


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

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Голова Предметної комісії
Гарант освітньої
програми  Петро ЛОБОДА

« ____ » « ____ » 2021 р.

ПОГОДЖЕНО:
Проректор з навчальної роботи
Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО



М.П.

« ____ » « ____ » 2021 р.



**ПРОГРАМА
ДОДАТКОВОГО ВСТУПНОГО ІСПИТУ
для здобуття наукового ступеня доктор філософії
за спеціальністю 132 Матеріалознавство**

*Програму рекомендовано вченою радою інституту матеріалознавства
та зварювання ім. Є.О. Патона*

Київ – 2021

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 зливок 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.

4 МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ПОРОШКОВИХ КОМПЗИТИВ 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 Спикання композиційних порошкових виробів

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

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

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

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

Спикання багатокомпонентних систем. Закономірності та кінетика спикання 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 спикання 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 ма-

теріалів 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 пята 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 металопоподібних 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 металопоподібних **фаз виникнення**. 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 шаровою** 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 карбіду 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. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н., Металознавство. –К.: ІВЦ Видавництво “Політехніка”, 2002. –384 с.
2. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. –М.: Машиностроение, 1990. –525 с.
3. Гуляев А.П. Металловедение. –М.: Металлургия. –1986. –542 с.
4. Черненко В.С., Дудка О.І., Писаренко В.М., Голуб Л.В. Діаграми стану потрійних систем. –К.: ІЗМН, 2000. – 90 с.

Література до 2-го розділу

1. Н. Ашкроф, Н. Мермин «Фізика твердого тела» М.: Мир 1979.- т.1–399 с., т.2 – 422 с.
2. Дж. Займан «Принципы теории твердого тела» М.: Мир, 1966.–416 с.

3. И.К. Кикоин, А.К. Кикоин «Молекулярная физика» М.: Физматгиз, 1963 г., 500 с.

Література до 3-го розділу

1. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов / В.С. Золоторевский. – М.: Металлургия, 1983. – 352 с.
2. Дяченко С.С. Фізичні основи міцності та пластичності металів: Навч. Посібник / С.С. Дяченко. – Харків: Видавництво ХНАДУ, 2003. – 226 с.
3. Геллер Ю.А. и др. Материаловедение. Методы анализа, лабораторные работы и задачи / Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт. – М.: Металлургия, 1984. – 384 с.
4. Новиков И.И. Дефекты кристаллического строения металлов / И.И. Новиков. – М.: Металлургия, 1975. – 208 с.

Література до 4-го розділу

1. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: Учебник для вузов /В.Н. Анциферов, Г.В. Бобров, Л.К. Дружинин и др. – М.: Металлургия, 1987. – 792с.
2. Степанчук А.М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів і тугоплавких сполук: Підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2006. – 353 с.
3. Ходаков Г.С. Физика измельчения. – М.: Металлургия, 1972. –307 с.
4. Радомысльский И.Д., Напара-Волгина С.Г. Получение легированных порошков диффузионным методом и их использование. – Киев: Наук. думка, 1988. – 136 с.
5. Ничипоренко О.С., Помосов А.В., Набойченко С.С. Порошки меди и ее сплавов.- М.: Металлургия, 1988. – 205 с.
6. Ничипоренко О.С., Найда Ю.И., Медведовский А.Б. Распыленные металлические порошки. – Киев: Наук. Думка, 1980. – 238 с.
7. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: Учебник для вузов /В.Н.Анциферов, Г.В.Бобров, Л.К.Дружинин и др. – М.: Металлургия, 1987. – 792 с.
8. Степанчук А.Н. Закономерности прессования порошковых материалов. – Киев: УМК ВО, 1992. – 175 с.
9. Жданович Г.М. Теория прессования порошковых материалов. – М.: Металлургия, 1969. – 264 с.
10. Феномонологические теории прессования / М.Б.Штерн, Г.Г.Сердюк, Л.А.Максименко и др. – Киев: Наукова думка, 1982. – 140 с.
11. Процессы изостатического прессования /Под ред. П.Дж.Джеймса. – М.: Металлургия, 1990. – 192 с.
12. Высокоскоростные способы прессования деталей из порошковых материалов / К.Н. Богоявленский, П.А. Кузнецов, К.К. Мартенс и др. – Л.: Машиностроение, 1984. –168 с.
13. Виноградов Г.А., Каташинский В.П. Теория листовой прокатки металлических порошков и гранул. – М.: Металлургия, 1979. – 224 с.

