НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ЗВАРЮВАННЯ ІМ. Є.О. ПАТОНА

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова Атестаційної комісії
НН Інституту матеріалознавства та зварювання
ім. Є.О. Патона

В.о. директора Ігор ВЛАДИМИРСЬКИЙ

«30» січня 2023 р.

М.П.

ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки магістра
за спеціальністю 132 Матеріалознавство

Програму рекомендовано:
кафедрою високотемпературних матеріалів та порошкової металургії
Протокол № 7 від «16» січня 2023 р.

Завідувач Юрій БОГОМОЛ

кафедрою: фізичного матеріалознавства та термічної обробки
Протокол № 2 від «19» січня 2023 р.

Завідувач Мирослав КАРПЕЦЬ

Київ – 2023

ВСТУПНА ЧАСТИНА

Програма комплексних фахових випробувань для вступу в Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» на спеціальність 132 – Матеріалознавство.

Метою програми є визначення переліку дисциплін, які необхідно освоїти студенту бакалавру для успішної участі в конкурсних Комплексних фахових випробуваннях щодо вступу на спеціальність 132 –Матеріалознавство.

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.

Фахові випробування проводяться з таких дисциплін:

Вступні випробування проводяться з фахових дисциплін спеціальності в об'ємі, визначеному їх навчальними програмами освітнього рівня бакалавр. До переліку таких дисциплін відносяться:

- **«Кристалографія, кристалохімія та мінералогія»;**
- **«Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів»;**
- **«Металознавство»;**
- **«Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів»;**
- **«Фізика конденсованого стану»;**
- **«Основи теорії тепло- та масопереносу в матеріалах»;**
- **«Термічна обробка металів та сплавів»;**
- **«Основи нанотехнологій».**

ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

1. Дисципліна «Кристалографія, кристалохімія та мінералогія»

1. Класифікація кристалічних речовин за зв'язком між атомами.
2. Аморфні та кристалічні тверді тіла, їх фізичні властивості. Ізотропія та анізотропія кристалів.
3. Операції симетрії в кристалах. формула симетрії для кубу.
4. Точкові групи симетрії. Виведення точкової групи C_n (L_n).
5. Сингонії та категорії кристалів.
6. Стереографічна проекція кристалів на прикладі кубу.
7. Гномостереографічна проекція кристалів на прикладі тригональної біпіраміди.
8. Індекси вузлів атомів, індекси напрямів у кристалі, індекси площин кристалів.
9. Елементарні комірки кристалу та їх базис.
10. Типи решіток Браве та їх характеристики.
11. Обернена гратка та її властивості.

2. Дисципліна «Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів»

1. Трикутник Курнакова та пряма й обернена задачі матеріалознавства.
2. Ефект Зеєбека та його застосування для вимірювання температури.
3. Типи пірометрів (стисла характеристика). Яскравісна, кольорова та радіаційна температури.
4. Методи термічного аналізу – стисла характеристика.
5. Фізична сутність теплового розширення твердих тіл. Температурний коефіцієнт лінійного та об'ємного розширення.
6. Дилатометрія – стисла характеристика методів.
7. Температурна залежність електропровідності металів.
8. Методи виміру опору – стисла характеристика.
9. Фізичні величини, що описують магнітне поле в середовищі. Типи магнетиків (поділ за магнітною сприйнятливістю).
10. Петля гістерезису та її характеристики. Магнітотверді та магнітом'які матеріали.

3. Дисципліна «Металознавство»

