



# ФУНКЦІОНАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ПОКРИТТЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

|                                             |                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                         | <i>Перший (бакалаврський)</i>                                                                                                                                 |
| Галузь знань                                | <i>13 Механічна інженерія</i>                                                                                                                                 |
| Спеціальність                               | <i>G10 Металургія</i>                                                                                                                                         |
| Освітня програма                            | <i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>                                                                                                                         |
| Статус дисципліни                           | <i>Вибіркова</i>                                                                                                                                              |
| Форма навчання                              | <i>Очна (денна)</i>                                                                                                                                           |
| Рік підготовки, семестр                     | <i>4 курс, весняний семестр</i>                                                                                                                               |
| Обсяг дисципліни                            | <i>4 кредити ECTS, 26 годин лекцій, 10 годин практичних занять</i>                                                                                            |
| Семестровий контроль / контрольні заходи    | <i>залік / модульна контрольна робота</i>                                                                                                                     |
| Розклад занять                              | <i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>                                                                                            |
| Мова викладання                             | <i>Українська/Англійська</i>                                                                                                                                  |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: <i>к.т.н., доцент, Биба Євген Георгійович</i> , e-mail: <i>egby-iff@ill.kpi.ua</i><br>Практичні роботи: <i>к.т.н., доцент, Биба Євген Георгійович</i> |
| Розміщення курсу                            | <i><a href="https://classroom.google.com/c/Nzg4MjE1MzE1Njkw?cjc=evw37qj6">https://classroom.google.com/c/Nzg4MjE1MzE1Njkw?cjc=evw37qj6</a></i>                |

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Вивчаючи дисципліну, студенти узагальнюють власні знання з різних дисциплін та долучаються до світового досвіду використання сучасних матеріалів з урахуванням технічних, технологічних, економічних та екологічних факторів. Дисципліна спрямована на вивчення загальних концепцій формування структури та особливих властивостей функціональних матеріалів та покриттів; знайомство з сучасними технологічними схемами виробництва функціональних матеріалів та нанесення покриттів; вивчення областей та способів застосування функціональних матеріалів з урахуванням умов експлуатації.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів комплексу базових знань та уявлень щодо формування структури та властивостей сучасних матеріалів та покриттів, механізмів проявлення функціональних властивостей, технології виготовлення і застосування перспективних матеріалів.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Функціональні матеріали та покриття» є сучасні матеріали та покриття, їх хімічні, фізичні та фізико-механічні властивості, а також процеси і технології, які знайшли своє застосування для створення функціональних матеріалів та нанесення покриттів.

#### **Програмні результати навчання відповідно до освітньої програми:**

ПР 01. Розробляти технологію виробництва на основі розуміння процесів, що відбуваються, з урахуванням особливостей виробництва та визначати оптимальний режим роботи обладнання з урахуванням наявних невизначеностей та ризиків.

ПР 05. Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва.

ПР 19. Розуміння властивостей новітніх конструкційних матеріалів та сучасних технологій виготовлення із них виробів.

**Компетентності, яких набуває студент:**

**Загальні компетентності:**

ЗК2. Здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи їх розв'язання.

ЗК5. Здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження, зміни наукового й науково-виробничого профілю своєї діяльності.

ЗК12. Критично осмислювати наукові факти, гіпотези, теорії, засоби, інформувати фахівців і нефахівців з проблематики та їх вирішення та використовувати власний досвід в галузі професійної діяльності.

**Фахові компетентності:**

ФК1. Здатність вибирати матеріал для виготовлення продукції з метою забезпечення заданих властивостей.

ФК4. Здатність застосовувати методи стандартних випробувань для визначення фізичних, хімічних, структурних та механічних властивостей вихідних матеріалів та готової продукції.

ФК8. Здатність використовувати професійні знання для забезпечення якості та оптимізації технологічних процесів та продукції.

ФК11. Здатність проводити пошук та аналіз науково-технічної інформації за фахом, вивчення, вітчизняного й закордонного досвіду, структурувати та використовувати в дослідницькій діяльності.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Для успішного засвоєння дисципліни студенту необхідно володіти знаннями з дисциплін «Металознавство», «Спеціальні та особливі види лиття» «Металургія благородних металів», «Мідні сплави», «Сталеве литво».

Вивчення дисципліни сприяє засвоєнню навчальних дисциплін циклу професійної підготовки.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Розділ 1.** Композиційні матеріали.

