

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ



Затверджено

Голова приймальної комісії УДУНТ

Костянтин СУХИЙ

28 березня 2025 р.

ПРОГРАМА
фахового вступного іспиту
для здобуття ступеня магістра
на основі ступеня бакалавра
(освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста, магістра)
на освітньо-професійній програмі «Матеріалознавство»
за спеціальністю G8 – Матеріалознавство

Дніпро 2025

Згідно з Правилами прийому Українського державного університету науки і технологій у 2025 році для конкурсного відбору осіб при прийомі на навчання для здобуття ступеня магістра у галузі знань G – «Інженерія, виробництво та будівництво» за спеціальністю G8 «Матеріалознавство» проводиться фаховий вступний іспит, на який виносяться питання, сформовані на основі обов'язкових для вивчення навчальних дисциплін освітньої програми підготовки бакалаврів зі спеціальності G8 «Матеріалознавство».

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ

I. Дисципліна «Матеріалознавство»

Матеріалознавство як наука. Metали і неметали в системі елементів Д.І. Менделєєва. Природа міжатомних зав'язків. Атомна, тонка структура, мікро- та макроструктура металів. Будова металів у газоподібному, рідкому та твердому стані. Анізотропія кристалів. Природа поліморфізму. Діаграми стану мономорфних та поліморфних металів. Дефекти кристалічної будови. Класифікація дефектів. Точкові дефекти. Лінійні дефекти. Поверхневі дефекти. Об'ємні дефекти (типи, механізми утворення, поведінка). Основні механізми утворення та росту зародків. Термодинаміка кристалізації. Форми росту кристалів. Структура виливків. Основні види сплавів. Фази, що можливі у сплавах. Методи побудови діаграм фазових рівноваг. Основні типи рівноваг. Основні види діаграм стану. Діаграми стану систем із обмеженою та необмеженою розчинністю компонентів. Діаграми стану систем із компонентами, що зазнають поліморфних перетворень. Зв'язок між діаграмами стану та фізичними, хімічними, механічними, технологічними та експлуатаційними властивостями сплавів. Переохолодження рідини. Співвідношення кількості фазових складових системи у рівновазі. Дендритна ліквідація. Механізми та закономірності евтектичної кристалізації. Утворення структур в сплавах евтектичного типу. Механізми, рушійні сили перитектичної кристалізації. Створення структури при перитектичній кристалізації. Фазовий склад залізобуглецевих сплавів. Класифікація, маркування та використання вуглецевих, легованих конструкційних та інструментальних сталей. Класифікація, маркування та використання чавунів. Класифікація, маркування та використання сплавів на основі міді, алюмінію, титану. Фрактографія. Неметалеві матеріали. Залежність між будовою і властивостями полімерів. Закономірності зміни будови та властивостей полімерів при експлуатації. Склад, класифікація та властивості пластмас, гумових матеріалів, клеїв, герметиків та їх застосування. Вуглеграфітові матеріали, керамічні матеріали, неорганічне скло, склокристалічні матеріали та їх застосування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бялік О. М., Черненко В. С., Писаренко В. М., Москаленко Ю. Н. Металознавство: підручник. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ : ІВЦ «Політехніка», 2018. 384 с. 2. Гарнець В. М. Матеріалознавство: підручник. Київ : Кондор, 2009. 386 с. 3. Спеціальне матеріалознавство: підручник. Т. А. Манко та ін. Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2004. 216 с. 4. Афтандіянц Є. Г., Зазимко О. В., Лопатько К. Г. Матеріалознавство: підручник. Херсон : Олді-плюс, 2012. 612 с. 5.

