

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

ІННОВАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В ІНЖЕНЕРІЇ ПОВЕРХНІ

Методичні вказівки щодо засвоєння кредитного модуля
для студентів денної форми навчання за напрямом 6.050504
«Зварювання»,
спеціальності 7.050504.03 «Відновлення та підвищення зносостійкості
деталей і конструкцій»

Затверджено Вченою радою ЗФ НТУУ «КПІ»

Інноваційні процеси в інженерії поверхні: Методичні вказівки щодо засвоєння кредитного модуля для студентів денної форми навчання за напрямом 7.050504 «Зварювання», спеціальності 7.050504.03 «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» / Уклад.: В.І. Копилов, 2012. – с.

*Гриф надано Вченою радою ЗФ НТУУ «КПІ»
(Протокол № 3 від 19.11.2012 р.)*

ІННОВАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В ІНЖЕНЕРІЇ ПОВЕРХНІ

Методичні вказівки щодо засвоєння кредитного модуля
для студентів денної форми навчання за напрямом 6.050504
«Зварювання»,
спеціальності 7.050504.03 «Відновлення та підвищення зносостійкості
деталей і конструкцій»

Укладач: д.т.н., проф. *Копилов Вячеслав Іванович*

Рецензент: д.т.н., проф. *Рижов Роман Миколайович*

Комп'ютерна верстка: *В.І. Копилов*
(авторська) 3

Зміст	
Зміст	3
Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
1.1. Загальна характеристика навчальної дисципліни «Інноваційні процеси в інженерії поверхні»	5
1.2. Рейтингова система оцінки з дисципліни	5
1.3. Види самостійної роботи	7
2. Методичні вказівки до вивчення розділів курсу	7
Розділ 1. Наноматеріали і нанотехнології їх отримання	
Розділ 2. Особливості стану ультрадисперсних систем	
Розділ 3. Отримання компактних нанокристалічних матеріалів.	
Розділ 4. Наноструктурна кераміка і керамічні нанокompозити: технологія, структура, властивості.	
Розділ 5. Тонкоплівкові технології модифікації (обробки) поверхні.	
Розділ 6. Фуллерени, нанотрубки, нановолокна	
3. Методичні вказівки до інших видів самостійної роботи	14
4. Навчально-методичні матеріали	14
4.1. Основна література	14
4.2. Додаткова література	15

Вступ

Дисципліна “Інноваційні процеси в інженерії поверхні” відноситься до вибіркової частини дисциплін підготовки спеціалістів, мета якої полягає в наданні знань щодо сучасних процесів нанесення покриття, модифікації структури та легування поверхні, розроблених останні роки з суттєвими перевагами порівняно с традиційними процесами.

Дисципліна базується на таких курсах, як “Теоретичні основи інженерії поверхні”, “Інженерія покриття”, “Технологія нанесення покриття”, “Технологія та обладнання для наплавлення”.

Загальний навчальний час, потрібний для вивчення дисципліни становить 126 год.

По типовому навчальному плану спеціальності 7.050504.03 «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» вона вивчається на п'ятому році навчання.

Метою дисципліни "Інноваційні процеси в інженерії поверхні" напряду підготовки “Зварювання” за спеціальністю 7.050504 "Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій" є формування уявлень і знань щодо сучасних інноваційних процесів, основних типів структур та їхньої ролі у передачі високих технологій.

Завданнями вивчення дисципліни є: новітні досягнення в інженерії поверхні; інноваційні процеси і проекти в інженерії поверхні та покриття.

На основі вивчення дисципліни студент повинен вміти: на основі наукової бази інноваційного процесу прогнозувати подальший його розвиток; - користуватися елементами інноваційного процесу.

