

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор НУ «Запорізька політехніка»
В.Л. Грешта
_____ 2023



Програма
вступного екзамену до аспірантури
спеціальності 132 «Матеріалознавство»
галузь знань 13 «Механічна інженерія»
всіх форм навчання

Затверджено
фаховою комісією

Голова комісії



С.Б. Бсліков

РОЗДІЛ 1. ПЕРЕЛІК ТЕМ

МЕТАЛОЗНАВСТВО

Будова металів

Металознавство - це наука про властивості металів та сплавів в площині їх складу та структури. Методи дослідження металів та сплавів. Типи зв'язків у твердих тілах. Металевий тип зв'язку. Атомно кристалічна будова кристалів. Типи кристалічних ґраток. Кристалографічні позначення атомних площин та напрямків. Анізотропія металів. Будова реальних кристалів. Види дефектів та їх вплив на властивості металів. Типи дислокацій. Межі зерен. Дислокаційні моделі меж зерен та субзерен. Дифузія (самодифузія) у кристалічному тілі. Дія радіаційного опромінення на структуру та властивості металів. Кристалізація металів. Термодинамічні основи фазових перетворень. Особливості рідкого стану. Утворення та ріст кристалічних зародків. Кінетика кристалізації. Термічні криві охолодження під час кристалізації чистих металів. Фактори, що впливають на процес кристалізації. Модифікування рідкого металу. Будова металевих злитку. Поліморфні перетворення в металах.

Пластична деформація

Напруження і деформація. Пружна деформація, Пластична деформація металів — та полі кристалів. Механізми пластичної деформації. Вплив пластичної деформації на структуру металів. Текстура деформації. Вплив пластичної деформації на властивості металу (наклеп).

Зворот і полігонізація. Первинна кристалізація. Збиральна та вторинна кристалізація. Фактори, що впливають на розмір зерна після рекристалізації. Холодна та гаряча деформація. Вплив нагрівання на властивості деформованого металу.

Механічні властивості

Стандартні механічні властивості: твердість; властивості, які визначаються при статичному розтягненні; ударна в'язкість; опір втомі. Явище холодноламкості. Теоретична та реальна міцність металів, конструкційна міцність металів. Властивості, що обумовлюють опір матеріалу крихкому та раптовому руйнуванню (робота зародження та розповсюдження тріщин, в'язкість руйнування, живучість). Властивості металу, методи визначення довговічності виробів (зносоустійкість, опір втомі, контактна витривалість) Вплив залишкових напружень на властивості матеріалу.

Теорія сплавів

Сплав, система, компонент, фаза. Правило фаз. Тверді розчини. Хімічні сполуки. Проміжні фази. Фазові суміші. Особливості кристалізації в сплаві. Діаграми стану подвійних систем. Методи побудови діаграми стану експериментальним шляхом. Діаграми стану системи з повною розчинністю компонентів в твердому стані. Евтектична кристалізація. Перетворення в твердому стані. Діаграма стану сплавів з обмеженою розчинністю в твердому стані. Можливість застосування термічної обробки до сплавів з обмеженою розчинністю в твердому стані. Діаграми стану сплавів, компоненти яких мають поліморфні перетворення. Евтектоїдне перетворення в сплавах. Застосування правила фаз та відрізків. Визначення хімічного складу фаз, що знаходяться в рівновазі. Нерівноважна кристалізація. Дендритна ліквідація. Зв'язок між структурою та властивостями. Поняття о діаграмах стану потрібних систем.

Залізо та його сплави

Діаграма стану системи залізо-вуглець. Компоненти, фази і структурні

складові сталей та білих чавунів, їх характеристика, умови утворення та властивості. Застосування правила фаз та визначення хімічного складу фаз у відповідності до правила концентрацій на діаграмі залізо-цементит. Діаграма стану системи залізо-графіт. Вплив вуглецю і постійних домішок на властивості сталей. Класифікація та маркування вуглецевих сталей. Державні стандарти на метали і сплави (ДСТУ).

Фази, що утворюють легувальні елементи в сплавах заліза (тверді розчини, карбіди, і інтерметаліди). Вплив легувальних елементів на поліморфізм заліза. Діаграми стану залізо — легувальний елемент і залізо-вуглець-легувальний елемент. Вплив легувальних елементів на властивості ферита і аустеніта. Структурні класи легованих сталей в умовах рівноваги та охолодження на повітрі.

