

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

інженерно-фізичного факультету

Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2020 р.

Голова вченої ради \_\_\_\_\_ П.І. Лобода

М.П.

**ПРОГРАМА**

**комплексного фахового випробування**

для вступу на освітню програму підготовки магістра Нанотехнології та  
комп'ютерний дизайн матеріалів  
за спеціальністю 132 Матеріалознавство

Програму рекомендовано кафедрою

Високотемпературних матеріалів та порошкової  
металургії

Протокол № \_\_-\_\_ від \_\_\_\_\_ 2020 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ В.І. Мазур

Київ – 2020

## **ВСТУПНА ЧАСТИНА**

Програма комплексних фахових випробувань для вступу в Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» на спеціальність 132 – Матеріалознавство освітньою програмою Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів.

**Метою програми** є визначення переліку дисциплін, необхідних для засвоєння студентом бакалавром для успішної участі в конкурсних фахових випробуваннях щодо вступу на спеціальність 132 – Матеріалознавство за освітньою програмою Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів.

**Задачі програми** – надати перелік питань, які охоплюють основний зміст вказаних дисциплін і вивчення яких надасть змогу успішно скласти вступні випробування.

Комплексне фахове випробовування проводять у формі письмового іспиту тривалістю до 3-х академічних годин (135 хв) – без перерви.

Після іспиту комісія, затверджена наказом по університету, перевіряє відповіді та виставляє оцінку.

Результати випробувань оголошуються наступного дня. Претензії щодо оцінювання вступних випробувань приймаються протягом доби після оголошення результатів, згідно "Положення про порядок подання та розгляду апеляцій вступників до "КПІ ім. Ігоря Сікорського".

Відповіді на поставлені в білетах питання повинні враховувати сучасні теоретичні уявлення у відповідній дисципліні, включати необхідний графічний матеріал з поясненнями та текстову частину, викладену з використанням сучасної науково-технічної термінології.

**Фахові випробування проводяться з таких дисциплін:**

1. Металознавство.
2. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів.

3. Основи отримання порошкових та композиційних матеріалів.
4. Теорія та технологія формування та спікання порошкових і композиційних матеріалів.
5. Технологія порошкових та композиційних матеріалів.
6. Основи нанотехнологій.

## ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

### 1. Дисципліна - "Металознавство"

**Атомно-кристалічна будова металів.** Характерні фізичні та хімічні властивості металів. Металічний тип зв'язку. Кристалічна будова металів. Основні типи кристалічних решіток металів, їх характеристики. Точкові дефекти кристалічної будови. Вакансії Шоткі та Френкеля, зміщені атоми. Домішкові атоми у металах, їх роль. Лінійні, гвинтові та змішані дислокації. Поверхневі й об'ємні дефекти кристалічної будови.

**Кристалізація металів.** Будова рідких металів. Схожість рідкого та твердого станів речовини. Близький та далекий порядок. 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. Вплив умов кристалізації. Усадочні явища. Газові пухирі у зливках. Ліквіація в металах.

**Діаграми стану подвійних систем.** Металеві системи й їх стани. Загальна характеристика діаграм стану. Методи побудови та зображення подвійних діаграм стану. Діаграма стану системи, яка утворює безперервний ряд рідких і твердих розчинів. Внутрішньо кристалічна ліквіація. 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.

### Література

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.

## **2. Дисципліна– " Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів"**

**Основні механічні характеристики матеріалів.** Тензори напружень та деформації. Жорсткість напруженого стану. Пружна деформація моно- та полікристалів. Закон Гука для монокристалів. Пружні сталі. Вплив різних факторів на модулі пружності. Закон Гука для полікристалів. Анізотропія пружних властивостей.

**Види руйнування та їх класифікація.** Ієрархія структурних рівнів руйнування. Зародкові тріщини. Закономірності руйнування на атомному рівні. Закономірності транскристалітного крихкого та в'язкого руйнування. Закономірності міжкристалітного руйнування. В'язко-крихкий перехід. Критерій Гріффітса. Розвиток тріщини з позиції механіки руйнування.

**Складний напружений стан.** Методи механічних випробувань при складному напруженому стані. Структурний критерій крихкого руйнування при СНС. Явище окрихчення матеріалу при переході від одновісного до двовісного розтягу.