14. Добровольский А.Г. Шликерное литье. – М.: Металлургия, 1977. – 240 с.
15. Анциферов В.Н., Перельман В.Е. Механика процессов прессования порошковых и композиционных материалов. – М.: Изд. дом «Граль», 2001. – 628 с.
16. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: Учебник для вузов /В.Н. Анциферов, Г.В. Бобров, Л.К. Дружинин и др. – М., Металлургия, 1987. – 792 с.
17. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. – М.; Металлургия, 1980. – 495 с.
18. Гегузин Я.Е. Физика спекания. – М.: Наука, 1967. – 360 с.
19. Скороход В.В. Реологические основы теории спекания. – Киев: Наук. думка, 1972. – 149 с.
20. М.С. Ковальченко Теоретические основы горячей обработки пористых материалов давлением. – Киев: Наук. Думка, 1980. – 240 с.
21. Скороход В.В., Штерн М.Б. Технология процессов формования и спекания порошковых материалов. – Киев: Знание, 1985. – 19 с.
22. Скороход В.В., Солонин С.М. Физико-металлургические основы спекания порошков. – М.: Металлургия, 1984. – 159 с.
23. Кислый П.С. Кузенкова М.А. Спекание тугоплавких соединений. – Киев: Наук. Думка, 1980. – 167 с.
24. Райченко А.И. Основы процесса спекания порошков пропусканием электрического тока. – М. Металлургия. 1987. – 184 с.
25. Самсонов Г.В., Кислый П.С. Горячее прессование. – Киев. Гостехиздат, 1962. – 264 с.
26. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: Учебник для вузов /В.Н. Анциферов, Г.В.Бобров, Л.К.Дружинин и др. – М., Металлургия, 1987. – 792с.
27. Палеха К.К., Эпик А.П. Физико-химические основы нанесения покрытий. – Киев: УМК ВО, 1992, – 224 с.
28. Білик І.І. Технологія та обладнання напилення покриттів: Навч.посіб. К.: ІВЦ"Видавництво"Політехніка", 2004. – 92 с.
29. Дубовий О.М., Степанчук А.М. Технологія напилення покриттів: Підручник. – Миколаїв: НУК, 2007. – 236 с.

Література до 5-го розділу

1. Самсонов Г.В., Упадхя Г.Ш., Нешпор В.С., Физическое материаловедение карбидов. – Киев: Наукова думка, 1974. – 455 с.
2. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г., Материаловедение. – М.: Металлургия, 1989. – 455 с.
3. Физическое материаловедение, под ред. Р. Кана. – М. – Металлургия, 1987. – 1-3т.

Література до 6-го розділу

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 192 с.
2. Скороход В.В., Уварова І.В., Рагуля А.В. Фізико-хімічна кінетика в наноструктурних системах. – Київ: Академперіодика, 2001. – 180 с.
3. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. – М.: Логос, 2000. – 272 с.
4. Шпак А.П., Куницкий Ю.А., Карбовский В.Л. Кластерные и наноструктурные материалы. Том 1 – Киев: издательский дом «Академперіодика», 2001. – 508 с.
5. Ребиндер П.А. Дисперсные системы. Краткая химическая энциклопедия. – т.1. – Москва: Советская энциклопедия, 1961. – С. 1151 – 1152.
6. Непійко С.А. Фізическіє свойства малых металлических частиц. – Киев: Наукова думка, 1985. – 248 с.
7. Морохов И.Д., Трусков Л.И., Лаковок В.Н. Фізическіє явленія в ультрадисперсных средах. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 244 с.
8. Гегузін Я.Е. Фізика спекания. 2-е изд. – Москва: Наука, 1984. – 312 с.

