

ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова Приймальної комісії
НУ «Запорізька політехніка»

 проф. Віктор ГРЕШТА

«23» квітня 2026р.



ПРОГРАМА

вступного іспиту із спеціальності

G8 «Матеріалознавство»

для вступників освітньо-наукового ступеня доктор філософії (PhD)

Програму вступного іспиту із спеціальності G8 «Матеріалознавство» розроблено в обсязі програми рівня вищої освіти магістра з даної спеціальності та призначено особам, які здобули вищу освіту за ступенем магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста) і які мають достатній рівень теоретичних знань, умінь, навичок та інших компетентностей для продукування нових ідей, оволодіння освітньо-науковою програмою підготовки здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії, а також проведення власного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та/або практичне значення.

Програма вступного іспиту передбачає перевірку не лише базових знань із матеріалознавства, а й розуміння взаємозв'язку між хімічним складом, структурою, технологією обробки, властивостями та умовами експлуатації матеріалів, а також володіння сучасними підходами до дослідження й вибору матеріалів для інженерних і наукових задач.

Вступник до аспірантури повинен продемонструвати повноту знань категорійно-понятійного апарату матеріалознавчої науки, розуміння причинно-наслідкових зв'язків між складом, структурою та властивостями матеріалів, знання фактів, термінології, принципів, закономірностей і методів дослідження матеріалів. Рівень знань, умінь і навичок вступників до аспірантури оцінюється балами відповідно до критеріїв оцінювання.

ПРОВЕДЕННЯ ІСПИТУ

Вступний іспит із спеціальності G8 «Матеріалознавство» для вступників освітньо-наукового ступеня доктор філософії (PhD) проводиться у вигляді тесту. Вступний іспит із спеціальності проводиться очно, в приміщеннях університету.

У виняткових випадках, іспит може проводитися у дистанційному форматі, з використанням інформаційного сервісу Системи дистанційного навчання НУ «Запорізька політехніка» (для категорій вступників, визначених Правилами прийому до Національного університету «Запорізька політехніка» в 2026 році). При

використанні дистанційного формату проведення іспиту, обов'язковою є процедура ідентифікації вступника та відеофіксації іспиту.

Використання вступником будь-яких додаткових матеріалів, довідників, електронних пристроїв та ресурсів, допомоги сторонніх осіб під час складання іспиту не допускається.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ

Оцінювання знань вступників відбувається за 100-бальною шкалою, або ухвалюється рішення про негативну оцінку вступника «незадовільно».

Іспит складається з 40 питань, вірна відповідь на кожне з яких оцінюється в 2,5 бали.

Тест може проводитись як з використанням паперових носіїв, так і з використанням комп'ютера в Системі дистанційного навчання НУ «Запорізька політехніка». Якщо робота виконується на паперовому носії, питання, в яких зазначено більше однієї відповіді, оцінюються в 0 балів (окрім випадків, коли одна з відмічених відповідей на запитання акуратно закреслена вступником, а інша зазначена акуратно та чітко).

Усі попередні кроки та міркування, що приводять до відповіді на питання, можуть виконуватися вступником на чернетці, та не беруться до уваги при оцінюванні роботи.

ЗМІСТ ПРОГРАМИ ІСПИТУ

При підготовці завдань вступного іспиту зі спеціальності комісія виділила такі основні розділи з переліком тем:

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

Будова металів

Металознавство вивчає закономірності формування складу, структури, властивостей та експлуатаційної поведінки металів і сплавів. Методи дослідження металів та сплавів. Типи зв'язків у твердих тілах. Металевий тип зв'язку. Атомно-кристалічна будова кристалів. Типи кристалічних ґраток. Кристалографічні позначення атомних площин та напрямків. Анізотропія властивостей. Будова реальних кристалів. Види дефектів та їх вплив на властивості металів. Типи дислокацій. Межі зерен. Дислокаційні моделі меж зерен та субзерен.

Дифузія (самодифузія) у кристалічному тілі. Механізми дифузії. Дія радіаційного опромінення на структуру та властивості металів.

Кристалізація металів. Термодинамічні основи фазових перетворень. Особливості рідкого стану. Утворення та ріст кристалічних зародків. Кінетика кристалізації. Термічні криві охолодження під час кристалізації чистих металів. Фактори, що

впливають на процес кристалізації. Модифікування рідкого металу. Будова металевого злитку. Поліморфні перетворення в металах.

