

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ



Ректор ДДМА

Віктор КОВАЛЬОВ

2025 р.

ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ФАХОВОГО ІСПИТУ
для вступу на навчання за третім освітньо-науковим
рівнем/ступенем доктора філософії

Спеціальність «G8 Матеріалознавство»

Освітньо-наукова програма «Матеріалознавство»

Голова предметної комісії

(підпис)

Іграмотдін АЛІЄВ

(Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Краматорськ-Тернопіль, 2025 р.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Метою вступного випробування є комплексна перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення дисциплін, передбачених освітньою програмою рівня «Магістр» або «Спеціаліст». Вступник повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані знання та уміння щодо узагальненого об'єкта і здатність вирішувати типові професійні завдання передбачені для магістерського рівня.

Спеціальність «Матеріалознавство» забезпечує підготовку докторів філософії відповідно до освітньо-наукової програми, які є фахівцями в області матеріалознавства, процесів зварювання і споріднених технологій, обробки металів тиском, комп'ютерного моделювання процесів та мають компетентності, достатні для продукування нових ідей, розв'язання комплексних проблем дослідницько-інноваційної діяльності, оволодіння методологією наукової та педагогічної діяльності, а також проведення власного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та/або практичне значення.

Підчас підготовки до вступного іспиту необхідно звернути увагу на те, що вступник повинен знати:

Вступні випробування базуються на виявленні знань з таких дисциплін:

- Вплив хімічного складу, термічної обробки матеріалів на структуру, фізико-хімічні та функціональні властивості різних матеріалів;
- Основи теорії та технології термічної обробки;
- Чинники, які в процесі експлуатації можуть приводити до структури, складу, властивостей матеріалів;
- Методи обробки експериментальних даних, математичного моделювання, пошуку оптимальних рішень;
- Методи досліджень матеріалів (металографічні, механічні, фізичні, хімічні);
- Класифікація матеріалів, їх призначення та основні експлуатаційні і технологічні властивості;
- Основні методи отримання заготовок, локальної та поверхневої обробки при зварюванні і споріднених технологіях, обробці тиском, технологічні засоби підвищення надійності та довговічності;
- Методи структурного аналізу матеріалів різних класів;
- Методики діагностики матеріалів та виробів, види дефектів, що виникають при зварюванні і споріднених технологіях, обробці тиском, термічній обробці та заходи, направлені на попередження їх появи.

Вміти:

- На альтернативній основі вибирати матеріали, включаючи наноматеріали для виробів із врахуванням вимог до матеріалів та умов експлуатації виробів;

- Розробляти технологічні процеси спеціалізованої обробки заготовок та матеріалів різного хімічного склад, структурного стану і призначення;
- Проводити різноманітні дослідження, в тому числі металографічні, механічні, діагностичні, обробляти їх результати та робити висновки;
- Здійснювати експертні дослідження зруйнованих виробів і на підставі їх результатів робити висновки щодо причин їх руйнування;
- Використовувати стандарти та іншу нормативну документацію.

За результатами фахового вступного випробування здійснюється прийом студентів на програму підготовки доктора філософії зі спеціальності «Матеріалознавство».

2 КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ІСПИТ

2.1 Теоретичні основи матеріалознавства

Кристалічна будова металів.

Електронна будова металів. Типи міжатомного зв'язку: іонні, ковалентні, металічні та молекулярні зв'язки.

Кристалічна будова твердих тіл. Атомні та іонні радіуси. Координаційні числа. Основні типи просторових решіток в металах та їх характеристика. Поліморфізм. Анізотропія фізичних властивостей кристалів.

Будова реальних кристалів. Класифікація дефектів решіток: точкові, лінійні, поверхневі та об'ємні.

Основи електронної теорії твердих тіл. Електронна теорія міжатомного зв'язку.

Теплопровідність, електропровідність і електронна теплоємність металів.

Напівпровідникові і діелектричні властивості твердих тіл. Власна і домішкова провідність напівпровідників.

Магнітні властивості матеріалів. Діамагнетизм, парамагнетизм, феромагнетизм. Магнітострикція.

Основи молекулярно-кінетичної теорії металів.

Тепловий рух атомів у металах. Коливання решітки, теплоємність і теплове розширення, його зв'язок з кристалічною будовою і властивостями металів.

Дифузія в твердому тілі. Механізм дифузії. Залежність параметрів дифузії від температури. Самодифузія. Анізотропія дифузії. Зерногранична та поверхнева дифузія.

Кристалізація.

Термодинаміка процесу кристалізації. Утворення і ріст зародків твердої фази. Кінетика кристалізації, фактори, що впливають на кристалізацію.

Величина зерна. Модифікування рідкого металу. Форма кристалів, побудова зливка. Одержання монокристалів. Вторинна кристалізація.

Основні фазові перетворення в сталі.

Механізм і кінетика утворення аустеніту. Гомогенізація аустеніту. Розпад аустеніту. Ізотермічні і термокінетичні діаграми. Вплив складу на процес розпаду аустеніту. Критична швидкість гартування. Природа і структура мартенситу. Перетворення при відпуску сталі. Стадії розпаду мартенситу при відпуску. Розпад залишкового аустеніту. Рекристалізаційні процеси. Зміна структури під час відпуску та її вплив на механічні властивості. Відпускна крихкість і засоби її запобігання.

2.2 Механічні властивості матеріалів

Міцність і пластичність матеріалів

Тензор напружень і тензор деформацій. Пружні константи металів. Теорія деформації. Типи напруженого стану матеріалів. Плоский напружений стан. Концентрація напружень. Механічні характеристики матеріалів.

Процеси ковзання та двійникування. Дислокації. Крайові, гвинтові і зміщані дислокації. Ковзання і переповзання дислокацій. Утворення дислокацій. Деформування монокристалів і полікристалів. Вплив пластичної деформації на структуру і властивості матеріалів. Вплив границь зерен на пластичну деформацію полікристалів.

Зміцнення матеріалів. Деформаційне зміцнення при створенні твердих розчинів і взаємодія дислокацій з домішками. Дисперсійне твердіння.

Тріщиностійкість.

Руйнування матеріалів.