1. Металевий зв'язок. Схема енергії взаємодії двох атомів в залежності від міжатомної відстані.
2. Атомно-кристалічна будова металів. Пластична деформація і рекристалізація.
3. Будова реальних металевих кристалів. Дефекти кристалічної будови, їх класифікація, характеристика.
4. Формування структури металів при кристалізації. Механізм процесу кристалізації. Гомогенне і гетерогенне зародкоутворення.
5. Модифікування. Механізм росту, параметри кристалізації. Ступінь переохолодження та його вплив на параметри кристалізації, коефіцієнт дифузії, зміну вільної енергії.
6. Поліморфні перетворення. Поліморфізм заліза. Крива охолодження заліза. Термічний аналіз.
7. Будова металевого зливка, процес його кристалізації та явища, пов'язані з кристалізацією у виливниці.
8. Діаграма стану подвійної системи із необмеженою розчинністю компонентів в рідкому і твердому станах. Правило відрізка. Випадки поліморфних перетворень в даній системі.
9. Випадок евтектичного перетворення в подвійній системі. Побудова діаграми Sn - Zn методом термічного аналізу. Кристалізація сплавів.
10. Випадок обмеженої розчинності в твердому стані на прикладі системи Cu – Ag. Умови утворення твердих розчинів заміщення і проникнення.
11. Випадок перитектичного та монотектичного перетворень. Використання правила відрізків при кристалізації сплавів.
12. Евтектоїдне та перетиктоїдне перетворення. Використання правила відрізків при кристалізації сплавів.
13. Зв'язок діаграми стану із властивостями (закони Курнакова).
14. Стабільна і метастабільна рівновага в системі залізо-вуглець. Схема кристалізації високовуглецевих сплавів.
15. Структура і властивості сірих чавунів. Умови їх отримання. Графітизуюче відпалювання.
16. Діаграма стану потрійної системи з нерозчинністю компонентів у твердому стані. Загальна характеристика. Кристалізація потрійних сплавів.

4. Дисципліна «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів»

1. Пружність металів. Закон Гука.
2. Методи вимірювання твердості сплавів.
3. Вплив розміру зерен на механічні властивості металів та сплавів. Закон Холла-Петча.
4. Пластична деформація ковзанням. Системи ковзання для ГЦК-кристалів.
5. Руйнування металів. Види зламів. Критерій Гріффітса.

6. Види дислокацій. Вектор Бюргерса крайової та гвинтової дислокації.
7. Точкові дефекти в металах та сплавах. Залежність концентрації вакансій від температури.
8. Деформаційне зміцнення металів та сплавів.

5. Дисципліна "Фізика конденсованого стану"

1. Квантова теорія вільних електронів у кристалі.
2. Поверхня Фермі вільних електронів у кристалі.
3. Зони Бріллюена.
4. Провідники з точки зору зонної теорії.
5. Діелектрики з точки зору зонної теорії.
6. Напівпровідники з точки зору зонної теорії.
7. Теорема Блоха.
8. Наслідки теореми Блоха.
9. Циклічні умови Борна-Кармана.
10. Хвильові функції вільних електронів у кристалі.
11. Кількість квантових станів в зоні Бріллюена (густина станів у зоні Бріллюена).
12. Квазіімпульс електрона у кристалі.
13. Ефективна маса електрона у кристалі. *n*–провідність у напівпровідниках. *p*–провідність у напівпровідниках.

6. Дисципліна «Основи теорії тепло- і масопереносу в матеріалах»

1. Рівняння, що описують теплоперенос в металах і сплавах.
2. Рівняння, що описують масоперенос в металах і сплавах.
3. Виведення 2-го рівняння Фіка.
4. Густина потоку речовини.
5. Коефіцієнт дифузії.
6. Типи коефіцієнтів дифузії. Коефіцієнти гетеро- і самодифузії.
7. Ефект Кіркендала. Власні коефіцієнти дифузії.
8. Рівняння Даркена.
9. Постановка початково-крайових задач масопереносу.
10. Типи розв'язків 2-го рівняння Фіка.
11. Стаціонарні здачі масопереносу.
12. Залежність коефіцієнтів дифузії від різних чинників.
13. Формула Ареніуса.
14. Розрахунок енергії активації дифузії.
15. Класифікація експериментальних методів визначення коефіцієнтів дифузії.

7. Дисципліна «Термічна обробка металів та сплавів»