Пластична деформація та рекристалізація

Напруження і деформація. Пружна деформація. Пластична деформація моно- та полікристалів. Механізми пластичної деформації. Вплив пластичної деформації на структуру металів. Текстура деформації. Вплив пластичної деформації на властивості металу (наклеп).

Відновлення і полігонізація. Первинна рекристалізація. Збиральна та вторинна рекристалізація. Фактори, що впливають на розмір зерна після рекристалізації. Холодна та гаряча деформація. Вплив нагрівання на властивості деформованого металу.

Механічні властивості

Стандартні механічні властивості: твердість; властивості, які визначаються при статичному розтягненні; ударна в'язкість; опір втомі. Явище холодноламкості. Теоретична та реальна міцність металів. Конструкційна міцність як комплекс властивостей, що визначає працездатність виробу. Властивості, що обумовлюють опір матеріалу крихкому та раптовому руйнуванню (робота зародження та розповсюдження тріщин, в'язкість руйнування, живучість). Зносостійкість, опір втомі, контактна витривалість. Вплив залишкових напружень на властивості матеріалу.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРІЯ СПЛАВІВ І ФАЗОВІ ДІАГРАМИ

Сплав, система, компонент, фаза. Правило фаз. Тверді розчини. Хімічні сполуки. Проміжні фази. Фазові суміші. Особливості кристалізації в сплаві.

Діаграми стану подвійних систем. Методи побудови діаграми стану експериментальним шляхом. Діаграми стану системи з повною розчинністю компонентів у твердому стані. Евтектична кристалізація. Перетворення в твердому стані. Діаграма стану сплавів з обмеженою розчинністю в твердому стані. Можливість застосування термічної обробки до сплавів з обмеженою розчинністю. Діаграми стану сплавів, компоненти яких мають поліморфні перетворення. Евтектоїдне перетворення в сплавах.

Застосування правила фаз та правила відрізків. Визначення хімічного складу фаз, що знаходяться в рівновазі. Нерівноважна кристалізація. Дендритна ліквіація. Зв'язок між структурою та властивостями. Діаграми стану потрійних систем: загальні поняття.

РОЗДІЛ 3. ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВІ СПЛАВИ ТА ТЕРМІЧНА ОБРОБКА СТАЛІ

Система залізо–вуглець

Діаграма стану системи залізо–вуглець. Компоненти, фази і структурні складові сталей та білих чавунів, їх характеристика, умови утворення та властивості. Застосування правила фаз та визначення хімічного складу фаз на діаграмі залізо–цементит. Діаграма стану системи залізо–графіт. Вплив вуглецю і постійних домішок на властивості сталей. Класифікація та маркування вуглецевих сталей. Національні

стандарти на метали і сплави (ДСТУ).

Леговані сталі

Фази, що утворюють легувальні елементи в сплавах заліза (тверді розчини, карбіди, інтерметаліди). Вплив легувальних елементів на поліморфізм заліза. Діаграми стану залізо–легувальний елемент та залізо–вуглець–легувальний елемент. Вплив легувальних елементів на властивості фериту і аустеніту. Структурні класи легованих сталей в умовах рівноваги та охолодження на повітрі.

Чавуни

Властивості та призначення чавунів. Діаграма стану залізо–вуглець–кремній. Білий та відбілений чавун. Вплив вуглецю, кремнію та швидкості охолодження на структуру сірого чавуну. Вплив постійних домішок на властивості чавуну. Маркування чавуну. Сірий чавун. Модифікування сірого чавуну. Ковкий чавун. Високоміцний чавун. Легований чавун.

Теорія термічної обробки сталі

Перетворення сталі при нагріванні. Ріст зерна аустеніту. Вплив розміру зерна на механічні та технологічні властивості сталей. Вплив легувальних елементів на ріст зерна аустеніту. Перегрівання та перепалювання. Методи визначення розміру зерна аустеніту.

Перетворення переохолодженого аустеніту. Діаграма ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту. Перлітне перетворення. Продукти перлітного розпаду аустеніту. Вплив легувальних елементів на ізотермічний розпад переохолодженого аустеніту.

Мартенсит, його будова та властивості. Пластинчатий та рейковий мартенсит. Мартенситне перетворення та його особливості. Вплив легувальних елементів на мартенситне перетворення.