Види і механізми руйнування. В'язкість руйнування. Підходи лінійної механіки руйнування до вибору конструкційних матеріалів і розрахунку розміру допустимого дефекту. Методи визначення тріщиностійкості. Конструкційна міцність. Критерії конструкційної міцності. Надійність і довговічність. Чистота сталі і її вплив на конструкційну міцність.

Вплив температури на механічні властивості матеріалів.

Залежність границі текучості і ударної в'язкості матеріалів від температури. Матеріали, що працюють при низьких (гелієвих) температурах.

Повзучість, тривала міцність, релаксація напружень. Типи I механізми повзучості в металах. Вплив структури, часу і швидкості деформації на процес руйнування в умовах високих температур. Мікромеханізми руйнування. Методи випробування при високих температурах. Застосування підходів механіки руйнування для прогнозування довговічності і швидкості повзучості.

Термоактиваційний аналіз повзучості.

Вплив зовнішнього середовища.

Адсорбційні процеси при деформації і руйнуванні металів. Ефект Ребіндера. Вплив поверхневоактивних середовищ на міцність металів і сплавів. Корозія металів, види корозії.

Закономірність окислення металів. Захист металів від окислення. Корозія металів і сплавів під напругою, корозійне розтріскування. Міжкристалічна корозія. Підхід лінійної механіки руйнування до оцінки працездатності матеріалів з тріщиною під впливом середовищ. Опірність кавітаційному і ерозійному руйнуванню.

2.3 Конструкційні матеріали в машинобудуванні.

Основи легування сталі.

Легувальні елементи в сталях. Діаграма стану залізо - цементит і залізо - графіт. Вплив легувальних елементів на критичні точки заліза, на властивості фериту і аустеніту, на перетворення переохолодженого аустеніту, на ріст зерна аустеніту при нагріванні, на прогартуваність сталі, на процеси перетворення при відпуску, на зварюваність.

Класифікація легованих сталей за складом і призначенням. Маркування легованих сталей.

Технологія термічної обробки сталі.

Види процесів термічної обробки сталі і її характеристика. Відпал, нормалізація, гартування, відпуск, старіння, хіміко-термічна обробка. Гартувальні середовища. Вибір виду термічної обробки залежно від призначення і складу матеріалу вибору. Вплив режимів термічної обробки на властивості конструкційних матеріалів і зварні з'єднання.

Прогартуваність, фактори, що діють на неї. Загартуваність. Дефекти, пов'язані з термічною обробкою. Окислення і знеуглецьовування сталі, захист середовища. Перегрів і перепал сталі. Методи виправлення перегріву. Гартувальні тріщини. Вплив водню на механічні властивості. Воднева крихкість. Особливості термічної обробки крупних поковок. Короблення і деформація під час термічної обробки.

Поверхнева обробка сталі.

Лазерна обробка.

Поверхнєве зміцнення деталей машин шляхом пластичної деформації. Суть процесу. Роль залишкових напружень. Вплив на втомну міцність при крихкому руйнуванні. Методи зміцнення: віброгалтування, обробка роликами, дробоструминна обробка. Види імпульсної поверхневої обробки. Поверхнева термомеханічна обробка. Хіміко-термічна обробка сталі. Види та призначення. Цементация у твердому карбюризаторі, рідкому і газовому середовищах. Особливості термічної обробки після цементации. Азотування. Вплив легуючих

елементів на глибину і твердість азотованого шару. Структура і властивості азотованої сталі. Ціанування, нітроцементация сталі. Дифузійна металізація. Алітування Хромування. Силіціювання. Багатокомпонентні покриття.

Поверхнєве гартування. Поверхнєве гартування при індукційному чи газополум'яному нагріві. Нанесення вакуумплазмових покриттів.

Конструкційні вуглецеві і леговані сталі

Вимоги до сталей і державні стандарти. Вуглецеві сталі звичайної якості і якісні. Леговані сталі. Поліпшувальні сталі різної прогартуваності. Сталі, що цементуються і азотуються. Пружинні сталі. Сталі для підшипників кочення.

Аустенітна високомарганцевиста сталь.

Високоміцні сталі

Принцип легування. Пряме і зворотне мартенситне перетворення Вплив легуючих елементів на кінетику фазових перетворень і особливості термічної обробки. Мартенситностаріючі сталі. їх властивості, галузі застосування. ПНПсталі (TRIP -сталі).

Корозійностійкі сталі

Загальні принципи легування. Хромисті сталі. Хромонікелеві аустенітні сталі. Високолеговані кислотостійкі сталі. Жаростійкі сталі. ***Жароміцні сталі і сплави,***

Принципи легування жароміцних сталей і сплавів. Зміцнювальні фази. Шляхи підвищення жароміцності. Жароміцні сталі перлітного і мартенситного класів. Жароміцні сталі аустенітного класу з карбідним та інтерметалідним зміцненням. Жароміцні сплави на нікелевій основі.

Інструментальні сталі

Класифікація і маркування інструментальних сталей. Червоностійкість Сталі для різального і вимірювального інструменту. Особливості термічної обробки. Сталі для штампового інструменту Сталі для штамів холодного і гарячого штампування. Сталі для форм лиття під тиском і пресування. Тверді сплави.

Сірий чавун з пластинчастим графітом.

Класифікація, маркування. Фактори, що впливають на структуру і властивості чавуну; структурна діаграма. Термічна обробка чавуну. Галузі застосування чавуну.

Ковкий чавун.

Структура і властивості, маркування. Феритний і перлітний ковкий чавун. Способи відпалу ковкого чавуну.

Високоміцний чавун.

Структура і властивості високоміцного чавуну з кулястим графітом, маркування. Спосіб одержання. Теорії сфероїдизації графіту. Термічна обробка високоміцного чавуну. Аустенітний чавун. Можливості заміни сталей, ковкого

чавуну і сплавів кольорових металів високоміцним чавуном. Чавун з вермікулярним графітом, галузі і застосування високоміцних чавунів.

Леговані чавуни з особливими властивостями.

Зносостійкі чавуни. Малолеговані, середньолеговані і високолеговані зносостійкі чавуни. Елементи і способи виготовлення, що надають чавунам антикорозійні властивості. Немагнітні чавуни. Хімічний склад і структура немагнітних чавунів. Високоміцний і модифікований немагнітний чавун.

Жароміцні чавуни, їх легування. Жароміцний чавун з кулястим графітом. Галузі застосування. Жаростійкі і окалинностійкі чавуни. Методи підвищення окалинностійкості чавунів.

