

Національний технічний університет Україна
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Затверджую



Голова Приймальної комісії
Ректор

[Handwritten signature]
підпис

Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ

29.04.2024

дата

ПРОГРАМА
вступного іспиту із спеціальності

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії
«Матеріалознавство»

за спеціальністю 132 Матеріалознавство

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю
132 Матеріалознавство

Протокол № 1 від «15» квітня 2024 р.

Голова НМК

[Handwritten signature]

Петро ЛОБОДА

Національний технічний університет Україна
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Затверджую

Голова Приймальної комісії
Ректор

_____ Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ

підпис

_____ дата

ПРОГРАМА
вступного іспиту із спеціальності

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії
«Матеріалознавство»

за спеціальністю 132 Матеріалознавство

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю
132 Матеріалознавство

Протокол № 1 від «15» квітня 2024 р.

Голова НМК

_____ Петро ЛОБОДА

Київ – 2024

ЗМІСТ

1. Загальні відомості.....	3
2. Теми, що виносяться на екзаменаційне випробування.....	3
3. Навчально-методичні матеріали.....	11
4. Рейтингова система оцінювання.....	15
5. Приклад екзаменаційного білету.....	16

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Вступний іспит на навчання для здобуття наукового ступеня доктор філософії спеціальності 132 «Матеріалознавство» проводиться для тих вступників, які мають ступень магістра*.

Освітня програма «Матеріалознавство» відповідає місії та стратегії КПІ ім. Ігоря Сікорського, за якою стратегічним пріоритетом університету є фундаменталізація підготовки фахівців. Особливості освітньої програми враховані шляхом обрання відповідних розділів програми вступного іспиту. Проведення вступного випробування має виявити рівень підготовки вступника з обраної для вступу спеціальності.

Теоретичні питання вступного іспиту можна поділити на вісім розділів:

1. Теоретичні основи матеріалознавства.
2. Фізика конденсованого стану
3. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів
4. Матеріалознавство порошкових композитів та покриттів
5. Матеріалознавство тугоплавких матеріалів
6. Нанотехнології та наноструктурні матеріали
7. Технологія порошкових композиційних матеріалів.

Перші три розділи містять загальні питання, відповідь на які має знати кожен спеціаліст в галузі матеріалознавства. Інші розділи є більш орієнтованими на спеціальну підготовку вступника.

Завдання вступного випробування складається з трьох теоретичних питань. До екзаменаційного білету включаються відповідно: 1 питання з першого, другого або третього розділів, 2 - з четвертого або п'ятого, 3 - з шостого або сьомого.

Вступне випробування зі спеціальності проводиться у формі усного екзамену.

Тривалість підготовки вступника до відповіді – 2 академічні години.

У наступному розділі програми наведені лише ті теми з зазначених розділів, які стосуються виконання завдань вступних випробувань.

Інформація про правила прийому на навчання та вимоги до вступників освітньої програми «Матеріалознавство» наведено в розділі «Вступ до аспірантури» на веб-сторінці аспірантури та докторантури КПІ ім. Ігоря Сікорського за посиланням <https://aspirantura.kpi.ua/>

*Відповідно доп.2 Розділу XV закону Про вищу освіту, вища освіта за освітньо-кваліфікаційним рівнем спеціаліста прирівнюється до вищої освіти ступеня магістра.

II. ТЕМИ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ВСТУПНЕ ВИПРОБОВУВАННЯ

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

Короткий історичний нарис розвитку металознавства як науки.

Атомно-кристалічна будова металів. Характерні фізичні та хімічні властивості металів. Метали в періодичній системі елементів.

Кристалічна будова металів. Основні типи кристалічних решіток металів, їх характеристики.

Точкові, лінійні та об'ємні дефекти кристалічної будови.

Види дислокацій. Дефекти пакування. Границі зерен.

Кристалізація металів. Будова рідких металів. Схожість рідкого та твердого станів речовини.

Вільна енергія металу, її зміна при кристалізації. Криві охолодження. Правило фаз Гіббса. Утворення центрів кристалізації та ріст кристалів.

Довільне утворення центрів кристалізації. Критичний розмір зародка. Роль переохолодження.

Недовільне утворення зародків. Вплив домішок та недосконалостей будови на процес кристалізації.

Ріст кристалів. Двовимірні зародки, їх критичні розміри. Лінійна швидкість росту кристалів. Макроскопічна швидкість кристалізації. Будова металевих зливків і виливок. Вплив умов кристалізації. Усадочні явища. Газові пухирі у зливках. Ліквідація в металах.

