

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор НТУ «ХПІ»

_____ Євген СОКОЛ

« 27 » березня 2025 р.

ПРОГРАМА

вступного випробування зі спеціальності

G8 «Матеріалознавство»

(шифр та назва спеціальності)

на навчання для здобуття ступеня доктора філософії
за освітньо-науковою програмою

«Матеріалознавство»

(назва ОНП)

Харків 2025

АНОТАЦІЯ

Програма складена відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України, закону України від 06 вересня 2014 року «Про вищу освіту», постанови КМ України від 23 березня 2016 року № 261 «Про затвердження Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах)» та наказу Міністерства освіти і науки України від 06 березня 2024 року № 266 «Порядок прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2024 році», Положення про підготовку здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії в аспірантурі, правил прийому до аспірантури Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» наказ № 113 ОД від 03 квітня 2024 року.

Випробування проводиться при вступі в аспірантуру в НТУ «ХПІ» за спеціальністю **G8 «Матеріалознавство»** на денну та заочну форми навчання для здобуття ступеня доктора філософії.

Метою вступних випробувань є комплексна перевірка знань вступників в аспірантуру, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами у відповідності з ступенем магістра чи спеціаліста. Вступні випробування охоплюють дисципліни професійної підготовки магістра чи спеціаліста.

Вимоги до рівня підготовки вступників

Вступник повинен продемонструвати фундаментальні і професійноорієнтовані уміння та знання щодо узагальненого об'єкта праці і здатність вирішувати типові професійні завдання, передбачені для відповідного рівня.

Опис вимог до порядку організації проведення іспиту

Вступне випробування зі спеціальності проводиться у письмовій формі.

Білет вступного випробування зі спеціальності містить три запитання за програмою вступного випробування .

Відповіді на запитання вступник наводить на бланках письмової відповіді.

Комісія оцінює письмові відповіді вступника за 100-200 бальною шкалою. Вступники, які набрали менше 100 балів, отримають оцінку «незадовільно» у до подальшої участі у конкурсному відборі не допускаються. Вступники, які набрали 100 і більше балів, допускаються до участі у конкурсному відборі.

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного випробування оцінюються за шкалою 100-200 (з кроком не менше ніж в один бал) або ухвалюється рішення про негативну оцінку вступника («незадовільно»).

При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виражена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за шкалою 100-200 бальною системою	Характеристика відповіді
165-200	Вступник: - досконало володіє теоретичним навчальним матеріалом для ґрунтовної відповіді на поставлені питання; - глибоко і повно оволодів понятійним апаратом, вільно та аргументовано висловлює власні думки; - демонструє культуру спеціальної мови і використовує сучасну технологічну термінологію, цілісно, системно, у логічній послідовності дає відповідь на поставлені запитання; - творчо використовує знання для розв'язання практичних завдань.
135-164	Вступник: - володіє теоретичним навчальним матеріалом для відповіді на поставлені питання; - здатний застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій; наводити окремі власні приклади на підтвердження певних тверджень; - грамотно викладає відповідь, але зміст і форма відповіді мають окремі неточності, припускає 2-3 неprincipові помилки, які вміє виправити, добираючи при цьому аргументи для підтвердження певних дій.
100-134	Вступник: - частково володіє навчальним матеріалом, здатний логічно відтворити значну його частину; - виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, але викладає його неповно, непослідовно, припускається неточностей у визначеннях понять, у застосуванні знань для вирішення практичних задач, не вміє доказово обґрунтувати свої думки; - завдання виконує, але припускає методологічні помилки.
«Незадовільно»	Вступник: - має розрізнені безсистемні знання; - володіє матеріалом на елементарному рівні засвоєння, викладає його безладно, уривчастими реченнями; - припускає помилки у визначенні термінів, які приводять до викривлення їх змісту; - припускає принципові помилки при вирішенні практичних завдань; - не відповідає (або дає неповні, неправильні відповіді) на основні та додаткові питання.

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Тема 1 «ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА»

Будова і властивості матеріалів

Будова атома і періодична система елементів Менделєєва Д.І. Електронна структура. Типи міжатомних зв'язків у кристалах. Молекула. Фазовий стан речовини.

Кристалічна будова твердих тіл. Типи кристалічних ґраток металів та їх характеристика. Реальна будова металевих і неметалевих кристалів. Анізотропія властивостей кристалів. Дефекти кристалічної будови: точкові, лінійні, поверхневі та об'ємні. Дислокаційна структура і міцність металів. Процеси самоорганізації дислокаційної та фрактальної структур матеріалів з позицій синергетики.

Наноматеріали - особливості будови та властивості.

Термодинаміка поверхні й границь розділу. Розмірні ефекти. Адсорбція, потенціали йонізування, електронна спорідненість, робота виходу, рівень Фермі, концентрація носіїв заряду. Дефекти поверхні, домішкові атоми, структурні дефекти.

Структурні й фазові перетворювання. Період ґратки. Теплоємність. Магнітні, оптичні, електричні, механічні й каталітичні властивості. Способи стабілізування й керування розмірами нанокластерів.

Наночастинки й нанопорошки. Об'ємні наноструктурні матеріали. Функціональні матеріали. Напівпровідникові й діелектричні матеріали. Високотемпературні надпровідники. Матеріали зі спеціальними механічними властивостями. Тонкі плівки й покриття. Введення в електродинаміку металів.