Большаков В. И., Сухомлин Г. Д., Лаухин Д. В. Атлас структур металлов и сплавов. Днепропетровск: ГВУЗ «ПГАСиА», 2010. 174 с. 6. Матеріалознавство [Текст]: підручник / [Дяченко С. С., Дощечкіна І. В., Мовлян А. О., Плешаков Е. І.]; ред. С.С. Дяченко Харківський нац. автомобільно-дорожній ун-т. - Х. : ХНАДУ, 2007. — 440 с. - ISBN 978-966-303-133-0. 7. Матеріалознавство: навч. посіб. / В.І. Бузило, В.П. Сердюк, А.В. Яворський, О.А. Гайдай / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» - Дніпро : НТУ «ДП», 2021. — 243 с. 8. Зиман З.З., Сіренко А.Ф. Основи фізичного матеріалознавства. Харківський національний університет, 2005. — 287 с. 9. Основи фізичного матеріалознавства: навчальний посібник В.С. Кшнякин, А.С. Опанасюк, К.О. Дядюра - Суми: Сумський державний університет, 2015. - с. 10. Фізичне матеріалознавство: навч. посібн. / С. І. Мудрий, І. Т. Штаблавий. - Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2012. - 418 с. 11. Від традиційних до нових матеріалів. Новітні матеріали і речовини ХХІ століття: навч. посіб. Ч. 5 / О. Т. Богорош, С. О. Воронов, В. М. Крамар, О. Г. Шайко-Шайковський. - Чернівці: ЧНУ, 2018. — 216 с. 12. Холявко В. В. Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів [текст]: навчальний посібник для студентів галузі знань 13 Механічна інженерія спеціальності 132 - Матеріалознавство денної та заочної форм навчання / В. В. Холявко, І. А. Владимирський, О. О. Жабинська. - Київ: Центр учбової літератури, 2016. — 156 с. 13. Металознавство та термічна обробка металів. Підручник / О.А., Кузін, Р.А. Яцюк - Львів: Афіша, 2002. - 304 с. 14. Черненко В.С. Металознавство / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.М. Москаленко - Львів. : Політехніка, 2018 - 384 с. 15. Галико А.В. Матеріалознавство. Навчальний посібник: навчально-методичний комплекс для студентів денної і заочної форм навчання / А.В. Галико, О.В. Кузик, В.М. Кропівний, А.В. Кропівна, Л.А. Молокост - Кіровоград: КОД, 2015. — 168 с. 16. Сухова О.В. Фазові перетворення у сплавах: навч. посібник для студентів фізичних та інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / О.В. Сухова. - Д.: РВВ ДНУ, 2009. — 100 с.

II. Дисципліна «Композиційні та порошкові матеріали»

Технологічні, фізичні і хімічні властивості порошків. Методи їх діагностики. Класифікація методів одержання порошків. Технологічні особливості одержання порошків фізико-механічними методами: розпилом, здрибненням у твердому стані. Технологічні особливості одержання порошків фізико-хімічними методами: відновленням, електролізом водневих розчинів і розплавів солей. Підготовка порошків до формування. Процеси, що протікають при ущільненні порошків. Залежність щільності брикету від тиску пресування. Методи формування: ізостатичне, мундштучне, шлікерне, прокатка порошків. Призначення операції спікання. Технологічні особливості твердофазного спікання. Спікання однокомпонентних та багатокомпонентних систем. Рідкофазне спікання. Брак при спіканні. Гаряче пресування: теорія процесу, закономірності. Застосування порошкових матеріалів в металургії. Спечені конструкційні матеріали. Класифікація, властивості і призначення спечених конструкційних матеріалів, вимоги до них. Класифікація композиційних матеріалів. Компоненти, що використовуються при виробництві композиційних матеріалів. Металеві волокна для композиційних матеріалів. Керамічні матриці для композиційних матеріалів. Армуючі компоненти для композиційних матеріалів. Скляні, кварцові волокна для композиційних матеріалів. Класифікація композиційних матеріалів за методами отримання. Роль композиційних матеріалів в житті людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Галико А.В. Матеріалознавство. Навчальний посібник: навчально-методичний комплекс для студентів денної і заочної форм навчання / А.В. Галико, О.В. Кузик, В.М. Кропівний, А.В. Кропівна, Л.А. Молокост - Кіровоград: КОД, 2015. – 168 с. 2. Копань В. Композиційні матеріали [навч. посіб.] / ВНЗ; К.: Пульсари, 2004. – 193 с. 3. 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. 4. Матеріалознавство: підручник [для ВИЩИХ навч. закл. Є.Г. Афтандіянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. — К.: Ліра-К, Олди-плюс, 2013. – 612 с.