Пластична деформація та рекристалізація. Пружна та пластична деформація металів. Ковзання та двійникування в кристалах.

Дислокаційний механізм ковзання. Джерело Франка-Ріда. Наклеп металу. Залежність міцності металу від густини дислокацій. Шляхи підвищення міцності.

Вплив нагрівання на структуру та властивості деформованого металу. Повернення та рекристалізація, їх механізм. Відпочинок і полігонізація. Рекристалізація первинна, збиральна, вторинна. Холодна, тепла та гаряча пластична деформація.

Фази в металевих сплавах. Загальна характеристика будови сплавів. Фазові та структурні складові сплавів. Хімічні сполуки в металевих сплавах. Валентні сполуки.

Тверді розчини, їх типи та загальні властивості. Фактори, які керують утворенням твердих розчинів. Розчини заміщення, проникнення та вилучення. Упорядковані тверді розчини. Діаграми упорядкування.

Проміжні фази в сплавах. Електронні фази. Фази нікель-арсенідного типу. Сигма-фази. Фази проникнення, типові та нетипові. Фази Лавеса.

Термодинаміка та кінетика дифузії. Основні поняття феноменологічної і атомної теорії дифузії. Рівняння Фіка, що описують дифузію в металах і сплавах. Густина потоку речовини, коефіцієнт дифузії. Атомні механізми дифузії. Вплив дефектів кристалічної ґратки на швидкість дифузії. Зерногранична дифузія. Поверхнева само- і гетеродифузія, механізми. Ефекти Робертс-Аустена, Кіркендала, Френкеля, Ребіндера. Залежність коефіцієнтів дифузії від різних чинників (формула Ареніуса). Розрахунок енергії активації дифузії. Класифікація експериментальних методів ви-

значення коефіцієнтів дифузії. Дифузія в монокристалічних, полікристалічних і нанокристалічних матеріалах.

Діаграми стану подвійних систем. Металеві системи й їх стани. Загальна характеристика діаграм стану. Методи побудови та зображення подвійних діаграм стану. Правило відрізків. Правило Мазінга.

Діаграма стану системи, яка утворює безперервний ряд рідких і твердих розчинів. Правило Коновалова. Внутрішньо кристалічна ліквідація. Механізм кристалізації твердих розчинів. Діаграми з екстремумами на кривих ліквідуса та солідуса. Діаграми з розшаруванням твердого розчину. Діаграми з упорядкуванням твердих розчинів.

Діаграма стану при відсутності розчинності компонентів у твердому стані. Механізм евтектичної кристалізації.

Діаграма стану системи з обмеженою розчинністю компонентів у твердому стані й евтектичним перетворенням.

Діаграми стану з хімічними сполуками та проміжними фазами. Основні варіанти їх утворення в подвійних системах.

Діаграми стану систем з повною нерозчинністю або обмеженою розчинністю компонентів у рідкому стані.

Діаграми стану з поліморфними компонентами і проміжними фазами. Евтектоїдне, монотектоїдне та метатектичне перетворення.

Загальні закономірності будови подвійних систем і їх діаграм стану. Зв'язок між діаграмами стану різних типів. Зв'язок між типом діаграми стану та властивостями сплавів. Аналіз складних подвійних діаграм стану.

Залізовуглецеві сплави. Місце та значення залізовуглецевих сплавів у сучасній техніці. Властивості чистого заліза. Будова та властивості цементиту та графіту. Структурні складові залізовуглецевих сплавів.

Загальний опис діаграми стану системи залізо-цементит.

Діаграма стану системи залізо-графіт.

Вплив вуглецю та постійних домішок (марганець, кремній, сірка, фосфор) на структуру та властивості сталі та чавуну.

Вуглецеві сталі, їх класифікація та позначення марок. Вуглецеві сталі звичайної якості, якісні та високоякісні.

Діаграми стану потрійних систем. Загальні закономірності будови потрійних діаграм. Геометричні основи цих діаграм. Концентраційний трикутник. Правила відрізків та центра маси трикутника. Поверхні дво-, три- та чотирифазної рівноваги. Правило розчинності числа фаз у суміжних фазових областях.

Кольорові метали та сплави. Сплави на основі міді, алюмінію, нікелю та титану. Властивості чистих компонентів. Легуючі елементи та постійні домішки. Основні групи кольорових сплавів, їх галузі використання.

