниковання. Геометрія й дислокаційний механізм двійниковання. Схильність металів до двійниковання

§ 2. Гальмування дислокацій: взаємне, домішковими атомами, атомами легувальних елементів, частинками вторинних фаз, границями зерен і двійників

§ 3. Деформаційне зміцнення. Стадії та дислокаційна природа деформаційного зміцнення моно- та полікристалів

§ 4. Структурні зміни при пластичній деформації полікристалів. Текстура деформації та анізотропія властивостей

§ 5. Явище різкої текучості. Дислокаційна природа різкої текучості. Деформаційне старіння. Вплив різних чинників на границю текучості. Шляхи зміцнення твердих розчинів, матричних і багатофазних сплавів. Природа механічних властивостей ниткоподібних кристалів. Явище надпластичності

Розділ 5. Випробування на розтяг

§ 1. Особливості дослідження на розтяг. Форма та розміри зразків для досліджень на розтяг. Аналіз діаграми розтягу. Визначення характеристик міцності та пластичності. Крихкі та пластичні матеріали

Розділ 6. Ударна в'язкість матеріалів

§ 1. Динамічна міцність. Напружений стан в матеріалі під час випробувань. Форма та розміри зразків для досліджень. Визначення оцінки ударної в'язкості й холодноламкості. Способи визначення роботи зародження і розвитку тріщини. Схема роботи маятникового копра

Розділ 7. Руйнування

§ 1. Ієрархія структурних рівнів руйнування матеріалів. Класифікація видів та механізмів руйнування

§ 2. Крихке руйнування. Особливості міжзеренного та крізьзеренного руйнування. Роль концентраторів напружень у крихкому руйнуванні

§ 3. Особливості в'язкого (ямкового) руйнування

§ 4. В'язко-крихкий перехід. Умови реалізації в'язко-крихкого переходу

Розділ 8. Утома матеріалів

§ 1. Малоциклова й багатоциклова втоми. Випробування на втомну міцність: цикли напружень, зразки, методи навантаження і машини для випробувань

§ 2. Методики визначення характеристик втомної міцності. Природа втомного руйнування. Циклічне зміцнення й знеміцнення. Макробудова втомних зламів

§ 3. Зародження, траєкторія, мікроскопічні механізми та кінетика поширення втомних тріщин

§ 4. Явище закриття втомних тріщин та його вплив на витривалість матеріалів. Циклічна тріщиностійкість: характеристики та методи їх визначення

§ 5. Вплив конструкційних, технологічних і експлуатаційних чинників на втомну міцність та тріщиностійкість матеріалів

Розділ 9. Повзучість матеріалів

§ 1. Кінетика й механізми високотемпературної та дифузійної повзучостей

§ 2. Пластична деформація при повзучості. Види руйнування. Міжзеренне руйнування: зародження клиноподібних тріщин і пор та їх ріст

§ 3. Випробування на повзучість і релаксацію напружень. Жароміцність. Напрямки підвищення жароміцності матеріалів

Розділ 10. Твердість та методи її визначення

§ 1. Поняття твердості. Індентор. Визначення твердості за Брінеллем, Роквеллом, Віккерсом, Шором. Мікротвердість

Розділ 11. Конструкційна міцність

§ 1. Оцінка конструкційної міцності за механічними властивостями. Фактори, які впливають на неї, та шляхи її підвищення

Література

1. Рябічева Л.О. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів. Луганськ: СХУ ім. Даля, 2013. – 482 с.
2. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів: навч. посіб. / В. О. Пчелінцев, А. І. Дегула. – Суми : Сумський державний університет, 2012. – 247 с.
3. Холяк В. В. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів. Конспект лекцій. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 216 с.
4. Дяченко С. С. Фізичні основи міцності та пластичності металів. Харків: Вид. ХНАДУ, 2003. – 226 с.
5. Плешаков Е.І., Кондир А.І. Механічні й технологічні властивості матеріалів та методи їх визначення: Методичні вказівки до лабораторної роботи. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2012. – 28 с.
6. Плешаков Е. І. Визначення механічних властивостей при статичних випробуваннях на розтяг. ДУЛП, 2001. – 17 с.
7. Плешаков Е.І., Котик Ю.М. Випробування матеріалів на втому. Методичні вказівки до лабораторної роботи. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2006 – 12 с.
8. Романів О. М., Зима Ю. В., Карпенко Г. В. Електронна фрактографія зміцнених сталей. Київ: Наукова думка, 1974. – 208 с.
9. Бялік О.М., Кіндрачук М.В., Кондратюк С.Є., Черненко В.С. Структурний аналіз металів. Металографія. Фрактографія. К.: Політехніка. – 2006. – 328 с.