III. Дисципліна «Корозія та захист металів»

Загальні відомості про корозію металів. Значення корозії та захисту металів для народного господарства. Класифікація корозійних процесів. Термодинаміка хімічної корозії. Показники корозії. Термодинамічна можливість протікання газової корозії та її кінетика. Закони росту оксидних плівок. Вплив складу і структури металу, температури, тиску і складу газового середовища на швидкість газової корозії. Термодинаміка електрохімічної корозії. Поняття стандартного електродного потенціалу металу. Термодинамічна можливість протікання і загальна схема електрохімічної корозії. Місцеві корозійні гальванічні елементи і причини їх утворення. Катодні процеси. Основні закономірності процесу з кисневою деполяризацією. Термодинамічна стійкість металів. Вплив структури металу на швидкість електрохімічної корозії. Вплив хімічного складу електроліту, швидкості його руху і температури на швидкість електрохімічної корозії. Пасивність металів та сплавів. Особливості і механізм протікання атмосферної, морської і підземної видів корозії. Характер корозійних руйнувань в атмосферних умовах. Вплив вологості, газового і пилового складу атмосфери на швидкість атмосферної корозії. Грунтова корозія. Характерні риси, процеси, основні явища, що визначають швидкість ґрунтової корозії. Корозія блукаючими струминами. Морська корозія, її особливості, механізм і характер корозійних руйнувань. Зниження агресивності середовища. Вплив механічного чинника на корозійний процес, розтріскування, втому. Поняття корозійної втоми. Характер ушкоджень, механізм процесу. Раціональне конструювання. Корозійностійкі сталі та сплави і галузі їх застосування. Основи жаростійкого легування металів. Інгібітори корозії. Катодний і анодний захист.

ЛІТЕРАТУРА 1. Хімічна корозія та захист металів : навчальний посібник / [П. І. Стоєв, С. В. Литовченко, І. О. Гірка, В. Т. Грицина]. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. – 216 с. 2. Сахненко М. Д. Основи теорії корозії та захисту металів / М. Д. Сахненко, М. В. Ведь, Т. П. Ярошок. – Харків : ХПІ, 2005. – 240 с. 3. Матеріали сучасної техніки та захист від руйнування : навчальний посібник / Ю. В. Борисенко. – К. : КНУТД, 2016. – 111 с. 4. Погребова І. С. /Інгібітори корозії металів/: Навчальний посібник. – К.: «Хай-Тек Прес», 2012. – 296 с. 5. В. І. Алімов, З. А. Дусягіна. Корозія та захист металів від корозії. До нецьк-Львів: ТОВ "Східний видавничий дім". — 2012. — 328 с. 6. Кондращенко О.В. Корозія і захист матеріалів та конструкцій. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 124 с. 7. Хімічні основи корозії конструкційних матеріалів /С.І. Козак, М.Г. Котур, М.В. Никипанчук, В.В. Григораш. – Львів: Ліга-Прес, 2001. – 240с.

IV. Дисципліна «Методи дослідження властивостей матеріалів»

Класифікація методів дослідження властивостей матеріалів. Основні групи методів, їх особливості та область застосування. Механічні випробування матеріалів. Методи визначення міцності, пластичності, в'язкості, твердості та інших механічних властивостей (наприклад, вимірювання межі міцності та ударної в'язкості, випробування на розтягування, стискання, згин тощо; визначення твердості та мікротвердості). Технічні випробування конструкційних матеріалів.