У даному методичному посібнику наведено вказівки щодо організації самостійної роботи з дисципліни «Інноваційні процеси в інженерії поверхні».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Загальна характеристика навчальної дисципліни «Інноваційні процеси в інженерії поверхні»

Розподіл навчальних годин кредитного модуля за видами навчальних занять наступний:

Семестр	Навчальний час		Розподіл годин за видами занять				Контрольні заходи		
	кредити	акад. год.	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	СРС	МКР	РР	Семестр. атестат
9	3,5	126	54	–		72	–	–	залік

Напрямок підготовки: 7.050504 – Зварювання.

Спеціальність: «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій».

Освітньо-кваліфікаційний рівень: спеціаліст

Цикл, до якого відноситься дисципліна: відноситься до вибіркової частини дисциплін підготовки спеціалістів.

1.2. Рейтингова система оцінки з дисципліни

Положення про рейтингову систему оцінки успішності студентів з дисципліни «Інноваційні процеси в інженерії поверхні» розроблено згідно з Положенням про кредитно-модульну організацію навчального процесу в НТУУ «КПІ», а також відповідно до робочої програми дисципліни кафедри.

Розмір шкали рейтингових оцінок – 100 балів.

Відповідність між рейтинговими оцінками, оцінками ECTS та традиційними наведена в таблиці.

Рейтингову оцінку студентів визначає лектор, враховуючи інформацію викладачів, що проводять практичні заняття.

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочим навчальним планом

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

1. Відвідування лекційних занять;
2. відповідь на заліку.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Присутність на лекційному занятті.

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів за відвідування всіх лекційних занять – 54 балів.

2. Додатково за активність при експрес контролі на лекційних заняттях – 6 бал.

Штрафні та заохочувальні бали за:

— відсутність на лекції без поважних причин – 1 бал;

— участь у олімпіадах, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни 10 балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_C = \sum r_k = 54 + 6 = 60 \text{ балів}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 40% від R , а саме:

$$R_E = R_C \frac{0,4}{1 - 0,4} = 40 \text{ балів}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає $R = R_C + R_E = 60 + 40 = 100$ балів

Необхідною умовою допуску до заліку є стартовий рейтинг не менший 40% від R_C , тобто 24 балів.

Виходячи з розміру шкали $R_E = 49$ балів, складаються критерії екзаменаційного оцінювання з визначенням 4–5 рівнів.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно з таблицею:

$RD = \sum r_C + R_E$	Оцінка ECTS	Традиційна екзаменаційна оцінка
95 100	A	Відмінно
85...94	B	Добре
75...84	C	
65...74	D	Задовільно
60...64	E	
менше 60	Fx	Незадовільно
менше 40	F	Не допущено

1.3. Види самостійної роботи

1. Вивчення розділів курсу з використанням рекомендованої літератури і матеріалів лекцій.
2. Підготовка до контрольних робіт.

2. Методичні вказівки до вивчення розділів курсу

Розділ 1. Наноматеріали і нанотехнології їх отримання

Тема 1.1. Поняття про наноматеріали

Питання, що розглядаються у даній темі

Наноматеріали і нанотехнології. Основи класифікації і типи структур наноматеріалів.

Основна література [1, стор. 3-15]

Методичні вказівки

Вивчення теми необхідно починати з історії виникнення поняття наноматеріали, наносистеми. Далі необхідно розкрити у загальному вигляді сучасне положення і подальші перспективи розвитку даної проблеми у науковому і технічному аспекті. Далі необхідно розкрити питання термінології, пов'язавши їх з підходами щодо класифікації наноматеріалів, а також основними типами структур наноматеріалів.

Основна література [1, стор. 10-15].

Контрольні питання до теми 1.1

1. Причини підвищення інтересу до нового класу матеріалів – наноматеріалів.
2. Підходи щодо термінології наноматеріалів.
3. Що таке наноматеріали?.
4. Що таке нанотехнологія?
5. Категорії і класи наноматеріалів.

Тема 1.2. Стан досліджень в області фізики наноструктурних металевих систем.