Проміжне (бейнітне) перетворення. Будова та властивості продуктів проміжного перетворення аустеніту. Перетворення аустеніту при безперервному охолодженні. Критична швидкість охолодження та фактори, що впливають на неї. Термокінетичні діаграми перетворення переохолодженого аустеніту.

Перетворення при нагріванні загартованої сталі (відпускання сталі). Вплив температури та тривалості нагрівання на будову і властивості загартованої сталі. Вплив легувальних елементів на перетворення при відпусканні. Зворотна та незворотна відпусканна крихкість. Старіння сталі.

Технологія термічної обробки сталі

Загальна характеристика процесу термічної обробки сталі. Відпалювання I роду. Відпалювання II роду (з фазовою перекристалізацією). Призначення відпалювання. Повне та неповне відпалювання. Ізотермічне відпалювання. Сфероїдизація.

Нормалізація сталі. Вплив нормалізації на структуру та механічні властивості сталі.

Гартування сталі. Вибір температури гартування. Нагрівання вуглецевих та легованих сталей під гартування. Контрольовані атмосфери. Гартівні середовища та вимоги до них. Гартівні напруження. Способи гартування. Загартованість сталі та фактори, що на неї впливають. Прогартованість сталі. Методи визначення прогартованості. Вплив легувальних елементів, розміру зерна та інших факторів на стійкість переохолодженого аустеніту.

Вплив гартування та відпускання на механічні властивості. Поліпшення сталі. Термомеханічне оброблення сталі.

Поверхнєве гартування, його види та область застосування. Індукційне гартування. Газополуменеве гартування. Гартування із використанням лазера.

Хіміко-термічна обробка

Фізичні основи хіміко-термічної обробки. Зв'язок між діаграмою стану і структурою дифузійного шару.

Цементация: призначення, види, механізм утворення цементованого шару, властивості. Цементация в твердому карбюраторі та газова цементация. Термічна обробка після цементации. Властивості цементованих деталей. Нітроцементация.

Азотування сталі. Механізм утворення азотованого шару. Сталі для азотування. Технологія газового азотування. Властивості та області застосування азотованого шару.

Ціанування сталі. Дифузійна металізація. Карбідні та нітридні покриття.

Поверхнєве зміцнення наклепом

Методи поверхневого зміцнення (дробоструминна обробка, обробка роликками та ін.). Вплив поверхневого наклепу на межу витривалості. Застосування поверхневого наклепу в машинобудуванні.

РОЗДІЛ 4. МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Конструкційні сталі

Вимоги до конструкційних сталей. Маркування легованих конструкційних сталей. Основи раціонального легування та роль окремих легувальних елементів. Листова сталь для холодного штампування. Сталі підвищеної та високої оброблюваності різанням. Низьколеговані сталі. Цементовані вуглецеві і леговані сталі, їх термічна обробка. Поліпшувальні сталі, типові види термічної обробки і області застосування. Пружинні сталі. Вальницькі сталі та їх термічна обробка. Графітизовані сталі. Високомарганцеві зносостійкі сталі. Високоміцні мартенситостаріючі конструкційні сталі. Використання легування для економії металів і підвищення якості продукції.

Корозійностійкі, жаростійкі та жароміцні сталі і сплави

Види корозії. Основні принципи створення корозійностійких сталей. Хромисті неіржавіючі сталі мартенситного, мартенсито-феритного і феритного класів. Хромонікелеві аустенітні та аустенітно-феритні неіржавіючі сталі. Жаростійкі (окалиностійкі) сталі. Корозійностійкі сплави на нікелевій основі.

Характеристики жароміцності. Шляхи підвищення жароміцності. Жароміцні сталі перлітного, мартенситного, аустенітного класів. Жароміцні сплави на залізонікелевій та нікелевій основах.

Інструментальні сталі та сплави

Класифікація та маркування інструментальних сталей. Вимоги до інструментальних сталей. Сталі високої твердості. Теплостійкі сталі підвищеної в'язкості. Тверді порошкові сплави для інструменту. Сталі для вимірювального інструменту. Сталі для інструменту холодного деформування. Сталі підвищеної розгаростійкості. Сталі для форм лиття під тиском і пресування.

Сплави з особливими фізичними властивостями

Магнітом'які сплави. Магнітотверді сплави. Сплави із заданими пружними властивостями. Сплави з аномальним тепловим розширенням. Сплави з високим електричним опором.

