



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



«Наплавлення та напилення»

Шифр та назва спеціальності

G8 – Матеріалознавство

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Спеціалізація

–

Освітня програма

Прикладне матеріалознавство та новітні технології

Кафедра

Зварювання (145)

Рівень освіти

бакалавр

Тип дисципліни

Дисципліна вільного вибору студента із загальноуніверситетського каталогу дисциплін

Семестр

5

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Крахмальов Олександр Вікторович

К. т. н., доц.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

«Наплавлення та напилення» сприяє міждисциплінарним зв'язкам навчального плану фахівців за обраною спеціальністю і вивчається як професійна дисципліна для засвоєння загально-інженерних та спеціальних дисциплін за фахом.

Науковим фундаментом навчальної дисципліни «Наплавлення та напилення» є закони та закономірності хімії, фізики, теорії зварювальних процесів.

«Наплавлення та напилення» сприяє міждисциплінарним зв'язкам навчального плану фахівців за обраною спеціальністю і вивчається як професійна дисципліна для засвоєння загально-інженерних та спеціальних дисциплін за фахом.

Науковим фундаментом навчальної дисципліни «Наплавлення та напилення» є закони та закономірності хімії, фізики, теорії зварювальних процесів.

«Наплавлення та напилення» містить необхідний мінімум основних знань, який є достатнім для самостійного оволодіння основами вибору методів наплавлення та напилення на машинобудівних підприємствах.

Методика вивчення навчальної дисципліни «Наплавлення та напилення» спрямована на повне засвоєння студентами всіх модулів дисципліни поряд з технічними науками та іншими загально-технічними дисциплінами, закладає підґрунтя інженерній освіті, цементує професію, морально-

ділові якості і на базі цього виховує у інженерних кадрів високу професійну майстерність, постійну готовність до виконання технічних завдань.

Мета та цілі дисципліни

Надання знань щодо базових способів наплавлення, закономірностей формування структурного та фазового складу наплавлених шарів, особливостей технологій наплавлення шарів різного функціонального призначення та складу, установок для наплавлення, а також навичок практичного використання одержаних знань; спрямована на вивчення типових і сучасних технологій нанесення поверхневого шару металів, є однією із основних дисциплін у циклі підготовки бакалаврів за спеціалізацією «Зварювання та споріднені процеси і технології».

Формат занять

Лекції, самостійна робота. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

КЗ01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу..

КС05 Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем.

КС06 Здатність використовувати практичні інженерні навички при вирішенні професійних завдань.

Результати навчання

РН 01 Демонструвати володіння логікою та методологію наукового пізнання.

РН 10 Здатність поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

РН 26 Знання технічних характеристик, умов роботи, застосування виробничого обладнання для обробки матеріалів та контрольно-вимірювальних приладів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 48 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Попередні дисципліни: Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація, Структурні аспекти в металевих сплавах, Теорія конденсованого стану, Теоретична та прикладна механіка, Діагностика та дефектоскопія.

Наступні дисципліни: Технології та обладнання для модифікування поверхні, об'ємної обробки, комп'ютерного інженерного дизайну, Виробнича практика, Інженерія поверхні, Технологія та устаткування зварювання плавленням, Відновлення елементів конструкцій зварюванням.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Курс складається з лекцій, самостійної роботи, залік.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Наплавочні матеріали та способи наплавлення [1 - 3]. Загальна характеристика техніки наплавлення. Сучасні методи наплавлення і напилення, які використовують для підвищення зносостійкості, корозіоностійкості робочих поверхонь деталей. Переваги технології наплавлення. Недоліки технології наплавлення. Наплавочні матеріали: матеріали для зносостійкого наплавлення; корозійностійкі наплавочні матеріали. Способи наплавлення: газове наплавлення; дугове наплавлення покритими електродами; дугове наплавлення під флюсом; наплавлення відкритою дугою; наплавлення у середовищі вуглекислого газу; наплавлення середовищі захисних газів; інші способи наплавлення. Теоретичні основи наплавлення. Основний метал та наплавочні матеріали.	12

Середовище при наплавленні. Погонна енергія та швидкість охолодження.
Термообробка після наплавлення.