## **Література**

1. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов / В.С. Золоторевский. –М.:Металлургия, 1983. – 352 с..

2. Новиков И.И. Дефекты кристаллического строения металлов / И.И. Новиков. -М.: Металлургия, 1975. – 208 с.

3.Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: [підручник для студ. вищ. навч. закл.] / В. В. Попович, В. В. Попович. — Львів: Світ, 2006. — 624 с. — ISBN 966-603-452-2.

4.Пахолук А. П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали : посібник. / А. П. Пахолук, О. А. Пахолук — Львів : Світ, 2005. — 172 с.

## **3. Дисципліна – “ Основи отримання порошкових та композиційних матеріалів ”**

Загальна характеристика порошкової металургії, як метода одержання

порошкових та композиційних матеріалів і виробів. Роль фізико-хімічних явищ у процесах одержання порошків та волокон.

**Властивості порошків. Хімічні, фізичні та технологічні властивості порошків. Методи визначення та контролю властивостей порошків.** Взаємозв'язок між властивостями порошків. Практичне значення визначення та контролю властивостей порошків. Особливості праці з порошками металів та сплавів.

**Механічні методи одержання порошків. Загальні положення.** Закономірності подрібнення в кульових, вібраційних, атриторних, планетарних, струминних та вихрових млинах.

**Закономірності одержання порошків металів відновлюванням оксидів та солей металів воднем, вуглецем та вуглецевмісними газами, металотермією.** Вплив технологічних факторів на параметри відновлення та властивості одержуваних порошків.

Основні промислові методи одержання порошків відновлюванням.

**Одержання порошків металів та сплавів розпиленням розплавів.** Розпилення газами та рідиною. Вплив різних факторів на формування структури та властивостей порошків. Вплив технологічних факторів на формування властивостей порошків.

**Одержання порошків безкисневих тугоплавких сполук.** Фізико-хімічні закономірності отримання тугоплавких сполук синтезом з елементів, відновленням оксидів металів з одночасними карбідізацією (азотуванням, боруванням, силіціюванням, сульфидуванням), електролізом, плазмово-хімічним способом. Вплив різних факторів на отримання порошків з заданими властивостями. Технологічні особливості процесів та обладнання.

## Література

1. Степанчук А. М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук. – Київ: НТУУ “КПІ”, 2007. – 353 с.
2. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: учебник для вузов /В.Н.Анциферов, Г.В.Бобров, Л.К.Дружинин и др.–М., Металлургия, 1987.- 792с.
3. Радомышельский И. Д., Напара-Волгина С. Г. Получение легированных порошков диффузионным методом и их использование. –Київ: Наук.думка, 1988.-136с.
4. Нечипоренко О. С., Найда Ю. И., Медведовский А. Б. Распыленные металлические порошки. –Київ: Наук.думка, 1980.-238с.
5. Сердюк Г. Г., Свистун Л. И. Технология порошковой металлургии. Часть 1. Порошки: Учебное пособие. – Краснодар: Изд. ГОУВПО КубГТУ, 2005. –240 с.

#### **4. Дисципліна – “Теорія та технологія формування та спікання порошкових і композиційних матеріалів”**

**Формування порошкових тіл. Загальні закономірності ущільнення порошкових тіл.** Закономірності ущільнення пластичних та крихких порошків.

**Вплив різних факторів на розподіл щільності у формовках.** Боковий тиск, зовнішнє та внутрішнє тертя, сила виштовхування, пружна післядія. Використання мастил при формуванні; їх роль у розподілі щільності та формуванні структури формовок.

**Варіанти формування.** Змішування порошків. Грануляція шихти, визначення наважки, дозування. Варіанти 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. Особливості газостатичного формування.

**Формування довгомірних виробів. Формування скошеним пуансоном. Формування прокаткою.** Вплив різних факторів на формування структури та властивостей прокату з порошків.

**Спiкання.** Характеристика процесiв, що лежать в основi спiкання. Визначення термiнiв спiкання з технологiчного та термодинамiчного кута зору. Методи iнтенсифiкацiї процесiв спiкання. Активоване спiкання. Фiзичнi та фiзико-хiмiчнi методи активацiї спiкання.

