

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова приймальної комісії



04 2023 р.

ПРОГРАМА

**вступного іспиту при прийомі на навчання
для здобуття ступеня «доктор філософії» зі спеціальності
132 «Матеріалознавство»**

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Спеціальність «Матеріалознавство» готує докторів філософії відповідно до освітньо-наукової програми, які є фахівцями у сфері матеріалознавства, процесів механічного оброблення, верстатів та інструментів, динаміки та міцності машин, 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 у вказаній області, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та/або практичне значення.

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

Фахові вступні випробування при прийомі на навчання доктора філософії зі спеціальності «Матеріалознавство» проводяться письмово у вигляді комплексного тестового завдання. Структура білету передбачає 50 тестових запитань за різними темами. Час відведений на виконання тестового завдання – 80 хвилин.

Вступні випробування базуються на виявленні знань з таких дисциплін:

1. Теоретичні основи матеріалознавства.
2. Механічні властивості матеріалів.
3. Конструкційні матеріали в машинобудуванні.
4. Сучасні методи дослідження матеріалів.
5. Тертя і зносостійкість матеріалів.
6. Теорія пружності.
7. Технологічні методи оброблення матеріалів різанням.
8. Інструментальні матеріали.

2 АНОТАЦІЇ ТА КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІН, ЩО ВИНОСЯТЬСЯ 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. Елементи симетрії кристалів і кристалічної структури. 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 теплоємкість металів.

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

Магнітні властивості матеріалів. Діамагнетизм, парамагнетизм, феромагнетизм. Магнітострикція. Металічні і керамічні магніти.

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.

Основи теорії сплавів.

Основи термодинаміки сплавів. Умови термодинамічної рівноваги. Визначення системи, фази, структури. Тверді розчини. Діаграми стану подвійних сплавів і методи їх побудови. Діаграми стану сплавів, що створюють тверді розчини з необмеженою розчинністю. Застосування правила фаз і правила відрізків. Діаграми евтектичного типу, діаграми стану сплавів з обмеженою розчинністю компонентів у твердому стані. Внутрішньокристалічна ліквация, ліквация по густині. Діаграми стану з проміжними станами. Фазові та структурні перетворення в твердому стані. Діаграми стану сплавів з поліморфним і евтектоїдним перетворенням. Зв'язок між діаграмою стану і властивостями сплавів.

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.

Кооперативні процеси переміщення атомів. Процеси ковзання та двійникування. Дислокациї. Крайові, гвинтові і змішані дислокациї. Вектор Бюргерса. Ковзання і переповзання дислокаций. Утворення дислокаций. 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. Рівняння Холла-Петча. Дисперсійне твердіння. Тріциностійкість.

Руйнування матеріалів.

Види і механізми руйнування. В'язкість руйнування. Підходи лінійної механіки руйнування до вибору конструкційних матеріалів і розрахунку розміру допустимого дефекту. Методи визначення тріциностійкості. 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 і 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.

Механічні властивості при циклічному навантаженні. Природа явищ в томи.

Механізм втомленого руйнування. Крива втоми. Кінетичні діаграми втомного руйнування.

Застосування підходів лінійної механіки руйнування для прогнозування довговічності при циклічному навантаженні. Порогові значення коефіцієнті інтенсивності напруження. Вплив структури і умови навантаження на характеристики тріщиностійкості сталі при циклічному навантаженні в умовах багатоциклічної і малоциклічної втоми та в умовах корозійного середовища. Циклічно стабільні матеріали і матеріали, що циклічно змінюються і знемінюються. Термічна втомленість, термічний удар, термостійкість. Вибір матеріалів для роботи в умовах корозії, багатоциклічних і малоциклічних термічних навантаженнях.

Вплив зовнішнього середовища.

Адсорбційні процеси при деформації і руйнуванні металів. Ефект Ребіндра. 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 прогартовуваність 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.

Прогартовуваність, фактори, що діють на неї. Загартовуваність. Дефекти, пов'язані з термічною обробкою. Окислення і зневуглецевання 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.