РОЗДІЛ 5. КОЛЬОРОВІ МЕТАЛИ І СПЛАВИ

Титан і його сплави

Титан і його властивості. Вплив легувальних елементів на структуру і властивості титану. Конструкційні сплави титану, їх властивості та області застосування. Термічна обробка титану і його сплавів.

Алюміній та його сплави

Алюміній і його сплави. Застосування алюмінію. Термічна обробка алюмінієвих сплавів. Захист алюмінієвих сплавів від корозії. Ливарні алюмінієві сплави. Алюмінієві підшипникові сплави.

Магній та його сплави

Ливарні та деформівні сплави магнію. Термічна обробка магнієвих сплавів. Захист магнієвих сплавів від корозії.

Мідь та її сплави

Мідь, властивості, застосування. Латуні, їх властивості, маркування і застосування. Вплив вмісту цинку на властивості латуней. Корозійна стійкість латуней. Бронзи: олов'яністі, алюмінієві, кремнієві, марганцеві, берилієві. Склад і властивості бронз, їх марки і область застосування.

Цинк, свинець, олово та їх сплави

Цинк і його сплави. Олово і його сплави. Припої на олов'яній і свинцевій основах. Антифрикційні сплави. Багатошарові підшипники.

Тугоплавкі метали і їх сплави

Загальна характеристика тугоплавких металів. Молібден, вольфрам, хром, тантал, ніобій, цирконій та їх сплави.

РОЗДІЛ 6. СУЧАСНІ МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ

Композиційні матеріали

Розподіл напружень у композиційних матеріалах при різних умовах

навантаження. Види композиційних матеріалів. Волокнисті композиційні матеріали. Дисперсійно-зміцнені композиційні матеріали на основі алюмінію, нікелю та інших металів. Композити зі спрямованою кристалізацією евтектики. Шаруваті композиційні матеріали.

Сплави з ефектом пам'яті форми, аморфні та порошкові матеріали

Сплави з ефектом пам'яті форми. Сплави на основі інтерметалідів. Металеве скло (аморфні сплави). Конструкційні порошкові матеріали. Пористі та композиційні порошкові матеріали. Антифрикційні та фрикційні порошкові сплави. Фільтри. Конструкційні порошкові сплави на основі алюмінію та заліза. Економічна доцільність застосування порошкових сплавів.

Високоентропійні та багатокомпонентні сплави

Високоентропійні сплави як сучасний клас конструкційних і функціональних матеріалів. Принципи створення, класифікація, характерні властивості та перспективи застосування.

Адитивне виробництво металевих матеріалів

Селективне лазерне плавлення, електронно-променеве плавлення, пряме енергетичне осадження. Особливості формування структури, анізотропія властивостей та післяобробка виробів, отриманих адитивними методами.

Методи інтенсивної пластичної деформації

Рівноканальне кутове пресування, кручення під високим тиском, накопичувальне з'єднання прокаткою. Формування ультрадрібнозернистих та наноструктурованих матеріалів. Вплив інтенсивної пластичної деформації на структуру і властивості.

Біомедичні матеріали

Металеві біоматеріали для імплантатів: біосумісні сплави титану, магнію, цирконію. Біосумісність, корозійна поведінка, механічна сумісність із кістковою тканиною. Вимоги до біоматеріалів.

РОЗДІЛ 7. НЕМЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

Загальні відомості про неметалеві матеріали. Перспективи застосування неметалевих матеріалів.

Полімерні матеріали

Класифікація полімерних матеріалів. Термопластичні матеріали. Термореактивні полімери та їх властивості. Фізичні стани полімерів залежно від температури. Наповнювачі, їх призначення та види. Газонаповнені пластики, пластмаси з порошковими, волокнистими і шаровими наповнювачами. Властивості і галузі застосування пластмас. Органічне скло. Композиційні полімерні матеріали (карбоволокніти, бороволокніти, органоволокніти).

Еластомери

Склад гуми, будова і властивості. Каучуки та їх властивості. Вулканізація каучуків. Роль наповнювачів у гумах. Властивості і галузі застосування гум.

Скло та склокераміка

Неорганічне скло. Кварцове скло, безосколкове скло, електроізоляційні та електропровідні скла, піноскло. Склокристалічні матеріали.