Підшипникові сплави, їх класифікація. Олов'яні (свинцевисті) бронзи. Баббіти на основі цинку (олова) й олова (свинцю). Цинкові й алюмінієві підшипникові сплави. Порошкові сплави. Переваги та недоліки кожної групи підшипникових сплавів.

2 ФІЗИКА КОНДЕНСОВАНОГО СТАНУ

Предмет вивчення фізики конденсованого стану. Структурні елементи конденсованого стану атоми і молекули, і взаємодія між ними. Залежність стану речовини від термодинамічних умов.

Термодинамічні та фізичні умови кристалізації та аморфізації твердих тіл. Роль центрів кристалізації і різниць хімічних потенціалів при переході від рідкого до твердого стану. Природа температурного плато і механізми упорядкування при кристалізації.

Упорядкування атомів в симетричні ґратки. Кристалічні сингонії, ґратки Браве. Точкові симетрії.

Просторова трансляційна симетрія в кристалах. Вектори трансляції. Вибір елементарної комірки. Параметри ґратки.

Періодичність властивостей і функцій, які їх описують в кристалічній ґратці. Розкладання цих функцій в ряд Фур'є на елементарні гармоніки, які описують плоскі хвилі.

Обернена ґратка та її властивості. Фізичний зміст оберненої ґратки.

Періодичний потенціал ґраток Браве. Теорема Блоха. Інваріантність рівняння Шрьодінгера, що описує взаємодію в кристалах відносно трансляцій в ґратці.

Динаміка ґратки. Властивості коливання ґратки. Питома теплоємність. Закон Дебая. Фонони. Ангармонізм і теплове розширення.

Гранична умова Борна – Кармана. Щільність енергетичних рівнів. Рівень та поверхня Фермі.

Електрон в періодичному полі. Енергетичні рівні поблизу однієї з Брегівських площин відбивання $E(R)$. Зони Бріллюена.

Деякі методи розрахунку електронної структури (основні ідеї). Метод сильного зв'язку. Лінійна комбінація атомних орбіталей. Наближення незалежних електронів. Метод приєднаних плоских хвиль. Метод ортогоналізованих плоских хвиль і псевдопотенціалу.

Статичні властивості твердих тіл. Зонна структура. Типи твердих тіл. Енергія зв'язку.

Статистика Фермі для електронів. Електронна теплоємність.

Кінетичні властивості твердих тіл. Кінетичні рівняння. Електропровідність. Час релаксації. Домішкове розсіяння і ґратковий опір. Рухливість носіїв.

Теплопровідність. Термоелектричні ефекти. Фононна теплопровідність. Ефект Холла і магнітоопір.

Орбітальна магнітна сприйнятливність. Спіновий парамагнетизм. Закон Кюри-Вейса.

Феромагнетизм. Обмінна взаємодія. Антиферомагнетизм. Модель Ізінга.

Надпровідність. Притягання між електронами. Куперовські пари.

3 МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА КОНСТРУКЦІЙНА МІЦНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ

Основні правила пружної деформації. Пружні константи. Пластична деформація монокристалів. Пластична деформація полікристалів. Характеристики крихкого руйнування. Характеристики в'язкого руйнування. В'язко-крихкий перехід. Основні види механічних випробувань (розтяг, стиск, згин, закрут). Концентратори напружень: види, вплив. Тріщиностійкість. Пружність, непружність, пластичність, руйнування. Механізми зародження та росту тріщини. Теоретична міцність матеріалів. Вплив природи на механічні характеристики пружності, непружності, пластичності, границі міцності матеріалів. Взаємозв'язок між міцністю міжатомного зв'язку, атомнокристалічною будовою та механічними властивостями. Системи проковзування і пластичність матеріалів. Види і механізми руйнування. Конструкційна міцність. Критерії конструкційної міцності. Надійність і довговічність.

4 МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ПОРОШКОВИХ КОМПОЗИТИВ ТА ПОКРИТТІВ

4.1 Отримання вихідних матеріалів для створення композиційних матеріалів з використанням технологій порошкової металургії та нанотехнологій

Отримання порошків, волокон та вусів металів, сплавів та тугоплавких сполук . Механічні методи отримання порошків у тому числі в нанодисперсному стані. Роль методу отримання порошків механічним подрібненням на формування їх властивостей.

Закономірності подрібнення в кульових, вібраційних, атриторних, планетарних, струйних та вихрових млинах.

Отримання порошків металів та сплавів відновлюванням оксидів та солей металів. Основи термодинаміки відновлювальних процесів. Вплив різних факторів на формування структури та властивостей порошків. Основні промислові методи отримання порошків відновлюванням.