Література до 7-го розділу

1. Степанчук А.Н., Билык И.И., Бойко П.А. Технология порошковой металлургии. – К.: Вища школа, 1989. – 415 с.
2. Порошковая металлургия и напыленные покрытия. / В.Н.Анциферов, Г.В. Бобров, П.К. Дружинин и др. – М. Металлургия, 1987. – 790 с.
3. Степанчук А.М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів і тугоплавких сполук: Підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2006, – 353 с.
4. Либенсон Г.А. Производство спеченных изделий. – М.: Металлургия, 1982.–256 с.
5. Федорченко И.М., Крячек В.М., Панайотти И.И. Современные фрикционные материалы. – Київ: Наук. думка, 1975. – 334 с.
6. Федорченко И.М., Пугина Л.И. Композиционные спеченные антифрикционные материалы. – К.: Наукова думка, 1980. – 404 с.
7. Шибряев Б.Ф. Высокопористые проницаемые материалы. – М.: Металлургия, 1982, – 486 с.
8. Радомысльский И.Д., Сердюк Г.Г., Щербань Н.И. Конструкционные порошковые материалы. – К.: Техника, 1985. – 152 с.
9. Косолапова Т.Я. Карбиды. – М.: Металлургия, 1988. – 300 с.
10. Самсонов Г.В., Дворина Л.А., Рудь Б.М. Силициды. – М.: Металлургия, 1979. – 222 с.
11. Самсонов Г.В., Серебрякова Т.И., Неронов Б.А. Бориды. – М.: Атомиздат. 1979. – 376 с.
12. Самсонов Г.В., Нитриды . – К.: Наукова думка, 1969. – 380 с.
13. Третьяков В.И. Основы металловедения и технологии производства спеченных

- твердых сплавов. – М.: Металлургия, 1976. – 527 с.
14. Синтетические сверхтвердые материалы., в 3-х томах. , т.1. Синтез сверхтвердых материалов /Редкол.: Новиков Н.В. (отв. ред.) и др. –Киев: Наукова думка, 1986. – 280 с.
 15. Синтетические сверхтвердые материалы. В 3-х томах, т.2. Композиционные инструментальные сверхтвердые материалы /Редкол.: Новиков Н.В. (отв. ред.) и др. – Киев: Наукова думка, 1986. – 264 с.
 16. Синтетические сверхтвердые материалы. В 3-х томах, том 3. Применение синтетических сверхтвердых материалов /Редкол.: Новиков Н.В. (отв. ред.) и др. – Киев: Наукова думка, 1986. – 264 с.
 17. Синтез алмазов. /Н.В.Новиков, Д.В.Федосеев, А.А.Шульженко, Г.П.Богатырева. – Киев: Наукова думка 1987. – 160 с.
 18. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износ остойкими покрытиями. – М.: Машиностроение, 1986. –192 с.
 19. Левин Б.Е., Третьяков Ю.В., Летюк Л.М. Физико-химические основы получения, свойства и применение ферритов. – М.: Металлургия, 1979. – 471с.

IV. 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 (п.4) .

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

Кожне завдання комплексного фахового вступного випробування містить три теоретичні питання. Перші два питання є загальними за галуззю інформаційних технологій. Останнє питання орієнтоване на спеціальну підготовку вступника.

- Кожне з перших двох питань оцінюється у 30 балів за такими критеріями:
- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації – 27-30 балів;
 - «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації (припустимі незначні неточності) – 23-26 балів;
 - «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації (відповідь містить певні недоліки) – 18-22 бали;
 - «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

- Третє питання оцінюється у 40 балів за такими критеріями:
- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації – 36-40 балів;
 - «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації (припустимі незначні неточності) – 30-35 балів;
 - «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації (відповідь містить певні недоліки) – 24-29 балів;
 - «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

3. Сума балів за відповіді на екзамені переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

4. Сума балів за відповіді на екзамені переводиться до 200- бальної шкали згідно з таблицею:

Таблиця відповідності оцінок рейтингової системи оцінювання (PCO, 60...100) балам 200-бальної шкали (100...200)

Оцінка PCO	Бали 100...200	Оцінка PCO	Бали 100...200	Оцінка PCO	Бали 100...200	Оцінка PCO	Бали 100...200
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

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 2021

РОЗРОБНИКИ:

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

Богомол Ю.І. д.т.н., доц., в.о. завідувача кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії;

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

Карпець М.В. д.т.н., проф., в.о. завідувача кафедри металознавства та термічної обробки;

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;

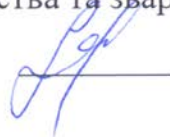
Хижняк В.Г. д.т.н., проф., професор кафедри металознавства та термічної обробки;

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

ПРОГРАМУ РЕКОМЕНДОВАНО:

Вченою радою Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О. Патона

Голова вченої ради



Юрій СИДОРЕНКО

протокол № 3/21

від 26 лютого 2021 р.