Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни

Інноваційні технології в інженерії поверхні

Шифр та назва спеціальності
G8 – Матеріалознавство

Інститут
ННІ механічної інженерії і транспорту

Спеціалізація
–

Кафедра
Зварювання(145))

Освітня програма
Прикладне матеріалознавство та новітні технології

Тип дисципліни
Вибіркова

Рівень освіти
Другий (магістерський) 1.9

Форма навчання
Денна

Семестр
3

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники

ЛУЗАН Сергій Олексійович
Serhii.Luzan@khpi.edu.ua
Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри зварювання НТУ "ХПІ"

Автор та співавтор: понад 150 наукових та методичних публікацій, патентів.
Курси:«Інженерія поверхні», «Спеціальні методи зварювання», «Технології зміцнення та відновлення деталей машин», «Обгрунтування та вдосконалення технологій відновлення деталей».
Детальніше про викладача на сайті кафедри

СИТНИКОВ Павло Андрійович
Pavlo.Sytnykov@mit.khpi.edu.ua
Старший викладач кафедри зварювання НТУ "ХПІ",

Доктор філософії (PhD) за спеціальністю 132 Матеріалознавство,
Магістр за спеціальністю 131 Прикладна механіка.
Лауреат академічної стипендії Президента України, а також премії Національної академії наук України молодим вченим та студентам за кращі наукові роботи.
Автор та співавтор понад 35 наукових публікацій та патентів.
Детальніше про викладача на сайті кафедри за посиланням:
https://web.kpi.kharkov.ua/svarka/vykladachi-kafedry/

Загальна інформація

Анотація

Курс «Інноваційні технології в інженерії поверхні» розглядає методи і способи, які забезпечують на основі сучасних, новітніх засобів, матеріалів, створювати нові технології виробництва з високими характеристиками якісних показників деталей та виробів. Описано процеси в потоці газу і частинок, на поверхні основи, які виникають при створенні покриття різними методами: газотермічним напиленням, наплавленням, електроіскровим легуванням, а також модифікування структури та легування поверхні висококонцентрованими потоками енергії та інші методи нанесення покриття. Вказані матеріали і властивості отриманих покриттів. Наведена методологія управління якістю поверхні та вибору технології відновлення деталей. Розглянуто перспективи застосування наноструктурованих матеріалів у машинобудуванні. Представлений внесок автора у розвиток інженерії поверхні.

Мета та цілі дисципліни

Вивчення принципів і основ проектування і отримання поверхні і поверхневих шарів деталей машин і конструкцій із наперед заданим рівнем експлуатаційних властивостей при одночасному збереженні тих характеристик матеріалу основи, які забезпечують міцність, жорсткість, пружність та інші фізико-механічні властивості деталі, а також вузла і машин в цілому.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – диференційований залік.

Компетентності

КЗ 02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
СК 02 Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту.
СК 05 Здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробах (або у виробничих умовах).
СК 18 Здатність проводити вибір матеріалів для заданих умов експлуатації з урахуванням вимог надійності і довговічності, економічності і екологічних наслідків їх застосування на основі знання основних типів неорганічних і органічних матеріалів різного призначення, в тому числі наноматеріалів.
СК. 19 Здатність застосовувати аспекти структурної інженерії, як складової використання новітніх технологій (включаючи нано-) для створення нових матеріалів.

Результати навчання

РН 6 Наукові навички у галузі інженерії для того, щоб успішно проводити наукові дослідження як під керівництвом так і самостійно.
РН 12 Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів.
РН 13 Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки.
РН 15 Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів.
РН 20 Розробляти і застосовувати новітні методи і методики досліджень матеріалів та процесів в галузі матеріалознавства з урахуванням особливості проблем, що вирішуються.
РН 25 Знати основні групи матеріалів, що використовуються в сучасних технологіях макро-, мікро- та нанорівня, їхні фізико-механічні та експлуатаційні властивості; особливості структурних