Тема 1.1. Загальна характеристика композиційних матеріалів;

Тема 1.2. Керамічні композиційні матеріали;

**Розділ 2.** Аморфні матеріали.

**Розділ 3.** Матеріали електротехнічного призначення

Тема 3.1. Металеві та неметалеві провідники;

Тема 3.2. Діелектричні та надпровідні матеріали;

Тема 3.3. Магнітні матеріали;

**Розділ 4.** Матеріали з особливими властивостями.

Тема 4.1. Надтверді матеріали;

Тема 4.2. Наноматеріали та методи їх одержання;

Тема 4.3. Вуглецеві матеріали та наноструктури;

**Розділ 5.** Методи модифікування поверхні.

Тема 5.1. Методи поверхневої обробки;

Тема 5.2. Плазмохімічне осадження;

**Розділ 6.** Основні методи дослідження та застосування функціональних матеріалів і покриттів.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Базова література:

1. Функціональні матеріали та покриття : навчальний посібник /М. О. Азаренков, В. М. Береснев, С. В. Литовченко та ін. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. – 202 с.

2. Буренніков, Ю. А. Нові матеріали та композити : навчальний посібник / Ю.А.Буренніков, І. О. Сивак, С. І. Сухоруков – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 161с.
3. Афтанділянц Є.Г. Наноматеріалознавство: підручник / Є.Г. Афтанділянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. – Перше вид. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. – 550 с.
4. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів :навчальний посібник /Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О. та ін. - К.: Либідь, 2002. - 328 с.
5. Дурягина З.А. Сплави з особливими властивостями : навч. посібник / З.А. Дурягина, О.Я. Лизун, В.Л. Пілюшенко. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2007. – 236 с.

*Додаткова література:*

6. Азаренков М. О. Сучасні конструкційні матеріали – композити : навчально-методичний посібник / М. О. Азаренков, В. Є. Семененко, М. М. Пилипенко. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2004. – 75 с.
7. Технологія конструкційних матеріалів: Підручник / М.А.Сологуб, І.О.Рожнецький, О.І.Некоз та ін. – К.: Вища школа, 2002. – 374 с.
8. Юркова О.І., Бякова О.В., Скороход В.В. Спінені та високопористі матеріали з комірковою структурою. Навчальний посібник з грифом МОН України. – Київ: Гаран-Сервіс, 2011. – 320 с.

*Рекомендується ознайомитись зі змістом вказаних базових та додаткових джерел, більш глибоко опрацювати рекомендовані викладачем розділи, що відповідають тематиці лекцій та/чи лабораторних робіт. Для окремих розділів доцільно створити електронний конспект.*

#### Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Опанування навчальної дисципліни здійснюється з використанням елементів змішаного навчання, що поєднує традиційні та цифрові підходи до організації освітнього процесу. Для забезпечення ефективної взаємодії між викладачем і здобувачами освіти застосовуються електронна пошта, месенджери (Viber, WhatsApp) та забезпечено відкритий доступ до навчального курсу на платформі GoogleClassroom, де регулярно публікуються навчальні матеріали, інструкції до виконання завдань, презентації та додаткові інформаційні ресурси.. Такий підхід сприяє підвищенню доступності навчальної інформації, оперативному зворотному зв'язку та формуванню відповідальності здобувачів за власне навчання.

#### **Зміст лекційних занять**

Заняття 1. Загальна характеристика композиційних матеріалів. Дисперсно-зміцнені та волокнисті композиційні матеріали.[1,3,4,5]

Заняття 2. Керамічні композиційні матеріали та КМ на неметалевій основі[1,3,4,5]

Заняття 3. Загальні закономірності аморфізації і кристалізації. Властивості аморфних матеріалів.[1-5]

Заняття 4. Способи отримання та застосування аморфних матеріалів. [1-5]

Заняття 5. Загальна характеристика електротехнічних матеріалів. Металеві матеріали (провідники) з високою провідністю. Матеріали з високим питомим опором.[1,2,4]

Заняття 6. Напівпровідникові матеріали. Діелектричні матеріали. Надпровідні матеріали.[1,2,4]

Заняття 7. Магнітні матеріали.[2,4] **Тематична контрольна робота**

Заняття 8. Сплави з особливими властивостями теплового розширення. Матеріали з ефектом пам'яті форми. Надтверді матеріали.[1-5]

