

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор – проректор з навчальної
роботи ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Заступник голови Приймальної комісії



Наталія РЕКОВА

ПРОГРАМА ФАХОВОГО ІСПИТУ

**для вступу на здобуття освіти на третьому
(освітньо-науковому) рівні**

галузь знань	13 Механічна інженерія
спеціальність	132 Матеріалознавство
освітньо-наукова програма	«Матеріалознавство в металургії та гірництві»

Програму розроблено робочою групою у складі:

№	ПІБ	Науковий ступінь, вчене звання, найменування посади
1.	Пашинський Володимир Вікторович	Доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри металургії, матеріалознавства та організації виробництва
2.	Бойко Ігор Олександрович	кандидат технічних наук, доцент кафедри металургії, матеріалознавства та організації виробництва
3.	Пашинська Олена Генріхівна	доктор технічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри природничо-наукових та загальноінженерних дисциплін

Програма рекомендована до введення в дію на засіданні Приймальної комісії від 26.04.2024 р., протокол №2.

Проект програми фахового іспиту погоджено:

Відповідальний секретар
приймальної комісії



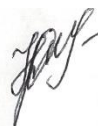
Вікторія ФЕДОРЕНКО

Проректор з науково-дослідної роботи



Володимир КУХАР

Бібліотекар



Юлія ГОРЧИНСЬКА

Зміст

1. Загальні положення
2. Зміст програмних вимог щодо знань та навичок вступників
3. Література для підготовки
4. Структура екзаменаційного білета. Критерії оцінювання.
Додаток А. Зразок екзаменаційного білета

1 Загальні положення

1.1 Програму вступного фахового іспиту для здобуття освітньо-наукового ступеня доктор філософії зі спеціальності 132 – матеріалознавство, освітньо-наукова програма «Матеріалознавство в металургії та гірництві», складено відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України, закону України від 06 вересня 2014 р. «Про вищу освіту», постанови Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261 «Про затвердження порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах)» зі змінами до наказу Міністерства освіти і науки України від 15.03.2023 р. № 276, «.Статуту ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Положення про концепції освітньої діяльності, освітні програми, робочі програми та силабуси освітніх компонентів у ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», ПОЛОЖЕННЯ про організацію освітнього процесу у ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Правила прийому на навчання до ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» у 2024 році.

1.2 Метою вступних випробувань зі спеціальності 132 Матеріалознавство на навчання для здобуття ступеня доктора філософії є з'ясування рівня систематизації та узагальнення рівня теоретичних знань та практичних навиків самостійної роботи для розв'язання конкретних завдань у галузі знань механічної інженерії. Фахівець з матеріалознавства повинен бути підготовленим для організаційної, наукової, та технологічної роботи в галузі матеріалознавства та виконувати професійну роботу згідно Державного переліку професій, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 1117 від 11 вересня 2007 року (зі змінами та доповненнями) і займати первинні посади згідно довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників з урахуванням вимог Положення про ступеневу професійно-технічну освіту, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 3 червня 1999 року № 956, Державного стандарту професійно-технічної освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 серпня 2002 року № 1135: молодший науковий співробітник, науковий співробітник, молодший науковий співробітник (галузь інженерної справи), науковий співробітник (галузь інженерної справи), науковий співробітник консультант (галузь інженерної справи), інженердослідник.

