



Контроль якості покриття

Шифр та назва спеціальності

G8 – Матеріалознавство

Спеціалізація

–

Освітня програма

Прикладне матеріалознавство
та новітні технології

Рівень освіти

Другий (магістерський) 1.9

Семестр

3

Інститут

ІНІ механічної інженерії і транспорту

Кафедра

Зварювання(145))

Тип дисципліни

Вибіркова

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



СИТНИКОВ Павло Андрійович

Pavlo.Sytnikov@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 «Контроль якості покриття» спрямований надати знання щодо видів та типів дефектів покриттів, вибору методів контролю їх якості. В межах курсу розглядаються характеристика та методи досліджень дефектів при наплавленні; гарячі та холодні тріщини при наплавленні сплавів на основі заліза та нікелю; пори та неметалеві включення в покриттях; контроль якістю газотермічних покриттів; фізико-технологічні основи якості продукції.

Мета та цілі дисципліни

Мета викладання дисципліни оволодіти знаннями з методів контролю якості покриттів, отриманих різними методами.

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 виробі (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".

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 компетентнісний підхід до навчання.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій

Кількість
годин

Тема 1. Характеристика та методи дослідження дефектів при наплавленні 1.1 Характеристика та класифікація дефектів при наплавленні; 1.2 Металографічний та фактографічний аналіз наплавлених шарів [1].	4
Тема 2. Гарячі та холодні тріщини при наплавленні сплавів на основі заліза 2.1 Теорія технологічної міцності при кристалізації шарів. Природа утворення гарячих тріщин. 2.2 Види гарячих тріщин; 2.3 Методи підвищення опору наплавлених шарів утворенню гарячих тріщин; 2.4 Умови та механізми утворення холодних тріщин; 2.5 Види холодних тріщин; [2, 3]	6
Тема 3. Пори та неметалеві включення в наплавлених шарах 3.1 Природа утворення та характеристика неметалевих включень в наплавлених шарах; 3.2 Газова фаза в металі шва, механізм утворення пор; 3.3 Методи та обладнання для підготовки поверхонь для виконання процесу наплавлення [3-7]	6
Тема 4. Контроль якості газотермічних покриттів 4.1 Фізичні основи нанесення газотермічних покриттів; 4.2 Коротка історична довідка розвитку газотермічного нанесення покриттів; [8, 9]	4
Тема 5. Дефекти газотермічних покриттів 5.1 Вплив стану поверхні на міцність зчеплення покриття; 5.2 Вплив та типи дефектів покриттів при електродуговому напиленні; 5.3 Зовнішні дефекти; 5.4 Внутрішні дефекти газотермічних покриттів; 5.5 Дефекти всередині частинок; 5.6 Неруйнівні методи контролю покриттів; 5.7 Способи визначення міцності зчеплення; 5.8 Методи контролю товщини покриттів [8, 9]	8
Тема 6. Фізико-технологічні основи якості продукції, основні характеристики 6.1 Основні поняття якості, показники якості; 6.2 Формування рівня якості продукції у зварюванні та споріднених технологіях. [10-12]	4
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних занять

Кількість
годин

Вагові
коефіцієнти a_i

Тема 1. Дослідження поверхні наплавленого шару на основі самофлюсівного NiCrBSi сплаву з додаванням домішок	4	1
Тема 2. Вплив стану підготовки поверхні на якість покриття	4	1
Тема 3. Вибір методів контролю та дослідження якості наплавленого шару	4	1
Тема 4. Вибір методів контролю та дослідження якості напиленого плазмового покриття	4	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. Методи контролю якості наплавлених шарів	1
Тема 2. Методи контролю якості газотермічних покриттів	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. Тепловий метод контролю при зварюванні 1. Фізичні основи теплового методу контролю наплавлених шарів? 2. Контроль за допомогою інфрачервоного лазера?	9
Тема 2. Радіаційні методи контролю зварних з'єднань та наплавлених шарів 1. Фізичні основи радіаційного контролю? 2. Види та основні іонізуючі випромінювання для контролю? 3. Основні характеристики та джерела іонізуючого випромінювання?	9
Тема 3. Методи акустичної емісії якості покриттів 1. Фізичні основи контролю акустичною емісією? 2. Апаратура для контролю акустичною емісією? 3. Особливості апаратури для контролю методом акустичної емісії?	9
Тема 4. Розрахунок економічної ефективності організації контролю 1. Які особливості економічного розрахунку за видами контролю зварного стику? 2. За рахунок чого витрати при радіаційному контролі є вищими ніж при ультразвуковому?	9
Тема 5. Статистичні методи керування якістю продукції у зварювальному виробництві 1. Дюгові методи нанесення покриттів? 2. Газотермічні методи? 3. Індукційне наплавлення? 4. Сутність методів та матеріали, які використовуються для їх реалізації?	9
Тема 6. Капілярний контроль 1. Принципи капілярної дефектоскопії? 2. Обладнання для капілярного контролю? 3. Рівень чутливості капілярної дефектоскопії?	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 [14]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до диференційованого заліку.