Заняття 9. Наноматеріали. Методи одержання наноструктурованих матеріалів.[1-5]

Заняття 10. Вуглецеві матеріали та наноструктури.[1-5]

Заняття 11. Плівки і покриття з нанокристалічною структурою.[1-5] **Тематична контрольна робота**

Заняття 12. Сфери застосування наноструктурованих матеріалів. Класифікація методів поверхневої обробки. Механічні, термічні і термомеханічні методи.[1,4,5]

Заняття 13. **Залік**

#### **Зміст практичних робіт**

Основні завдання циклу практичних робіт є формування у студентів уявлень про методи отримання та дослідження функціональних матеріалів та покриттів; отримання комплексу знань про будову та фазовий склад вихідних порошків та виробів з них і вибір методів діагностики.

Практична робота №1. Вступне заняття. Правила техніки безпеки при роботі з лабораторним обладнанням.

Практична робота №2. Одержання металевих порошків та вивчення їх властивостей.

Практична робота №3. Одержання контактних матеріалів електротехнічного призначення та дослідження їх властивостей.

Практична робота №4. Одержання та вивчення властивостей тонких плівок.

Практична робота №5. Заключне заняття.

### **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота здобувачів здійснюється протягом всього семестру в рамках годин відповідно до робочого навчального плану підготовки.

Підготовка до лекцій: ознайомлення з матеріалами попередніх лекцій.

Підготовка до практичних робіт: ознайомлення з матеріалами лекцій стосовно тематики практичних робіт.

Таблиця 1 – Розподіл годин між аудиторною і самостійною роботою

| Назви змістовних модулів                                                                           | Кількість годин |              |           |             |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------|-------------|-----------|
|                                                                                                    | Всього          | У тому числі |           |             |           |
|                                                                                                    |                 | Лекції       | Практичні | Лабораторні | СРС       |
| <b>Розділ 1.</b> Композиційні матеріали.                                                           | 24              | 4            | 4         | -           | 16        |
| <b>Розділ 2.</b> Аморфні матеріали.                                                                | 18              | 4            | 2         | -           | 12        |
| <b>Розділ 3.</b> Матеріали електротехнічного призначення                                           | 24              | 6            | -         | -           | 18        |
| Календарний контроль 1                                                                             | 2               | 1            | -         | -           | 1         |
| <b>Розділ 4.</b> Матеріали з особливими властивостями.                                             | 28              | 6            | 4         | -           | 18        |
| Календарний контроль 2                                                                             | 2               | 1            | -         | -           | 1         |
| <b>Розділ 5.</b> Методи модифікування поверхні.                                                    | 7               | 1            | -         | -           | 6         |
| <b>Розділ 6.</b> Основні методи дослідження та застосування функціональних матеріалів і покриттів. | 7               | 1            | -         | -           | 6         |
| Залік                                                                                              | 8               | 2            | -         | -           | 6         |
| <b>ВСЬОГО</b>                                                                                      | <b>120</b>      | <b>26</b>    | <b>10</b> | <b>—</b>    | <b>84</b> |

### **Політика та контроль**

#### **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Відвідування усіх видів занять не є обов'язковим.

- Пропущене без поважної причини лекційне заняття студент повинен відпрацювати шляхом написання тестування з кожної пропущеної теми.

- Завдання пропущеної практичної роботи студент повинен виконати в час, узгоджений з викладачем. Якщо пропуск відбувся без поважної причини – з загальної оцінки за практичне заняття знімається 10% за кожні дві години пропуску.

• Під час усіх видів практичних робіт забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі.

• Результати виконаних практичних робіт оформлюються у вигляді звітів, написаних від руки. Звіт супроводжується формулами, графіками – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. За дистанційної форми навчання звіт може виконуватися як «від руки», так і в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.

• Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – застосування творчого підходу до виконання лабораторних робіт, у тому числі, використання даних для робіт з тематики власних наукових досліджень. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.

• Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Тестування за пропущену лекцію має бути пройдено не пізніше 2-х тижнів з часу пропущеної лекції. Звіти з лабораторних робіт виконуються і подаються на перевірку не пізніше 2-х тижнів з моменту завершення. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.

• Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

*Поточний контроль:*

- експрес-опитування або тестування на лекційних заняттях – максимум 1 бал, всього 13 балів.
- захист звітів з практичних робіт всього максимально 45 балів – максимум 15 балів з кожної роботи.
- МКР розбита на 2 Тематичні контрольні роботи, які проводяться у вигляді тестів на 7-му та 11-му навчальних тижнях. Максимальна оцінка за кожний тест 21 бал, всього складає 42 бали за семестр.

*Календарний контроль:* проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для позитивного першого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист практичної роботи №2 та Тематичної контрольної роботи №1. Для позитивного другого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист практичних робіт №3, №4 та тематичної роботи №2.

*Семестровий контроль:* залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 60 балів за умови виконання усіх лабораторних робіт та кількості балів за видами робіт, відповідно:

- Експрес-опитування або тестування на лекційних заняттях не менше 5
- Тематичні контрольні роботи не менше 20
- Захист звітів з практичних не менше 35 балів.

У випадку незгоди з семестровим рейтингом, студент має право здавати залікову контрольну роботу, що складається з двох завдань. Проводиться письмово, на написання відводиться 2 академічні години. У випадку, якщо оцінка за залікову контрольну менша ніж за рейтингом, застосовується «м'який» PCO (студент отримує більшу з оцінок із отриманих за результатами залікової контрольної або за рейтингом).

Відповідь на кожне з питань оцінюється у 50 балів за 100-бальною шкалою, відповідно:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями);
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками);
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді на 15-10 балів, за неповну відповідь на 10-5 балів, за неправильне використання термінів на 5 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

| Кількість балів           | Оцінка       |
|---------------------------|--------------|
| 100-95                    | Відмінно     |
| 94-85                     | Дуже добре   |
| 84-75                     | Добре        |
| 74-65                     | Задовільно   |
| 64-60                     | Достатньо    |
| Менше 60                  | Незадовільно |
| Не виконані умови допуску | Не допущено  |

#### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Перелік питань, які виносяться на семестровий та календарний контроль знаходиться в Додатку А.
- Лабораторні роботи плануються з максимальним використанням обладнання лабораторій ЦККНО «Матеріалознавство тугоплавких сполук та композитів» в структурі ІМЗ ім. Є.О. Патона, яке застосовується при одержанні та дослідженні широкого спектру порошкових, композиційних матеріалів та покриттів, а також з частковим проведенням в профільних наукових установах.

#### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом каф. Ливарного виробництва, к.т.н., Бибією Євгеном Георгійовичем

Ухвалено кафедрою Ливарного виробництва (протокол № 7 від 19 лютого 2026 р.)

Погоджено Методичною комісією Науково навчального Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О. Патона (протокол № 02/26 від 20.02.2026 р.)

## ДОДАТОК А

### Перелік питань на семестровий та календарний контроль з дисципліни «Функціональні матеріали та покриття»

#### **До тематичної контрольної роботи №1**

1. Що називають композиційним матеріалом?
2. Яка структура КМ?
3. Що вам відомо про поліармовані і поліматричні КМ?
4. Яким чином отримують дисперсно-зміцнені КМ?
5. Наведіть переваги і недоліки дисперсно-зміцнених КМ.
6. Якими волокнами армують КМ?
7. Як змінюється ступінь зміцнення при зміні відношення довжини до діаметру?
8. Наведіть переваги і недоліки КМ із неметалічною матрицею.
9. Які властивості і структури характерні вуглеволоконітам і бороволоконітам?
10. З якою метою вводяться в матрицю іони металів?
11. Наведіть переваги і недоліки керамічних КМ.
12. Дайте визначення аморфного стану твердого тіла.
13. Охарактеризуйте близький і дальній порядок у твердому тілі.
14. Назвіть основні умови склоутворення.
15. Назвіть основні способи отримання аморфних сплавів.
16. Назвіть основну відмінність понять «аморфний стан» і «склоподібний стан».
17. Наведіть класифікацію електротехнічних матеріалів за способом застосування.
18. Яка основна характеристика електропровідності матеріалів?
19. Назвіть основні матеріали високої провідності та де вони застосовуються.
20. Які матеріали займають за електропровідністю проміжне положення між провідниками і діелектриками?
21. Як впливають домішки на властивості міді та алюмінію?
22. Перерахуйте основні благородні метали та особливості їхніх властивостей і застосування.
23. Які матеріали застосовуються для сонячних батарей?
24. З якого матеріалу виготовляють колекторні пластини електричних машин?
25. Розшифруйте сплави МНМц3-12 і МНМц40-1,5, укажіть їхні властивості та сфери застосування.
26. Які матеріали застосовуються для електронагрівальних елементів?
27. Чим відрізняються ситали від скла і кераміки?
28. Яка природа феромагнетизму?
29. Які процеси відбуваються при намагнічуванні феромагнетику?
30. Як впливає кремній на властивості електротехнічної сталі?
31. Назвіть основні характеристики магнітотвердих матеріалів.
32. Яким чином можна одержати високі значення основних характеристик магнітотвердих матеріалів?