перетворень та зміни властивостей матеріалів під час енергетичного впливу в процесах виготовлення та оброблення.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год, самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Дисципліна базується на навчальній дисципліні Фізичні основи міцності і пластичності матеріалів; Матеріалознавство керамічних композиційних матеріалів; Основи технології нових функціональних матеріалів та застосування інженерного комп'ютерного дизайну; Сучасні корозійностійкі сплави та галузі їх використання; Сучасні методи електронно-мікроскопічного аналізу; Структурна інженерія та комп'ютерний дизайн механічних властивостей матеріалів нового покоління

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Застосовуються активні форми проведення занять: лекція, лекція-діалог, лекційне опитування, практичні заняття, співбесіда, консультація. На заняттях використовується компетентністний підхід до навчання.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Будова твердої речовини [2, 6, 8, 10, 11]. 1. Вступ. 2. Будова твердої речовини. 3. Задачі, які вирішує інженерія. 4. Кристалічні структури. 5. Поверхня твердого тіла. 6. Поверхнева енергія, адсорбція, окиснення. 7. Сегрегаційні явища на поверхні. 8. Зношування поверхонь. 9. Підготовка поверхонь.	4
Тема 2. Методи інженерії поверхні [2, 3-5, 9]. 1. Основні поняття та визначення. 2. Класифікація методів за способом утворення шару та покриття. 3. Суть механічних, термомеханічних, хіміко-термічних, електрохімічних і хімічних, фізичних методів інженерії поверхні..	4
Тема 3. Газотермічне напилення [1, 2, 9, 10]. 1. Історія створення способу напилення металу. 2. Джерела енергії. 3. Газополуменевий струмінь. 4. Форма, будова ацетилено-кисневого полум'я та діаграма розподілу температури в зонах. Стадії процесу горіння ацетилену. 5. Структура детонаційної хвилі. 6. Електрична дуга. Фізичні процеси в області дуги. 7. Схема плавлення електродів при електродуговому розпиленні. 8. Особливості течії надзвукового потоку розпилювального газу в електродугових розпилювачах. 9. Струмінь низькотемпературної плазми.	4

10. Формування структури і властивостей покриття.

Тема 4. Процеси в потоці газу і частинок [1, 2, 6, 9, 10]. 1. Прискорення частинок матеріалу. 2. Схема аксіального і радіального завантаження потоку дисперсною фазою. 3. Формування потоку частинок при розпиленні дроту. 4. Нагрівання матеріалу у високотемпературному газовому потоці. 5. Число Рейнольдса (Re). Число Маха. Критерій Прандтля. Число Кнудсена. 6. Процеси на поверхні основи. 7. Число Нуссельта. Число Біо. Критерій Біо. 8. Удар частинок. Температура контакту. Умови з'єднання. 9. Формування структури і властивостей покриття. 10. Структура покриття. Напруження в покриттях.	4
Тема 5. Способи газотермічного напилення та матеріали покриттів [1, 2, 5, 6, 9]. 1. Класифікація газотермічних покриттів. 2. Газополуменеве напилення. 3. Детонаційне напилення. 4. Плазмове напилення. 5. Електродугове напилення. 6. Газотермічні способи напилення. 7. Матеріали для нанесення газотермічних покриттів. 8. Способи відновлення. 9. Застосування газотермічного напилення.	4
Тема 6. Наплавлення та електроіскрове легування [1, 2, 3, 7-9]. 1. Загальні теоретичні відомості. Характеристика способів наплавлення. 2. Ручне дугове наплавлення покритим електродом. 3. Наплавлення деталей під шаром флюсу. 4. Дугове наплавлення в середовищі захисних газів. 5. Вібродугове наплавлення. 6. Електрошлакове наплавлення. 7. Плазмове наплавлення. 8. Індукційне наплавлення. 9. Лазерне (світлове) наплавлення. 10. Електронно-променеве наплавлення. 11. Газове наплавлення.	4
Тема 7. Модифікування поверхні та інші методи нанесення покриття [1, 2, 4-6, 8]. 1. Модифікування поверхні лазером. 2. Модифікування поверхні електронним променем. 3. Іонна імплантація. 4. Обробка плазмою. 5. Гальванічні процеси. 6. Хімічне осадження. 7. Дифузійне насичення.	4
Тема 8. Управління якістю поверхні та вибір технології відновлення деталей [2, 9-11]. 1. Якість покриття. 2. Методика визначення товщини відновлювальних покриттів, які забезпечують необхідний ресурс. 3. Вибір технології відновлювання деталей. 4. Перспективи застосування наноструктурованих матеріалів у машинобудуванні.	4
Загальна кількість годин	**32**