**Спiкання багатокomпонентних систем та композицiйних матерiалiв у присутностi рiдкої фази.** Роль змочуваностi твердої фази рiдкою. Вплив рiзних факторiв (змочуваностi, розчинностi компонент, щiльностi формовок, кiлькостi рiдкої фази та iнш.) на процес спiкання та формування структури та властивостей порошкових та композицiйних матерiалiв. Просочування. Закономiрностi просочування при виготовленнi порошкових та композицiйних матерiалiв.

### Лiтература

1. Порошковая металлургия и пыленные покрытия: Учебник для вузов /В Н. Анциферов, Г. В. Бобров, Л. К. Дружинин и др. - М., Металлургия, 1987. – 792 с.
2. Сердюк Г. Г., Свистун Л. И. Технология порошковой металлургии. Часть Формование порошков: Учебное пособие. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2005. – 160 с.
3. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. - М.; Металлургия, 1980.- 495с.
4. Степанчук А.М. Теорiя та технологiя пресування порошкових матерiалiв. Киев: Центр учбової лiтератури, 2016. – 336 с.
5. Скороход В.В. Реологические основы теории спекания.- Киев: Наук.думка, 1972.-149 с.
6. М.С.Ковальченко Теоретические основы горячей обработки пористых материалов давления, Киев: Наук. Думка, 1980 - 240с.

### 5. Дисциплiна - “Технологiя порошкових та композицiйних матерiалiв ”

**Композицiйнi спеченi антифрикцiйнi матерiали.** Загальнi вiдомостi про антифрикцiйнi матерiали i умови їх роботи. Вимоги, яким повиннi вiдповiдати матерiали в вузлах тертя. Основнi фактори, якi впливають на властивостi антифрикцiйних композицiйних матерiалiв.

Вибiр складу антифрикцiйних матерiалiв. Вплив складу на формування

фізико-механічних та експлуатаційних властивостей антифрикційних матеріалів.

**Технологія виготовлення композиційних антифрикційних матеріалів.** Особливості підготовки вихідних компонентів. Формування виробів і їх спікання. Додаткова обробка спечених виробів – термічна та хіміко-термічна обробки, гаряче пресування та екструзія.

**Основні типи композиційних антифрикційних матеріалів та їх властивості.** Антифрикційні спечені матеріали на основі металів та їх сплавів (міді, заліза, нікелю, кобальту, легких та тугоплавких металів). Металографітові матеріали. Матеріали матрично-наповненого типу. Метало-полімерні матеріали. 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. Основні властивості високопористих матеріалів. Методи одержання вихідних матеріалів. Пресування та формування високопористих виробів. Спікання та додаткова обробка високопористих виробів.

**Спечені фрикційні матеріали.** Основні типи фрикційних матеріалів. Класифікація фрикційних матеріалів по призначенню. Матеріали для роботи в умовах сухого та мокрого тертя. Матеріали контртіл, які працюють в парі зі спеченими фрикційними матеріалами. Класифікація компонентів, які входять до складу спечених фрикційних матеріалів (основи, твердих та рідких змазок, фрикційних добавок).

**Технологія виробництва фрикційних виробів.** Пресування, спікання додаткова обробка спечених виробів. Вплив технологічних параметрів виготовлення фрикційних матеріалів на їх властивості. Контроль якості виробів із фрикційних матеріалів.



**Спечені матеріали конструкційного призначення.** Класифікація, властивості та призначення спечених конструкційних матеріалів. Технологія виготовлення виробів із конструкційних спечених матеріалів пресуванням та спіканням; просочуванням пористого залізного каркасу металами та сплавами; динамічним гарячим пресуванням; гарячою штамповкою; ізостатичним гарячим пресуванням; екструзією.

**Спечені матеріали електротехнічного призначення.** Спечені контактні матеріали. Контактні матеріали для розривних та контактів ковзання. Умови роботи контактних матеріалів. Технологічні варіанти виготовлення матеріалів розривних контактів. Технологія одержання спечених псевдосплавних контактних матеріалів типу метал-метал.

**Спечені магнітом'які матеріали.** Класифікація, властивості та призначення спечених магнітом'яких матеріалів на основі залізного порошку. Технологічні варіанти виготовлення магнітно-м'яких матеріалів на основі залізного порошку. Технологія виготовлення магнітодіелектриків. Технологія виготовлення магнітно-м'яких феритів.