Питання, що розглядаються у даній темі

Синтез і властивості плівок фаз упродовження

Основна література [1, стор.16-20; 4, стор. 57-77].

Методичні вказівки

При вивченні цієї теми особливу увагу слід приділити питанням, що розкривають фізичні причини специфіки наноматеріалів. Необхідно ознайомитись з фізичними явищами, що мають місце в ультрадисперсних середовищах.

Контрольні питання до теми 1.2.

1. Основні типи структур наноматеріалів.
2. Фізичні причини специфіки наноматеріалів.
3. Поверхня і характеристики УДЧ
4. Особливості структура наносистем.
5. Особливості кристалічної структури металевих УДЧ.

Розділ 2. Особливості стану ультрадисперсних систем

Тема 2.1. Особливості структурного стану нанокристалічних матеріалів

Питання, що розглядаються у даній темі

Особливості кристалічної структури металевих ультра дисперсних частинок.

Основна література [2, стор. 139-154; 3, стор.12-30].

Методичні вказівки

В даній темі розкриваються такі важливі питання, як структура малоатомних кластерів. При цьому, для глибокого розуміння специфіки цих питань необхідно звернути особливу увагу на стан поверхні, на морфологію УДЧ, дати загальну характеристику ультра дисперсним системам.

Контрольні питання до теми 2.1

1. Морфологія УДЧ.
2. Зміна термодинамічних умов фазової рівноваги.
3. Особливості кристалічної структури металевих ультрадисперсних частинок.
4. Що таке мало атомні кластери?
5. Загальна характеристика ультра дисперсних систем.

Розділ 3. Отримання компактних нанокристалічних матеріалів.

Тема 3.1. Основні технології отримання наноматеріалів

Питання, що розглядаються у даній темі

Принципи технології наноструктурних консолідованих матеріалів.
Методи отримання нанопорошків

Основна література [1, стор.28-43; 3, стор.32-47, стор.78-88; 4, стор. 57-77; 8, стор.9-15].

Методичні вказівки

В даній висвітлені важливі питання отримання наноматеріалів різними способами. Особлива роль відводиться методам порошкової металургії. Необхідно приділити особливу увагу таким питанням, як формування частинок в багатоконпонентних системах, особливостям деформації і руйнування мікро – нанокристалічних матеріалів. Особливе місце займають питання, щодо методів механохімічного синтезу для отримання нанокристалічних сплавів, методів формування виробів з нанопорошків.

Контрольні питання до теми 3.1

1. Нанопористі матеріали.

2. Синтез нанодисперсних порошків.
3. Нанокристалічні матеріали конструкційного призначення.
4. Композиційні порошки із нанорозмірними інгредієнтами.
5. Особливості впливу нанокристалічних порошків на структуру і властивості покриттів, отриманих методом СВС.

Тема 3.2. Отримання наноструктурних матеріалів спіканням.

Питання, що розглядаються у даній темі

Спікання керамічних порошків з нанометричними домішками.

Основна література [3, стор.78-88].

Методичні вказівки

Поглиблене вивчення даної теми необхідно починати з розкриття питань впливу ультрадисперсних добавок на спікання і властивості порошкових сталей. Необхідно проаналізувати можливі варіанти, що сприяють активізації спікання сталевих порошків, наприклад, за допомогою добавок ультрадисперсних інгредієнтів. При цьому необхідно приділити увагу питанням зміни температури фазового перетворення, механічних властивостей, технологічних властивостей порошків.

Контрольні питання до теми 3.2

1. Розмірна залежність кінетичних властивостей.
2. Нанорозмірні порошки. Методи здобуття нанопорошків.
3. Хімічний синтез
4. Термофізичний синтез
5. Спікання під тиском.

Тема 3.3. Аморфні матеріали

Питання, що розглядаються у даній темі

Аморфні наноконпозиційні матеріали

Основна література [1, стор.43-55; 3, стор.40-54, стор.68-78].