Електрохімічні методи отримання порошків металів. Отримання порошків металів електролізом водяних розчинів та розплавів солей металів. Фізико-хімічні основи методу.

Газофазні методи одержання порошків. Отримання порошків металів дисоціацією карбонілів, випарюванням-конденсацією, відновлюванням в газовій фазі.

Отримання порошків металів та сплавів розпиленням їх розплавів газами та рідиною.

Отримання волокон та вусів. Класифікація методів одержання. Отримання волокон змішаними методами та методами порошкової металургії.

Теоретичні та технологічні засади отримання порошків у нанодисперсному стані кріодисперсним методом.

4.2 Формування виробів з композиційних матеріалів з порошків металів та сплавів

Загальні закономірності ущільнення порошкових тіл. Закономірності ущільнення пластичних та крихких порошків. Вплив властивостей порошків та їх структури на їх ущільнення. Вплив різних факторів на розподіл щільності у формовках.

Варіанти формування. Практика формування. Підготовка порошків для формування. Одно- та двостороннє формування. Формування на механічних та гідравлічних пресах.

Ізостатичне формування. Різновиди ізостатичного формування. Закономірності ізостатичного формування, вплив різних факторів на процес формування структури та властивостей виробів.

Формування довгомірних виробів. Формування скошеним пуансоном.

Формування прокаткою.

Швидкісне (імпульсне) формування. Методи імпульсного формування. Механізм ущільнення при імпульсному формуванні.

Бездеформаційні методи формування. Мундштучне формування та екструзія. Закономірності формування цими методами.

4.3 Спінання композиційних порошкових виробів

Характеристика процесів, що лежать в основі спікання. Терміни спікання з технологічного та термодинамічного кута зору. Зовнішні ознаки спікання, усадка при спіканні, види усадки.

Рушійні сили спікання. Основні стадії спікання при дії цих механізмів, фізико-хімічні закономірності та кінетика процесів усадки.

Методи інтенсифікації процесів спікання. Активоване спікання. Фізичні та фізико-хімічні методи активації спікання. Фізико-хімічні явища, які лежать в основі різних методів активованого спікання.

Спікання під тиском. Гаряче пресування. Механізм ущільнення та закономірності формування структури і властивостей виробів при гарячому пресуванні.

Спікання багатокомпонентних систем. Закономірності та кінетика спікання багатокомпонентних систем у твердій фазі. Роль процесів гетеродифузії.

Просочування. Закономірності просочування при виготовленні порошкових та композиційних матеріалів.

Властивості спечених порошкових та композиційних виробів. Залежність властивостей виробів від умов спікання та характеристик вихідних матеріалів та пористих заготовок. Методи контролю структури та властивостей спечених виробів.

4.4 Теорія та технологія нанесення покриттів.

Значення захисних покриттів для різних областей техніки. Класифікація покриттів. Газотермічні і вакуумно-конденсаційні покриття. Загальна характеристика способів нанесення покриттів.

Класифікація газотермічних способів напилення. Загальні закономірності детонаційно-газового напилення. Кінетика детонаційно-газового перетворення.

Закономірності формування потоку частинок при газотермічному напиленні. Основні стадії газотермічного напилення. Нагрів і прискорення частинок матеріалів в газовому струмені. Особливості формування потоку частинок при порошковому і проволочному способах напилення.

Утворення та структура газотермічних покриттів. Взаємодія частинок з напилюваною поверхнею. Процеси які проходять в зоні контакту. Виникнення фізичного і хімічного контактів в зоні взаємодії. Умови формування покриття в різних точках пятна напилення. Причина утворення і характеристика дефектів структури.

Вакуумно конденсаційне напилення. Класифікація способів вакуумно конденсаційного напилення. Фізико-хімічні основи процесу випаровування чистих металів, сплавів і сполук. Катодне розпилення. Фізична адсорбція і хемосорбція. Формування структури покриття. Тризонна модель. Характеристика розміру кристалів та вплив на форму температури поверхні і дифузійної активності атомів.

Газофазне напилення покриттів. Термодинаміка процесу утворення покриттів. Композиційні електрохімічні покриття. Загальна характеристика композиційних електрохімічних покриттів.

5 МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТУГОПЛАВКИХ МАТЕРІАЛІВ

Тугоплавкі метали та сполуки. Закономірності одержання. Структура та властивості металоподібних тугоплавких сполук (карбіди, боридів, силіцидів, нітриди перехідних металів.). Особливості електронної будови тугоплавких металів, закономірності зміни структури та властивостей у залежності від положення у періодичній системі елементів.