#### **До тематичної контрольної роботи №2**

33. Які сплави називають інварними?
34. Які властивості сплавів із заданими ТКР?
35. У чому полягає сутність ефекту пам'яті форми?
36. Які існують методи одержання матеріалів із ЕПФ?
37. Які матеріали відносяться до надтвердих? Наведіть приклади.
38. Визначте просторову розмірність наноб'єктів.
39. Визначте поняття «наноконсолідовані матеріали».
40. Із чим пов'язана підвищена міцність нанокристалічних матеріалів?
41. Яка особливість структури міжзеренних границь нанокристалічних матеріалів?

42. Яка частка нанокристалічної речовини стосується міжзеренної границі?
43. Які магнітні особливості нанокристалічних матеріалів?
44. Які основні групи виділяють у методах одержання наноструктурованих матеріалів?
45. Які групи методів дозволяють одержувати наноструктуровані матеріали з високою щільністю?
46. Що таке фулерен? Чим відрізняється молекули C<sub>60</sub> від C<sub>70</sub>?
47. Які особливості фулеренів?
48. Що таке нанотрубки?
49. Якими методами одержують фулерени і вуглецеві нанотрубки?
50. Які основні подібності і розходження будови фулеренів і вуглецевих нанотрубок?
51. Охарактеризуйте структурні особливості одностінчатих і багатостінчатих ВНТ у порівнянні з іншими структурними станами вуглецю (алмаз, графіт, фулерени).
52. Переліchte конструкції покриттів з нанокристалічною структурою, що формуються іонно-плазмовими методами осадження?
53. За рахунок чого можна підвищити термічну стабільність нанокристалічних покриттів?
54. Переліchte області застосування матеріалів з нанокристалічною структурою. Наведіть приклади
55. Назвіть види поверхневого зміцнення.
56. Поясніть процес механічного зміцнення.
57. Що є основою газотермічного напилення?
58. У чому полягає процес плакування?
59. У чому полягає процес формування електрохімічного покриття?
60. Поясніть принцип хіміко-термічної обробки сталевих поверхні.
61. У чому полягає принцип дії магнетронної розпилювальної системи?
62. Перелічіть переваги магнетронних розпилювальних систем.
63. Наведіть переваги вакуумно-дугового методу осадження покриттів.
64. У чому полягає сутність процесу іонної імплантації?
65. У чому полягає сутність процесу плазмохімічного осадження плівок?
66. Наведіть основні переваги і недоліки методів PVD і CVD. У чому полягають відмінності цих методів?
67. Із яких основних стадій складається процес плазмохімічного осадження покриттів?
68. Якими методами можливо вивчати мікроструктуру матеріалу?
69. Які існують методи вивчення мікроструктури поверхні твердих тіл?
70. Що виявляє електронна мікроскопія з високою розподільчою здатністю?
71. Які існують методи визначення хімічного складу поверхні?
72. Що розуміють під терміном «термічний аналіз»?
73. Що можна визначити за допомогою термографічного методу?
74. Чим відрізняється метод диференційно-термічного аналізу від методу диференціальної скануючої калориметрії?
75. Що характеризують механічні властивості?
76. Які існують методи механічних випробувань? Наведіть приклади.
77. На які види поділяються механічні випробування? Охарактеризуйте їх.
78. Дайте визначення поняття твердості. Наведіть приклади, де твердість відіграє головну роль у характеристиках деталей машин та виробів.
79. Які методи визначення твердості Вам відомі? Опишіть їх.
80. Що таке ударна в'язкість матеріалів? Як вона визначається, позначається та у яких одиницях виражається?
81. Які характеристики наноматеріалів можна вивчати за допомогою методу наноіндентування?
82. Переліchte механічні характеристики, які можна визначити за допомогою методу наноіндентування.