Основи електронної теорії твердих тіл

Зонна теорія твердих тіл. Теплопровідність, електропровідність та електронна теплоємність металів. Термоелектронна емісія. Надпровідність. Електронна будова напівпровідників і діелектриків.

Магнітні властивості матеріалів. Діамагнетизм, парамагнетизм, феромагнетизм.

Металеві сплави: границі зерен і субзерен, міжфазні границі.

Полігонізування і субзерна, утворювання осередків, повернення механічних властивостей, закони рекристалізування, зароджування і зростання зерен, спеціальні розорієнтування, рекристалізування при гарячому деформуванні, текстури відпалювання, рекристалізування двофазних сплавів, вторинне рекристалізування.

Класифікація фазових і структурних перетворень Фазові перетворювання I і II роду. Гомогенний і гетерогенний механізми зароджування. Будова і механізм руху поверхонь розділу фаз. Зсувне (бездифузійне) і нормальне (дифузійне) перетворювання. Термодинамічний і кристалографічне аналізування зсувного (мартенситного) перетворювання. Механізм і кінетика зсувних і нормальних перетворень. Евтектоїдне перетворювання. Механізм і кінетика евтектоїдного перетворювання. Діаграми фазових перетворень (термокінетичні, ізотермічні та ін.).

Упорядкування твердого розчину. Далекий і ближній порядок. Змінювання властивостей сплавів при упорядкуванні. Утворювання й розпадання метастабільних фаз. Розпадання перенасиченого твердого розчину. Спінодальне розпадання. Термодинаміка утворювання проміжних фаз. Структурні змінювання при старінні (кластери, зони Гінье – Престона, проміжні метастабільні фази, модульовані структури). Когерентні, частково когерентні й некогерентні виділення. Форми виділень. Безперервне і переривчасте розпадання.

Формування структури металу при кристалізуванні

Агрегатні стани речовин. Енергетичні умови і термодинаміка процесу кристалізування. Мимовільна і несамодовільне кристалізування. Форма кристалічних утворень. Будова зливка. Поліморфізм. Магнітні перетворювання. Аморфний стан металів. Аморфні сплави. Гомогенне і гетерогенне зароджування кристалів, критичний розмір зародка. Концентраційне пере охолодження. Евтектичне кристалізування. Вплив швидкості кристалізування на будову сплавів. Модифікування структури литих сплавів. Утворювання метастабільних фаз при кристалізуванні.

Будова пластично деформованих металів

Структурні змінювання в металах в умовах холодного та гарячого пластичного деформування. Температура рекристалізування. Будова металів після повернення і рекристалізування. Механізм і стадії процесу рекристалізування. Умови реалізації спрямованої кристалізування.

Основи теорії сплавів і термічного оброблення

Діаграми стану залізо–цементит і залізо–графіт. Вплив легувальних компонентів на критичні точки заліза і сталі, властивості фериту і аустеніту.

Фазові перетворювання в сталі при нагріванні і охолодженні. Процес утворювання аустеніту при нагріванні. Механізм перетворювання переохолодженого аустеніту. Ізотермічні й термокінетичні діаграми. Вплив складу сталі на процес розпадання аустеніту. Критична швидкість охолодження при загартуванні.

Класифікація видів термічного оброблення. Гомогенізувальний відпалювання. Змінювання структури й властивостей сплавів при гомогенізувальному відпалюванні. Дорекристалізувальне і рекристалізувальне відпалювання. Критична ступінь деформації. Діаграми рекристалізації. Закономірності й природа змінювання механічних і фізичних властивостей при відпалюванні та після холодного деформування.

Відпалювання для зменшення залишкових напружень. Механізм знижування залишкових напружень при нагріванні. Фазові перетворювання при нагріванні. Структурна спадковість.

Гартування без поліморфного перетворювання. Змінювання структури та властивостей при гартуванні.

Гартування з поліморфним перетворюванням. Мікроструктура і субструктура мартенситу. Зміцнювання й змінювання пластичності при гартуванні на мартенсит. Критична швидкість охолодження при гартуванні,

прогартовуваність. Бейнітне перетворювання. Будова бейніту. Ізотермічне гартування.

Старіння. Природа зміцнювання при старінні. Вплив температури й тривалості старіння на механічні й фізичні властивості сплавів. Перестарювання, східчасте старіння. Вплив температури нагрівання під гартування і швидкості охолодження на формування структури й властивостей сплавів при старінні.

Відпускання. Змінювання мікроструктури, субструктури й фазового складу при відпусканні. Оборотна і необоротна відпускна крихкість.

Мартенситне перетворювання, механізм і кінетика. Структура і властивості мартенситу. Вплив деформації на мартенситне перетворювання. Перетворювання при відпусканні сталі. Термодинаміка і процес коагулювання. Змінювання структури і властивостей при відпусканні. Відпускна крихкість і способи її запобігання.

Тема 2 «МЕТОДИ ДОСЛІДЖУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ»

Методи досліджування структури і фазового складу

Металографічні і фрактографічні методи досліджування, оптична і електронна, у тому числі дифракційна мікроскопія (просвічувальний і скануючий електронні мікроскопи). Рентгенівські методи досліджування: структурний та спектральний методи аналізування.

Методи досліджування фізичних властивостей та фазових перетворювань у металах і сплавах

Магнітний і електричний методи аналізування фазових і структурних перетворювань. Метод термо ЕРС. Метод ядерного магнітного резонансу.

Метод ядерного гамма-резонансу.