Фізичні основи міцності тугоплавких матеріалів. Теоретична міцність та крихке руйнування матеріалів. Енергетика крихкого руйнування. Теорія міцності Грифітса.

Типи дислокаційних структур. Еволюція дислокаційної структури у процесі деформації. Принцип деформаційного зміцнення. Високотемпературна повзучість тугоплавких матеріалів. Довгочасна та короткочасна високотемпературна міцність.

Електричні та теплові властивості тугоплавких речовин. Електропровідність та теплопровідність металоподібних фаз проникнення. Термоелектронна емісія карбідів та боридів.

Гетерофазні матеріали. Класифікація, основні типи гетерофазних систем. Узагальнена провідність гетерофазних матеріалів з матричною структурою та з довільною концентрацією фаз. Ефективна провідність матеріалів із шаруватою структурою.

6 НАНОТЕХНОЛОГІЇ ТА НАНОСТРУКТУРНІ МАТЕРІАЛИ.

Поняття про нанодисперсний стан речовини, наноструктурні матеріали та специфіку технології їх виготовлення.

Наноструктурні системи. Загальна характеристика наноструктурних систем: кристалічна будова, фундаментальні властивості, фізична та фізико-хімічна кінетика.

Класифікація наноструктурних систем за топологічними ознаками.

Розмірний ефект в наноструктурних матеріалах.

Нанодисперсні системи. Основні параметри геометричної структури.

Методи та процеси отримання наноструктурних матеріалів.

Закономірності спікання нанодисперсних систем.

Наноструктурні матеріали, отримані інтенсивною пластичною деформацією. Методи інтенсивної пластичної деформації і формування наноструктур. Формування наноструктур при інтенсивній пластичній деформації. Види наноструктур в матеріалах, підданих інтенсивній деформації.

Атомна структура і структурна модель наноматеріалів.

Стійкість наноструктур до зовнішньої дії. Еволюція наноструктур при нагріванні.

Фундаментальні характеристики і властивості наноструктурних матеріалів.

7 ТЕХНОЛОГІЯ ПОРОШКОВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.

Класифікація спечених матеріалів, загальна технологічна схема одержання спечених порошкових та композиційних матеріалів. Задачі по дальшому розвитку та вдосконаленню спечених матеріалів.

Композиційні спечені антифрикційні матеріали. Загальні відомості про антифрикційні матеріали і умови їх роботи.

Вихідні матеріали для виготовлення антифрикційних матеріалів, їх характеристики та призначення. Технологія виготовлення композиційних антифрикційних матеріалів.

Антифрикційні спечені матеріали на основі металів та їх сплавів (міді, заліза, нікелю, кобальту, легких та тугоплавких металів). Металографітові матеріали. Матеріали на основі тугоплавких сполук, спечених твердих сплавів. Матеріали спеціального призначення для роботи: в присутності рідкої змазки та без неї, в повітряному середовищі та в вакуумі, при підвищених температурах, при високих швидкостях ковзання, в воді, в незмазуючих рідинах та корозійних середовищах.

Спечені високопористі проникні матеріали. Вимоги до високопористих проникних матеріалів. Класифікація високопористих матеріалів по призначенню.

Спечені фрикційні матеріали. Основні типи фрикційних матеріалів. Класифікація фрикційних матеріалів по призначенню. Технологія виробництва фрикційних

виробів. Пресування, спікання та додаткова обробка спечених виробів. Спечені матеріали конструкційного призначення.

Спечені матеріали конструкційного призначення, їх класифікація та галузі застосування. Технологічні варіанти виготовлення виробів із конструкційних спечених матеріалів у залежності від їх властивостей та призначення.

Спечені матеріали електротехнічного призначення. Спечені контактні матеріали. Фізико-хімічні процеси, які протікають на робочій поверхні контактів. Контактні матеріали для розривних та контактів ковзання. Технологічні варіанти виготовлення матеріалів розривних контактів.

Спечені магнітом'які матеріали. Класифікація, властивості та призначення спечених магнітом'яких матеріалів на основі залізного порошку. Спечені магнітно-тверді матеріали. Класифікація, властивості та призначення.

Отримання виробів з тугоплавких сполук. Класифікація, властивості та призначення виробів з тугоплавких сполук. Технологія виготовлення деталей із тугоплавких сполук: пресуванням та спіканням; гарячим пресуванням; ізостатичним гарячим пресуванням; гарячим литвом термопластичних шлікерів та інжекційним пресуванням з наступним спіканням.