Термомеханічна обробка. Види термомеханічної обробки.

Поверхнева обробка сталі.

Лазерна обробка.

Поверхневе змінення деталей машин шляхом пластичної деформації. Суть процесу. Роль залишкових напружень. Вплив на втомну міцність при крихкому руйнуванні. Методи змінення: віброгалтування, обробка роликами, дробоструминна обробка. Види імпульсної поверхневої обробки. Поверхнева термомеханічна обробка. Хіміко-термічна обробка сталі. Види та призначення. Цементація у твердому карбюризаторі, рідкому і газовому середовищах. Особливості термічної обробки після цементації. Азотування. Вплив легуючих елементів на глибину і твердість азотованого шару. Структура і властивості азотованої сталі. Ціанування, нітроцементація сталі. Дифузійна металізація. Алітування Хромування. Силіціювання. Багатокомпонентні покриття. Дифузійне насичення в іонізованих газових середовищах. Іонне азотування і цементація. Термічне парооксидування.

Поверхневе гартування. Поверхневе гартування при індукційному чи газополумяному нагрівах. Нанесення вакуумплазмових покріттів.

Конструкційні вуглецеві і леговані сталі.

Вимоги до сталей і державні стандарти. Вуглецеві сталі звичайної якості і якісні. Леговані сталі. Поліпшуванні сталі різної прогартованості. Сталі, що цементуються і азотуються. Пружинні сталі. Сталі для підшипників кочення. Аустенітна високомарганцевиста сталь. Сталь графітована: структура властивості, спосіб виготовлення. Сталі з високою оброблюваністю (автоматні). Будівельні сталі.

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. ПНП-сталі (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. Швидкорізальна сталь Особливості термічної обробки. Сталі для штампового інструменту Сталі для штампів холодного і гарячого штампування. Сталі для форм ліття 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. Способ 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, галузі їх застосування. Маркування. Термічна обробка зносостійких чавунів.

Антикорозійні чавуни. Малолеговані і високолеговані антикорозійні 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 окалиностостійкі чавуни. Методи підвищення окалиностійкості чавунів.

Алюмінієві сплави

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

Магнієві сплави.

Класифікація. Властивості магнієвих сплавів. Сплави, що деформуються, ливарні магнієві сплави. Термічна обробка, захист від корозії. Галузі застосування.

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.

Магнітні матеріали.

Класифікація за магнітними властивостями. Низькочастотні і високочастотні магнітом'які матеріали. Літі, що деформуються, і спечені магнітотверді сплави. Матеріали з особливими тепловими і пружними властивостями. Сплави з заданими пружними властивостями. Сплави з малим і аномальним тепловим розширенням. Радіаційностійкі матеріали.

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. Отвірджувачі, наповнювачі, пластифікатори, каталізатори, прискорювачі, термо- і світлостабілізатори, пігменти, інгібітори.

Матеріали, технологія і обладнання для вибору полімерних покріттів.

Аморфні сплави, ситали, керамічні та інші неорганічні матеріали.

Будова, властивості і види технічного скла і ситалів. Галузь їх застосування. Тугоплавкі сполуки: основні типи, склад, структура, властивості. Скляні мастила і захисні покриття. Емалі для захисту металів. Аморфні сплави. Технічна кераміка. Вогнетривкі і конструкційні керамічні матеріали. Застосування керамічних матеріалів. Графіт і його модифікація як технологічний і конструкційний матеріал.

Композиційні матеріали.

Композити на металічній і полімерній матриці. Склопластики, дерево-, склопластики, боропластики, вуглепластики, їх властивості, методи виготовлення і галузі застосування. Армовані і наповнені металополімерні матеріали та вироби з них. Високоміцні і високомолекулярні волокна (органічні, силікатні, металічні). Технологічні особливості виготовлення композиційних матеріалів з металічною і полімерною матрицею. Природні композиційні сплави. Евтектичні властивості композиційних матеріалів. Механізм руйнування. Основи розрахунку на міцність виробів із композиційних матеріалів. Галузі і перспективи застосування композиційних матеріалів. Шаруваті матеріали. Принципи конструювання шаруватих і волокнистих матеріалів. Способи з'єднання композиційних матеріалів.