2 Зміст програмних вимог щодо знань та навичок вступників

Матеріалознавство

Атомно-кристалічна структура металів. Загальна характеристика металів. Типи міжатомних зв'язків. Металевий, іонний, ковалентний, міжмолекулярний (Ван-дер-Ваальсівський) зв'язки. Кристалографічна структура металів. Кристалічна решітка. Поліморфізм, поліморфні перетворення. Точкові дефекти. Вакансії ("дірки", дефекти Шоттки), міжвузлові атоми і домішні атоми заміщення та проникання. Лінійні (мономірні) дефекти. Дислокації. Крайові та кутові дислокації. Вектор Бюргерса. Гвинтові дислокації: право- та лівогвинтові. Густина дислокації. Поверхневі дефекти. Полікристалічний матеріал. Границя зерен, субзерен. Дефект упакування. Об'ємні (трьохмірні) дефекти. Формування структури металу при кристалізації. Енергетичні умови процесу кристалізації. Первинна кристалізація. Фактична та теоретична температури кристалізації (плавлення). Ступінь переохолодження. Криві охолодження. Захована теплота кристалізації. Механізм кристалізації.. Швидкість росту кристалів. Число центрів кристалізації. Критичний розмір зародка. Рівняння Таммана. Величина зерна. Модифікатори. Процес модифікування. Дендрити. Будова злитка. Металеві сплави. Фаза, система, компоненти. Правило фаз (закон Гіббса). Рідкі та тверді розчини (тверді розчини заміщення, проникнення, різниці), хімічні металеві сполуки (інтерметалічні сполуки, фази проникнення, електронні сполуки, фази Лавеса), механічні суміші. Діаграми стану двійних систем. Деформація металів та сплавів. Залізо та його сплави. Методи отримання високоякісних сплавів. Сталь. Чавун. Діаграма стану залізобуглецевих сплавів. Класифікація сталей. Маркування сталей. Чавуни. Типи (білий, сірий, високоміцний, ковкий, легований) і марки чавунів. Практичне застосування. Термічна обробка сплавів заліза (сталей).. Типи термічної обробки. Кольорові метали (сплави). Мідь та її сплави. Маркування міді та її сплавів. Латунь, бронза, мельхіор, копель, константан, манганін. Алюміній та його сплави.

Матеріали в металургії та гірництві

1. Конструкційна міцність матеріалів. Критерії міцності, надійності, довговічності та зносостійкості. Методи підвищення конструкційної міцності. Конструкційні вуглецеві та леговані сталі. Вимоги, які пред'являються до конструкційних сталей. Металургійна якість сталей. Класифікація вуглецевих сталей за якістю, структурою і областям використання. Леговані сталі. Класифікація і маркування легованих сталей. Сталі, які піддають цементуванню (нітроцементуванню) леговані сталі. Покращувані леговані сталі. Пружинні сталі. Шарикопідшипникові сталі. Корозійно-стійкі сталі. Загальні принципи легування і структура корозійно-стійких сталей. Хромисті,

хромонікелеві, хромомарганцево-нікелеві і хромазотисті аустенітні сталі. Високолеговані кислотостійкі сталі. Жаростійкі та окалиностійкі сталі. Зносостійкі матеріали. Леговані сталі, високохромисті зносостійкі сталі, високомарганцеві зносостійкі сталі, сталі з метастабільним аустенітом, зносостійкі чавуни. Інструментальні сталі. Класифікація інструментальних сталей за теплостійкістю, структурою і областям використання. Швидкорізальна сталь та особливості її термічної обробки. Штампові сталі для деформування в гарячому і холодному стані. Тверді сплави для різального та гірничовидобувного інструменту. Матеріали прокатних валків. Чавуни. Принципи класифікації. Властивості й призначення чавунів. Використання у машинобудуванні. Антифрикційні матеріали.

Фізичні та механічні властивості матеріалів

Теплові властивості твердих тіл. Теплоємність. Теплопровідність. Залежність теплових властивостей металів та сплавів від фазових перетворень. Застосування диференційно-термічного аналізу к дослідженню перетворень у залізобуглецевих сплавах. Теплопровідність твердих розчинів. Теплопровідність гетерогенних сплавів. Застосування дослідження зміни теплових властивостей металів та сплавів у металознавстві. Магнітні властивості металів та сплавів. Залежність магнітних властивостей сплавів від хімічного складу, структури та термічної обробки. Вплив фазових перетворень та деформації на магнітні властивості металів та сплавів. Магнітні властивості металевих фаз і гетерогенних сплавів. Феромагнітні властивості сплавів. Застосування зміни феромагнітних властивостей сплавів у кількісному фазовому аналізі. Дослідження фазових та структурних перетворень у феромагнітних сплавах. Питома електропровідність металів. Теплопровідність металів. Залежність електричного опору чистих металів від температури. Електричний опір твердих розчинів. Вплив упорядкування на електричні властивості твердих розчинів. Електропровідність гетерогенних сплавів. Вплив нагартування на електричний опір гетерогенних сплавів. Застосування резистометричного аналізу у металознавстві. Сплави для провідників та елементів електроопору. Імпеданс. Методи визначення електричних властивостей. Термоелектричні властивості. Основні явища та закономірності. Ефект Пельтьє. Ефект Зеебека. Ефект Томсона. Методи визначення т.е.р.с. Метали для термопар і метали з малою т.е.р.с. Деформація металів та сплавів. Основні механічні характеристики. Міцність, пластичність. Поняття деформації. Пружна, пластична деформація. Механізми пружної та пластичної деформацій. Механізм ковзання, механізм двійникування. Графічна залежність зміцнення деформації від напруги (криві деформації). Метод зміцнення металів холодною пластичною деформацією.