Практичні заняття

Теми практичних занять	**Кількість годин**	**Вагові коефіцієнти а**

Тема 1. Методи визначення твердості металів та сплавів	2	1
Тема 2. Моделі та механізми створення покриття	2	1
Тема 3. Оцінка взаємодії компонентів при формуванні композиційних покриттів	2	1
Тема 4. Визначення температури частинок при формуванні газотермічного покриття	2	1
Тема 5: Визначення фізико-механічних характеристик вакуумно-конденсаційних покриттів	2	1
Тема 6: Вимірювання міцності зчеплення покриття з основою	2	1
Тема 7: Визначення міцності матеріалу покриття	2	1
Тема 8: Методи оцінки величини зношування матеріалів	2	1
Загальна кількість годин	**16**	$\sum_{i=1}^{n} a_i = 4$

Лабораторні заняття

Лабораторні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

Контрольні роботи

Комплексний тест	Вагові коефіцієнти b
Тема 1. Нові матеріали та технології їх отримання	1
Тема 2. Особливості реалізації СВС-процесу	1
Загальна кількість годин	$\sum_{i=1}^{n} b_i = 2$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (розрахункового завдання).

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Армовані керамічні матеріали 1. Теоретичні основи зміцнення матеріалів волокнами? 2. Класифікація армованих композиційних матеріалів? 3. Вимоги, які пред'являються до матриці та волокна?	9
Тема 2. Порошкова металургія 1. Загальна характеристика методу порошкової металургії? 2. Історія розвитку порошкової металургії? 3. Металевий порошок? 4. Класифікація методів виробництва порошків? 5. Формування порошків; Спікання; Продукція порошкової металургії?	9
Тема 3. Розробка високочистих матеріалів 1. Огляд загальної проблематики розроблення та освоєння високочистих матеріалів у сучасній техніці? 2. Високочисті метали, отриманні методом спеціальної металургії?	9
Тема 4. Зносостійкі метали та сплави 1. Зносостійкість; Графітизована сталь; Високомарганцеві сталі? 2. Матеріали для наплавлення?	9

3. Композиційні матеріали, отриманні з використанням СВС-процесу?	
Тема 5. Технологічні процеси нанесення поверхневих зносостійких покриттів 1. Дугові методи нанесення покриттів? 2. Газотермічні методи? 3. Індукційне наплавлення? 4. Сутність методів та матеріали, які використовуються для їх реалізації?	9
Тема 6. Модифікування поверхні концентрованими потоками енергії. Лазери 1. Модифікування поверхні лазером? 2. Модифікування поверхні електронним променем? 3. Матеріали, які використовуються в якості вихідних?	9
Загальна кількість годин	**54**

Тематика індивідуальних завдань

Індивідуальне завдання (розрахункове завдання) передбачає виконання індивідуального завдання, розкривати обрану тематику, демонструвати вміння аналізувати інформацію та оформлювати текстові документи відповідно до мети навчальної дисципліни. Кожен студент виконує свій варіант індивідуального завдання (розрахункового завдання), який відрізняється від інших.
Обсяг індивідуального завдання (розрахункового завдання) 14–16 сторінок основного тексту. Індивідуальне завдання (розрахункове завдання) має бути оформлене відповідно до вимог, наведених у літературному джерелі [17]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до диференційованого заліку.

Тема індивідуального завдання

Тема 1. Розрахунок режимів дугового наплавлення неплавким електродом композиційного матеріалу	
Розрахункове завдання виконується за варіантами.	
Загальна кількість годин	**18**

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.
Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Інженерія поверхні : підручник / Ющенко К. А., Борисов Ю. С., Кузнецов В. Д., Корж В. М. Київ : Наукова думка, 2007. 559 с.
2. Лузан С.О. Інженерія поверхні. Курс лекцій /С.О. Лузан, О.І. Сідашенко. – Харків: Водний спектр Джі-Ем-Пі, 2019. – 188 с.
3. Dossett J.L. Practical Heat Treating: Basic Principles. – ASM International, 2020. — 404 p.
4. Ray B. C. et al. Phase transformations and heat treatments of steels. CRC Press, 2020. 234 p.
5. González J. I. V., Fernández-González D., González L. F. V. Physical metallurgy and heat treatment of steel. Springer, 2023. 343 p.