Напівпровідникові матеріали.

Класифікація. Методи виготовлення. Властивості і застосування напівпровідниківих матеріалів.

Лакофарбові та зклеювальні матеріали.

Класифікація лакофарбових матеріалів, їх склад, технологія нанесення покриттів.

Зклеювальні матеріали. Фізико-хімічна природа. Склад і класифікація клейів. Властивості клеєвих з'єднань і методи їх випробування. Застосування клеєвих з'єднань в машинобудуванні.

Гумові матеріали

Загальні відомості, склад і класифікація гумових матеріалів. Галузь застосування в машинобудуванні.

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 міченіх 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. Термомеханічний метод. Оцінка корозійної активності неметалічних матеріалів.

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 рівновісного тертя і зносу. Твердість і в'язкість матеріалів та їх зносостійкість, гетерогенна структура і зносостійкість. Вибір матеріалів пар тертя і зносостійкості.

2.6. Теорія пружності.

Теорія напружень і деформацій. Зв'язок між напруженнями і деформаціями.

Рівняння рівноваги, граничні умови. Тензор напружень, його інваріанти. Поверхні напружень. Компоненти переміщення і деформації, зв'язок між ними. Умови сумісності деформацій. Узагальнений закон Гука. Розв'язок в напруженнях, розв'язок в переміщеннях. Однозначність розв'язання основної задачі теорії пружності.

Кручення і вигин.

Кручення призматичних стрижнів. Стрижень прямокутного перетину. Наближений розв'язок задач на крученні. Мембранина аналогія. Вигин призматичних стрижнів. Метод функцій напружень при вигині. Вигин стрижнів еліптичного і прямокутного перетину.

Плоска задача теорії пружності.

Плоска деформація, плоский напруженій стан. Розв'язання за допомогою рядів Фур'є. Плоска задача в полярних координатах. Осесиметричні задачі. Контактна задача. Застосування функцій комплексної змінної.

Варіаційні методи розв'язання задач теорії пружності.

Вираз для роботи зовнішніх сил. Теорема Клапейрона. Початок можливих переміщень. Теорема Кастільяно. Початок найменшої роботи. Метод Рітца.

Пластинки і оболонки.

Чистий вигин пластинки. Енергія деформації. Температурні напруження. Вигин поперечно навантажених пластин. Енергетичний метод розрахунку прогину. Метод скінчених різниць. Круглі пластинки. Вигин пластин під спільною дією поперечних навантажень і сил, що діють в серединній площині. Метод Гальоркіна. Великі прогини пластин. Рівняння Кармана. Пластини змінної товщини. Пружні тонкі оболонки. Безмоментна теорія. Осесимметричні циліндричні оболонки. Моментна теорія оболонок. Основні рівняння.

2.7 Технологічні методи оброблення матеріалів різанням

Технологічні методи оброблення поверхонь обертання. Технологічні методи оброблення плоских поверхонь. Фінішні (оздоблювальні) технологічні методи оброблення матеріалів. Ефективність технологічних методів оброблення матеріалів.

2.8 Інструментальні матеріали

Класифікація інструментальних матеріалів. Хімічний склад інструментальних матеріалів. Вибір інструментального матеріалу залежно від технологічного методу та етапу оброблення поверхні, оброблюваного матеріалу. Фізико-механічні та експлуатаційні властивості інструментальних матеріалів.

3 СТРУКТУРА ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ЗАВДАНЬ

Екзаменаційне завдання містить 50 тестових запитань, що скомпоновані окремими блоками по 5 запитань з дисциплін 1–8 та по 10 питань з дисциплін 9–10. Кожне із тестових запитань супроводжується чотирма варіантами відповідей, серед яких лише один правильний. Зразок екзаменаційного завдання наведено у додатку А.