Алюмінієві сплави

Класифікація, маркування сплавів. Дюралюміній. Сплави, що деформуються. Ливарні алюмінієві сплави. Силуміни. Галузі застосування алюмінієвих сплавів.

Мідь і її сплави.

Галузі застосування міді і її сплавів. Принципи легування. Вплив домішок на структуру і властивості міді. Латуні, маркування, склад і властивості; бронза, склад, властивості, маркування. Міднонікелеві сплави. Титан і його сплави. Класифікація сплавів. Особливості металургійної технології виготовлення титанових сплавів. Механічні і хімічні властивості титанових сплавів. Воднева крихкість. Конструкційні і жароміцні сплави титану. Особливості термічної обробки.

Цинк, свинець, олово і їх сплави.

Припої на олов'яній, свинцевій і мідній основах. Антифрикційні сплави. Багатошарові підшипники ковзання.

Тугоплавкі метали і їх сплави.

Принципи легування. Молібден, вольфрам, хром, тантал і ніобій і їх сплави. Захист від окислення. Галузі застосування.

Полімери і пластичні маси.

Класифікація полімерних матеріалів. Методи одержання полімерів, структура молекул полімеру. Теорія росту полімерних кристалів. Надмолекулярна структура. Фазові і фізичні стани полімерів. Особливості механічних властивостей полімерів, обумовлених їх будовою. Релаксаційні властивості. Старіння і стабілізація полімерів. Адгезія і тертя полімерів.

Типи і теорія руйнування полімерів. Вплив зовнішніх факторів на процес руйнування. Структура і властивості полімерів, методи їх дослідження.

Пластичні маси на основі термопластичних і термореактивних полімерів. Отверджувачі, наповнювачі, пластифікатори, каталізатори, прискорювачі, термо- і світлостабілізатори, пігменти, інгібітори.

2.4 Сучасні методи дослідження матеріалів

Методи дослідження структури, фазового складу.

Металографія. Просвічувальна і дифракційна електронна мікроскопія.

Рентгеноструктурний аналіз. Мікрорентгеноспектральний аналіз.

Методи дослідження фізичних властивостей і фазових перетворень в металах і сплавах.

Магнітний аналіз фазових і структурних перетворень. Метод Е.Д.С. Метод ядерного магнітного резонансу. Метод ядерного гамма-резонансу. Метод мічених атомів.

Методи неруйнівного контролю матеріалів. Ультразвукова дефектоскопія. Рентгенівська і гамма-дефектоскопія.

Методи вихрових струмів. Магнітна і теплова дефектоскопія.

Методи дослідження полімерів: хімічний аналіз, інфрачервона мікроскопія, газова хроматографія, рентгенографічний аналіз, електронна мікроскопія. Методи механічних і технологічних випробувань.

Математичне моделювання та обробка експериментальних даних.

2.5 Тертя і зносостійкість матеріалів

Тертя і зносостійкість. Загальний знос матеріалів деталей тертя, швидкість зносу. Види зносу: абразивний, механічний, окислення та інші. Навантажувально-швидкісні параметри тертя. Роль мастила при терті і зносі. Шорсткість поверхні тертя. Коефіцієнт тертя. Приробка та процес рівноважного тертя і зносу. Твердість і в'язкість матеріалів та їх зносостійкість, гетерогенна структура і зносостійкість. Вибір матеріалів пар тертя і зносостійкості.

2.6 Зварювання і споріднені технології

Іонізація газів в розрядному проміжку. Методи іонізації газів в розрядному проміжку.

Вольтамперні характеристики зварювальної дуги.

Зварювальна дуга змінного струму.

Тепловий баланс енергій в дуговому розряді при зварюванні.

Розчинність газів в металі зварних швів в процесі зварювання.

Джерела кисню при зварюванні. Вплив кисню на властивості металів зварних швів.

Первинна кристалізація металу зварювальної ванни. Швидкість кристалізації, вторинна кристалізація металу зварних швів.

Теорія утворення гарячих тріщин, механізм їх утворення. методи попередження гарячих тріщин.

Теорія утворення холодних тріщин. Методи попередження холодних тріщин.

Теорія утворення пор при зварюванні. Методи попередження пор при зварюванні.

Методи легування металу зварних швів.

Типи зварних швів і з'єднань. Конструктивні елементи обробки кромek.

Загальна характеристика різних засобів зварювання плавленням. Ручне дугове зварювання покритими електродами. Зварювання під флюсом. Зварювання у захисних газах.

Зварювальні матеріали. Сталеві зварювальні дроти, електродні стрижні, порошкові дроти. Покриті електроди, захисні гази, зварювальні флюси.

Технологія зварювання вуглецевих конструкційних сталей (низьковуглецевих, низьколегованих, середньолегованих).

Технологія зварювання високолегованих сталей.

Типи зварних швів і з'єднань. Конструктивні елементи обробки кромek.

Загальна характеристика різних засобів зварювання плавленням. Ручне дугове зварювання покритими електродами. Зварювання під флюсом. Зварювання у захисних газах.

Зварювальні матеріали. Сталеві зварювальні дроти, електродні стрижні, порошкові дроти. Покриті електроди, захисні гази, зварювальні флюси.

Технологія зварювання вуглецевих конструкційних сталей (низьковуглецевих, низьколегованих, середньолегованих).

Технологія зварювання високолегованих сталей.

Вимоги до джерел живлення для ручних засобів зварювання. Зварювальні трансформатори. Зовнішні вольт-амперні характеристики зварювальних трансформаторів.

Зварювальні випрямлячі. Принциповий устрій і класифікація зварювальних випрямлячів.

Інверторні джерела живлення. Структура, силові транзисторні функціональні блоки інверторних джерел живлення.

Загальні зведення про базування деталей у пристосуванні. Типові схеми базування. Вибір баз. Розробка принципової схеми пристосування. Точність установки деталей і виробів у пристосуванні.

Загальні зведення про базування деталей у пристосуванні. Розробка принципової схеми базування і закріплення виробу.

Призначення і класифікація настановних елементів пристосувань. Опорні та упорні елементи для виставлення заготовок по плоским базовим поверхням.

Призначення і класифікація настановних елементів пристосувань. Опори та упори. Їх класифікація та призначення.