Дисципліна: Термічна обробка

Розділ 1. Теоретичні основи фазових перетворень у сплавах

§ 1. Термодинаміка фазових перетворень

§ 2. Гомогенне зародження фаз: утворення зародка критичного розміру, флуктуація енергії й

§ 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. Технологія і застосування рекристалізаційного відпал

Розділ 4. Відпружувальний відпал

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

§ 2. Режими відпружувального відпалу

Розділ 5. Відпал з фазовою перекристалізацією

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

§ 2. Перлітне перетворення переохолодженого аустеніту: кінетика і механізм

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

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

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

§ 6. Відпал чавунів: графітизувальний, нормалізаційний

§ 7. 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

§ 4. Стабілізація аустеніту

§ 5. Вплив деформації на мартенситне перетворення

§ 6. Властивості загартованої сталі

Розділ 7. Технологія гартування сталей

§ 1. Режими нагрівання й охолодження при гартуванні

§ 2. Прогартовуваність 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. Природа зміцнення при старінні

§ 3. Режими старіння

Література

1. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н. Металознавство. – К.: Політехніка, 2001. – 374 с.
2. Мохорт А.В., Чумак М.Г. Термічна обробка металів: Навчальний посібник. – К : Либідь, 2002. – 512 с.
3. Богун Л. І., Плешаков Е. І., Швачко С. Г., Тепла Т.Л. Кольорові метали та сплави. Частина 1. Мідь та мідні сплави. Навчальний посібник // Під заг. ред. Дурягіної З.А. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2016. — 124 с.
4. В.Попович, А.Кондир, Е.Плешаков та ін. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Практикум. – Львів: Світ, 2009. – 552 с.

Дисципліна: Сплави з особливими властивостями

Розділ 1. Леговані сталі

§ 1. Вплив легувальних елементів на структуру і властивості сталі

§ 2. Класифікація легованих сталей

Розділ 2. Корозійнотривкі сталі

§ 1. Види корозійних ушкоджень

§ 2. Корозійнотривкі сталі феритного класу

§ 3. Корозійнотривкі сталі мартенситного класу

§ 4. Корозійнотривкі сталі аустенітного класу

Розділ 3. Жаротривкі сталі

§ 1. Критерії оцінки жаротривкості

§ 2. Механізм та кінетика окиснення

§ 3. Захисні властивості жаротривких металооксидних шарів на поверхні конструкційних матеріалів

§ 4. Основні типи жаротривких сталей та сплавів

Розділ 4. Холоднотривкі сталі та сплави

§ 1. Природа холодноламкості

§ 2. Критерії оцінки холодотривкості

§ 3. Фактори, що впливають на холодотривкість

§ 4. Основні групи холодотривких сплавів

Розділ 5. Жароміцні сталі та сплави

§ 1. Критерії оцінки жароміцності

§ 2. Принципи легування жароміцних сплавів

§ 3. Жароміцні сталі

§ 4. Жароміцні сплави

Розділ 6. Радіаційнотривкі сталі

§ 1. Вплив опромінення на структуру конструкційних матеріалів

§ 2. Вимоги до радіаційнотривких матеріалів

§ 3. Динаміка зміни властивостей спеціальних сплавів під впливом опромінення

§ 4. Особливості корозійних ушкоджень реакторних матеріалів

§ 5. Радіаційнотривкі конструкційні матеріали

Література

1. Дурягіна З.А. Сплави з особливими властивостями / З.А. Дурягіна, О.Я. Лизун, В.Л. Пілюшенко. – Львів : вид-во НУ «Львівська політехніка», 2007. – 236 с.