Методи дослідження структури матеріалів: оптична мікроскопія, електронна мікроскопія (скануюча та трансмісійна), рентгеноструктурний аналіз. Використання цих методів для визначення фазового складу, розміру зерна, дефектів структури. Термічні методи аналізу: диференціальна сканувальна калориметрія, термогравіметрія, диференційний термічний аналіз. Застосування цих методів для визначення температур плавлення, кристалізації, деструкції матеріалів. Методи дослідження електричних властивостей: вимірювання опору, провідності, діелектричної проникності, діелектричних втрат. Використання цих методів для дослідження напівпровідників, діелектриків, електропровідних матеріалів. Методи дослідження теплових властивостей: визначення теплопровідності, теплоємності, термічного розширення. Використання цих методів для дослідження теплоізоляційних матеріалів, матеріалів з високим термічним опором. Методи дослідження хімічних властивостей: спектроскопія, мас-спектрометрія. Використання цих методів для визначення складу, аналізу домішок, дослідження хімічної взаємодії. Неруйнівні методи дослідження властивостей матеріалів: ультразвукові методи, акустична емісія, рентгенівська томографія. Застосування цих методів для неруйнівного контролю та дослідження дефектів виробів. Вплив різних факторів на властивості матеріалів: вплив температури, тиску, навантаження, часу на механічні, термічні, електричні та інші властивості матеріалів. Вибір методу дослідження. Критерії вибору відповідного методу дослідження в залежності від поставленої задачі та властивостей матеріалу.

Література

1. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: книга 1 (Частина 1, 2, 3): навчальний посібник для ВНЗ. Львів : Науково-методичний центр вищої освіти, 2000. 264с.
2. Попович В., Голубець В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: в 2-х книгах. Книга 2 : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2002. 260с.
3. Фізичні основи ультразвукового ударного зміцнення металевих поверхонь. Прокопенко Г. І., Мордюк Б. М., Васильєв М. О та інші. Київ : Наукова думка, 2017. 465 с.
4. Пчелінцев, В.О. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів [Текст]: навч. посіб. / В.О. Пчелінцев, А.І. Дегула. Суми: СумДУ, 2012.-247 с.
5. Долгов О. М. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів [Електронний ресурс] : навч. посіб. / О. М. Долгов, Д. Л. Колосов; Мін-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2022. – 70 с.
6. Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій / Під заг. ред. В. В. Панасюка-Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, 2004. -912 с.
7. Холявко В. В. Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів [текст]: навчальний

посібник для студентів галузі знань 13 Механічна інженерія спеціальності 132 -
Матеріалознавство денної та заочної форм навчання / В. В. Холявко, І. А. Владимирський,
О. О. Жабинська. - Київ: Центр учбової літератури, 2016. – 156 с. 8. Говорун Т. П. Фізичні
властивості і методи дослідження матеріалів: навч. посіб. / Т. П. Говорун, А. Ф. Будник, В.
Б. Юскаєв. Суми Сумський державний університет, 2014. – 255 с.