Процеси термічної, хіміко-термічної та термомеханічної обробки

Класифікація видів термічної обробки. Критичні точки та структурні перетворення при нагріванні та охолодженні сталей. Перетворення при нагріванні сталей. Механізм і кінетика процесу аустенізації. Діаграма ізотермічного утворення аустеніту. Ріст зерна аустеніту при нагріві сталі. Поняття спадкового, початкового та дійсного зерна аустеніту. Вплив розміру зерна на механічні та технологічні властивості сталей. Фізична сутність процесів старіння загартованих сплавів. Перетворення при охолодженні сталей. Ізотермічна та термокінетична діаграми розпаду аустеніту. Сутність дифузійного механізму перлітного перетворення. Будова та властивості перлітних структур. Особливості мартенситного перетворення переохолодженого аустеніту. Кристалічна будова та морфологія мікроструктури мартенситу. Вплив мартенситного перетворення на властивості сталі. Умови протікання та механізм проміжного перетворення. Структурні різновиди продуктів проміжного перетворення. Перетворення аустеніту при безперервному охолодженні сталі. Метастабільні структурні стани, що фіксуються швидким охолодженням розплавів. Перетворення при відпуску загартованої сталі. Послідовні зміни структури при нагріванні загартованої сталі. Вплив відпуску на властивості сталі. Технологія основних видів термічної обробки. Види та режими відпалів 1 та 2 роду. Нормалізація. Вибір оптимальної температури нагрівання та режимів охолодження при загартуванні сталі. Способи загартування. Загартовуваність та прогартовуваність сталей. Технологічні різновиди поверхневого зміцнення виробів. Види та режими відпуску загартованих сталей. Класифікація видів хіміко-термічної обробки сталей. Основні елементарні процеси, що відбуваються при хіміко-термічній обробці сталей. Цементация в твердому і газовому карбюризаторі. Термічна обробка після цементации і фазові перетворення в поверхневому шарі деталі. Азотування сталі та його різновиди. Механізм утворення азотованого шару і параметри процесу. Сталі для азотування. Ціанування і його різновиди залежно від температури процесу і виду карбюризатора. Нітроцементация. Високотемпературна термомеханічна обробка. Контрольована прокатка. Високотемпературна та низькотемпературна термомеханічна обробка. Термомеханічна обробка мартенситу. Термомеханічна обробка в процесі фазового перетворення.

Методи досліджень та контроль якості продукції

Методи хімічного аналізу. Методи визначення вмісту вуглецю, сірки, газів. Оптико-емісійний аналіз. Рентгено-флуоресцентний аналіз. Атомно-абсорбційний аналіз. Мас-спектрометрія. Сучасні методи визначення механічних характеристик матеріалів. Визначення

твердості матеріалів. Визначення характеристик міцності при статичних випробуваннях. Визначення характеристик в'язкості при динамічних випробуваннях. Температурна залежність в'язкості та визначення критичної температури крихкості. В'язкість руйнування та конструктивна міцність. Визначення втомлюваної міцності. Визначення механічних характеристик в умовах впливу навколишнього середовища. Принципи визначення характеристик продукції на основі результат виміру непрямих характеристик. Методи визначення структури металопродукції. Макроаналіз. Можливості, основні задачі, організація робіт при проведенні макроаналізу. Фрактографія. Мікроаналіз. Можливості, основні задачі, організація робіт при проведенні макроаналізу. Оптична металографія. Визначення кількісних характеристик структури методами оптичної металографії. Визначення вмісту неметалевих включень. Методи визначення фазового складу речовин. Рентенодифракційні методи. Методи електронної мікроскопії. Растрова електронна мікроскопія. Просвічуюча електронна мікроскопія. Зондова мікроскопія. Методи мікроскопії високої роздільної здатності. Термічний, дилатометричний методи аналізу. Методи неруйнуючого контролю структури та властивостей металів та сплавів. Візуальний контроль, ультразвукова, рентгенівська, вихроstromова та капілярна дефектоскопія