Спечені тверді сплави. Класифікація спечених твердих сплавів. Спечені тверді сплави на основі карбідів вольфраму, титану та хрому, карбонітриду титану, боридів титану і хрому.

Технологія процесів отримання виробів з твердих сплавів. Характеристика процесів, які супроводжують процеси змішування компонентів, розмолу, формування виробів та їх спікання.

Спечені безвольфрамові тверді сплави. Спечені тверді сплави на основі карбиду та карбонітриду титану. Технологія виготовлення безвольфрамових твердих сплавів. Фізико-механічні властивості та галузі використання безвольфрамових твердих сплавів.

Надтверді матеріали. Основи отримання надтвердих матеріалів зі структурою алмазу та алмазоподібних модифікацій нітриду бору. Кристалічна структура поліморфних модифікацій вуглецю та нітриду бору. Каталітичний синтез алмазу та кубічного нітриду бору.

Технологічні процеси одержання абразивного інструменту на основі алмазів, кубічного нітриду бору та вюрцитоподібного нітриду бору на керамічному, металевому та органічному зв'язуючому.

ІІІ. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Література до 1-го розділу

1. Металознавство: Підручник / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. 2–ге вид., перероб. і доп. – К. : ІВЦ “Видавництво “Політехніка”, 2002. 384 с.

2. Діаграми стану потрійних систем: Навч. посібник / В.С. Черненко, О.І. Дудка, В.М. Писаренко, Л.В. Голуб. Під ред. В.С. Черненка. – К.: ІЗМН, 2000. – 90 с.
3. Матеріалознавство: Навч. посібник / Більченко О.В., Дудка О.І., Лобода П.І. –К.: Кондор. – 2009. – 154с.
4. Сплави на основі заліза: підручник. У 2 т. /В.І. Мазур, В. З. Куцова, О.А. Носко, М.А. Ковзель / за ред. В.І. Мазура. – К. : Вид-во «Політехніка», 2015. –Т.1,2. – 272 с.

Література до 2-го розділу

1. Зауличний Ярослав Васильович, Фізика конденсованого стану для матеріалознавців : підручник / Я.В. Зауличний, Ю.В. Яворський ; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 487 с.
2. Фізика конденсованого стану матеріалів : навчальний посібник / [Т.П. Говорун та ін.] ; Міністерство освіти і науки України, Сумський державний університет. - Суми : Сумський державний університет, 2015. - 235 с.
3. Будова рідких, аморфних та кристалічних матеріалів: експериментальний електронний підручник / С.І. Сидоренко, М.В. Белоус, М.О. Васильєв та ін., Миколаїв, 1999 р. — 264 с.
4. Загальний курс фізики : збірник задач : навч. посіб. для студ. інж.-тех. і пед. спец. вищ. навч. закл. / [І.П. Гаркуша, І.Т. Горбачук, І.М. Кучерук та ін.] ; за ред. І.П. Гаркуші. - Київ : Техніка, 2004. - 557 с.

Література до 3-го розділу

1. Основи механіки руйнування : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напр. підгот. "Інженерне матеріалознавство" / В.С. Майборода [та ін.] ; Мін-во освіти і науки України, НТУУ "КПІ". - Київ : НТУУ "КПІ", 2010. - 124 с.
2. Богданов В'ячеслава Леонідович. Основи експериментальних методів механіки деформівного твердого тіла : навчальний посібник / В.Л. Богданов, Я.О. Жук, О.С. Богданова ; Національна академія наук України, Міністерство освіти і науки України, Відділення цільової підготовки Київського національного університету імені Тараса Шевченка. - Київ : Академперіодика, 2016. - 278 с.
3. Рябічева Людмила Олександрівна. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : навч. посіб. / Л.О. Рябічева ; М-во освіти і науки України, Східноукраїнський нац. ун-т ім. В. Даля. - Луганськ : [Вид-во СНУ ім. В. Даля], 2013. - 355 с.
4. Пчелінцев Віктор Олександрович. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : навч. посібн. / В.О. Пчелінцев, А.І. Дегула ; Мін-во освіти і науки, молоді та спорту України, Сумський держ. ун-т. - Суми : Сумський державний університет, 2012. - 246 с.
5. Шкриль Олексій Олександрович. Механіка руйнування : спецкурс : навчальний посібник для студентів галузі знань "Архітектура та будівництво" спеціальності 192

"Будівництво та цивільна інженерія" освітнього рівня "магістр"/ О.О. Шкриль; Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет будівництва і архітектури. - Київ : КНУБА, 2020. - 103 с.