1. Обґрунтувати механізм утворення аустеніту при нагріванні сталей.
2. Визначити поняття про спадковість при нагріві сталі.
3. Проаналізувати процес перетворень при нагріванні сталі вище температур A_1 та A_3.
4. Визначення сутності перетворень аустеніту при безперервному охолодженні.
5. Визначення сутності перетворення аустеніту в проміжній області температур (бейнітне перетворення).
6. Визначити сутність перетворень в загартованих сталях при відпуску.
7. Визначення сутності мартенситного перетворення аустеніту.
8. Дати оцінку характеристикам мартенситу, бейніту, троститу, сорбіту і перліту.
9. Дати оцінку перлітного перетворення аустеніту.
10. Визначити фактори, які впливають на загартовуваність та прогартовуваність сталі.
11. Визначення сутності ізотермічного перетворення аустеніту.
12. Визначити механізм перлітно-аустенітного перетворення при нагріванні сталі.
13. Проаналізувати механізм бейнітного перетворення аустеніту.
14. Визначити вплив швидкості охолодження аустеніту на структуру та властивості сталі.
15. Дати оцінку головним закономірностям мартенситного перетворення аустеніту.
16. Проаналізувати діаграми ізотермічного перетворення переохолодженого аустеніту вуглецевих сталей.
17. Дати оцінку перетворень при відпуску загартованої сталі.
18. Проаналізувати фактори, які впливають на прогартовуваність сталей.
19. Визначити умови гартування сталей.
20. Визначити фазові та структурні складові вуглецевих сталей та чавунів.
21. Визначити основні види термічної обробки.
22. Проаналізувати процес гомогенізуючого відпалу сталей.
23. Визначити сутність повного відпалу сталей.
24. Дати оцінку процесу нормалізації сталі.
25. Проаналізувати вибір охолоджуючих середовищ під час гартування сталей.
26. Дати оцінку способів охолодження деталей при гартуванні.

8. Дисципліна – «Основи нанотехнологій»

1. Загальна характеристика низькорозмірних систем. Основні парадигми, підходи. Історичні аспекти розвитку наноматеріалів та нанотехнологій. Глобальне значення нанотехнології, наноматеріалів, нанопристроїв для розвитку науки і техніки.
2. Класифікація наноструктурних об'єктів. Визначення розмірності і її роль у фізичних і хімічних явищах. Співвідношення між об'ємом, між фазною

межею і поверхнею. Кластери, незвичайні нанооб'єкти. Дефекти в кристалічних об'єктах.

3. Розмірний ефект в частинках, плівках, полікристалах. Розмірна залежність фізичних властивостей.
4. Розмірний ефект в частинках, плівках, полікристалах. Розмірна залежність кінетичних і механічних властивостей.
5. Основні методи отримання нанодисперсних порошків. Класифікація.
6. Основні методи отримання нанодисперсних порошків. Синтез в умовах нанореакторів.
7. Отримання нанопорошкыв подрібненням, механохімічним синтезом.
8. Класифікація консолідованих наноматеріалів по Гляйтеру. Контрольована кристалізація із аморфного стану. Теорія консолідації наночастинок.
9. Практика отримання консолідованих наноматеріалів під тиском.
10. Практика консолідації наноматеріалів без тиску і у вільної формі.
11. Нанокомпозити: технологія отримання, структура, властивості.
12. Нанокомпозити з полімерною матрицею.
13. Тонкі плівки: технології отримання, структура, властивості.
14. Фулерени, нанотрубки, нанокластери: технологія отримання, структура, властивості.
15. Методи характеризації наночастинок.
16. Методи характеризації консолідованих наноструктурних матеріалів.
17. Застосування наноматеріалів.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Під час проведення комплексного фахового випробовування студентам забороняється використовувати допоміжний матеріал.

Критерії оцінювання результатів фахових вступних випробувань для вступу на ІІ (магістерський) рівень освіти спеціальності 132 Матеріалознавство

Студент відповідає на 3 запитання екзаменаційного білету, перше і друге з яких оцінюється 33 балами, а третє – 34 балами. Бали за усі запитання сумуються, в результаті чого максимальна арифметична сума дорівнює 100 балам. Отримана сума балів згідно розпорядження № 5/7 від 13 січня 2020 р. та «Правил прийому до КПІ імені Ігоря Сікорського в 2020 році» переводиться у шкалу оцінювання 100…200 балів (шкала ЄВІ). Таблицю переведення оцінок у шкалу ЄВІ наведено нижче.

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:

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий
Інститут матеріалознавства та зварювання ім. Є.О.Патона

Фаховий комплексний іспит
для вступу на другий (магістерський) рівень
вищої освіти освітньо-наукової програми
спеціальності 132 Матеріалознавство.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ№ ____

1. Класифікація кристалічних речовин за зв'язком між атомами.
2. Фізична сутність теплового розширення твердих тіл. Температурний коефіцієнт лінійного та об'ємного розширення.
3. Загальна характеристика наноматеріалів.