Фізичні методи неруйнівного контролю дефектів матеріалів

Ультразвукова дефектоскопія. Рентгенівська і гамма-дефектоскопія. Метод вихрових струмів. Магнітна і теплова дефектоскопія.

Тема 3 «МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

»

Схеми напруженого і деформованого стану матеріалів

Плоске і об'ємне напружені стани. Плоска деформація. Концентрація напружень. Залишкові напруження, визначення, класифікація. Усереднення пружних властивостей для полікристалів, моделі Фойгта, Ройса, Хілла;

Пружні властивості матеріалів

Модуль пружності і його залежність від кристалічної структури матеріалу. Пружний наслідок, пружний гістерезис, внутрішнє тертя.

Пластична деформація та деформаційне зміцнювання

Процеси ковзання і двійникування. Крайові, гвинтові і змішані дислокації. Вектор Бюргерса. Ковзання і переповзання дислокацій. Взаємодія дислокацій між собою і з домішками. Особливості деформації моно- і

полікристалів. Вплив границь зерен на пластичну деформацію полікристалів. Дисклінації. Надпластичність. Вплив пластичної деформації на структуру та властивості матеріалів. Механізм зміцнювання. Деформаційне зміцнювання. Зміцнювання твердих розчинів при взаємодії дислокацій з домішками впровадження. Дисперсійне твердіння.

Руйнування матеріалів

Види руйнування матеріалів. Механізми зароджування тріщин. Силкові, деформаційні та енергетичні критерії локального руйнування. Тріщиностійкість. Підходи механіки руйнування до вибирання конструкційних матеріалів, розраховування розміру припустимого дефекту та прогнозування довговічності. Фрактографія як метод кількісного оцінювання механізму руйнування.

Механічні властивості матеріалів і методи їх визначання

Класифікація методів механічних випробувань. Значення механічних характеристик в матеріалознавстві.

Механічні властивості, які визначаються при статичному навантаженні. Випробування на розтяг, стиск, вигин, крутіння, тріщиностійкість. Вплив легування, структури концентраторів напружень та масштабного фактору на характеристики механічних властивостей.

Механічні властивості, які визначаються при динамічному навантаженні. Вплив швидкості деформування на характеристики міцності і пластичності. Динамічні випробування на згин зразків. Ударна в'язкість. Методи визначання ударної в'язкості та її складових.

Механічні властивості, які визначаються при циклічному навантаженні. Втома, діаграми втоми, границя витривалості. Малоциклова і багатоциклова втома. Природа втомного руйнування. Вплив різних факторів на опір втоми.

Випробування на твердість вдавленням і дряпанням. Триботехнічні випробування.

Поведінка матеріалів під навантаженням при охолодженні та нагріванні

Поведінка матеріалів під навантаженням при охолодженні від кімнатних до криогенних температур. Холодостійкість і критична температура крихкості, методи визначання.

Поведінка матеріалів під навантаженням при нагріванні від кімнатних температур до температури рекристалізування і вище. Синеламкість і теплова крихкість. Жаростійкість і жароміцність. Повзучість, діаграми повзучості, границя повзучості. Теорія рекристалізаційної повзучості. Тривала міцність, діаграма тривалої міцності, границя тривалої міцності. Механізм крихкого руйнування при повзучості. Релаксація напружень, діаграми релаксації, релаксаційна стійкість. Вплив легування та структури на характеристики жароміцності матеріалів.

Вплив зовнішнього середовища

Адсорбційні процеси при деформації і руйнуванні металів. Ефект Ребиндера. Вплив поверхнево-активних середовищ на міцність металів і сплавів.

Закономірності окиснювання металів. Корозія металів і сплавів під напругою. Корозійне розтріскування. Міжкристалітна корозія. Опір матеріалів кавітаційному і ерозійному руйнуванню. Вплив радіаційного опромінювання на будову і властивості матеріалів.

Тема 4 «ТЕХНОЛОГІЯ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОГО, ТЕРМОМЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ТА ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЮВАННЯ МАТЕРІАЛІВ»

Термічне оброблення сталі. Основні види термічного оброблення сталі. Вибір виду термічного оброблення в залежності від призначення виробу і умов його експлуатування. Вплив термічного оброблення на властивості конструкційних сталей і зварних з'єднань.

Хіміко-термічне оброблення. Загальні закономірності. Цементування з наступним термічним обробленням. Азотування. Вплив легувальних компонентів на товщину, твердість і зносостійкість азотованого шару. Структура і властивості азотованої сталі. Нітроцементування сталі. Дифузійне металування: алітування, хромування, силіціювання і т. п. Багатокомпонентні покриття. Дифузійне насичування в йонізованих газових середовищах.

Термомеханічне оброблення. Основні види: попереднє високотемпературне, низько температурне термомеханічне оброблення. Структура і властивості матеріалів після термомеханічного оброблення.

Поверхнєве зміцнювання металів і сплавів шляхом дії концентрованих потоків енергії. Поверхнєве легування і термічне оброблення при лазерному та електронно-променевому нагріванні. Поверхнєве зміцнювання металів і сплавів шляхом впливу пластичної деформації. Фізична сутність процесу. Роль залишкових напружень. Області використання.

Деформація виробів при їх обробленні та способи її попереджування.

Тема 5 «МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ»

Конструкційна міцність матеріалів

Критерії міцності, надійності, довговічності та зносостійкості. Методи підвищування конструкційної міцності.