3 Література для підготовки

1. Афтандіянц Є. Г., Зазимко О. В., Лопатько К. Г. Матеріалознавство. Херсон : Олді-плюс, 2020. 612 с.
2. Карпець М. В. Сидоренко С. І., Бурмак А. П. Сучасні експериментальні методи аналізу низькорозмірних структур : лабораторний практикум : навч. посіб. для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітньої програми «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. Частина 2. 113 с.
3. Матеріалознавство : навч. посіб. / В. І. Бузило, В. П. Сердюк, А. В. Яворський, О. А. Гайдай. Дніпро : НТУ «ДП», 2021. 243 с .
4. Матеріалознавство та основи технології переробки природної сировини у непродовольчі товари : навчальний посібник / Г. Астапова та ін. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 120 с.
5. Матеріалознавство тугоплавких металів та сполук : навчальний посібник / Г. П. Кисла, П. І. Лобода, В. Є. Федорчук, М. О. Сисоєв. Київ : Центр учбової літератури, 2020. 320 с.
6. Основи матеріалознавства : навчальний посібник / упоряд. Т. Б. Боброва. Київ : ФОП Клименко О. О., 2019. 104 с.

7. Практикум з матеріалознавства : навчальний посібник / О. О Котречко та ін. Херсон : Олді-плюс, 2020. 500 с.

8. Стандартизація, метрологія та контроль якості продукції. Практикум : навчальний посібник / уклад.: Ю. В. Яворський, М. В. Карпець. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 74 с.

9. Сучасні експериментальні методи аналізу низькорозмірних структур : навч. посіб. для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітньої програми «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. Частина 1. 97 с.

10. Сучасні експериментальні методи аналізу низькорозмірних структур: лабораторний практикум : навч. посіб. для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітньої програми «Металофізичні процеси та їх комп'ютерне моделювання» / уклад.: С. М. Волошко, О. А. Крутько, Н. В. Франчік. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. Частина 1. 80 с.

11. Холявко В. В., Владимирський І. А. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. 272 с.

12. Чубенко В. А., Хіноцька А. А. Технологія прокатного виробництва : навчальний посібник. Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д.О., 2017. 170 с.

4 Структура екзаменаційного білета. Критерії оцінювання

4.1 Орієнтовна структура білету фахового вступного випробування

Фахове вступне випробування здійснюватиметься з використанням засобів дистанційної електронної комунікації на платформі Moodle Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА». Перелік питань, який пропонується, систематизовано по різноманітним взаємозв'язаним сторонам діяльності фахівця та охоплює її теоретичні основи, а також питання застосування отриманих теоретичних знань для рішення практичних задач. Питання, які містяться в екзаменаційних білетах, призначні виявити знання з усіх видів діяльності майбутнього спеціаліста у рамках навчальних дисциплін, які вивчалися. Білет фахового вступного випробування складається з двох частин:

перша частина – у вигляді двох відкритих питань по програмі іспиту, обов'язковою умовою виконання яких є надання відповіді у письмовому вигляді об'ємом 1500 – 2000 знаків без пробілів як доданий файл, скан-копія або фотографія відповіді.

третя частина – у вигляді ситуаційного творчого завдання (1 ситуаційне завдання), яке передбачає надання письмової розгорнутої відповіді обсягом до 2500 знаків без пробілів. Відповідь також надається у письмовому вигляді як доданий файл, скан-копія або фотографія відповіді.

4.2 Критерії оцінювання відповідей

Абітурієнт повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані уміння та знання, а також здатність вирішувати типові складні спеціалізовані професійні завдання.

Кількість балів, яку може отримати вступник за виконання фахового вступного випробування, розраховується на підставі таблиці.

	Питання 1	Питання 2	Ситуаційне завдання
Кількість завдань у білеті	1	1	1
Максимальна кількість балів за одне правильно виконане завдання	60	60	80
Всього, балів	60	60	80

Кожний білет складається із частин, їх бездоганне виконання оцінюється 200 балами (максимальна оцінка). Мінімальний прохідний бал – 100 балів.