6. Вакуленко І. О. 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. Кам`янське : ДДТУ, 2024. 121 с.
7. Середюк В. С. Технологія конструкційних матеріалів : підручник. Новоград-Волинський : НВПФК, 2020. 277 с.
8. Бодрова Л.Г. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство, розділ Матеріалознавство: Навчальний посібник / Л.Г. Бодрова, Г.М. Крамар, Я.О. Ковальчук, І.В. Коваль – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. – 157 с.
9. Гожій С. П. Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування. Навч. посіб. з вибіркової компоненти «Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування» для студентів галузі знань 13 Механічна інженерія, спеціальностей 131 Прикладна механіка усіх форм навчання. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 104 с.
10. Матеріалознавство. Конспект лекцій: навчальний посібник призначений для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування усіх форм навчання / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Кондрашев П. В. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. - 98 с.
11. Технологія конструкційних матеріалів. Конспект лекцій: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг пакувань та пакувального обладнання» спеціальності 131 Прикладна механіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: П. В. Кондрашев. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 174 с.
12. Матеріалознавство. Лабораторний практикум: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Кондрашев П. В., Ключников Ю. В., Сердітов О. Т., Лесик Д. А. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 55 с.
13. Теорія і технологія термічної обробки : методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 132 «Матеріалознавство» / О. С. Дробот. Хмельницький : ХНУ, 2022. 35 с.
14. Кодекс етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного Технічного Університету «Харківський Політехнічний Інститут» СУЯ ХПІ-ВЗЯОД-МР/10.1:2023. https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/wp-content/uploads/sites/43/2024/04/Kodeks-etyky-akademichnyh-vzayemovidnosyn-ta-dobrochesnosti-Natsionalnogo-tehnichnogo-universytetu-Harkivskyj-politehnichnyj-instytut-.pdf..
15. Система стандартів з організації навчального процесу. ТЕКСТОВІ ДОКУМЕНТИ У СФЕРІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. Загальні вимоги до виконання. СТЗВО-ХПІ-3.01-2021. http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2021/12/STZVO-HPI-3.01-2021-SSONP.-Tekstovi-dokumenti-u-sferi-navchalnogo-protsesu.-Zagalni-vimogi-do-vikonannya.pdf
16. Кодекс етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного Технічного Університету «Харківський Політехнічний Інститут» СУЯ ХПІ-ВЗЯОД-МР/10.1:2023. https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/wp-content/uploads/sites/43/2024/04/Kodeks-etyky-akademichnyh-vzayemovidnosyn-ta-dobrochesnosti-Natsionalnogo-tehnichnogo-universytetu-Harkivskyj-politehnichnyj-instytut-.pdf..
17. Система стандартів з організації навчального процесу. ТЕКСТОВІ ДОКУМЕНТИ У СФЕРІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. Загальні вимоги до виконання. СТЗВО-ХПІ-3.01-2021. http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2021/12/STZVO-HPI-3.01-2021-SSONP.-Tekstovi-dokumenti-u-sferi-navchalnogo-protsesu.-Zagalni-vimogi-do-vikonannya.pdf

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k:

Поточний контроль (практичні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3
0,3	0,4	0,3

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.
Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3,$$

де: *П* – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,
І – оцінка за виконання індивідуального завдання,
К – середньозважена оцінка за контрольні роботи,
Пк – оцінка за підсумковий контроль.

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + \ldots + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^{8} a_i},$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за практичне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^{1} b_i},$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (П, *К*, *І*,...) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої *О* з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.
Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/

Погодження

Силабус погоджено

29.08.2025

Завідувач кафедри
Сергій ЛУЗАН

29.08.2025

Гарант ОП
Олег ВОЛКОВ