Конструкційні вуглецеві та леговані сталі

Вимоги, які пред'являються до конструкційних сталям. Металургійна якість сталей. Класифікація вуглецевих сталей за якістю, структурою і областям використання. Вплив вуглецю і домішок на властивості вуглецевих сталей. Вуглецеві якісні сталі. Автоматні сталі. Вуглецеві інструментальні сталі.

Леговані сталі. Вплив легувальних компонентів і домішок на дислокаційну структуру і властивості сталей. Класифікація і маркування легованих сталей. Сталі, які піддають цементуванню (нітроцементуванню) леговані сталі. Покращувані леговані сталі. Пружинні сталі загального призначення. Шарикопідшипникові сталі. Зносостійкі сталі.

Високоміцні мартенситно-старіючі сталі

Принципи легування. Мартенситне перетворювання. Вплив легувальних елементів на кінетику фазових перетворень та особливості термічного оброблення. Економно леговані мартенситно-старіючі сталі. Властивості мартенситно-старіючих сталей і області використання.

Конструкційні та корозійно-тривкі сталі

Загальні принципи легування і структура корозійно-тривких сталей. Хромисті, хромонікелеві, хромомарганцево-нікелеві і хромозотисті аустенітні сталі. Високолеговані кислотостійкі сталі. Жаростійкі та окалиностійкі сталі.

Жароміцні сталі і сплави

Принципи легування жароміцних сталей і сплавів. Зміцнювальні фази. Жароміцні сталі перлітного і мартенситного класів. Жароміцні сталі аустенітного класу з карбідним та інтерметалідним зміцнюванням. Жароміцні і жаростійкі нікелеві сплави. Термічне оброблення жароміцних нікелевих сплавів. Тугоплавкі метали та сплави на їх основі. Области використання в машинобудуванні.

Інструментальні сталі

Класифікація інструментальних сталей за теплостійкістю, структурою і областям використання. Швидкорізальна сталь та особливості її термічного оброблення. Штампові сталі для деформування в гарячому і холодному стані. Сталі форм для лиття під тиском і пресування.

Чавуни

Властивості й призначення чавунів, принципи класифікації. Білі, сірі, високоміцні й ковкі чавуни. Фазові перетворювання при термічному обробленні чавуну. Використання у машинобудуванні.

Кольорові метали і сплави

Алюміній і його сплави. Класифікація алюмінієвих сплавів. Деформівні алюмінієві сплави. Ливарні алюмінієві сплави. Особливості термічного оброблення. Спечені алюмінієві сплави. Технологічні та механічні властивості. Области використання алюмінію і його сплавів.

Магній та його сплави. Класифікація магнієвих сплавів. Деформівні та ливарні сплави. Термічне оброблення магнієвих сплавів. Захист магнієвих сплавів від корозії.

Мідь та її сплави. Вплив домішок на структуру та властивості міді. Класифікація мідних сплавів. Латуні, їх властивості. Будова і властивості олов'яних, алюмінієвих, свинцевих, марганцевистих і берилієвих бронз. Мідно-нікелеві сплави. Области використання міді та її сплавів.

Титан і його сплави. Класифікація легувальних елементів і типи сплавів титану. Механічні, технологічні та корозійні властивості титанових сплавів. Воднева крихкість титанових сплавів. Конструкційні і жароміцні сплави титану. Особливості термічного оброблення.

Цинк, свинець, олово та їх сплави. Припої на олов'янистій і свинцевій основах. Антифрикційні сплави.

Метали та сплави з особливими властивостями

Магнітні матеріали. Класифікація матеріалів за магнітними властивостями. Крива намагнічування. Процеси, які відбуваються при намагнічуванні монокристала. Низькочастотні і високочастотні магнітом'які матеріали. Магнітотверді деформівні, литі та спечені матеріали.

Матеріали з особливими тепловими і пружними властивостями. Сплави з заданими коефіцієнтом теплового розширювання і модулем пружності.

Провідникові та напівпровідникові матеріали. Електропровідність твердих тіл. Матеріали високої провідності: провідникові, припої, надпровідники. Сплави підвищеної електроопору. Контактні матеріали. Напівпровідникові матеріали. Будова і властивості. Кристалофізичні методи отримання надчистих матеріалів. Легування напівпровідників.

Матеріали атомної техніки. Конструкційні матеріали. Ядерне паливо. Теплоносії.

Матеріали, з ефектом пам'яті форми. Класифікація, структура, фізико-механічні властивості. Використання у машинобудуванні.

Порошкові матеріали: процеси отримання, властивості

Електричні та магнітні матеріали, конструкційні порошкові матеріали, зносостійкі матеріали, тугоплавкі метали. Загальна характеристика нітридів, карбідів, боридів, силіцидів, гідридів, халькогенідів. Кристалічна й електронна структура, природа міжатомних зв'язків, фізико-хімічні властивості тугоплавких сполук. Фізико-хімія керметів. Термодинамічна сумісність фаз. Вогнетривкі матеріали. Оксидні вогнетриви. Вогнетриви з тугоплавких сполук. Типова технологічна схема виробництва вогнетривів. Тверді сплави, безвольфрамові тверді сплави, мінералокерамічні тверді сплави.

Механічні методи виробництва порошків, отримання порошків розпиленням рідких металів, сплавів і сполук.

Фізико-хімічні способи виробництва порошків: виробництво порошків відновлюванням воднем, вуглецем, металами, отримання порошків заліза, кобальту, тугоплавких металів й їх сплавів і сполук відновлюванням вуглецем, воднем, металами, отримання легованих порошків спільним відновлюванням із сумішей окисів, плазмові процеси відновлювання порошків.