**Спечені магнітно-тверді матеріали.** Класифікація., властивості та призначення.

**Тугоплавкі безкисневі сполуки.** Класифікація, властивості та призначення тугоплавких сполук. Технологія виготовлення деталей із тугоплавких сполук: пресуванням та спіканням; гарячим пресуванням.

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

Приготування суміші порошків карбідів з цементуючими металами та сплавами, формування та спікання виробів. Процеси, які протікають при розмелі суміші карбідів з цементуючим металом чи сплавом в різних агрегатах та їх вплив на властивості сплавів. Режими розмолу. Середовище розмолу. Пластифікуючі добавки. Методи формування виробів із сумішей твердих сплавів. Спікання виробів із твердих сплавів. Особливості технології спікання.

Фізико-механічні властивості, галузі застосування твердих сплавів.

**Мінералокерамічні тверді сплави. Карбідно-оксидна та нітридна ріжуча кераміка.** Процеси, які протікають при спіканні мінералокераміки на основі оксиду алюмінію. Технологія виробництва, фізико-механічні та експлуатаційні властивості, структура та галузі застосування мінералокераміки на основі оксиду алюмінію.

**Надтверді матеріали.** Закономірності отримання надтвердих матеріалів зі структурою алмазу та алмазоподібних модифікацій нітриду бору. Закономірності отримання вихідних матеріалів. Технологія виробництва надтвердих матеріалів типу "Славутич", "Сендвіч", "Компакс". Структура, фізико-механічні, експлуатаційні властивості та галузі використання.

### Література

1. Степанчук А.Н., Билык И.И., Бойко П.А. Технология порошковой металлургии.-К.: Вища школа, 1989.- 415с.
2. Порошковая металлургия и напыленные покрытия. /В.Н.Анциферов, Г.В.Бобров, П.К.Дружинин и др.-М. Металлургия, 1987.- 790с.
3. Федорченко И.М., Пугина Л.И. Композиционные спеченные антифрикционные материалы.-К.: Наукова думка, 1980.–404с.
4. Шибряев Б.Ф. Высокопористые проницаемые материалы.–М.: Металлургия, 1982. – 486 с.
5. Радомысельский И.Д., Сердюк Г.Г., Щербань Н.И. Конструкционные порошковые материалы.-К.: Техника, 1985.–152с.
6. Витрянюк В.К., Степанчук А.Н. Спеченные безвольфрамовые твердые сплавы: Монография. – К.: ЗАО “Випол”, 2011. – 248 с.

### 6. Дисципліна – «Основи нанотехнологій»

**Поняття** нанонаука, наноматеріали, нанотехнологія, та їх значення для науково-технічного прогресу. Основні напрями застосування наноматеріалів в промисловості. Види взаємодії нанопористих матеріалів з оточуючим середовищем. Застосування нанопористих матеріалів. Що таке нано? і якими розмірами структурних елементів (перелічити) вони характеризуються та чому?

**Класифікація консолідованих НМ** за методами виготовлення та типами структури. Вплив розміру кристалітів на механічні властивості НМ. Загальна характеристика структури НМ, її особливості у порівнянні зі звичайною полікристалічною структурою. Основні дефекти в НМ; розмір кристалів та дефекти.

**Основні методи отримання** наноматеріалів (НМ). Історія виникнення та розвитку наноматеріалів (НМ) та нанотехнологій. Вплив розміру кристалітів на термодинамічні властивості НМ. Основні методи отримання ультрадисперсних та нанопорошків. Характеристика основних типів наноматеріалів. Нанопористі матеріали.

Пріоритетні напрями розвитку наноматеріалів та нанотехнологій.

**Технологія наноматеріалів.** Порошкова технологія одержання НМ. Методи консолідації нанопорошків. Отримання НМ методами інтенсивної пластичної деформації. Методи фізичного осадження з парової фази (PVD). Методи хімічного осадження з парової фази (CVD). Методи отримання вуглецевих наноструктур (фулеренів, нанотрубок) Отримання НМ методами контролюємої кристалізації з аморфного стану. Методи високоенергетичного подрібнення, механохімічного та плазмохімічного синтезу.