Методичні вказівки

При розкритті даної теми, перед за все, необхідно звернути увагу на методи отримання аморфного стану. Приділити увагу таким питанням, як методи з використанням інтенсивної пластичної деформації.

Контрольні питання до теми 3.3

1. Методи аморфізації.
2. Особливості технології отримання наноструктурних композицій.
3. Методи здобуття нанопорошків
4. Методи отримання аморфних сплавів:
5. Принципові схеми здобуття аморфних стрічок і дроту методом швидкого охолодження:

Розділ 4. Наноструктурна кераміка і керамічні нанокompозити: технологія, структура, властивості.

Тема 4.1. Нанопокриття і нанокompозити

Питання, що розглядаються у даній темі

Загальна характеристика наноструктурних керамічних матеріалів. Розмірний ефект.

Основна література [2, стор. 154-159; 5, стор.7-34].

Методичні вказівки

В даній теми висвітлюються важливі питання, пов'язані з розмірним ефектом. Необхідно при розгляді питань зрозуміти фізичну суть фазових і структурних розмірних ефектів в УДЧ – оксидах, а також ознайомитись з причинами розмірного ефекту в діелектриках і магнетиках.

Контрольні питання до теми 4.1

1. . Методи консолідації нанокристалічних порошків
2. Дати характеристику наноструктурним керамічним матеріалам.
3. Функціональне призначення і перспективні сфери застосування наноструктурних керамічних матеріалів.
4. Розмірна залежність фізичних властивостей матеріалів.

5. Фазові і структурні розмірні ефекти в УДЧ оксидів

Розділ 5. Тонкоплівкові технології модифікації (обробки) поверхні.

Тема 5.1. Структура і властивості нанокристалічних плівок і покриттів

Питання, що розглядаються у даній темі

Нанокompatитні покриття

Основна література [1, стор. 52-70; 3, стор.155-180; 6, стор. 35-64; 7, стор.4-19].

Методичні вказівки

Вивчення теми необхідно починати з освоєнням питань технологій отримання плівок і покриттів, приділивши увагу особливостям отримання багат шарові покриття з наноструктурою, механізму формування нанокристалічних покриттів. Необхідно ознайомитись з питаннями впливу різних факторів, наприклад температури механічні властивості, на структуру і властивості надтвердих наноструктурних покриттів.

Контрольні питання до теми 5.1

- 1 Технології, засновані на фізичних процесах.
- 2 Технології, засновані на хімічних процесах
- 3 Особливості нанокристалічних покриттів.
- 4 Особливості багат шарових покриттів.
- 5 Технології осадження з розчинів

Тема 5.2. Розвиток технології надтвердих матеріалів.

Питання, що розглядаються у даній темі

Нанопокриття для ріжучого інструменту.

Основна література [5, стор. 7-34; 7, стор.4-19].

Методичні вказівки

Необхідно приділити увагу на специфічність і важливість покриттів, в загальному, для ріжучого інструменту. При розкритті теми ознайомитись з

технологіями отримання нанопокриттів і наноплівки в приміненні до надтвердого інструменту, особливість цих технологій.

Контрольні питання до теми 5.2

1. Надтверді наноматеріали.
2. Типи нанопокриттів.
3. Наноструктурні покриття
4. Нанокмпозитні покриття
5. Наночарові покриття

Розділ 6. Фуллерени, нанотрубки, нановолокна

Тема 6.1. Отримання, властивості фуллеренів і нанотрубок

Питання, що розглядаються у даній темі

Отримання і властивості вуглецевих нанотрубок, нанодроту, нановолокна

Основна література [1, стор.70-74; 3, стор.110-124].

Методичні вказівки

Вивчення теми необхідно почати з історії отримання фуллеренів і нанотрубок. Необхідно ознайомитись з властивостями фуллеренів, нанотрубок, з областю застосування фуллеренів і нанотрубок.