Відкриті питання мають містити необхідну інформацію по суті завдання без додавання матеріалу, що не відноситься до теми. Вони оцінюються за наступною шкалою:

Кількість балів	Критерій, за яким виставляється зазначена кількість балів
60	Відповідь надано бездоганно, у повному обсязі.
53-59	Відповіді на питання дані в повному об'ємі, але з незначними неточностями. Відповідь логічно побудована і структурована. При відповіді на питання чітко та ясно надані відповіді з використанням відповідної термінології та символіки в необхідній логічній послідовності. Приведені необхідні розрахунки і креслення (допускаються незначні неточності)
45-52	Відповіді на питання викладені методично вірно. При відповіді на питання виявлений високий рівень знань, однак допущено невеликі неточності та помилки, або відповідь в незначному обсязі не є повною. Графічна частина виконана грамотно. Прийняті практичні рішення принципових заперечень не викликають, але їх обґрунтування недостатньо аргументовані
30-44	При відповіді на питання виявлено базовий рівень знань стосовно питання. Відповіді на поставлені питання в принципі правильні, але не повні. Окремі з них не мають аргументів. Не зроблені узагальнюючі висновки.
19-29	Відповіді мають поверховий характер. Присутні помилки у відповідях. Наданий ілюстративний матеріал неточний. При виконанні розрахунків мають місце суттєві неточності та грубі помилки.
11-18	Відповіді мають поверховий характер. Присутні грубі помилки у відповідях. Ілюстративний матеріал неповний.
1-10	Відповіді демонструють одиночні вибіркові знання стосовно теми питання.
0	Надана невірна відповідь або відповідь відсутня.

Розв'язання ситуаційного творчого завдання передбачає, що:

- вступником продемонстровано глибокі знання з матеріалознавства, чітка логіка мислення, коректне використання професійної термінології в необхідній логічній послідовності; виражена здатність вирішувати складні проблеми в рамках питання, що вимагає виходу на інший рівень знань;
- відповідь на завдання повна, логічна, містить елементи аналізу, систематизації, узагальнення, характеризується обґрунтованістю, творчим підходом.

Розв'язання ситуаційного завдання оцінюватиметься за наступною шкалою:

Кількість балів	Критерій, за яким виставляється зазначена кількість балів
80	Запропоновано раціональне рішення, яке забезпечує вирішення задачі, Рішення викладено логічно та послідовно, з елементами аналізу чи узагальнення, висновки та пропозиції обґрунтовані переконливо, професійна термінологія використовується коректно. Графічна частина (при необхідності) виконана без помилок.
70 - 79	Запропоновано раціональне рішення, яке забезпечує вирішення задачі, Рішення викладено логічно та послідовно, з елементами аналізу чи узагальнення, висновки та пропозиції обґрунтовані переконливо, професійна термінологія використовується коректно. Однак допущено невеликі неточності та помилки, або відповідь в незначному обсязі не є повною.
55 - 69	Запропоновані рішення в цілому вірні. При відповіді на питання виявлений високий рівень знань, однак допущено не критичні неточності та помилки, або запропоновані рішення недостатньо аргументовані. Графічна частина містить необхідну інформацію для розуміння суті рішень.
40 - 54	При відповіді на питання виявлено базовий рівень знань стосовно питання. Відповіді на поставлені питання в принципі правильні, але не повні. Окремі з них не мають аргументів. Не зроблені узагальнюючі висновки. Професійна термінологія іноді використовується некоректно
25 - 39	Відповіді мають поверховий характер. Присутні помилки у відповідях. Наданий ілюстративний матеріал неточний. При виконанні розрахунків мають місце суттєві неточності та грубі помилки. Запропоноване рішення не є найкращим.
11 - 24	Відповіді мають поверховий характер. Присутні грубі помилки у відповідях. Ілюстративний матеріал неповний. Запропоноване рішення не дозволяє повністю вирішити задачу.
1 - 10	Відповіді демонструють одиночні вибіркові знання стосовно теми питання.
0	Надана невірна відповідь або відповідь відсутня.

Зразок екзаменаційного білета

Білет № __ фахового іспиту

для вступу на здобуття освіти на третьому
(освітньо-науковому) рівні

Питання 1:

Опишіть процес формування структури сталі з вмістом вуглецю 0,4% в інтервалі температур 1600 – 20 °С з використанням діаграми «Fe – Fe₃C»

Питання 2:

Опишіть процеси, які відбуваються при сфероїдизуючому відпалі евтектоїдної сталі, сутність структурних перетворень та їх вплив на комплекс властивостей матеріалу

Ситуаційне творче завдання:

Запропонуйте технологічну схему обробки пружини зі сталі 55С2, вкажіть основні етапи технологічного процесу і контрольні операції та методи визначення структури та властивостей на всіх етапах процесу. Деталь працює з циклічними навантаженнями та має мати високу релаксаційну стійкість.