Затверджено на засіданні кафедри
ВТМ та ПМ
протокол № від 2023 р.

Зав. кафедри Юрій БОГОМОЛ.

Затверджено на засіданні кафедри
ФМ та ТО
протокол № від 2023 р.

Зав. кафедри Мирослав КАРПЕЦЬ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

До дисципліни «Кристалографія, кристалохімія та мінералогія»

Основна

1. М.П. Шаскольская. Кристаллорафия. Москва. Высшая школа, 1976.
2. Г.П. Кушта. Введение в кристаллографию. Львов. Вища школа, 1976.
3. Я.С.Уманский, Ю.А.Скаков, А.Н.Иванов, Л.Н.Расторгуев. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. Москва, Металлургия, 1982.
4. Л.О.Бірюкович. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу. – К. ІВЦ, видавництво «Політехніка», 2005. – 36 с.

Додаткова

1. Михайло Куровець. Кристалографія і мінералогія. Ч.1. Львів, видавництво «Світ», 1996.
2. Розин, К. М. Практическая кристаллография / К. М. Розин. М. : Миссис, 2005. - 486 с.

До дисципліни «Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів»

Основна

1. Журавлёв Л.Г., Филатов В.И. Физические методы исследования металлов и сплавов: Учебное пособие для студентов металлургических специальностей. -Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004, 157 с. (//boss/Balakhonova/Фізичні властивості та методи їх дослідження/Методичні вказівки/Fiz_metod_isledov_metal_i_splav.pdf)
2. Черепин В.Т. Экспериментальная техника в физическом металловедении. – К.: Техника, 1968. - 280 с.

Додаткова

1. Колмаков А.Г., Терентьев В.Ф., Бакиров М.Б. Методы измерения твердости: справ. изд. - М.: Интермет Инжиниринг, 2005. -150 с.

До дисципліни «Металознавство»

Основна

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. Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. 2-е изд. – М:. Металлургия, 1978. – 295 с.
3. 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.
4. Лившиц Б.Г. Металлография. –М.: Металлургия, 1990. –236 с.
5. Матеріалознавство: Навч. посібник / Більченко О.В., Дудка О.І., Лобода П.І. –К.: Кондор.-2009-154с.

Додаткова

1. Физическое металловедение / Под ред. Кана Р. и Хазена П./ т.1, 2, 3. – М. : Металлургия, 1967. – 640 с.

2. Энциклопедия неорганических материалов: В 2-х т./ Под. ред. Федорченко И.М. – К. : Изд-во УРЭ, 1977. – 654 с.

3. Мазур В.И. Введение в теорию сплавов: Учебное пособие / В.И. Мазур, А.В. Мазур. – Дніпропетровськ : Лира ЛТД, 2009. – 264 с.

4. Сплави на основі заліза: підручник. У 2 т. /В.І. Мазур, В. З. Куцова, О.А. Носко, М.А. Ковзель / за аг. Ред. В.І. Мазура. – К. : Вид-во «Політехніка», 2015. – Т.1,2. – 272 с.

До дисципліни «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів»

Основна

1. Структура и прочность порошковых материалов / под ред. С. А. Фирстова, М. Шлесара. – К. : Наукова думка, 1993. – 174 с.

2. Андриевский Р. А. Прочность тугоплавких соединений и материалов на их основе : справочник / Р. А. Андриевский, И. И. Спивак. – Челябинск : Металлургия, 1989. – 367 с.

3. Владимиров В. И. Физическая природа разрушения металлов / В. И. Владимиров. – Москва : Металлургия, 1984. – 280 с.

4. Костин П. П. Физико-механические испытания металлов, сплавов и неметаллических материалов / П. П. Костин. – Москва : Машиностроение, 1990. – 256 с.

5. Майборода В.С.Механіка руйнування матеріалів. Навчальний посібник / В.С.Майборода, М.М.Бобіна, Н.В.Мініцька. – Київ : Політехніка, 2010. – 150 с.

Додаткова

1. Трефилов В. И. Физические основы прочностии пластичности тугоплавких металлов/ В.И. Трефилов, Ю. В. Мильман, С. А. Фирстов. – Киев: Наукова думка, 1975. – 315 с.