Контрольні питання до теми 6.1

1. . Класифікація алотропій вуглецю.
2. Дати визначення фуллерену.
3. Історію відкриття фуллерену.
4. Структурні властивості фуллеренів.
5. Вуглецеві нанотрубки

Тема 6.2. Основні методи дослідження наноматеріалів

Питання, що розглядаються у даній темі

Дослідження та основні сфери застосування наноматеріалів

Основна література [1, стор.16-20, 78-93; 3, стор. 139-153, 183-202].

Методичні вказівки

Ознайомлення з питаннями по темі включає широке різноманіття фізичних, насамперед, методів досліджень. Необхідно також ретельно розглянути можливі галузі застосування наноматеріалів, приділивши увагу на можливі обмеження такого застосування.

Контрольні питання до теми 6.2

1. Використання фуллеренов і прикладне значення фуллеренов.
2. Електронна мікроскопія.
3. Спектральні методи дослідження.
4. Основні сфери застосування наноматеріалів і можливі обмеження
5. Обмеження у використанні наноматеріалів

3. Методичні вказівки до інших видів самостійної роботи

Підготовка до контрольної роботи

При вивченні дисципліни планується проведення двох експрес-контрольних робіт на лекційних заняттях, мета яких перевірка ефективності засвоювання лекційного матеріалу та матеріалу опрацьованого самостійно.

Контрольна робота виконується у письмовому вигляді.

4. Навчально-методичні матеріали

4.1. Основна література

1. Балоян Б.М , Колмаков А.Г, Алымов М.И., Кротов А.М. Наноматериалы, Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения: Учебное пособие / Международный университет природы, общества и человека «Дубна».- М.: 2007.- 125 с.
2. Газотермическая обработка керамических оксидов / М.И. Бодяко, Ф.Б. Вурзель, Е.В. Кремко и др. : Под ред. О.В. Романа.- Минск: Наука и техника, 1988.- 223 см.
3. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии: Учебное пособие / Н.А. Азаренков, В.М. Береснев, А.Д. Погребняк и др.- Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2009.- 209 с.

4. Андриевский Р.А. Синтез и свойства пленок фаз внедрения // Успехи химии.- 1997.- 66 (1).- С.57-77
5. Скороход В.В., Рагуля А.В. Наноструктурная керамика и нанокompозиты: достижения и перспективы. В сб. «Прогресивні матеріали і технології».- 2003, т. 2.- С.7 -34.
6. Погребняк А.Д., Шпак А.П., Азаренков Н.А., Береснев В.М. Структура и свойства твердых и сверхтвердых нанокompозитных покрытий // Успехи физических наук.- 2009.- т.179, №1.- С.35- 64.
7. Шулаев В.М., Андреев А.А. Сверхтвердые наноструктурные покрытия в ННЦ ХФТИ // Физическая инженерия поверхности.- 2008, т.6, № 1-2.- С.4-19.
8. Лякишев Н.П., Алымов М.И. Нанокристаллические материалы конструкционного назначения. В Сб. «Проблемы современного материаловедения.- 2002.- С. 9-15.

4.2. Додаткова література

1. Гусев А.И. Эффекты нанокристаллического состояния в компактных металлах и соединениях //Успехи физических наук.- 1998.- т. 168, № 1.- С.55-83.
2. Андриевский Р.А., Глезер А.М. Размерные эффекты в нанокристаллических материалах. 1. Особенности структуры, термодинамика. Фазовые равновесия. Кинетические явления.- Физ. мет. и металловед.- 1999.- т.88, № 1.- С.50-73.
3. Андриевский Р.А., Глезер А.М. Размерные эффекты в нанокристаллических материалах. II. Механические и физические свойства.- 2000.- т.89, 3, № 1.- С. 91-112.
4. Рагуля А.В., Скороход В.В. Консолидированные наноструктурные материалы.- К: Наукова думка, 2007.- 374 с.