Література до 4-го розділу

1. Степанчук А.М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів і тугоплавких сполук: Підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2006. – 353 с.
2. Дрозденко Олександр Сергійович, автор. Порошкова металургія : лекції / Олександр Дрозденко, Олександр Левенко. - Дніпро: Домінанта Прінт, 2020.
3. Штерн Михайло Борисович, автор. Механічні та комп'ютерні моделі консолідації гранульованих середовищ на основі порошків металів і кераміки при деформуванні та спіканні : монографія / Михайло Борисович Штерн, Віктор Борисович Рудь ; за редакцією В.В. Скорохода ; Міністерство освіти і науки України, Національна академія наук України, Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича, Луцький національний технічний університет. - Луцьк : Редакційно-видавничий відділ Луцького національного технічного університету, 2010. - 230 с.
4. Степанчук А.М. Теорія і технологія пресування та спікання порошкових та композиційних матеріалів: метод. Вказівки до виконання лабор. робіт для студентів спец. «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» / А.М. Степанчук.– Київ: НТУУ «КПІ», 2009. – Ч.І. – 76 с.
5. Степанчук А.М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів: Навчальний посібник. /А.М. Степанчук. – Київ : ЗАО "ВПІОЛ", 2016. – 320 с.
6. Білик І.І. Технологія та обладнання напиленних покриттів: Навч.посіб. К.: ІВЦ"Видавництво"Політехніка", 2004. – 92 с.
7. Дубовий О.М., Степанчук А.М. Технологія напилення покриттів: Підручник. – Миколаїв: НУК, 2007. – 236 с.

Література до 5-го розділу

1. Матеріалознавство тугоплавких металів та сполук : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом "Матеріалознавство" та "Металургія" / Г.П. Кисла [та ін.] ; Міністерство освіти і науки України ; Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". - Київ : Центр учбової літератури, 2017. - 320 с.
2. Неметалеві матеріали : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом "Інженерне матеріалознавство" / І.Г. Черниш, П.І. Лобода, С.І. Черниш ; за редакцією І.Г. Черниша ; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "КПІ". Київ : Кондор, 2022., 405 с.
3. Бірюкович, Ліна Олегівна. Кристалохімія тугоплавких сполук : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю "Матеріалознавство" / Л.О. Бірюкович ; Міністерство освіти і науки України, Націо-

нальний технічний університет України "Київський політехнічний інститут" імені Ігоря Сікорського. - Київ : Центр учбової літератури, 2017. - 112 с.

4. Племянніков, Микола Миколайович, 1946- , автор. Фізична хімія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів : підручник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю "Хімічні технології та інженерія" / М.М. Племянніков, Н.В. Жданюк ; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". - Київ : КПІ імені Ігоря Сікорського, 2022. - 151 с.

Література до 6-го розділу

1. Скороход В.В. Фізико-хімічна кінетика в наноструктурних системах / В.В. Скороход В.В., І.В. Уварова , А.В. Рагуля. – Академперіодика, 2001. –150 с.
2. Рагуля А.В. Наукові основи створення наноматеріалів [Електронний ресурс] : конспект лекцій / А.В. Рагуля. – Електронні дані. – Київ, 2021.
3. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали / С.В. Волков, Є.П. Ковальчук, В.М. Огієнко, О.В. Решетняк. – Київ: Наукова думка, 2008. – 424 с.
4. Габ Ангеліна Іванівна, автор. Наноматеріали: класифікація, технології одержання, особливі властивості, основні методи досліджень та напрями застосування : навчальний посібник / А.І. Габ, Д.Б. Шахнін, В.В. Малишев ; Міністерство освіти і науки України, Університет "Україна". - Київ : Університет "Україна", 2020. - 235 с.
5. Кунтий Орест Іванович, автор. Електрохімічний синтез металевих наночастинок і нанокмпозитів : монографія / О.І. Кунтий, М.М. Яцишин, Г.І. Зозуля, О.Я. Добровкцька, О.В. Решетняк, за редакцією О.Кунтого та О. Решетняка ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. - 286 с.