V. ДИСЦИПЛІНА «ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ»

Загальні положення термічної обробки металів. Теоретичні основи фазових та структурних перетворень у металах і сплавах. Основні процеси та явища, поняття, терміни, визначення. Практична класифікація видів термічної та комбінованих структурних обробок металовиробів. Загальні закономірності структурних перетворень при термічній обробці. Основні закономірності структурних змін при термічній обробці. Основні види термічної обробки сталі, їх класифікація: відпали І-го роду, відпали ІІ-го роду, гартування без поліморфного перетворення, гартування з поліморфним перетворенням, старіння, відпуск, термомеханічна обробка, хіміко-термічна обробка. Перетворення в сплавах на основі заліза при різних ступенях переохолодження аустеніту. Дифузійне перетворення аустеніту при охолодженні сталей. Діаграма ізотермічного перетворення переохолодженого аустеніту в вуглецевих сталях. Перлітне перетворення аустеніту, зародження та ріст перлітних колоній. Фактори, що впливають на перлітне перетворення, структура та властивості перліту, сорбіту і троститу. Бейнітне перетворення переохолодженого аустеніту. Кінетика та механізм бейнітного перетворення. Структура бейніту, верхній і нижній бейніт. Механічні властивості сталі з структурою бейніту. Вплив різних факторів на морфологію структури і властивості сталей з бейнітною структурою. Мартенситне перетворення у сталях та сплавах. Термодинаміка мартенситного перетворення, вплив на неї швидкості охолодження. Кінетика мартенситних перетворень. Гартування сплавів. Види гартування: безперервне гартування, переривчасте гартування в двох середовищах, ступінчасте гартування, ізотермічне гартування, гартування з обробкою холодом, гартування із самовідпуском, поверхневе гартування. Класифікація методів поверхневого гартування виробів. Гартування на мартенсит. Гартування з поліморфним перетворенням. Структури мартенситу. Зміна властивостей сплавів при гартуванні на мартенсит. Зміцнення при гартуванні, його природа. Розрахунок критичної швидкості гартування на мартенсит. Загартовуваність та прогартовуваність. Вплив різних факторів на формування структури і властивостей сплавів при гартуванні. Призначення режимів гартування різних типів. Залишковий аустеніт в загартованій сталі. Оброблення холодом. Вплив легування на перетворення аустеніту при переохолодженні. Охолоджуючі середовища і способи охолодження металовиробів. Відпуск загартованих вуглецевих сталей. Види відпуску, технологічні параметри та призначення відпуску, структура та властивості сталей після відпуску. Старіння сплавів.

Деформаційно-термічна обробка сталей і сплавів. Теоретичні основи ДТО, особливості режимів та призначення. Високотемпературна термомеханічна обробка (ВТМО), низькотемпературна термомеханічна обробка (НТМО). Хіміко-термічна обробка сталей і сплавів. Хіміко-термічна обробка, механізм формування дифузійних шарів. Основні стадії процесу ХТО. Реакції в газовому середовищі та поверхні металу. Режими, структура, призначення та обладнання для ХТО. Цементация сталі. Хімічні реакції при цементации сталі за допомогою твердого карбюризатора. Температура і тривалість процесу. Склад і структура дифузійного шару. Термічна обробка сталей після цементации. Азотування сталі. Основні хімічні реакції при азотуванні сталі. Структури та властивості дифузійного шару після азотування. Нітроцементация і ціанування сталей. Особливості сумісної дифузії азоту та вуглецю. Властивості і структура дифузійних шарів після нітроцементации та ціанування. Ціанування в газовому, твердому і рідкому середовищах. Дифузійна металізація сталі. Механізм та кінетика росту дифузійних шарів при хромуванні, алітуванні, титануванні сталей. Структура і властивості дифузійних шарів. Термічна обробка чавунів. Розпад аустеніту в сірих чавунах. Особливості розпаду переохолодженого аустеніту в чавунах. Перша, проміжна і друга стадії графітизації. Термічна обробка чавунів. Відпал в чавунах для зменшення залишкових напружень. Графітізуючий відпал білого чавуну. Механізм графітизації. Відпал для усунення відбілювання. Нормалізація чавунів. Ізотермічне гартування чавунів. Термічна обробка зварних з'єднань. Зварювання металів, класифікація видів зварювання. Основні способи зварювання плавленням та тиском. Фактори, що впливають на зварюваність металів та сплавів. Мікроструктура зварних швів та зони термічного впливу (ЗТВ). Особливості термічної обробки зварних з'єднань з вуглецевих та легированих сталей. Технології та устаткування для об'ємної та локальної термообробки зварних з'єднань. Характеристика обладнання для проведення термічної обробки та засоби контролю якості металовиробів. Класифікація основного та допоміжного обладнання термічних цехів. Класифікація, індексація, конструктивні елементи, джерела тепла термічних печей. Печі періодичної і безперервної дії. Теплоізоляційні та вогнетривкі матеріали для футерування пічного обладнання. Матеріали для нагрівальних елементів електричних печей та конструкційно-технологічні особливості пальників для газових печей. Обладнання для термічної обробки злитків, поковок, труб, коліс, сортового і фасонного прокату, дроту, арматури та інших металовиробів. Методи контролю якості металовиробів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конспект лекцій з дисципліни «Термічна обробка металів» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 132 Матеріалознавство, за освітньо-професійною програмою «Матеріалознавство» всіх форм навчання / Укладач: Вакуленко І.О. – Кам'янське: ДДТУ, 2024.– 121с.
2. Матеріалознавство та термічна обробка металів. Підручник / О.А., Кузін, Р.А. Яцюк - Львів: Афіша, 2002. - 304 с.
3. Матеріалознавство : навчальний посібник / І. В. Прокопович. – Одеса: Екологія, 2020. – 308 с.
4. Теорія термічної обробки [Електронний ресурс] : конспект лекцій / укладач: М. М. Бобіна. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – Режим доступу через

