

ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова Приймальної комісії

НУ «Запорізька політехніка»

проф. Віктор ГРЕШТА

«28» 03 2025 р.



ПРОГРАМА

вступного іспиту зі спеціальності

G8 – МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

для вступників освітньо-наукового ступеня доктор філософії (PhD)

Програму вступного випробування до аспірантури зі спеціальності 132 «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. Вступник до аспірантури повинен продемонструвати повноту знань категорійно-понятійного апарату, нових підходів до трактування окремих понять, категорій та термінів, розуміння їхньої сутності, а також знання фактів, термінології, структур, принципів, закономірностей, методів і засобів політичної науки. Вступник до аспірантури повинен також продемонструвати здатність аналізувати проблему з різних точок зору, показати знання політичних явищ та процесів, діапазон володіння вміннями й навичками операційного рівня, методичну грамотність, зокрема сформованість конструктивно-планувальних, проектувальних, комунікативно-навчальних і

дослідницьких умінь. Рівень знань, умінь і навичок вступників до аспірантури оцінюється балами відповідно до критеріїв оцінювання.

ПРОВЕДЕННЯ ІСПИТУ

Вступний іспит зі спеціальності 132 – МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО для вступників освітньо-наукового ступеня доктор філософії (PhD) проводиться у вигляді тесту. Вступний іспит 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 вступників, які зареєстровані та знаходяться на тимчасово-окупованій території – за зверненням вступника). 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:

МЕТАЛОЗНАВСТВО

Будова металів

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 металів. 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. 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 металевих злитків. Поліморфні перетворення в металах.

Пластична деформація

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

Зворот і полігонізація. Первинна кристалізація. Збиральна та вторинна кристалізація. 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 металів. Властивості, що обумовлюють опір матеріалу крихкому та раптовому руйнуванню (робота зародження та розповсюдження тріщин, в'язкість руйнування, живучість). Властивості металу, методи визначення довговічності виробів (зносостійкість, опір втомі, контактна витривалість) Вплив залишкових напружень на властивості матеріалу.

Теорія сплавів

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 в 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 в твердому стані. Діаграми стану сплавів, компоненти яких мають поліморфні перетворення. Евтектоїде перетворення в сплавах. Застосування правила фаз та відрізків. Визначення хімічного складу фаз, що знаходяться в рівновазі. Нерівноважна кристалізація. Дендритна ліквідація. Зв'язок між структурою та властивостями. Поняття о діаграмах стану потрійних систем.

Залізо та його сплави

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 у відповідності до правила концентрацій на діаграмі залізо-цементит. Діаграма

стану системи залізо-графіт. Вплив вуглецю і постійних домішок на властивості сталей. Класифікація та маркування вуглецевих сталей. Державні стандарти на метали і сплави (ДСТУ).

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

Властивості та призначення чавунів. Діаграма стану залізо-вуглець—кремній. Білий та в 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. Рост зерна аустеніта. Вплив розміру зерна на механічні та технологічні властивості сталей. Вплив легувальних елементів на ріст зерна аустеніта. Перегрівання та перепалювання. Методи визначення розміру зерна аустеніта.

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

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

Проміжне 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. Зворотня та незворотня відпускна 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. Склад ванн для нагрівання під гартування. Гартівні середовища та вимоги, що до них пред'являються. 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. Сталі із зниженою та регламентованою прогартованістю. 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.

Призначення і види цементації. Механізм утворення цементованого шару і його властивості. Цементация в твердому карбюризаторі.. Газова цементация. Печі для цементації. Термічна обробка після цементації. Властивості цементованих деталей. Области застосування цементації.

Нітроцементация. Азотування сталі. Механізм утворення азотованого шару.

Сталі для азотування. Технологія газового азотування сталі. Газове азотування з добавкою вуглевмісних газів. Азотування в рідких середовищах. Властивості азотованого шару. Области застосування азотування. Печі для азотування.

Ціанування сталі. Види ціанування. Дифузійна металізація. Режими і області застосування.

Види отримання твердих, зносостійких і корозійностійких карбідних і нітридних покриттів.

Поверхнєве зміцнення наклепом

Методи поверхневого зміцнення (дробострумінна обробка, обробка роликками та і н.). Вплив поверхневого наклепу на межу витривалості . Застосування поверхневого наклепу в машинобудуванні .

МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

Сталі конструкційні і сталі загального призначення. Вимоги до конструкційних сталей. Маркування легованих конструкційних сталей. Основи раціонального легування сталей і 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. Приклади застосування цементованих сталей для типових деталей машин. Поліпшувальні сталі, типові види термічної обробки і області застосування. Пружинні сталі, властивості, області застосування. Вальницькі сталі та їх термічна обробка. Графітізовані сталі . Високомарганцеві зносостійкі сталі та їх термічна обробка.