Процеси ущільнювання порошків, спікання. Рушійні сили процесу спікання. Поверхневий натяг. Капілярний тиск. Механізми процесів спікання однокомпонентних систем. Основні стадії процесу спікання. Закономірності та кінетика спікання багатоконпонентних систем без утворювання рідкої фази. Закономірності та кінетика спікання систем у присутності рідкої фази. Активоване спікання. Гаряче ізостатичне пресування.

Тема 6 «НЕМЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ »

Основні різновиди структур на основі вуглецю.

Алмаз, графіт і аморфний вуглець. Карбін. Кластери. Графен. Фулерени. Фулерит. Нанотрубки.

Полімери і пластичні маси

Класифікація і структура полімерних матеріалів. Молекулярна структура полімерів. Теорії зростання полімерних кристалів. Особливості механічних властивостей полімерів, обумовлені їх будовою. Релаксаційні властивості. В'язка плинність розчинів і розплавів полімерів. Старіння і стабілізування полімерів. Типи руйнування полімерів. Вплив зовнішніх факторів на процес руйнування. Фізико-механічні, адгезійні, фрикційні, антикорозійні, діелектричні властивості полімерів, методи досліджування цих властивостей.

Склад, класифікація і властивості пластичних мас. Пластмаси на основі термопластичних і термореактивних полімерів. Наповнювачі, пластифікатори, каталізатори, пігменти, інгібітори. Методи перероблення пластмас у вироби. Матеріали, технологія і обладнання для отримання полімерних покриттів.

Композиційні матеріали

Принципи створення та основні типи композиційних матеріалів. Композиційні матеріали з нуль-мірними і одновимірними наповнювачами. Евтектичні композиційні матеріали. Композиційні матеріали на неметалевій основі. Механічні властивості композиційних матеріалів, моделювання на ПЕОМ руйнування композиційних матеріалів з використанням властивостей армувальних волокон, об'ємної частки і властивостей матриці. Механізм руйнування. Основи розраховування на міцність виробів з композиційних матеріалів. Способи комп'ютерного моделювання складу, структури, властивостей та процесу руйнування композиційних матеріалів. Області та перспективи використання композиційних матеріалів у машинобудуванні.

Дисперсно-зміцнені, волокнисті, багатопарові й напрямлено закристалізовані композити. Основні завдання, які вирішуються використанням композитів у конструкціях. Поняття про матрицю і арматури, їх функції в композиті й вимоги, які ставляться перед ними.

Фізико-хімічна взаємодія компонентів композита, класифікація композитів по типу взаємодії його компонентів. Поняття про термодинамічну, кінетичну і механічну сумісність компонентів композита. Термічні та фазові напруження в композитах. Шляхи оптимізування взаємодії компонентів композита.

Безперервні й дискретні волокна й нитковидні монокристали, які використовуються для армування волокнисті композитів. Способи отримання нитковидних монокристалів та їх властивості, природа їх міцності. Способи отримання безперервних волокон вуглецю, бора, карбіду кремнію, окису алюмінію, їх структура і властивості. Роль взаємодії неметалевих волокон, які отримують осаджуванням на металеву підкладку – нитка з підкладкою, металеві волокна з вольфраму, молібдену, берилію, сталі; їх отримання і властивості. Захисні покриття на волокнах та їх вплив на властивості волокон.

Характеристики напрямлено закристалізованих композитів. Сплави евтектичного типу. Термодинаміка фазових рівноваг евтектичних систем. Морфологія фаз і принципи класифікації подвійних евтектик. Багатоваріантні й потрійні евтектики.

Гумові матеріали

Склад і класифікація гум. Технологія приготування гумових сумішей та формування деталей з гуми. Фізико-механічні властивості гуми. Вплив умов експлуатування на властивості гум. Використання гумових матеріалів у машинобудуванні.

Ситали, керамічні та інші неорганічні матеріали

Будова, властивості та види технічного скла, ситалів, порцеляни та фаянсу. Тугоплавкі сполуки, основні типи, склад, структура, властивості, методи отримання, в тому числі СВЧ-високотемпературний синтез, який самопоширюється. Нанокристалічні матеріали. Скляні мастила і захисні покриття. Емалі для захисту металів. Технічна кераміка. Вогнетривкі та конструкційні керамічні матеріали. Використання кераміки в машинобудуванні. Графіт і його модифікації, як конструкційних матеріалів.

Лакофарбові і клейові матеріали

Склад і класифікація лакофарбових матеріалів. Особливості кремнійорганічних покриттів. Технологічні методи нанесення лакофарбових покриттів. Технологія нанесення лакофарбових покриттів. Порівняльні властивості лакофарбових покриттів та їх використання в машинобудуванні.

Клейові матеріали, склад і класифікація. Фізико-хімічна природа. Конструкційні клеї. Склад клейових з'єднань. Методи отримання клейових з'єднань та їх випробування. Використання клейових з'єднань в машинобудуванні.