Властивості та призначення чавунів. Діаграма стану залізо-вуглець—кремній. Білий та в відбілений чавун. Вплив вуглецю, кремнію та швидкості охолодження на структуру сірого чавуну. Вплив постійних домішок на властивості чавуну. Маркування чавуну. Сірий чавун. Модифікування сірого чавуну. Ковкий чавун. Високоміцний чавун. Легований чавун.

Теорія термічної обробки сталі

Перетворення сталі при нагріванні. Рост зерна аустеніта. Вплив розміру зерна на механічні та технологічні властивості сталей. Вплив легувальних елементів на ріст зерна аустеніта. Перегрівання та перепалювання. Методи визначення розміру зерна аустеніта.

Перетворення переохолодженого аустеніта. Діаграма ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніта. Перлітне перетворення. Продукти перлітного розпаду аустеніту. Вплив легувальних елементів на ізотермічний розпад переохолодженого аустеніта.

Мартенсит, його будова та властивості. Пластинчатий та рейковий мартенсит. Мартенситне перетворення та його особливості. Вплив

легувальних елементів на мартенситне перетворення.

Проміжне перетворення. Будова та властивості продуктів проміжного перетворення аустеніту. Перетворення аустеніту при безперервному охолодженні. Критична швидкість охолодження за фактори, що впливають на неї. Термокінетичні діаграми перетворення переохолодженого аустеніту.

Перетворення при нагріванні загартованої сталі (відпускання сталі). Вплив температури та тривалості нагрівання на будову і властивості загартованої сталі. Вплив легувальних елементів на перетворення при відпусканні. Зворотня та незворотня відпускна крихкість. Старіння сталі.

Технологія термічної обробки сталі

Загальна характеристика процесу термічної обробки сталі.

Відпалювання I роду. Відпалювання II роду (з фазовою перекристалізацією). Призначення Відпалювання. Повне та неповне відпалювання. Ізотермічне відпалювання. Сферодизація.

Нормалізація сталі. Вплив нормалізації на структуру та механічні властивості сталі.

Гартування сталі. Вибір температури гартування. Нагрівання вуглецевих та легованих сталей під гартування. Контрольовані атмосфери. Склад ванн для нагрівання під гартування. Гартівні середовища та вимоги, що до них пред'являються. Гартівні напруження. Способи гартування. Загартованість сталі та фактори, що на неї впливають. Прогартованість сталі. Методи визначення прогартованості. Вплив легувальних елементів, розміру зерна та інших факторів на стійкість переохолодженого аустеніту.

Вплив гартування та відпускання на механічні властивості.

Поліпшення сталі. Термомеханічне оброблення сталі.

Поверхнєве гартування, його види та область застосування. Сталі із зниженою та регламентованою прогартованістю. Індукційне гартування. Газополуменеве гартування. Гартування із використанням лазера.

Основне обладнання термічних цехів. Механізація та автоматизація термічної обробки. Шляхи заощадження енергетичності ресурсів.

Хіміко-термічна обробка

Фізичні основи хіміко—термічної обробки. Зв'язок між діаграмою стану і структурою дифузійного шару.

Призначення і види цементації. Механізм утворення цементованого шару і його властивості. Цементация в твердому карбюризаторі.. Газова цементация. Печі для цементації. Термічна обробка після цементації. Властивості цементованих деталей. Області застосування цементації. Нітроцементация. . Азотування сталі. Механізм утворення азотованого шару. Сталі для азотування. Технологія газового азотування сталі. Газове азотування з добавкою вуглеводневих газів. Азотування в рідких середовищах. Властивості азотованого шару. Області застосування азотування. Печі для азотування.

Ціанування сталі. Види ціанування. Дифузійна металізація. Режими і області застосування.

Види отримання твердих, зносостійких і корозійностійких карбідних і нітридних покриттів.

Поверхнєве зміцнення наклепом

Методи поверхневого зміцнення (дробострумінна обробка, обробка роликками та і н.). Вплив поверхневого наклепу на межу витривалості . Застосування поверхневого наклепу в машинобудуванні .

МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

Сталі конструкційні і сталі загального призначення. Вимоги до

конструкційних сталей. Маркування легованих конструкційних сталей. Основи раціонального легування сталей і роль окремих легувальних елементів. Листова сталь для холодного штампування. Сталі підвищеної та високої оброблюваності різанням. Низьколеговані сталі. Цементовані, вуглецеві і леговані сталі, їх термічна обробка. Приклади застосування цементованих сталей для типових деталей машин. Поліпшувальні сталі, типові види термічної обробки і області застосування. Пружинні сталі, властивості, області застосування. Вальницькі сталі та їх термічна обробка. Графітізовані сталі. Високомарганцеві зносостійкі сталі та їх термічна обробка.