Фіксатори для установки заготовель і виробів по циліндричних базових поверхнях.

Яка природа контактного опору при різних засобах зварювання тиском.

Сутність точкового зварювання. Які види режимів застосовуються при точковому зварюванні. Їх особливості.

Сутність рельєфного зварювання. У чому полягає позитивна якість рельєфного зварювання.

Сутність роликового зварювання і його особливості. Засоби роликового зварювання і початкові дані для вибору режиму роликового зварювання.

Суть різних засобів стикового зварювання. Особливості вибору режимів зварювання.

Які найбільш характерні дефекти при стиковому, рельєфному, точковому, шовному зварюванні і як здійснюється контроль якості.

Будова зварювального трансформатора для машин точкового, шовного, рельєфного, стикового зварювання.

Яка електрична, пневматична апаратура використовується для управління виконавчими елементами в зварювальних машинах для контактного зварювання.

2.7 Технології та обладнання обробки металів тиском

Зв'язок між температурою, ступенем деформації, швидкістю деформації та їх вплив на силові параметри деформування.

Форми і розміри ковальських зливків. Вибір типу зливка для кувань різної конфігурації. Залежність величини укову від виду зливка.

Поняття про коефіцієнт виходу придатного та коефіцієнти, що характеризують економічність технології. Поняття про напуски другого роду на куваннях. Визначення маси зливка.

Основні етапи складання технологічного процесу кування. Складання креслення кування при куванні на молотах та пресах. Принципи призначення напусків та припусків виходячи з мінімальної металоємності кування.

Поняття про основні формозмінюючі операції їх призначення та галузь застосування. Правила осадження та протягання. Різновиди операцій осадження, протягання, прошивання та розкочування. Різновиди операцій осадження, протягання, прошивання та розкочування.

Призначення та види нагріву. Швидкість нагрівання, та фактори від яких вона залежить. Режим нагрівання холодних і гарячих зливків. Режим нагрівання гарячих та холодних зливків. Залежність режиму нагрівання від розміру зливка і розміщення на подині печі. Вплив складу сталі на температурний інтервал нагрівання та швидкість нагрівання.

Призначення первинної термічної обробки. Відпал нормалізація, відпуск та межі застосування кожного виду термообробки. Поширені способи охолодження кувань.

Економічна доцільність різних варіантів технологічних процесів по металоємності, трудомісткості, енергоємності.

Основні матеріали для листового штампування; механічні властивості металів; чорні метали; кольорові метали і їхні сплави; сортамент листових матеріалів.

Способи розкрою; визначення величини перемички і ширини штаби.

Механізм гнуття; нейтральний шар; величина деформації; мінімально припустимі радіуси гнуття; врахування впливу анізотропії матеріалу при гнутті; визначення розмірів плоскої заготовки при гнутті; пружинення при гнутті; визначення зусилля і роботи при гнутті; гнуття з розтяганням; встановлення величини зазору між матрицею і пуансоном при гнутті; встановлення напрямку зазору при гнутті; точність штампування при гнутті; виконавчі робочі розміри пуансона і матриці при гнутті; гнуття труб і стрижнів складної форми.

Витяжка циліндричних деталей без стоншення стінок; напруженодеформований стан при витяжці; коефіцієнт витяжки; визначення розмірів плоскої заготовки при витяжці порожнистих тіл обертання; визначення числа і послідовності операцій при витяжці деталей.

Рельєфне формування; відбортовування; роздача; обтиск.

Технологічні вимоги до конструкції штампованої деталі; розробка технологічних процесів; технологічна документація; вибір пресового устаткування; вибір преса по зусиллю; вибір преса по ходу; вибір преса по жорсткості; вибір преса по закритій висоті; вибір преса по розміру стола і повзуна.

Анізотропія; вакансія; граничні умови; гідростатичний тиск; рух дислокації; рух суцільного середовища; двійникування; деформація абсолютна; деформація головна; деформація гаряча; деформація логарифмічна; деформація локальна; деформація монотонна; деформація неоднорідна; деформація нерівномірною; деформація однорідна; діаграма істинних напружень; діаграма пластичності; діаграма розтягання; закон найменшого опору; закон нерівномірності деформації; закон подоби; закон сталості об'єму; суперпластичність; інтенсивність деформацій; інтенсивність напружень; інтенсивність швидкостей деформацій; критичний ступінь деформації; критичне напруження зрізу; метод верхньої оцінки; метод ліній ковзання; механічна схема деформації; навантаження; наклеп; напруження; напруження істинне; напруження критичне дотичне; напруження середнє; відносне питоме зусилля деформування; пластичність; поверхня пластичності; поверхня розділу плинуща; подоба геометрична; подоба фізична; поле швидкостей; принцип найменшого опору; рекристалізація; сітка ліній ковзання; швидкість деформації; тепловий ефект деформації; тертя; зміцнення; рівняння енергетичного методу; зусилля деформації; умова сталості об'єму.

Класифікація схем холодного об'ємного штампування. Визначення ступеню деформування для простих та комбінованих схем видавлювання.

Визначення технологічних зусиль процесу холодного об'ємного штампування з врахуванням зміцнення матеріалу.

Технологічні схеми процесів отримання мірної заготовки. Силіві та енергетичні показники процесу відрізання.

Розробка креслення поковки. Призначення припусків, напусків та допустимих відхилень на розміри деталі.

Наукові основи розробки технологічних процесів точного об'ємного штампування матеріалів в холодному стані. Калібрування.

Основні формоутворюючі операції. Прогнозування та запобігання дефектоутворенню в процесах холодного об'ємного штампування.

Типові технологічні процеси виготовлення прецизійних деталей способами холодного об'ємного штампування.

Допоміжні операції в процесах ХОШ. Міжопераційна та фінішна термічна обробка про деформованих матеріалів. Відновлення пластичних характеристик матеріалу.

Тертя в умовах процесів холодного об'ємного штампування. Змащення. Нанесення підзмащувального прошарку, фосфатування, пасивування, анодування.

Обробка металів тиском;

Визначення та класифікація процесів прокатки.

Класифікація прокатних станів.

Волочіння.

Пресування .

Обробка тиском неметалевих матеріалів.

Холодна торцева розкочування деталей.

Накатка зубчастих профілів.

Електрогідравлічним штампування (ЕГШ).