Література до 7-го розділу

1. Степанчук А.М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів і тугоплавких сполук: Підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2006, – 353 с.
2. Степанчук А.М. Теорія і технологія пресування та спікання порошкових та композиційних матеріалів: метод. Вказівки до виконання лабор. робіт для студентів спец. «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» / А.М. Степанчук.– Київ: НТУУ «КПІ», 2009. – Ч.І. – 76 с.
3. Степанчук А.М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів: Навчальний посібник. /А.М. Степанчук. – Київ : ЗАО "ВПІОЛ", 2016. – 320 с.
4. Неметалеві матеріали : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом "Інженерне матеріалознавство" / І.Г. Черниш, П.І. Лобода, С.І. Черниш ; за редакцією І.Г. Черниша ; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "КПІ". Київ : Кондор, 2022., 405 с.

5. Говорун, Тетяна Павлівна, Матеріалознавство та технологія матеріалів : (у схемах і завданнях) : навчальний посібник / Т.П. Говорун, О.П. Гапонова, С.В. Марченко ; Міністерство освіти і науки України, Сумський державний університет. - Суми : Сумський державний університет, 2020. - 162 с.
6. Бодрова, Людмила Гордіївна. Навчальний посібник з курсу "Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство". Розділ "Матеріалознавство" для студентів спеціальностей: 131 "Прикладна механіка", 133 "Галузеве машинобудування", 274 "Автомобільний транспорт" та 275 "Транспортні технології" / Л.Г. Бодрова ; Міністерство освіти і науки України, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Кафедра будівельної механіки. - Тернопіль : Палляниця В. А., 2017. - 214 с.
7. Матеріалознавство та електротехнічні матеріали : Підручник для студентів вищих навчальних закладів, спец. "Автоматизоване управління технологічними процесами і вироб." / А.Д.Городжа, О.Г. Добровольський, В.О.Лемешко, В.С.Ловейкін ; Київ. нац. ун-т буд. і архітек. - К. : КНУБА, 2006. - 304 с.

ІV. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

1. Початковий рейтинг абітурієнта за екзамен розраховується виходячи із 100-бальної шкали. При визначенні загального рейтингу вступника початковий рейтинг за екзамен перераховується у 200-бальну шкалу за відповідною таблицею.

2. На екзамені абітурієнти готуються до усної відповіді на завдання екзаменаційного білету.

Кожне завдання комплексного фахового вступного випробування містить три теоретичні питання. Усі питання орієнтовані на спеціальну підготовку вступника.

Кожне з перших двох питань оцінюється у 30 балів за такими критеріями:

- повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації – 27-30 балів;
- повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації (припустимі незначні неточності) – 23-26 балів;
- неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації (відповідь містить певні недоліки) – 18-22 бали;
- відповідь не відповідає умовам – 0 балів.

Третє питання оцінюється у 40 балів за такими критеріями:

- повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації – 36-40 балів;
- повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації (припустимі незначні неточності) – 30-35 балів;
- неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації (відповідь містить певні недоліки) – 24-29 балів;
- відповідь не відповідає умовам – 0 балів.

3. Максимальна сума балів за всі питання складає 100 балів. Оцінка виставляється за фактично набрані бали:

- 60...100 балів – «зараховано»;
- 0...59 балів – «не зараховано».

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

V. ПРИКЛАД ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

Форма № Н-5.05

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

(повне найменування вищого навчального закладу)

Освітній ступінь _____ доктор філософії

Спеціальність _____ 132 Матеріалознавство

(назва)

Навчальна дисципліна _____ Вступний іспит

Екзаменаційний білет № _____

1. Питання 1

2. Питання 2

3. Питання 3

Затверджено

Гарант освітньої програми

_____ Петро ЛОБОДА

Київ 2024

РОЗРОБНИКИ:

Лобода П.І. д.т.н., проф., професор кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії;

Богомол Ю.І. д.т.н., проф., завідувач кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії;

Карпець М.В. д.т.н., проф., завідувач кафедри металознавства та термічної обробки;

Волошко С.М. д.ф.-м.н., проф., професор кафедри фізики металів;

Макогон Ю.М. д.т.н., проф., професор кафедри фізики металів;

Степанчук А.М. к.т.н., проф., професор кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії;

Юркова О.І. д.т.н., проф., професор кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії;

Степанов О.В. к.т.н., доц., доцент кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії.

ПРОГРАМУ РЕКОМЕНДОВАНО:

Вченою радою Навчально-наукового інституту матеріалознавства та зварювання
імені Є.О. Патона

Голова вченої ради

від 16 квітня 2024 р.



Анатолій МІНЦЬКИЙ

протокол № 4/24