Тема 2. Теоретичні основи і практика наплавлення [1 - 3]. Практика наплавлення. Підготовка поверхні до наплавлення. Наплавлення. Послідовна обробка виробів та контроль якості наплавлення. Дефекти наплавлення та міри їх запобігання. Властивості наплавленого металу та його властивості. Зносостійке наплавлення. Корозійностійке наплавлення. Використання наплавлення. Загальна характеристика технології напилення.	10
Тема 3. Матеріали для напилення і технологія напилення [1 - 3]. Класифікація методів нанесення покриття і модифікування поверхні. Газотермічні, вакуумно-конденсаційні методи нанесення покриття. Їх суть, сучасний стан і перспективи розвитку. Матеріали для нанесення покриття. Дротяні, пруткові, матеріали для напилення. Порошкові матеріали, суспензії та перкуртори для напилення. Гнучкі шнури. Кераміка. Вибір матеріалів для напилення. Підготовка поверхні для нанесення покриття. Підготовка поверхонь деталей і конструкцій перед нанесенням покриттів. Вибір деталей за технологічними вимогами, попередня механічна обробка, знежирювання.	12
Тема 4. Теоретичні основи і практика напилення [1 - 3]. Активация і створення шорсткості напилювання поверхні. Нанесення підшару. Контроль якості підготовлених деталей. Теорія напилення. Швидкість та температура часток матеріалу, який напиляється. Зіткнення частиць з поверхню деталі та формування покриття. Міцність зчеплення покриття з основним матеріалом та зчеплення між частками покриття. Термообробка після нанесення покриття. Газополуменеве нанесення покриття. Основні характеристики, суть методу, переваги, недоліки. Типова технологія нанесення покриття. Основні технологічні параметри, їх вплив на якість покриття. Використання надзвукового газового струменю. Детонаційне нанесення покриття. Основні характеристики, переваги, недоліки. Технологічні параметри процесу. Їх вплив на якість покриття.	14
Загальна кількість годин	48

Теми практичних занять

Практичні заняття навчальним планом не передбачені.

Теми лабораторних робіт

Лабораторні заняття навчальним планом не передбачені.

Самостійна робота

Курс передбачає самостійну роботу студента

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 5. Електродугове нанесення покриття [1 - 3]. Основні характеристики, суть, переваги, недоліки. Технологічні параметри процесу, їх вплив на якість покриття. Плазмове нанесення покриття, напилення при атмосферному тиску і в динамічному вакуумі, їх основні характеристики, суть, переваги, недоліки. Основні технологічні параметри процесу. Газодинамічне нанесення покриття. Основні характеристики, суть, переваги та недоліки. Техніко-економічний аналіз ефективності методів газодинамічного нанесення покриття. Оцінка критеріїв ефективності нанесення покриття. Спосіб нанесення покриття термічним випарюванням. Суть методу, галузі використання, перспективи розвитку. Основні загальні технологічні параметри	36

технологічних процесів, їх основні технологічні параметри випаровуванням. Випаровування матеріалів Резистивне та високочастотне індукційне нагрівання. Іоноплазмовий спосіб нанесення покриття вибуховим випаровуванням розпиленням (сублімацією). Суть способу, технологічні параметри, технологічні можливості способу. Обладнання для газотермічного нанесення покриття. Структура обладнання. Обладнання для газополуменовому напиленні. Обладнання для детонаційного та газодинамічного нанесення покриття. Обладнання для плазмового нанесення покриття. Обладнання для електродугового нанесення покриття. Обладнання для плазмового нанесення покриття. Обладнання для нанесення покриття у динамічному вакуумі. Енергетичні та технічні характеристики обладнання. Установки резистивного термічного випаровування, електронно-променеві установки, установки іонного та іонно-плазмового (вибухового) розпилення.

Тема 6. Дослідження залежності якості наплавленого матеріалу від його хімічного складу [1 - 3]. 36

Вплив параметрів наплавлення на особливості формування валиків. Визначення характеристик плавлення електродного матеріалу і продуктивності наплавлення. Вивчення впливу нахилу виробу та електроду на форму поперечного перерізу валика. Визначення параметрів режиму роботи обладнання для абразивно-струменевої обробки при підготовці поверхні для напилення. Визначення продуктивності і коефіцієнту використання матеріалу при газополумнневому напиленні. Визначення продуктивності і коефіцієнту використання матеріалу при електродуговому напиленні. Визначення продуктивності і коефіцієнту використання матеріалу при плазмовому напиленні.

Загальна кількість годин 72

Курс не передбачає виконання індивідуального завдання.

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 та навчальні матеріали

1. Ющенко К.А., Борисов Ю.С., Кузнецов В.Д., Корж В.М. Інженерія поверхні. Підручник – К.: НВП Видавництво «Наукова думка» НАН України, 2007. - 558 с.
2. Корж В.М., Кузнецов В.Д., Борисов Ю.С., Ющенко К.А. Нанесення покриття. Навчальний посібник / За ред. акад. К.А. Ющенка. - Арістей. 2005. – 204 с.
3. Корж В.М. Технологія та обладнання для наплавлення. Навч. посібник. К.: НМЦ ВО. 2000. – 152 с.
4. 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-politehnicznyj-institut-.pdf>.
5. 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 видів 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
1,0	0,0	0,0

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:

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

де: Π – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,

I – оцінка за виконання індивідуального завдання,

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,

Π_k – оцінка за підсумковий контроль.

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i},$$

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 ($\Pi, K, I, \dots$) 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 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

Студент 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

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Віталій ДМИТРИК



27.08.2026

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Ганна КНЯЗЄВА

27.08.2026