**Властивості** наноматеріалів. Термодинамічні особливості НМ. Розмірна залежність фізичних властивостей НМ. Вплив розміру кристалітів на електричні та магнітні властивості, на реакційну, дифузійну здатність та каталітичну активність НМ. Сверхпластичність НМ.

## Література

1. Наноструктурные материалы: Учебное пособие для студентов ВУЗов /Р.А. Андриевский, А.В.Рагуля.-М.:Издательский центр «Академия»,2005.-192 с.
2. Дубовий О.М., Степанчук А.М. Технологія напилювання покриттів : Підручник. – Миколаїв: НУК 2007. – 236 с.
3. Азаренко Н.А., Береснев В.М., Погребняк А.Д. Структура и свойства защитных покрытий и модифицированных слоев материалов. – Харьков: ХНУ им. В.Н.Каразина,2007. -576 с.

**Критерії оцінювання результатів фахових вступних випробувань на II рівень навчання (магістр) по спеціальності 132 матеріалознавство за спеціалізацією. Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів**

1. Білет вступного випробування складається з п'яти рівнозначних питань. Вступник може відповісти на будь-які чотири питання. Кожне питання оцінюється:

**Відмінно** – 24 -25 балів

Повна розгорнута відповідь на питання з урахуванням сучасних теоретичних уявлень спеціальності “Матеріалознавство”. Відповідь повинна включати необхідний графічний матеріал із поясненнями, схематичні рисунки макро – та мікроструктур матеріалів, текстова письмова відповідь повинна бути державною мовою без граматичних помилок із використанням сучасної науково-технічної термінології.

**Дуже добре** – 22 - 23 бали

Повна розгорнута відповідь на питання. Матеріал повною мірою розкриває сутність питань, але містить незначні теоретичних або практичних неточності, відповідь викладена державною мовою без граматичних помилок із використанням сучасної науково -технічної термінології.

**Добре** – 20 - 21 балів

Неповна відповідь на питання або відповідь, що містить окремі неточності. Ілюстративний матеріал не повною мірою розкриває сутність питань, але не містить принципових помилок. Проблемні питання розкриті не повністю,

вирішення проблемних питань не наведено, відповідь викладена державною мовою з використанням сучасної науково -технічної термінології.

**Задовільно** – 18 - 19 балів

Часткова відповідь на питання. Графічний матеріал недостатньо ілюструє відповідь. Не розкриті проблемні питання. Відповідь відповідь викладена державною мовою без з використанням сучасної науково-технічної термінології.

**Достатньо** – 15 - 17 балів

Відповідь на всі питання частково розгорнута. Графічний матеріал недостатньо ілюструє відповіді. Відповіді мають багато неточностей, відповідь викладена державною мовою з обмеженим використанням сучасної науково-технічної термінології.

**Незадовільно** – менше 15 балів

Неповна відповідь, або відсутність відповіді. Відсутність ілюстративного матеріалу. Грубі помилки в використанні технічної термінології

2. Сумарна оцінка за іспит визначається як сума балів, здобутих вступником за кожне запитання.

Для обчислення конкурсного балу, одержана оцінка переводиться з використанням таблиці відповідності оцінок PCO (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100...200 балів)

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100...200 балів)

Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ
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

### Приклад екзаменаційного білета:

#### НТУУ «КПІ»

Спеціальність 132 Матеріалознавство. Вступний іспит на навчання по освітньо-навчальній програмі Нанотехнології і комп'ютерний дизайн матеріалів підготовки магістра.

Навчальний предмет: Фахові дисципліни

#### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №

1. Загальна характеристика механічних методів отримання порошків металів та сплавів. Вплив різних факторів. Аналітичний опис.
2. Активоване спікання. Методи активації процесів спікання та їх фізико-хімічна сутність.
3. Загальна характеристика наноматеріалів.
4. Порошкові конструкційні матеріали. Узагальнена технологічна схема виготовлення конструкційних матеріалів. Структура та властивості.
5. Діаграми стану подвійних систем.

Затверджено на засіданні кафедри ВТМ та ПМ  
протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_

В.о. зав. кафедрою \_\_\_\_\_ Мазур В.І. Екзаменатор: Комісія.

### РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

**К.т.н., проф. А.М.Степанчук**

**К.т.н., доц. О.В.Степанов**

**К.т.н., доц. І.І.Білик**