Тема індивідуального завдання

Тема 1. Оцінка якості наплавленого шару на основі NiCrBSi сплаву при модифікуванні

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. Диха О. В., Рудик О. Ю. Контроль якості покриттів : навч. посіб. – Хмельницький : ХНУ, 2021. – 166 с. <https://elar.khmnmu.edu.ua/bitstreams/1dd5b8f1-f890-4f35-8daa-118341a5721a/download>
2. Шлапак, Л. С. Основи зварювальних технологій: конспект лекцій. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2022. 196 с.
3. Ющенко К. А., Борисов С. Ю., Кузнецов В. Д., Корж В. М. Инженерия поверхности. Київ: Наукова думка, 2007, 533 с.
4. Биковський О. Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. Київ: Основа, 2021. 400 с.
5. Лузан С. О., Ситников П. А. Структура та властивості наплавлених шарів композиційним матеріалом, який одержано з використанням СВС-процесу. Вісник Хмельницького національного університету. Сер. Технічні науки, 2023. №. 4 (321). С. 194–201. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2023-323-4-194-201>
6. Sytnykov P. A. Study of the Structure and Properties of Deposited Layers of NiCrBSi Alloy, Modified with Composite Material. Journal of Mechanical Engineering – Problemy Mashynobuduvannia. 2023. Vol. 26, no. 4, P. 67–76. DOI: <https://doi.org/10.15407/pmach2023.04.067>
7. Sytnykov P. A. Plasma Coatings Based on Self-Fluxing NiCrBSi Alloy with Improved Wear Resistance Properties. Journal of Mechanical Engineering – Problemy Mashynobuduvannia, 2023. Vol. 26. No. 3. P. 54–64. DOI: <https://doi.org/10.15407/pmach2023.03.054>
8. Sytnykov P. A. Structural-phase state and properties of sprayed plasma coatings based on self-fluxing alloy of NiCrBSi system with the addition of SHS composites. Norwegian Journal of development of the International Science, 2023. No. 121. P. 151–158. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10246932>
9. Студент М. М., Маркович С. І., Гвоздецький В. М. та ін. Абразивна зносостійкість та трибологічні характеристики електрометалізаційних композиційних покриттів. Фізико-хімічна механіка матеріалів, 2022. № 1. С. 90–97.
10. Латинін Ю. М., Лузан С. О., Крахмальов О. В. Метрологія, сертифікація, стандартизація та забезпечення якості : навч. посіб. Харків: Мачулін, 2023. 280 с.
11. Латинін Ю. М., Крахмальов О. В. Основи метрології, обробка та представлення результатів досліджень: навч. посіб. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. 75 с.
12. Латинін Ю. М., Крахмальов О. В. Наплавлення та напilenня: лабораторний практикум: Харків, НТУ «ХПІ», 2021. 80 с.
13. 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-Harkivskiy-politehnichnyj-institut-.pdf>

14. 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-dokumenty-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:

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

де: P – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання,
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,
 P_k – оцінка за підсумковий контроль.

$$P = \frac{P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + \dots + P_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i},$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за практичне заняття.

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

де: b_i - ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ($P, K, I, \dots$) 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 O 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	FX
(потрібне додаткове)		

	вивчення)	
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

Гарант ОП

Олег ВОЛКОВ

29.08.2025