2. Орован Е. Классическая дислокационная теория хрупкого разрушения / Е. Орован. – М. : Металлургия, 1963. – 170 с.

3. Черепанов Г. П. Механика хрупкого разрушения / Г. П. Черепанов. – Москва : Наука, 1974. – 640 с.

4. Фомина О. Н. Порошковая металлургия. Энциклопедия международных стандартов / О.Н. Фомина, С. Н. Суворова, Я. М. Турецкий – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1999. – 312 с.

До дисципліни “Фізика конденсованого стану”

Основна

1. Физика металлов / Белоус М.В., Браун М.П. — К.: Вища школа. Головное изд-во, 1986. — 343 с.

2. 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.

3. Г. Шульце. Металлофизика. М.: Мир, 1971. — 504 с.

Додаткова

1. Физика материалов: / Игнатенко П.Н. Иваницин Н.П. Учебное пособие для студентов университетов и вузов, Донецк: Донецкий государственный университет, 1999 — 235 с.

2. Блейкмор Дж. Физика твё рдого тела. — М.: Мир. — 1988, — 608 с.

До дисципліни «Основи теорії тепло- та масопереносу»

Основна

1. Навчальний посібник. С.І.Сидоренко, О.В. Філатов, С.М.Волошко. Аномальне масоперенесення. Закономірності та механізми: Навч. посіб. – К.: ІВЦ „Політехніка", 2008.- 70 с.
2. Бокштейн Б.С. Диффузия в металлах. – М.: Металлургия, 1978. – 247 с.

До дисципліни «Термічна обробка металів та сплавів»

Основна

1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Металловедение и термическая обработка металлов. - М.: Машиностроение, 1990. - 510 с.
2. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. - М.: Металлургия, 1974.-400 с.
3. Блантер М.Е. Теория термической обработки. - М.: Металлургия, 1984.-328 с.
4. Лысак Л.И., Никулин Б.И. Физические основы термической обработки стали. - К.: Технпса, 1975. - 304 с.

Додаткова

1. Колачов Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1981.-416 с.
2. Кузш О.А., Яцюк РА. Металознавство та термічна обробка металів.-Львів: Афіша, 2002.-304 с.
3. Металознавство і термічна обробка металів і сплавів, Ю.М. Таран, Є.П. Калінушкін та інші – Дніпропетровськ.: Дніпрокнига, 2002. – 360с.

До дисципліни «Основи нанотехнологій»

Основна

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М. : Академия, – 2005. – 200 с.

2. Рагуля А.В., Скороход В.В. Консолидированные наноструктурные материалы / А.В. Рагуля, В.В. Скороход. – К. : Наукова думка, – 2007. – 375 с.

3. Скороход В.В., Уварова І.В., Рагуля А.В. Фізико-хімічна кінетика в наноструктурних системах / В.В. Скороход В.В., І.В. Уварова , А.В. Рагуля. – Академперіодика, 2001. – 150 с.

4. Пул Ч. Нанотехнологии : серия Мир материалов и технологий / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. – М. : Техносфера, 2008. – 436 с.

Додаткова

1. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства / А.И. Гусев. – Екатеринбург : УрО РАН, 1998. –199 с.

2. Валиев Р.З. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией / Р.З. Валиев, И.В. Александров. – М. : Логос, 2000. – 272 с.

3. Андриевский Р.А. Получение и свойства нанокристаллических тугоплавких соединений / Р.А. Андриевский // Успехи химии,– 1994. – Т.63. – №5. – 431 с.

4. Морохов И.Д. Физические явления в ультрадисперсных средах / И.Д. Морохов, Л.И. Трусов, В.Н. Лаповок. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 224 с.

5. Петров Ю.И. Кластеры и малые частицы / Ю.И. Петров. - М. : Наука, 1986. – 312 с.

6. Физикохимия ультрадисперсных систем (под ред. И.В. Тананаева) – М. : Наука, 1987. – 256 с.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Зав. кафедри ВТМ та ПМ
д.т.н., професор Юрій БОГОМОЛ

Зав. кафедри ФМ та ТО
д.т.н., професор Мирослав КАРПЕЦЬ

К.т.н., проф. Анатолій СТЕПАНЧУК

К.т.н., доц. Олег СТЕПАНОВ

К.т.н., доц. Марина БОБІНА