Технічна та біокераміка

Властивості кераміки залежно від складу. Функціональна кераміка. Біокераміка. Сфери інженерного застосування керамічних матеріалів.

РОЗДІЛ 8. СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПІДХОДИ ДО ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ

Методи дослідження матеріалів

Принципи, інформаційні можливості, обмеження та сфери застосування методів структурного, фазового, хімічного та локального механічного аналізу, зокрема: сканувальна та трансмісійна електронна мікроскопія, рентгенофазовий аналіз, дифракція зворотно розсіяних електронів, енергодисперсійний рентгенівський аналіз, наноіндентування.

Раціональний вибір матеріалів та методів зміцнення

Основи раціонального вибору металевих матеріалів і методів зміцнення деталей машин. Методика вибору матеріалів і способу зміцнення виробів залежно від умов і видів навантажень при експлуатації. Основні види пошкоджень деталей машин. Види руйнування: крихке, в'язке, втомне. Деформація деталей машин. Зношування поверхонь тертя. Механізми та види зносу. Корозійне руйнування деталей. Способи запобігання корозійному зношуванню.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Базова україномовна література

1. Холяк В. В., Владимирський І. А. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : підручник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. – 270 с.
2. Зауличний Я. В., Яворський Ю. В. Фізика конденсованого стану для матеріалознавців : підручник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 488 с.
3. Сидоренко С. І., Волошко С. М. Теорія тепло- та масопереносу в матеріалах : підручник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 228 с.
4. Шидловський М. С. Нові матеріали: частина 1 – Структура і механічні властивості конструкційних полімерів та пластмас : навч. посіб. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 192 с.
5. Дробот О. С., Бабак О. П., Нікітін О. О. Макро- і мікроструктура металів та сплавів. – Вид. 2-ге, випр., допов. – Хмельницький : ХНУ, 2016. – 55 с.
6. Пчелінцев В. О., Дегула А. І. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : навч. посіб. – Суми : Сумський державний університет, 2012. – 247 с.

7. Поплавко Ю. М., Воронов С. О., Якименко Ю. І. Фізичне матеріалознавство : навч. посіб. – К. : НТУУ «КПІ», 2011. – 284 с.
 8. Інженерне матеріалознавство : підручник / О. М. Дубовий, Ю. О. Казимиренко, Н. Ю. Лебедєва, С. М. Самохін. – Миколаїв : НУК, 2009. – 444 с.
 9. Бялік О. М., Черненко В. С., Писаренко В. М., Москаленко Ю. Н. Матеріалознавство : підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2008. – 384 с.
 10. Черниш І. Г., Лобода П. І., Черниш С. І. Неметалеві матеріали : навч. посіб. – К. : Кондор, 2008. – 406 с.
 11. Матеріалознавство : підручник / С. С. Дяченко, І. В. Дощечкіна, А. О. Мовлян, Є. І. Плешаков ; за ред. проф. С. С. Дяченка. – Харків : ХНАДУ, 2007. – 440 с.
 12. Бялік О. М., Кондратюк С. Є., Кіндрачук М. В., Черненко В. С. Структурний аналіз металів. Металографія. Фрактографія. – К. : ВПІ ВПК «Політехніка», 2006. – 328 с.
 13. Попович В. В., Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : підручник. – Львів : Світ, 2006. – 624 с.
- Базова англomовна література**
14. Callister W. D., Jr., Rethwisch D. G. Materials Science and Engineering: An Introduction. – 10th ed. – Wiley, 2020.
 15. Ashby M. F., Jones D. R. H. Engineering Materials 1: An Introduction to Properties, Applications and Design. – 5th ed. – Butterworth-Heinemann, 2019.
- Сучасна спеціалізована література за новітніми напрямками**
16. DebRoy T., Wei H. L., Zuback J. S. et al. Additive manufacturing of metallic components – Process, structure and properties // Progress in Materials Science. – 2018. – Vol. 92. – P. 112–224.
 17. Miracle D. B., Senkov O. N. A critical review of high entropy alloys and related concepts // Acta Materialia. – 2017. – Vol. 122. – P. 448–511.
 18. Ratner B. D. et al. Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine. – 4th ed. – Academic Press, 2020.

Затверджено на засіданні фахової атестаційної комісії з проведення вступного іспиту із спеціальності G8 «Матеріалознавство», для вступників ОНС доктор філософії «__» _____ 2026р.