Рекомендована література:

1. Биковський О. Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / О. Г. Биковський. – Київ : Основа, 2021. – 396 с. – Електрон. версія друк вид. – Режим доступу : <https://lib.imzo.gov.ua/wa-data/public/site/books2/pidrucnnyky-posibnyky-profosvita/Zvaryuvannya-rizannya-Bukovsky.pdf>
2. Колінько С. О., Бутенко Т. І., Ващенко В. А. Конспект лекцій з дисципліни «Кристалографія» для здобувачів освітнього ступеня бакалавра спеціальності 132 «Матеріалознавство» денної форми навчання ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси : ЧДТУ, 2020. 99 с.
3. Мамчур С. І., Носова Т. В., Федосов О. В. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія : Конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня бакалавр зі спеціальності 132 «Матеріалознавство» денної форми навчання. Дніпро : 2024. 96 с.
4. Холявко В. В., Владимирський І. А. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. 272 с.
5. Белоконь Ю. О. Фізичні процеси при пластичній деформації : навч. посіб. для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 136 «Металургія» освітньо-професійної програми «Обробка металів тиском». Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 176 с.
6. Весельська О. Я., Спасьонова Л. М. Сучасні інструментальні методи досліджень в технології кераміки та скла : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньої програми «Хімічні технології неорганічних в'язучих

речовин, кераміки, скла та полімерних і композиційних матеріалів» ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 158 с.

7. Диха О. В., Рудик О. Ю. Контроль якості покриттів : навч. посіб. Хмельницький : ХНУ, 2021. 166 с.

8. Лобачова Г. Г., Іващенко Є. В. Методи структурного аналізу матеріалів : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» спец. 132 Матеріалознавство ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 180 с.

9. Гожій С. П. Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування. Навч. посіб. з вибіркової компоненти «Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування» для студентів галузі знань 13 Механічна інженерія, спеціальностей 131 Прикладна механіка усіх форм навчання. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 104 с.

10. Стріха М. В. Фізика конденсованого середовища : навч. посіб. Київ : КНУ, 2022. 333 с.

11. Белоконь Ю. О. Фізичні процеси при пластичній деформації : навч. посіб. для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 136 «Металургія» освітньо-професійної програми «Обробка металів тиском». Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 176 с.

12. Погребна Н. Е., Куцова В. З., Котова Т. В. Механічна стабільність матеріалів : Навч. посіб. Дніпро : НметАУ, 2021. 109 с.

13. Подольський Р. В., Бабаченко О. І., Кононенко Г. А. та ін. Застосування спеціалізованого програмного забезпечення в матеріалознавстві та термічній обробці металів та сплавів: метод. посіб. ; Україн. держ. ун-т науки і технол. Дніпро : 2022. 66 с.

14. Стоєв П. І., Литовченко С. В., Гірка І. О., Грицина В. Т. Хімічна корозія та захист металів : навч. посіб. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2020. 215 с.

15. Ледовських В. М., Левченко С. В. Корозія матеріалів : навч. посіб. Київ : НАУ, 2024. 94 с.

16. Савуляк В. І. Методи та засоби дослідження складу, структури та властивостей матеріалів. Навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2021. 76 с.

17. Сусліков Л. М., Дьордай В. С. Фізика і технологія наноматеріалів : навч. посіб. для студентів фізико-технічних спеціальностей. Ужгород : Видавництво «Говерла», 2023. - 437 с.

18. Волчок І. П., Капустян О. Є. Конспект лекцій «Фундаментальні основи нанотехнологій» для студентів спеціальності 132 – «Матеріалознавство» за освітньою програмою (спеціалізацією) «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» денної форми навчання. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. 209 с.

19. Волчок І. П. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни “Функціональні наноструктурні матеріали та покриття” для студентів спеціальності 132 “Матеріалознавство” з освітньої програми «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» усіх форм навчання. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. 79 с.

20. Шпетний І. О. Конспект лекцій з дисципліни «Сучасні експериментальні методи дослідження властивостей матеріалів в прикладній фізиці та наноматеріалознавстві». Суми : Сумський державний університет, 2022. 173 с.

21. Шпетний І. О. Конспект лекцій з дисципліни «Сучасні експериментальні методи дослідження наноматеріалів». Суми : Сумський державний університет, 2021. 151 с.

22. Сіренко Г. О., Складанюк М. Б. Термотривкі полімери : Підручник ; Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2021. 401 с.

23. Черкашина Г. М., Авраменко В. Л., Підгор на Л. П. та ін. Технологія виробництва синтетичних і природних клеїв та герметиків : Лаб. практикум. Харків : НТУ «ХП», 2020. 320 с.
24. Усов В. В. Матеріалознавство та технології : навч. посіб. для самостійного вивчення дисципліни. Одеса : Університет Ушинського, 2019. 227 с.
25. Бузило В. І., Сердюк В. П., Яворський А. В. та ін. Матеріалознавство : Навч. посіб. М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро : НТУ «ДП», 2021. 243 с.
26. Бодрова Л. Г., Крамар Г. М., Ковальчук Я. О. та ін. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство, розділ Матеріалознавство : Навч. посіб. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2023. 157 с.
27. Бузило В. І., Сердюк В. П., Яворський А. В. та ін. Матеріалознавство : навч. посіб. М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро : НТУ «ДП», 2021. 243 с.
28. Погребна Н. Е., Куцова В. З., Котова Т. В. Способи зміцнення металів. Навч. посіб. Дніпро : НМетАУ, 2021. 89 с.
29. Термодинаміка та кінетика дифузії. Практикум: навч. посіб. для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітньої програми «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. І. Сидоренко, С. М. Волошко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 110 с.
30. Харламов Ю. О., Романченко О. В., Соколов В. І. та ін. Триботехніка і надійність машин : навч. посіб. Сєверодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2021. 184 с.

ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБОВУВАННЯ

1. Кристалічна будова металів, типи ґраток. Типи зв'язків атомів у твердих тілах. Йонний, ковалентний, металевий і Ван-Дер-Ваальсовий зв'язок.
2. Електронна будова і фізичні властивості металів. Поверхня Фермі та зони Бріллюєна в металах. Загальні подання про теплоємність, теплопровідність, електропровідність.
3. Тверді розчини заміщення і проникнення. Упорядковані тверді розчини, інтерметаліди. Електронні сполуки, фази Лава-фаза, щільноупаковані фази типу АЗУ. Типи карбідів у сталях.
4. Правило фаз. Діаграми стану подвійних систем з безперервним рядом твердих розчинів, з евтектичними і перитектичними рівновагами. Термодинамічне аналізування діаграм стану.
5. Поняття про потрійні діаграми. Рівноважне кристалізування. Гомогенне і гетерогенне зароджування кристалів, критичний розмір зародка. Концентраційне переохолодження. Евтектичне кристалізування.
6. Діаграми стану з конгруентно та інконгруентно проміжними фазами, які плавляться, з поліморфізмом компонентів. Упорядкування твердого розчину.
7. Інтерметаліди. Далекий і ближній порядок. Змінювання властивостей сплавів при упорядкуванні.
8. Дислокації. Їх типи, енергія дислокації. Вектор Бюргерса. Щільність дислокацій. Механізм ковзання дислокацій. Механізми розмножування дислокацій, джерело Франка – Ріда. Сила Пайерлса – Набарро
9. Схеми напруженого стану. Коефіцієнти м'якості. Статичні і динамічні випробування (активне розтягання, стискання, крутіння, вигинання, втомні випробування, ударна в'язкість і т.д.).

10. Напруження умовні, дійсні. Побудова кривої дійсних напружень.
11. Вплив температури випробувань на властивості.
12. Механізми пластичної деформації. Повзучість. Крихкість, в'язкість руйнування. Концентратори напружень. Вплив надрізів на механічні властивості.
13. Механізми міграції атомів дифузійним шляхом. Закони Фіка. Коефіцієнт дифузії. Граткова, трубкова й зерногранична дифузія.
14. Розпадання пересиченого твердого розчину. Термодинаміка зароджування нової фази за дифузійним механізмом. Енергетична і концентраційна флуктуації. Розмір нової фази.
15. Механізми безперервного і переривчастого розпадання твердого розчину. Гартування без поліморфного перетворювання. Змінювання структури й властивостей при гартуванні без поліморфного перетворювання.
16. Спінодальне розпадання. Його термодинаміка і механізм. Модульований розподіл других фаз.
17. Старіння. Структурні змінювання при старінні. Кластери, зони Гін'є –Престона, проміжні метастабільні фази. Стадійність виділення фаз при старінні. Термодинаміка, кінетика, механізми змінювання стадій при старінні. Перестарювання (гетерогенізувальне відпалювання), способи його проведення.
18. Когерентні, частково когерентні та некогерентні границі других фаз. Вплив природи міжфазних границь других фаз на їхню форму. Механізми дисперсійного зміцнювання другими фазами з когерентними та некогерентними границями.
19. Макро- і мікротвердість. Твердість за Брінеллем, Роквеллом, Віккерсом і мікротвердість. Методика вимірювань.
20. Деформаційне зміцнювання металів і сплавів. Вплив ступеня деформації на розвиток субструктури.
21. Фазові перетворювання при нагріванні в сталях. Аустенізування в евтектоїдній і доевтектоїдній сталі. Термодинаміка, кінетика, механізми. Структурна спадковість. Спадково грубозернисті та спадково дрібнозернисті сталі.
22. Фазові перетворювання в сталі при охолодженні. Перлітне перетворювання. Термодинаміка, кінетика, механізми. Перліт. Сорбіт. Троостит. Поняття квазіевтектоїда; особливості сорбіту в доевтектоїдних сталях. Повне відпалювання і нормалізування.
23. Термічне оброблення сталей евтектоїдного і ледебуритного класів. Сфероїдизувальне відпалювання сталей.
24. Відпускання. Змінювання мікроструктури й фазового складу при відпусканні. Розпадання мартенситу. Стадійність виділення карбідів при відпусканні. Повернення і рекристалізування у фериті при відпусканні. Відпущений мартенсит, троостомартенсит, сорбіт відпускання. Вплив відпускання на властивості.
25. Бейнітне перетворювання. Будова бейніту. Верхній і нижній бейніт. Видманштеттів ферит. Ізотермічне гартування. Сталі бейнітного класу.
26. Термомеханічне оброблення. Структурні змінювання при пластичній деформації. Динамічне полігонізування і динамічне рекристалізування. Повернення і рекристалізування після гарячого деформування. Високотемпературне і низькотемпературне термомеханічне оброблення. Вплив структури деформованого аустеніту на мартенситне перетворювання.
27. Хіміко-термічне оброблення. Цементування. Елементарні процеси при цементуванні. Термічне оброблення після цементування. Сталі, які піддають цементуванню. Принципи легування сталей, які піддають цементуванню.
28. Хіміко-термічне оброблення. Азотування. Сталі для азотування. Принципи легування сталей, які піддають азотуванню. Термічне оброблення сталей, які піддають азотуванню. Поліпшування.
29. Сучасне устаткування для гартування, відпалювання, відпускання, хіміко-термічного й інших видів термічного оброблення сталей і сплавів. Агрегати безперервного

відпалювання і гартування. Газонасичування і його вплив на структуру й властивості сплавів. Автоматизування повного циклу термічного оброблення.