Штампування поковок з рідкого металу.

Технологія екструзія.

Гвинтова екструзія - процес накопичення деформації.

3 СТРУКТУРА ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ЗАВДАНЬ

Фахові вступні випробування при прийомі на навчання доктора філософії зі спеціальності «Матеріалознавство» проводяться письмово.

Структура білету передбачає 5 теоретичних запитань, що зкомпоновані окремими блоками: три запитання по загальним поняттям матеріалознавства і два запитання відповідно до траєкторії навчання, що визначається тематикою дисертаційної роботи. Час відведений на виконання тесту - 120 хвилин.

ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

1. Кристалічна будова металів, типи решіток. Типи зв'язків атомів у твердих тілах. Іонний, ковалентний, металевий і Ван-Дер-Ваальсовий зв'язок.
2. Електронна будова і фізичні властивості металів. Загальні подання про теплоємність, теплопровідність, електропровідність.
3. Тверді розчини заміщення і проникнення. Упорядковані тверді розчини, інтерметаліди. Типи карбідів у сталях.
4. Поняття про потрійні діаграми. Рівноважна кристалізація. Гомогенне і гетерогенне зародження кристалів, критичний розмір зародка.
5. Інтерметаліди. Далекий і ближній порядок. Зміна властивостей сплавів при упорядкуванні.
6. Дислокації. їх типи, енергія дислокації. Щільність дислокацій. Механізм ковзання дислокацій. Механізми розмноження дислокацій.
7. Схеми напруженого стану. Коефіцієнти м'якості. Статичні і динамічні випробування (активне розтягання, стиск, крутіння, вигин, утомні випробування, ударна в'язкість і т.д.).
8. Напруження умовні, дійсні. Побудова кривої дійсних напружень.
9. Вплив температури випробувань на властивості.
10. Механізми пластичної деформації. Повзучість. Крихкість, в'язкість руйнування. Концентратори напружень. Вплив надрізів на механічні властивості.
11. Механізми безперервного і переривчастого розпаду твердого розчину. Гартування без поліморфного перетворення. Зміна структури й властивостей при гартуванні без поліморфного перетворення.
12. Старіння. Структурні зміни при старінні. Кластери, проміжні метастабільні фази. Стадійність виділення фаз при старінні.
13. Макро- і мікротвердість. Твердість за Брінеллем, Роквеллом, Віккер-сом і мікротвердість. Методика вимірювань.
14. Деформаційне зміцнення металів і сплавів. Вплив ступеня деформації на розвиток субструктури.
15. Фазові перетворення при нагріванні в сталях. Аустенізація в евтектоїдній і доевтектоїдній сталі. Термодинаміка, кінетика, механізми. Структурна спадковість. Спадково грубозернисті й спадково дрібнозернисті сталі.
16. Фазові перетворення в сталі при охолодженні. Перлітне перетворення. Перліт. Сорбіт. Троостит. Поняття квазіевтектоїда; особливості сорбіту в доевтектоїдних сталях. Повний відпал і нормалізація.
17. Термічна обробка сталей евтектоїдного і ледебуритного класів. Сфероїдизуючий відпал сталей.

18. Відпуск. Зміна мікроструктури й фазового складу при відпуску. Розпад мартенситу. Стадійність виділення карбідів при відпуску. Повернення й рекристалізація у фериті при відпуску. Відпущений мартенсит, троостомартенсит, сорбіт відпуску. Вплив відпуску на властивості.

19. Бейнітне перетворення. Будова бейніту. Верхній і нижній бейніт. Видманштеттів ферит. Ізотермічне гартування. Сталі бейнітного класу.

20. Термомеханічна обробка. Структурні зміни при пластичній деформації. Динамічна полігонізація і динамічна рекристалізація. Повернення і рекристалізація після гарячої деформації. Високотемпературна і низькотемпературна термомеханічна обробка. Вплив структури деформованого аустеніту на мартен-ситне перетворення.

21. Хіміко-термічна обробка. Цементация. Елементарні процеси при цементации. Термічна обробка після цементации. Цементуємі сталі. Принципи легування цементуємих сталей.

22. Хіміко-термічна обробка. Азотування. Сталі для азотування. Принципи легування азотуємих сталей. Термічна обробка азотуємих сталей. Поліпшення.

23. Сучасне устаткування для гартування, відпалу, відпуску, хіміко-термічної й інших видів термічної обробки сталей і сплавів. Агрегати безперервного відпалу і гартування. Газонасичення і його вплив на структуру й властивості сплавів. Автоматизация повного циклу термічної обробки.

24. Способи досягнення високих швидкостей нагрівання і охолодження виробів при термічній обробці. Внутрішні напруження і деформація виробів при термічній обробці. Нагрівання при термічній обробці виробів у захисних середовищах і вакуумі. Дефекти термічної обробки. Методи боротьби з поводкою й жолобленням.

25. Структурне зміцнення. Вплив розміру зерна на механічні властивості. Роль структурного зміцнення в міцності сталей перлітного класу. Вплив вмісту вуглецю на залежність Холла - Петча.

26. Характеристики міцності, пружності, непружності, твердості, пластичності. Види випробувань.

27. Ударна в'язкість. Крихке і в'язке руйнування. Природа холодноламкості. Поріг холодноламкості. Будова зламів. Поняття про фрактографію. Оборотна й необоротна відпускна крихкість. Високоміцні будівельні сталі.

28. Характеристики тріщиностійкості й методи випробувань. Механізми зародження тріщин.

29. Електронна мікроскопія (метод реплік, дифракційна мікроскопія різних видів фольги, скануюча мікроскопія, мікродифракція). Аналітичні методи електронної мікроскопії.

30. Рентгеноструктурний аналіз. Якісний і кількісний фазовий аналіз. Текsturний аналіз. Функція розподілу орієнтувань. Визначення напружень 1-роду. Визначення розмірів блоків когерентного розсіювання й напружень другого роду.

31. Методи термічного аналізу. Диференціальна калориметрія і дилатометрія. Побудова С-діаграм. Сплави з особливими тепловими властивостями.

32. Мідні, титанові та жароміцні сплави на основі нікелю. Класифікація. Термічна обробка. Вплив легування на структуру і властивості мідних сплавів.

33. Алюміній. Сплави алюмінію. Структура. Властивості. Термічна обробка. Деформуємі та ливарні сплави. Вплив легувальних елементів на структуру.