4 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Загальні вимоги.

Комісія оцінює письмові відповіді вступника на тестові завдання за 100–200 бальною шкалою. Вступники, які набрали менше 100 балів, отримують оцінку «незадовільно» і до подальшої участі у конкурсному відборі не допускаються. Вступники, які набрали 100 і більше балів, допускаються до участі у конкурсному відборі.

Для отримання позитивної оцінки із вступного випробування вступнику потрібно пройти мінімально-допустимий тестовий поріг на рівні 30 % від загальної кількості тестових балів.

За кожну правильну відповідь на завдання нараховуються тестові бали, за невірну відповідь нараховується 0 балів. Одержані тестові бали за вступне випробування переводяться в 100–200 бальноу шкалу (з округленням до цілого, за правилами математичного округлення) за наступним алгоритмом:

$$O = O_{\min} + k \cdot (N - r \cdot T),$$

де

- O — оцінка із вступного випробування за шкалою 100–200 балів;
- O_{\min} — мінімальна оцінка із вступного випробування за шкалою 100–200 балів, при якій вступник допускається до участі у конкурсному відборі;
- k — коефіцієнт переведення тестових балів в шкалу 100–200 балів, при цьому:

$$k = 100 / (T \cdot (1 - r)),$$

- r — мінімально-допустимий тестовий поріг з точністю до 0,01, який встановлюється в межах від 0 до 1, але не менше 0,10;

- T – загальна кількість тестових балів, яку вступник може отримати під час вступного випробування;
- N – кількість тестових балів, яку вступник отримав під час вступного випробування.

За умови якщо кількість тестових балів, яку вступник отримав під час вступного випробування (N) становить «0», то вступник отримує оцінку «незадовільно» і до подальшої участі у конкурсному відборі не допускається.

Нарахування тестових балів.

За кожну правильну відповідь на тестове запитання нараховується 2 тестових бали. Невірна відповідь – 0 балів.

Загальна кількість тестових балів (T), яку вступник може отримати під час вступного випробування – 100 тестових бали.

Кількість тестових балів за вступне випробування (N) розраховується як сума тестових балів за виключенням тестових балів знятих за виправлення в аркуші відповідей (якщо передбачено програмою).

Політика щодо виправлень.

За кожне виправлення в аркуші відповідей на тестові завдання знімається 1 тестовий бал від загальної кількості тестових балів (T), яку вступник може отримати на вступному випробуванні.

5 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

За дисциплінами «Теоретичні основи матеріалознавства», «Механічні властивості матеріалів», «Конструкційні матеріали в машинобудуванні», «Сучасні методи дослідження матеріалів»

1. Бялік, О. М. Металознавство: підручник / О. М. Бялік, В. С. Черненко, В. М. Писаренко, Ю. Н. Москаленко. – 2-ге видання, перероб. і доп. – К.: Політехніка, 2002. – 384 с.
2. Говорун, Т. П. Матеріалознавство та технологія матеріалів (у схемах і завданнях): навч. посіб. / Т. П. Говорун, О. П. Гапонова, С. В. Марченко. – Суми : СумДУ, 2020. – 163 с.
3. Руденко, Л. Ф. Леговані сталі та сплави : навч. посіб. / Л. Ф. Руденко, Т. П. Говорун. – Суми : СумДУ, 2012. – 171 с.
4. 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.
5. Пчелінцев, В. О. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія : навч. посіб. / В. О. Пчелінцев. – Суми : СумДУ, 2008. – 226 с.
6. Пчелінцев, В. О. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : навч. посіб. / В. О. Пчелінцев, А. І. Дегула. – Суми : СумДУ, 2012. – 247 с.
7. Будник, А. Ф. Неметалеві матеріали в сучасному суспільстві : навч. посіб. / А. Ф. Будник, В. Б. Юскаєв, О. А. Будник. – Суми : СумДУ, 2008. – 222 с.
8. 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.
9. Композитні та порошкові матеріали: навчальний посібник / П. П. Савчук, В. П. Кашицький, М. Д. Мельничук, О. Л. Садова; за заг. ред. П. П. Савчука. – Луцьк: Видавець: ФОП Теліцин О.В., 2017. – 368 с.
10. Куцова, В. З. Леговані сталі та сплави з особливими властивостями / В. З. Куцова, М. А. Ковзель, М. А. Носко. – Дніпропетровськ : НМетАУ, 2008. – 348 с.
11. Гапонова, О. П. Сталі та сплави з особливими властивостями : навч. посіб. / О. П. Гапонова, А. Ф. Будник. – Суми : СумДУ, 2014. – 240 с.
12. Грещта, В. Л. Кольорові метали і сплави: навч. посіб. / В. Л. Грещта, О. В. Климов, О. В. Лисиця, Л. П. Степанова. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2015. – 336 с.