Дефекти легованих машинобудівних сталей.

Використання легування для економії металів і підвищення якості продукції.

Високоміцні мартенситостаріючі конструкційні сталі. Склад і будова мартенситостаріючих сталей, ТО та ХТО.

Конструкційні корозійностійкі, жаростійкі сталі і сплави.. Види корозії. Основні принципи створення корозійностійких сталей. Загальна характеристика корозійностійких сталей.

Хромисті неіржавіючі сталі (мартенситного, мартенсито-феритного і феритного класів). Хромонікелеві аустенітні і аустенітно-феритні неіржавіючі сталі. Високоміцні неіржавіючі сталі аустеніто-мартенситного і аустенітного класів.. Жаростійкі (окалиностійкі) сталі. Корозійностійкі сплави на нікелевій основі.

Характеристики жароміцності. Шляхи підвищення жароміцності. Сталі перлітного, мартенситного та мартенсито-феритного класів. Жароміцні сталі аустенітного класу з карбідним і інтерметалідним зміцненням. Області застосування жароміцних сталей. Жароміцні сплави на залізонікелевій і нікелевій основах.

Інструментальні сталі та сплави. Класифікація маркування інструментальних сталей. Вимоги до інструментальних сталей. Сталі високої твердості, що не володіють теплостійкістю. Теплостійкі сталі підвищеної в'язкості. Тверді порошкові сплави для інструменту. Сталі для вимірювального інструменту. Сталі для інструменту холодного деформування. Сталі підвищеної разгаростійкості. Сталі для форм лиття під тиском і пресування . Вибір інструментальної сталі.

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

КОЛЬОРОВІ МЕТАЛИ

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. Алюмінієві сплави. Термічна обробка алюмінієвих сплавів. Захист обробка алюмінієвих сплавів в від корозії. Ливарні алюмінієві сплави. Алюмінієві підшипникові сплави. Алюмінієві припої.

Магній та його сплави.

Ливарні сплави. Деформівні сплави магнію.

Термічна обробка магнієвих сплавів. Захист магнієвих сплавів від корозії.

Мідь та її сплави.

Мідь, властивості. Застосування міді. Латуні, їх властивості, маркування і застосування. Вплив вмісту цинку на властивості латуней. Корозійна стійкість латуней. Мідні припої.

Бронзи. Деформівні і ливарні бронзи. Бронзи олов'яністі. Алюмінієві, крем'яністі, марганцеві, свинцеві та берилієві. Склад і властивості бронз, їх марки і область застосування.

Цинк, свинець, олово і їх сплави.

Цинк і його сплави. Олово і його сплави. Припої на олов'янистій і свинцевій основах. Антифрикційні сплави на олов'янистій, свинцевій і цинковій основах. Багатошарові підшипники.

Тугоплавкі метали і їх сплави.

Загальна характеристика тугоплавких металів. Молібден та його сплави. Вольфрам і його сплави. Хром та його сплави. Тантал і його сплави. Ніобій і його сплави. Циркон і його сплави.

Нові металеві матеріали.

Композиційні матеріали. Розподіл напружень в 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». Сплави на основі інтерметалідів.

Металеve скло.

Конструкційні порошкові матеріали. Пористі і композиційні порошкові матеріали. Антифрикційні сплави на основі порошків системи залізо-графіт і бронза-графіт. Фрікційні сплави на залізній і мідній основах. Фільтри. Конструкційні сплави на основі алюмінію (САС, гранульовані сплави). Порошкові сплави на заліза й основі для деталей машин. Економічна доцільність застосування порошкових сплавів.

Основи раціонального вибору металевих матеріалів і методи зміцнення головних деталей машин.

Рекомендовані засоби і методи зміцнення типових виробів для підвищення їх довговічності. Методика раціонального вибору) матеріалів і способу зміцнення виробів в залежності від умов і видів навантажень при експлуатації.

Основні види пошкоджень деталей машин. Види руйнування: крихке, в'язке, втомне. Деформація деталей машин. Зношування поверхонь, що з труться. Механізм процесі в зношування. Види зносу.

Корозійне руйнування деталей. Способи запобігання корозійному зношуванню.

НЕМЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

Загальні відомості про неметалеві матеріали. Перспективи застосування неметалевих матеріалів.

Пластичні маси. Класифікація полімерних матеріалів. Термопластичні матеріали (термопласти). Термореактивні полімери та їх властивості. Фізичний стани полімерів в залежності від температури. Наповнювачі, їх призначення та види. Газонаповнені пластики (паропласт і пінопласти), пластмаси з твердими наповнювачами, порошковими, волокнистими і шаровими.