34. Інструментальні сталі. Класифікація інструментальних сталей за теплостійкістю, структурою і областям застосування. Штампові сталі для деформування в гарячому і холодному стані. Сталі форм для лиття під тиском і пресування. Підшипникові сплави і припої.

35. Легувальні елементи та їх класифікація. Які бувають карбідні фази в легованих сталях. Вплив інтерметалідних фаз на зміцнення легованих сталей. Вплив легування на $\alpha \rightarrow \gamma$ перетворення.

36. Класифікація легованих сталей і сплавів за мікроструктурою. Застосування сплавів з особливими властивостями. Формування структур легованих сталей в ізотермічних умовах: перлітне, бейнітне перетворення. Особливості розпаду дегованого аустеніту в умовах безупинного охолодження.

37. Роль легувальних елементів у будівельних і машинобудівних сталях (підвищеної міцності та високоміцних сталей). Класифікація легованих сталей за призначенням. Особливості термічної обробки і фазових перетворень в штампових сталях.

38. Сплави з особливими фізичними властивостями (теповими, пружними, магнітними). Корозійностійкі сталі. Магнітні сталі. Жаростійкі та жароміцні сталі та сплави. їх застосування і роль легувальних елементів.

39. Надпластичність. Феноменологія й механізми. Зернограничне проковзування. Методи одержання ультрадрібнозернистої структури.

40. Бездифузійна кристалізація. Принципи одержання аморфних матеріалів. Металеві стекла. Принципи їх легування. Кристалізація аморфних матеріалів при нагріванні.

41. Сполуки, які можна використати для стабілізації наночастинок. Методи дослідження об'ємних властивостей наночастинок й інформація, одержувана в експерименті. Пріоритетні напрямки розвитку нанотехнологій. Основні типи дефектів у наноматеріалах.

42. Визначення поняття "зварювання". Здатність до зварювання. Методи оцінки здатності до зварювання.

43. Газова фаза, її утворення. Захисні гази.
44. Фізичні процеси в катодній області. Баланс енергії на катоді, вольтамперна характеристика дуги.
45. Основні процеси взаємодії матеріалів при зварюванні. Умови утворення і фізичного контакту і фактори, що контролюють цей процес.
46. Взаємодія металу із газом. Розчинність газів в металі. Закон розподілення.
47. Фізичні та енергетичні характеристики електронного променя, формування променя і керування його переміщенням при електронно-променевому зварюванні.
48. Умови, що визначають утворення активних центрів, очагів взаємодії і процес захоплення матеріалів. Умови отримання якісного з'єднання в твердому стані.
49. Окислення металів і сплавів. Особливості процесу окислення при зваренні. Розкислення металу шва.
50. Фізико-технологічні основи формування лазерного випромінювання. Особливості формування шва та енергетичні параметри джерел енергії при лазерному зварюванні.
51. Диференціальне рівняння теплопровідності та методи його розв'язання.
52. Узагальнена схема балансу енергії при зварюванні, зварювальний інструмент, джерела живлення, зварювальні установки та машини.
53. Особливості температурного та електричного полів при контактному точковому і шовному зварюванні.
54. Схематизація тіл, які нагріваються, і джерел тепла. Розрахункові схеми і основні закономірності розповсюдження тепла при використанні рухомого точкового і лінійного швидкодійного джерел.
55. Взаємодія металу з азотом і воднем. Основні причини пористості зварних швів.
56. Етапи утворення з'єднань при стиковому зварюванні опором та оплавленням. Електричний опір при стиковому зварюванні.
57. Фізичні процеси і баланс енергії на аноді. Коефіцієнт корисної дії дуги.
58. Особливості кристалізації металу шва. Швидкість кристалізації металу шва, Методи керування кристалізацією металу шва.
59. Загальна характеристика спеціалізованих зварювальних автоматів, машин, а також устаткування, що має ручне керування, зварювальних роботів та РТК, інших засобів забезпечення якості зварних з'єднань і техніко-економічних показників зварювального виробництва.
60. Основні процеси обробки металів тиском. Процеси ОМТ.
61. Завдання теорії ОМТ, напрямки розвитку.

62. Методи визначення механічних властивостей матеріалів.
63. Пластична деформація і її характеристики.
64. Будова металів і сплавів.
65. Механізми пластичної деформації монокристала.
66. Ковзання і двійникування. Роль дислокацій в процесі пластичної деформації.
67. Холодна пластична деформація полікристала.
68. Зміцнення металу при холодній деформації. Зміна властивостей металу при холодній деформації.
69. Рекристалізація. Вплив термічної обробки на властивості металу.
70. Гаряча деформація. Особливості механізму пластичної деформації при гарячій обробці.
71. Вплив температури і ступеня деформації на величину зерна і властивості металу.
72. Фактори, що впливають на опір металу деформації і пластичність. Вплив напруженого стану.
73. Основні схеми напруженого стану.
74. Вплив температури деформації.
75. Температурний діапазон гарячої прокатки.
76. Швидкість деформації і її вплив на опір деформації і пластичність.
77. Ступінь деформації і її вплив на опір деформації і пластичність.
78. Напружений стан металу в осередку деформації.
79. Закон парності дотичних напружень.
80. Головні нормальні напруження. Головні осі напружень.
81. Максимальні дотичні напруження. Майданчики дії максимальних дотичних напружень.
82. Октаедричні напруження.
83. Інваріанти напружень. Інтенсивність напружень.
84. Деформований стан в точці тіла. Малі деформації.
85. Закон сталості об'єму.
86. Інтенсивність швидкості деформації.
87. Зв'язок між напруженнями і деформаціями.
88. Умови рівноваги і види деформацій.
89. Плоско-напружений і плоско-деформований стан.
90. Умови пластичності. Умова пластичності Треска, Сен-Венана.
91. Умова пластичності Губера-Мізеса.
92. Рівняння пластичності для випадків ОМТ.

4 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Роботи оцінюються експертним методом. Кожна правильна відповідь оцінюється у 40 балів. Всього за роботу вступник може отримати 200 балів. Вступники, які набрали менше 100 балів, не допускаються до подальшої участі у конкурсі.

Кінцева оцінка буде вважатися позитивною, якщо отримано в цілому на вступному випробуванні від 100 до 200 балів. Форма і зміст екзаменаційного білету наведені у додатку А.