Дефекти легованих машинобудівних сталей.

Використання легування для екокономії металів і підвищення якості продукції.

Високоміцні мартенситостаріючі конструкційні сталі. Склад і будова мартенситостаріючих сталей, ТО та ХТО.

Конструкційні корозійностійкі, жаростійкі сталі і сплави.. Види корозії. Основні принципи створення корозійностійких сталей. Загальна характеристика корозійностійких сталей.

Хромисті неіржавіючі сталі (мартенситного, мартенсито-феритного і феритного класів). Хромонікелеві аустенітні і аустенітно-феритні неіржавіючі сталі. Високоміцні неіржавіючі сталі аустеніто-мартенситного і аустенітного класів.. Жаростійкі (окалиностійкі) сталі. Корозійностійкі сплави на нікелевій основі.

Характеристики жароміцності. Шляхи підвищення жароміцності. Сталі перлітного, мартенситного та мартенсито-феритного класів. Жароміцні сталі аустенітного класу з карбідним і інтерметалідним зміцненням. Області застосування жароміцних сталей. Жароміцні сплави на залізонікелевій і нікелевій основах.

Інструментальні сталі та сплави. Класифікація маркування інструментальних сталей. Вимоги до інструментальних сталей. Сталі високої твердості, що не володіють теплостійкістю. Теплостійкі сталі підвищеної

в'язкості. Тверді порошкові сплави для інструменту. Сталі для вимірювального інструменту. Сталі для інструменту холодного деформування. Сталі підвищеної разгаростійкості. Сталі для форм лиття під тиском і пресування. Вибір інструментальної сталі.

Магнітом'яккі сплави. Магнітотверді сплави. Сплави із заданими пружними властивостями. Сплави з аномальним тепловим розширенням. Сплави з високим електричним розширенням.

КОЛЬОРОВІ МЕТАЛИ

Титан і його сплави.

Титан і його властивості. Вплив легувальних елементів на структуру і властивості титану. Конструкційні сплави титану, їх властивості та області застосування. Термічна обробка титану і його сплавів.

Алюміній, магній та їх сплави.

Алюміній і його сплави. Застосування алюмінію. Алюмінієві сплави. Термічна обробка алюмінієвих сплавів. Захист обробка алюмінієвих сплавів в від корозії. Ливарні алюмінієві сплави. Алюмінієві підшипникові сплави. Алюмінієві припої.

Магній та його сплави. Ливарні сплави. Деформ і вні с плаии магн ію.

Термічна обробка магнієвих сплавів. Захист магнієвих сплавів в від корозії.

Мідь та її сплави.

Мідь, властивості. Застосування міді. Латуні, їх властивості, маркування і застосування. Вплив вмісту цинку на властивості латуней. Корозійна стійкість латуней. Мідні припої.

Бронзи. Деформівні і ливарні бронзи. Бронзи олов'яністі. Алюмінієві, крем'яністі, марганцеві, свинцеві та берилієві. Склад і властивості бронз, їх марки і область застосування.

Цинк, свинець, олово і їх сплави.

Цинк і його сплави. Олово і його сплави. Припої на олов'янистій і свинцевій основах. Антифрикційні сплави на олов'янистій, свинцевій і цинковій основах. Багатошарові підшипники.

Тугоплавкі метали і їх сплави.

Загальна характеристика тугоплавких металів. Молібден та його сплави. Вольфрам і його сплави. Хром та його сплави. Тантал і його сплави. Ніобій і його сплави. Циркон і його сплави.

Нові металеві матеріали.

Композиційні матеріали. Розподіл напружень в композиційних матеріалах при різних умовах навантаження. Види композиційних матеріалів. Волокнисті композиційні матеріали. Дисперсійно-зміцнені і композиційні матеріали на основі алюмінію, нікелю та інших металів. Композити зі спрямованою кристалізацією евтектики. Шаруваті композиційні матеріали.

Сплави з «ефектом пам'яті форми». Сплави на основі інтерметалідів.

Металеве скло.

Конструкційні порошкові матеріали. Пористі і композиційні порошкові матеріали. Антифрикційні сплави на основі порошків системи залізо-графіт і бронза-графіт. Фрикційні сплави на залізній і мідній основах. Фільтри. Конструкційні сплави на основі алюмінію (САС, гранульовані сплави). Порошкові сплави на залізі й основі для деталей машин. Економічна доцільність застосування порошкових сплавів.