Властивості і галузі застосування пластмас. Види зв'язуючих і їх властивості. Органічне скло. Властивості і область застосування реактопластів

з різними наповнювачами. Композиційні матеріали (карбоволокніти, борополокніти, органоолокніти).

Гумові матеріали. Склад гуми, будова і властивості. Каучуки та їх властивості. Затвердіння (вулканізація) каучуків. Роль наповнювачів в гумах. Властивості і галузі застосування гум.

Неорганічні матеріали. Неорганічне скло. Кварцеве скло, безосколкове скло, електроізоляційні і електропровідні скла, піноскло. Склокристалічні матеріали.

Технічна кераміка. Властивості кераміки в залежності від складу.

Застосування кераміки.

Деревні матеріали. Деревина та її властивості. Засоби підвищення якості деревини. Фанери. Деревостружкові матеріали і деревесношарові пластики, властивості і області їх застосування.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : підручник / В. В. Попович, В. В. Попович. – Львів : Світ, 2006. – 624 с.
2. Інженерне матеріалознавство: Підручник / О.М. Дубовий, Ю.О. Казимиренко, Н.Ю. Лебедєва, СМ. Самохін. Миколаїв: НУК, 2009. – 444 с
3. Лысак Л.И., Никулин Б.И. Физические основы термической обработки стали. - К.: Технпса, 1975. - 304 с.
4. Хачатурян А.Г. Теория фазовых превращений и структура твердых растворов. - М.: Наука, 1974. - 384 с
5. Савицкий Е.М., Бурханов С.Г. Металловедение сплавов тугоплавких и редких металлов. - М.: Наука, 1971. - 352 с.
6. Бялик О.М., Черненко В.С, Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н. Металознавство. - К.: ІВЦ Політехніка, 2002. – 374с.
7. Металознавство і термічна обробка металів і сплавів, Ю.М. Таран,

Є.П. Калінушкін та інші – Дніпропетровськ.: Дніпрокнига, 2002. – 360с.

8. Бялік О.М., Кондратюк С.Є., Кіндрачук М.В., Черненко В.С. Структурний аналіз металів. Металографія. Фрактографія. – К.: ВПІ ВПК Політехніка, 2006. – 328с.

9. Кузш О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів.- Львів: Афіша, 2002.-304 с

10. Пчелінцев В. О. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : навч. посіб. / В. О. Пчелінцев, А. І. Дегула. – Суми : Сумський державний університет, 2012. – 247 с.

11. Большаков В.І., Береза О.Ю., Харченко В.І. Прикладне матеріалознавство: Підручник для студентів вищих технічних навчальних закладів. - 2-е видання, доповнене і перероблене / Під ред.. Большакова В.Г. - РВА «Дніпро-VAL»: 2000. -290 с.

12. Шидловський М.С. Нові матеріали: частина 1 - Структура і механічні властивості конструкційних полімерів та пластмас: Навчальний посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» спеціалізації «Динаміка і міцність машин» – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 192 с.

13. Холявко, В. В. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів [Електронний ресурс] : підручник / В. В. Холявко, І. А. Владимирський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 270 с.

14. Бялік, О.М. Матеріалознавство: підручник / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2008. – 384 с.

15. Черниш, І.Г. Неметалеві матеріали: навчальний посібник / І.Г. Черниш. П.І. Лобода, С.І. Черниш. – К.: Кондор, 2008. – 406 с.

16. Поплавко Ю.М., Воронов С.О., Якименко Ю.І. Фізичне матеріалознавство. Навчальний посібник. К.: НТУУ «КПІ», 2011.

17. Бабак В.П., Байса Д.Ф. Конструкційні та функціональні матеріали. К.: Техніка, 2003.-344 с.

18. Матеріалознавство : підручник / С. С. Дяченко, І. В. Дощечкіна, А. О. Мовлян, Е. І. Плешаков; за ред. проф. С. С. Дяченко. – Харків : ХНАДУ, 2007. – 440 с.

19. Фазові перетворення в спеціальних легованих сталях. Навчальний посібник / Куцова В.З., Ковзель М.А., Носко О.А. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2007. – 132 с.

20. Щеглова І.С., Масленко С.М. Розчини та фазові рівноваги: Навчальний посібник / І.С. Щеглова, С.М.Масленко. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2006. – 68 с.

21. Дробот О. С. Макро- і мікроструктура металів та сплавів / О. С. Дробот, О. П. Бабак, О. О. Нікітін. – Вид. 2-ге, випр., допов. – Хмельницький : ХНУ, 2016. – 55 с.

Затверджено на засіданні фахової
атестаційної комісії з проведення
вступного іспиту зі спеціальності
G8 «Матеріалознавство», для вступників
ОНС доктор філософії

« 28 » 03 2025 р.

Голова комісії



Сергій БСЛІКОВ