систему Електронний кампус. 5. Металознавство та термічна обробка металів: підручник для студ. вищ. навч. закладів /О. А. Кузін, Р. А. Яцюк; Національний ун-т "Львівська політехніка". Львів: Афіша, 2002. – 304 с. 6. Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань: підруч. для студ. вищих навч. закл. зварювальних спец. / М. Г. Єфіменко, Н. О. Радзівілова. - Харків, 2003. – 488 с. 7. Головченко В.М., Козак Л.О. «Технологічне обладнання металургійних та машинобудівних підприємств». Харків: ХНАДУ, 2020. 8. Іващенко О.О. «Контроль якості металів та сплавів». Київ: Кондор, 2019. 9. Гешелін В. Г. Сертифікація і якість металопродукції. Методи, засоби і метрологічне забезпечення механічних випробувань: Довідково-методичний посібник. - Х.: Факт, 2004. - 480 с.: іл. ISBN 966-637-202-9. Г27. 10. БУДНИК А.Ф. Типове обладнання термічних цехів та дільниць: Навчальний посібник. –Суми: Вид-во СумДУ, 2008. - 212 с. ISBN 978-966-657-185-7.

СТРУКТУРА ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТА ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Екзаменаційний білет містить 48 завдань у тестовій формі, які охоплюють усю програму фахового вступного іспиту. Усі завдання передбачають вибір однієї правильної відповіді з 4-х наданих варіантів.

Завдання вважається виконаним правильно за умови обрання одного правильного варіанту відповіді. Завдання вважається виконаним неправильно, якщо обрана неправильна відповідь, або обрано більше однієї відповіді. Правильно виконане завдання оцінюється 1 балом, неправильно виконане завдання – 0 балами.

Мінімальна кількість правильно виконаних тестових завдань екзаменаційного білету становить 8 завдань. Особи, які правильно виконали менше 8 завдань екзаменаційного білета (отримали за виконання завдань екзаменаційного білета менше 8 балів) до участі у конкурсі на зарахування не допускаються.

Оцінка фахового вступного іспиту визначається за 200-бальною шкалою. Мінімальна оцінка фахового вступного іспиту становить 100 балів, максимальна – 200 балів.

Якщо сумарна кількість балів **Б**, отриманих за виконання завдань екзаменаційного білета, становить не менше за 8 балів, визначення оцінки **О** фахового вступного іспиту за 200-бальною шкалою здійснюється за формулою

$$O = 100 + (B - 8) \times 2,5$$

з округленням до найближчого більшого цілого числа.

Тривалість фахового вступного іспиту

Тривалість вступного іспиту становить 1 годину 20 хвилин

Приклад завдання екзаменаційного білета

Сталь 12Х18Н10Т вміщує 10% ...

- а) вуглецю;
- б) хрому;
- в) нікелю;
- г) титану.