30. Способи досягнення високих швидкостей нагрівання і охолодження виробів при термічному обробленні. Внутрішні напруження і деформація виробів при термічному обробленні. Нагрівання при термічному обробленні виробів у захисних середовищах і вакуумі. Дефекти термічного оброблення. Методи боротьби з поводкою й жолобленням.

31. Структурне зміцнювання. Вплив розміру зерна на механічні властивості. Роль структурного зміцнювання в міцності сталей перлітного класу. Вплив вмісту вуглецю на залежність Холла – Петча.

32. Характеристики міцності, пружності, непружності, твердості, пластичності. Види випробувань.

33. Ударна в'язкість. Крихке і в'язке руйнування. Природа холодноламкості. Границя холодноламкості. Будова зломів. Поняття про фрактографії. Оборотно й необоротна відпускна крихкість. Високоміцні будівельні сталі.

34. Характеристики тріщиностійкості та методи випробувань. Механізми зароджування тріщин.

35. Електронна мікроскопія (метод реплік, дифракційна мікроскопія різних видів фольги, скануюча мікроскопія, мікродифракція). Аналітичні методи електронної мікроскопії.

36. Рентгеноструктурне аналізування. Якісне і кількісне фазове аналізування. Тектурне аналізування. Функція розподілення орієнтувань. Визначання напружень 1-роду. Визначання розмірів блоків когерентного розсіювання й напружень другого роду.

37. Методи термічного аналізування. Диференціальна калориметрія і дилатометрія. Побудова С-діаграм. Сплави з особливими тепловими властивостями.

38. Мідні, титанові та жароміцні сплави на основі нікелю. Класифікація. Термічне оброблення. Вплив легування на структуру і властивості мідних сплавів.

39. Алюміній. Сплави алюмінію. Структура. Властивості. Термічне оброблення. Деформівні та ливарні сплави. Магній. Сплави магнію. Деформівні та ливарні магнієві сплави. Фазові перетворювання при термічному обробленні. Вплив легувальних елементів на структуру.

40. Інструментальні сталі. Класифікація інструментальних сталей за теплостійкістю, структурою і областям використання. Швидкорізальна сталь та особливості її термічного оброблення. Штампові сталі для деформування в гарячому і холодному стані. Сталі форм для лиття під тиском і пресування. Підшипникові сплави і припої.

41. Легувальні елементи та їх класифікація. Які бувають карбідні фази в легованих сталях. Вплив інтерметалідних фаз на зміцнювання легованих сталей. Вплив легування на $\alpha \rightarrow \gamma$ перетворювання.

42. Класифікація легованих сталей і сплавів за мікроструктурою. Використання сплавів з особливими властивостями. Формування структур легованих сталей в ізотермічних умовах: перлітне, бейнітне перетворювання. Особливості розпадання легованого аустеніту в умовах безупинного охолодження.

43. Роль легувальних елементів у будівельних і машинобудівних сталях (підвищеної міцності та високоміцних сталей). Класифікація легованих сталей за призначенням. Особливості термічного оброблення і фазових перетворень в інструментальних сталях.

44. Сплави з особливими фізичними властивостями (теповими, пружними, магнітними). Корозійностійкі сталі. Магнітні сталі. Жаростійкі та жароміцні сталі та сплави. Їх використання і роль легувальних елементів.

45. Надпластичність. Феноменологія й механізми. Зернограничне проковзування. Методи отримання ультрадрібнозернистої структури.

46. Бездифузійне кристалізування. Принципи отримання аморфних матеріалів. Металеві стекла. Принципи їх легування. Кристалізування аморфних матеріалів при нагріванні.

47. Металургія порошків і гранул. Технологічний процес отримання дисків авіаційних двигунів з жароміцних сплавів, отриманих методом порошкової металургії. Гаряче ізостатичне пресування і надпластичність жароміцних сплавів.

48. Сполуки можна використати для стабілізації наночастинок. Методи дослідження об'ємних властивостей наночастинок й інформація одержувана в експерименті. Пріоритетні напрямки розвитку нанотехнологій. Основні типи дефектів у наноматеріалах.

ЗРАЗОК ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ «Матеріалознавство» _____

Спеціальність _____ G8 Матеріалознавство _____

Освітньо-наукова програма _____ «Матеріалознавство» _____

Форма навчання _____ денна, заочна _____

Навчальна дисципліна Вступне випробування зі спеціальності «Матеріалознавство»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Кристалічна будова металів, типи ґраток. Типи зв'язків атомів у твердих тілах. Йонний, ковалентний, металевий і Ван-Дер-Ваальсовий зв'язок.
2. Макро- і мікротвердість. Твердість за Брінеллем, Роквеллом, Віккерсом і мікротвердість. Методика вимірювань.
3. Хіміко-термічне оброблення. Азотування. Сталі для азотування. Принципи легування сталей, які піддають азотуванню. Термічне оброблення сталей, які піддають азотуванню. Поліпшування.

Затверджено на засіданні кафедри «Матеріалознавство»

Від 25 березня 2025 року протокол № 9

Завідувач кафедри

Валерія СУББОТІНА

Гарант ОНП

Валерія СУББОТІНА

Завідувач аспірантури НТУ «ХПІ»

Віктор ШАЙДА

Відповідальний секретар Центральної
приймальної комісії НТУ «ХПІ»

Сергій ПЕТРОВ