Дисципліна: Кольорові метали та сплави

Розділ 1. Мідь та сплави на основі міді

§ 1. Мідь, основні її характеристики

§ 2. Сплави на основі міді, класифікація

§ 3. Латуні, вплив легувальних елементів на їх властивості, структура, властивості та застосування

§ 4. Бронзи. Олов'яні бронзи: діаграма стану Cu-Sn, вплив легувальних елементів, структура, властивості та застосування

§ 5. Алюмінієві бронзи: діаграма стану Cu-Al, вплив легувальних елементів, структура, властивості та застосування

§ 6. Кремнієві, свинцеві та берилієві бронзи, вплив легувальних елементів, структура, властивості та застосування

§ 7. Мідно-нікелеві сплави: електротехнічні, конструкційні

Розділ 2. Алюміній та його сплави

§ 1. Алюміній, характеристики алюмінію, класифікація сплавів

§ 2. Особливості термічної обробки алюмінієвих сплавів: гартування, старіння (природне та штучне). Структурні зміни під час старіння

§ 3. Деформівні сплави, які зміцнюються термічною обробкою

§ 4. Дуралюміни: вплив легувальних елементів, структура, властивості та застосування

§ 5. *Авіаль, кувальні, високоміцні, жароміцні сплави: вплив легувальних елементів, структура, властивості та застосування*

§ 6. *Деформівні сплави, які не зміцнюються термічною обробкою*

§ 7. *Силуміни: вплив легувальних елементів, модифікування, структура, властивості та застосування*

§ 8. *Спечені алюмінієві сплави методом порошкової металургії*

Розділ 3. Титан та його сплави

§ 1. *Титан, характеристики титану, особливості формування структури та вплив її на основні властивості*

§ 2. *Сплави на основі титану. Вплив легування, класифікація, механічні властивості, маркування*

§ 3. *Особливості термічної обробки титанових сплавів*

§ 4. *Промислові титанові сплави*

§ 5. *Деформівні титанові сплави, класифікація, структура, властивості та застосування*

§ 6. *Ливарні титанові сплави, класифікація, структура, властивості та застосування*

§ 7. *Основні особливості конструкційної міцності титанових сплавів. Корозійна тривкість, розтріскування, втома та трибологічні характеристики сплавів*

Розділ 4. Берилій та його сплави

§ 1. *Берилій, основні характеристики берилію*

§ 2. *Вплив ступеню чистоти, технології виробництва, розміру зерна, текстури на механічні*

§ 3. *Сплави на основі берилію та їх практичне застосування*

Розділ 5. Сплави на основі магнію

§ 1. *Магній, основні характеристики магнію, класифікація сплавів, особливості виробництва магнію та його сплавів*

§ 2. *Деформівні та ливарні сплави*

§ 3. *Термічна обробка магнієвих сплавів*

§ 4. *Промислові сплави, області застосування*

Розділ 6. Жаротривкі, корозійнотривкі та шляхетні метали

§ 1. *Кольорові метали стійкі до дії температур, робочого середовища*

§ 2. *Ніобій, хром, молибден, вольфрам, кобальт - характеристика, застосування*

§ 3. *Цинк, нікель та їх сплави- характеристика, застосування*

§ 4. *Шляхетні метали- характеристика, застосування*

Література

1. Кольорові метали та сплави Ч. 1 : Мідь та мідні сплави / Л. Богун [та ін.]. навч. посіб. / за заг. ред. З. Дусягіної; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2017. - 122 с.
2. Литвиненко О. М. Металознавство кольорових сплавів. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 310 с.
3. П. Лобода, В. Федорчук, Г. Кисла, М. Сисоєв «Матеріалознавство тугоплавких металів та сполук», Центр навчальної літератури, Київ, 2017. — 320 с.
4. В.І. Пожуєв, В.І. Іващенко, І.Ф. Червоний, В.П. Грицай. Металургія кольорових металів. Підручник/ Під ред. докт. техн. наук, професора Червоного І.Ф. - Запоріжжя, ч.1, 2007, 351 с.
5. Власенко А. М. Матеріалознавство та технологія металів. – Київ: ІМЗО, 2019. – 256 с.
6. Сігарьов Є. М., Кашієв М. А. Практикум з дисципліни "Металургія кольорових металів та сплавів". – Дніпро: ДНУ, 2020. – 150 с.
7. Грешта В. Л., Климов О. В., Лисиця О. В., Степанова Л. Кольорові метали і сплави . – Запоріжжя: ЗНТУ, 2015. – 200 с.