13. Кольорові метали та сплави : навч. посіб. / за заг. ред. З. Дурягіної; Нац. ун-т «Львівська політехніка». Львів : Вид-во Львів. Політехніка, 2017. – Ч.1: Мідь та мідні сплави / А. Богун та ін. – 2017. – 122 с.
14. 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.
15. Мохорт, А. В. Термічна обробка металів: навч. посіб. / А. В. Мохорт, М. Г. Чумак. – К. : Либідь, 2002. – 512 с.
16. Металознавство і термічна обробка металів і сплавів із застосуванням комп'ютерних технологій навчання: підручник / Ю. М. Таран, Є. П. Калінушкін, В. З. Кудова [та ін.]; під ред. Ю. М. Тарана. – Дніпропетровськ : Дніпро книга, 2002. – 360 с.
17. Черниш, І. Г. Неметалеві матеріали: навч. посіб. / І. Г. Черниш, П. І. Лобода, С. І. Черниш. – К. : Кондор, 2008 – 406 с.
18. Афтанділянц, Є. Г. Матеріалознавство [Текст] : підручник / Є. Г. Афтанділянц, О. В. Зазимко, К. Г. Лопатько. – Херсон : Олді-плюс, 2013. – 612 с.
19. Поплавко, Ю. М. Фізичне матеріалознавство [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Ю. М. Поплавко, С. О. Воронов ; НТУУ «КПІ». – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 838 с.
20. Мудрий, С. І. Фізичне матеріалознавство [Текст] : навч. посіб. / С. І. Мудрий, І. І. Штаблавий. – Львів : Львівський нац. ун-т ім. І. Франка, 2012. – 418 с.
21. Glassy, Amorphous and Nano-Crystalline Materials. Thermal Physics, Analysis, Structure and Properties / Jaroslav Šesták, Jiří J. Mareš, Pavel Hubík. – Springer Dordrecht London Heidelberg New York, 2011. – 399 p.

За дисципліною «Тертя і зносостійкість матеріалів»

1. Будник, А. Ф. Фізика та механіка трибодизайну матеріалів: навч. посіб. / А. Ф. Будник, В. Б. Юскаєв. – Суми : СумДУ, 2008. – 203 с.
2. Дмитриченко, М. Ф. Триботехніка та основи надійності машин [Текст] : навч. посіб. / М. Ф. Дмитриченко, Р. Г. Мнацаканов, О. О. Мікосянчик. – К. : Інформавтодор, 2006. – 216 с.

За дисциплінами «Теорія пружності», «Теорія коливань»

1. Шваб'юк, В. І. Опір матеріалів [Текст] : підручник / В. І. Шваб'юк. – К. : Знання, 2016. – 407 с.
2. Трач, В. М. Опір матеріалів (спеціальний курс), теорія пружності та пластичності : підручник / В. М. Трач, А. В. Подворний. – Київ : Каравела, 2016. – 434 с.
3. Теорія пружності. Частина 1 [Електронний ресурс] : підручник / А. Є. Бабенко, М. І. Бобир, С. Л. Бойко [та ін.]. – Київ : Основа, 2009. – 244 с.
4. Симоновський, В. І. Теорія лінійних коливань [Текст] : навч. посіб. / В. І. Симоновський. – Суми : СумДУ, 2012. – 71 с.
5. Lurie, A. I. Theory of Elasticity / A. I. Lurie. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2005. – 1036 p.
6. Ugural, A. C. Advanced Mechanics of Materials and Applied Elasticity / A. C. Ugural, S. K. Fenster. – 6th Edition. – Pearson, Prentice Hall, 2019. – 768 p.