Основи раціонального вибору металевих матеріалів і методи зміцнення головних деталей машин.

Рекомендовані засоби і методи зміцнення типових виробів для підвищення їх довговічності. Методика раціонального вибору) матеріалів і способу зміцнення виробів в залежності від умов і видів навантажень при експлуатації.

Основні види пошкодження деталей машин. Види руйнування: крихке, в'язке, втомне. Деформація деталей машин. Зношування поверхонь, що з труться. Механізм процесів в зношування. Види зносу.

Корозійне руйнування деталей. Способи запобігання корозійному зношуванню.

НЕМЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

Загальні відомості про неметалеві матеріали. Перспективи застосування неметалевих матеріалів.

Пластичні маси. Класифікація по імерних матеріалів. Термопластичні матеріали (термопласти). Термореактивні полімери та їх властивості . Фізичний стани попімерів в залежності від температури. Наповнювачі, їх призначення та види. Газонаповнені пластики (паропласт і пінопласти), пластмаси з твердими наповнювачами, порошковими, волокнистими і шаровими.

Властивості і галузі застосування пластмас. Види зв'язуючих і їх властивості. Органічне скло. Властивості і область застосування реактопластів з різними наповнювачами. Композиційні матеріали (карбоволокніти, бороволокніти, органоволокніти).

Гумові матеріали. Склад гуми, будова і властивості. Каучуки та їх властивості. Затвердіння (вулканізація) каучуків. Роль наповнювачів в гумах. Властивості і галузі застосування гум.

Неорганічні матеріали. Неорганічне скло. Кварцеве скло, безосколкове скло, електроізоляційні і електропровідні скла, піноскло. Стеклокристалічні матеріали.

Технічна кераміка. Властивості кераміки в залежності від складу.
Застосування кераміки.

Деревні матеріали. Деревина та її властивості. Засоби підвищення якості деревини. Фанери. Деревостружкові матеріали і деревесношарові пластики, властивості і області їх застосування.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ МАТЕРІАЛІВ І МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ВИРОБІВ

Порівняльні дані про вартість вуглецевих сталей в залежності від їх якості і способів виплавки. Дані про вартість сірих, ковких і високоміцних чавунів. Вартість легованих сталей. Вартість кольорових металів. Вартість неметалевих матеріалів. Собівартість різних операцій термічної і хіміко-термічної обробки. Аналіз факторів, що впливають на собівартість термічної обробки. Поняття про методику розрахунку ефективності застосування зміцнювальних процесів з урахуванням довговічності деталей при експлуатації.

РОЗДІЛ 2. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Іспит проводиться в усній формі. Ставиться 2-3 питання з переліку тем, визначених в розділі 1. Оцінюється за 100 бальною шкалою. Позитивною вважається оцінка вище за 60 балів. При оцінюванні враховується повнота відповіді, обґрунтованість.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Навч. посібник для вузів. У 2-х кн. Кн. 1. -Львів: Видавництво «Папуга», 2003. - 204 с.
2. Інженерне матеріалознавство: Підручник / О.М. Дубовий, Ю.О. Казимиренко, Н.Ю. Лебедєва, СМ. Самохін. Миколаїв: НУК, 2009. – 444 с
3. Лысак Л.И., Никулин Б.И. Физические основы термической обработки стали. - К.: Технпса, 1975. - 304 с.
4. Хачатурян А.Г. Теория фазовых превращений и структура твердых растворов. - М.: Наука, 1974. - 384 с

5. Савицкий Е.М., Бурханов С.Г. Металловедение сплавов тугоплавких и редких металлов. - М.: Наука, 1971. - 352 с.
6. Бялик О.М., Черненко В.С, Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н. Металознавство. -К.: ІВЦ Політехніка, 2002. – 374с.
7. Металознавство і термічна обробка металів і сплавів, Ю.М. Таран, Є.П. Калінушкін та інші – Дніпропетровськ.: Дніпрокнига, 2002. – 360с.
8. Бялік О.М., Кондратюк С.Є., Кіндрачук М.В., Черненко В.С. Структурний аналіз металів. Металографія. Фрактографія. – К.: ВПІ ВПК Політехніка, 2006. – 328с.
9. Кузш О.А.,Яцюк РА. Металознавство та термічна обробка метатв.- Львів: Афіша, 2002.-304 с