5 ДОДАТКОВА ПРОГРАМА

Додаткова програма складається індивідуально з урахуванням дисертаційної теми майбутнього аспіранта.

6 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гуляев А.П. Металловедение: Учебник для вузов / А.П. Гуляев. – М.: Металлургия, 1986. - 544 с.
2. Новиков И.И. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки: учеб. для вузов / И.И. Новиков, К.М. Розин. - М.: Металлургия, 1990. 336 с.
3. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов: учеб, для вузов / И.И. Новиков. - М. : Металлургия, 1986. - 480 с.
4. Гольдшмидт Х. Дж. Сплавы внедрения. / Х. Дж. Гольдшмидт; пер. с англ. С.Н. Горина, Б.А. Клыпина; под ред. Н.Т. Чеботарева. – М.: Мир, 1971. Вып. I - 424 с. Вып. II - 464 с.
5. Лахтин Ю.М. Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. М.: Машиностроение, 1990. - 528 с.
6. Ван Флек Л. Теоретическое и прикладное материаловедение / Л. Ван Флек; пер с англ. - М.: Атомиздат, 1975. - 472 с.
7. Шаскольская М.П. Кристаллография: учеб, пособие для вузов / М.П. Шаскольская. - М.: Высш. шк. 1984. - 376 с.
8. Уманский Я.С. Физика металлов. Атомное строение металлов: учеб, для вузов / Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков. – М.: Атомиздат, 1978. 352 с.
9. Методы испытания, контроля и исследования машиностроительных материалов: справ, пособие: [в 3 т.] / под общ. ред. А.Т. Туманова. - Т.1: Физические методы исследования металлов / под ред. акад. С.Т. Кишкина]; [авт. Б.С. Бокштейн, С.З. Бокштейн, А.А. Жуховицкий и др. – М. : Машиностроение, 1971. - 552 с. - Т.2: Методы исследования механических свойств металлов / [авт. Ю.С. Данилов, Л.А. Козлов, Т.К. Зилова и др.], 1974. - 320 с. – Т. 3: Методы

- исследования неметаллических материалов / [авт.: Л.С. Калинина, Л.И. Дорошина, Н.А. Словохотова и др.], 1973. - 283 с.
10. Волоконные композиционные материалы / И.Д. Тот [и др.]; ред.: Дж. Уитон, Э. Скал; пер. с англ.: В.И. Шулепова, В.К. Иванова, В.А. Кутьенкова. - М.: Металлургия, 1978. - 239 с.
 11. Металлополимерные материалы и изделия / В.А. Белый, Н.И. Егоренков, Л.С. Корецкая и др.; под ред. В.А. Белого. - М.: Химия, 1979. - 312 с.
 12. Композиционные материалы: В 8-ми т. / Пер. с англ.; под ред. Л. Браутмана, Р. Крока. - М.: Машиностроение, 1978. - Т.1. Поверхности раздела в металлических композитах / Под ред. А. Меткалфа. 1978. - 438 с., – Т. 2. Механика композиционных материалов / Под ред. Дж. Сендечки. 1978. - 565 с. – Т. 3. Применение композиционных материалов в технике / Под ред. Б. Нотона. 1978. - 511 с. – Т. 4. Композиционные материалы с металлической матрицей / Под ред. К. Крейдера. 1978. – 503 с. – Т. 5. Разрушение и усталость / Под ред. Л. Браутмана. 1978. - 488 с. - Т. 6. Поверхности раздела в полимерных композитах / Под ред. Э. Плюдемана. 1978. - 295 с. – Т. 7. Анализ и проектирование конструкций. Часть I / Под ред. К. Чамиса. 1978. - 300 с. – Т. 8. Анализ и проектирование конструкций. Часть 2. / Под ред. К. Чамиса. 1978. - 264 с.
 13. Бернштейн М.Л. Механические свойства металлов: учебник / М.Л. Бернштейн, В.А. Займовский. - М.: Металлургия, 1979. - 496 с.
 14. Материаловедение : учеб, для вузов / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др.; под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 648 с.
 15. Металознавство: підручник / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко та інш. - К. : ІВЦ "Політехніка", 2001. - 375 с.
 16. Блантер М.Е. Теория термической обработки: учеб, для вузов. / М.Е. Блантер. - М.: Металлургия, 1984. - 328 с.
 17. Гольдштейн М.И. Специальные стали: учеб, для вузов / М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Г. Векслер. - М.: МИСИС, 1999. - 408 с.
 18. Бокштейн Б.С. Диффузия в металлах / Б.С. Бокштейн. - М.: Металлургия, 1978. - 248 с.
 19. Новиков И.И. Дефекты кристаллического строения металлов / И.И. Новиков. - М.: Металлургия, 1983. - 232 с.
 20. Інженерія поверхні / К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов, та інш. - К.: Наук, думка, 2007. - 558 с
 21. Говорун, Т. П. Фізичні властивості і методи дослідження матеріалів: навч. посіб. / Т. П. Говорун, А. Ф. Будник, В. Б. Юскаєв. - Суми : СумДУ, 2014. - 255 с.
 22. Юскаєв, В. Б. Композиционные материалы: учеб. пос. / В. Б. Юскаєв. - Сумы : СумГУ, 2006.-199 с.