**За дисциплінами «Технологічні методи оброблення матеріалів різанням»,
«Інструментальні матеріали».**

1. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 386 с.
2. Добрянський, С. С. Технологічні основи машинобудування [Електронний ресурс] : підручник / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафеєв. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
3. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 1 [Електронний ресурс]: навч. посіб. / Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с.
4. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 2 [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 102 с.
5. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю. Є., Дячун А. Є., Лещук Р. Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пуллюя, 2019. – 240 с.
6. Жолобов, О. О. Технологія автоматизованого виробництва: підручник / О. О. Жолобов, В. А. Кирилович та ін. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – 1014 с.
7. Муляр Ю. І., Репінський С. В. Автоматизація виробництва в машинобудуванні. Частина I : навч. посіб. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 99 с.
8. Муляр Ю. І., Репінський С. В. Автоматизація виробництва в машинобудуванні. Частина II : навч. посіб. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 123 с.
9. Верба І. І., Даниленко О. В., Самойленко О. В. Обладнання автоматизованого виробництва. Сучасні тенденції розвитку систем автоматизації : навч. посіб. – Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2020. – 260 с.
10. Основи теорії різання матеріалів : підручник / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, В. Л. Добросок, В. О. Залога та ін.; під заг. ред. М. П. Мазура. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Львів : Новий Світ-2000, 2011. – 422 с.
11. Равська, Н. С. Металорізальні інструменти : підручник / Н. С. Равська, П. П. Мельничук, Р. П. Родін. – Житомир : ЖДТУ, 2016. – 612 с.
12. Швець, С. В. Металорізальні інструменти [Текст] : навч.посіб. / С. В. Швець. – Суми : СумДУ, 2019. – 272 с.

Схвалено на засіданні приймальної комісії.
Протокол № 14 від 04.04.2023 р.

Відповідальний секретар
приймальної комісії

Голова предметної комісії



Ігор РОЙ



Олександр ГУСАК

ДОДАТОК А

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова приймальної комісії

202 р.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ

**вступного іспиту при прийомі на навчання
для здобуття ступеня «доктор філософії» зі спеціальності
132 «Матеріалознавство»**

Варіант №

1 Теоретичні основи матеріалознавства

1.1 Здатність металів збільшувати свої розміри при нагріванні, називається:

- A) Теплоємкість.*
- B) Плавлення.*
- C) Термічне розширення.*
- D) Пластичність.*

...

7 Технологічні методи оброблення матеріалів різанням

7.1 Виберіть технологічний метод, застосовуваний для фінішного оброблення матеріалів:

- A) Суперфінішування.*
- B) Полірування.*
- C) Хонінгування.*
- D) Усі наведені відповіді є правильними.*

...

Голова предметної комісії

Олександр ГУСАК

ДОДАТОК Б

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Шифр _____

АРКУШ ВІДПОВІДІ

**вступного іспиту при прийомі на навчання
для здобуття ступеня «доктор філософії» зі спеціальності
132 «Матеріалознавство»**

Варіант №

Кількість правильних відповідей — _____;
 Кількість балів за них — _____;
 Кількість виправлень — _____;
 Знято балів за виправлення — _____;

Всього балів
з врахуванням знятих — _____.
 (числом та прописом)

Голова комісії	_____	(підпис)	_____	(прізвище, ініціали)
Члени комісії	_____	(підпис)	_____	(прізвище, ініціали)
	_____	(підпис)	_____	(прізвище, ініціали)