23. Куцова, В. З. Леговані сталі та сплави з особливими властивостями / В. З. Куцова, М. А. Ковзель, М. А. Носко. - Дніпропетровськ : НМетАУ, 2008. - 348 с.
24. Гапонова, О. П. Сталі та сплави з особливими властивостями : навч. посіб. / О. П. Гапонова, А. Ф. Будник. - Суми : СумДУ, 2014. - 240 с.
25. Грешта, В. Л. Кольорові метали і сплави: навч. посіб. / В. Л. Грешта, О. В. Климів, О. В. Лисиця, Л. П. Степанова. - Запоріжжя : ЗНТУ, 2015. - 336 с.
26. Кольорові метали та сплави : навч. посіб. / за заг. ред. З. Дурягіної; Нац. ун-т «Львівська політехніка». Львів : Вид-во Львів. Політехніка, 2017. - 4.1: Мідь та мідні сплави / А. Богун та ін. - 2017. - 122 с.
27. Горбатенко, В. П. Кольорові метали та сплави : підручник для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напрямом підготовки «Інженерне матеріалознавство» / В. П. Горбатенко, ДонНТУ, Донецьк : ДВНЗ «ДонНТУ», 2012. - 300 с.
28. Мохорт, А. В. Термічна обробка металів: навч. посіб. / А. В. Мохорт, М. Г. Чумак. - К. : Либідь, 2002. - 512 с.
29. Металознавство і термічна обробка металів і сплавів із застосуванням комп'ютерних технологій навчання: підручник / Ю. М. Таран, Є. П. Калінушкін, В. З. Куцова [та ін.]; під ред. Ю. М. Тарана. - Дніпропетровськ : Дніпрокнига, 2002. - 360 с.
30. Черниш, І. Г. Неметалеві матеріали; навч. посіб. / І. Г. Черниш, П. І. Лобода, І. Черниш. - К. : Кондор, 2008 - 406 с.
31. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов. / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. 784 с.
32. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 7 т. / Под общей ред. Б. А. Калина, - Том 2. Основы материаловедения / Г. Н. Елманов, Б. А. Калин, С. А. Кохтев и др. - М. : МИФИ, 2012. - 604 с.
33. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 7 т. / Под общей ред. Б. А. Калина. - Том 3. Методы исследования структурно-фазового состояния материалов / Н. В. Волков, В. И. Скрытый, В. П. Филиппов и др. - М. : МИФИ, 2012. - 800 с.
34. Багрянский К.В. Теория сварочных процессов. – К.: Вища шк., 1076. – 423 с.
35. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. – М.: Машиностроение, 1980. – 319 с.
36. Севбо П.И. Конструирование и расчет механического оборудования. – К.: Наук.думка, 1978. – 398 с.
37. Технология и оборудование контактной сварки / Под ред. Б.Д.Орлова. М.: Машиностроение, 1975. – 536 с.
38. Теория и технологияковки / Л.Н.Соколов, Н.К.Голубятников, В.Н.Ефимов, И.П.Шелаев; Под. ред. Л.Н.Соколова. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1989. – 317 с.

39. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства. М.: Машиностроение. 1972 560 с.
40. Ковка слитков на прессах / Под ред. Л.Н. Соколова. Киев: Техніка, 1984. 126 с.
41. Ковка и штамповка: Справочник Т.1./ Под ред. Е.И. Семенова. М.: Машиностроение, 1985. 567 с.
42. ГОСТ 706290. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые на прессах. Припуски и допуски. Введ. с 24.12.90. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 46 с.
43. Марков О.Е., Соколов Л.Н. Автоматизированное проектирование технологических процессовковки крупных поковок: Учеб. пособие для студентов специальности «Обработка металлов давлением» по дисциплине «Технологияковки». – Краматорск: ДГМА, 2007.236с.
44. Зубцов М. Е. Листовая штамповка: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением». – 3-е изд., перераб. и доп. – Машиностроение. Ленинград, 1980. – 432 с.
45. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр., 1979. – 520 с.
46. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. М.: Машиностроение, 1977.-423 с.
47. Евстратов В.А. Теория обработки металлов давлением. Харьков: Вища школа, 1981.-248 с.
48. Холодная объемная штамповка: Справочник / Под ред. Г.А. Навроцкого. - М.: Машиностроение, 1973. - 496 с.
49. Евстратов В.А. Основы технологии выдавливания и конструирования штампов. Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те. 1987, - 144 с.
50. Кузнецу – штамповщику: Справочное пособие / Л.Н. Соколов, В.Н. Ефимов, Ю.А. Кашенко, И.С. Алиев и др. – Донецк: Донбасс, 1986. – 144с.
51. Головин В.А., Митькин А.И., Резников А.Г. Технология холодной штамповки выдавливанием М.: Машиностроение, 1970. - 152 с.
52. Ковка й штамповка: Справочник /Под ред.Е.И. Семенова. - М.: Машиностроение, 1985. - Т.1-4. Т.№1
53. овка й штамповка: Справочник /Под ред.Е.И. Семенова. - М.: Машиностроение, 1985. - Т.1-4. Т.№3
54. Ковка й штамповка: Справочник /Под ред.Е.И. Семенова. - М.: Машиностроение, 1985. - Т.1-4. Т.№4
55. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных цехов. – М.: Металлургия, 1982.

56. Перлин Й.А., Райтбарг Л.Х. Теория прессования металлов. М.: Металлургия, 1975. 448 с.
57. Корнеев Н.И., Певзнер С.Б. и др. Обработка давлением тугоплавких металлов и сплавов, Машиностроение, 1975, 311 с.
58. Дзугутов М.Я. Пластическая деформация высоколегированных сталей и сплавов, М, Металлургия, 1977
59. Раковский В.С., Саклинский В.В. Порошковая металлургия в машиностроении. Машиностроение; М. 1973
60. Деформация металлов жидкостью высокого давления/ В.И. Уральский, В.С. Плахотин, Н.И. Шефтель и др. М.: Металлургия, 1976
61. Я.Е. Бейгельзимер, В.Н. Варюхин, Д.В. Орлов, С.Г. Сынков Б14 Винтовая экструзия – процесс накопления деформации– Донецк: Фирма ТЕАН, 2003.

Додаток А Зразок екзаменаційного білета

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор ДДМА

_____ **Віктор КОВАЛЬОВ**

«_____» _____ 2025 р.

Ступінь **Доктор філософії**

Спеціальність **G8 Матеріалознавство**

Освітньо-наукова програма **Матеріалознавство**

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Кристалічна будова металів, типи решіток. Типи зв'язків атомів у твердих тілах. Іонний, ковалентний, металевий і Ван-Дер-Ваальсовий зв'язок.
2. Деформаційне зміцнення металів і сплавів. Вплив ступеня деформації на розвиток субструктури.
3. Класифікація легованих сталей і сплавів за мікроструктурою.
Застосування сплавів з особливими властивостями. Формування структур легованих сталей в ізотермічних умовах: перлітне, бейнітне перетворення. Особливості розпаду легованого аустеніту в умовах безупинного охолодження.
4. Визначення поняття "зварювання". Здатність до зварювання. Методи оцінки здатності до зварювання.

Голова предметної комісії

(підпис)

Іграмотдін АЛІСВ
(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)