



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Обґрунтування та вдосконалення технологій відновлення деталей

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

2

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.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс «Обґрунтування та вдосконалення технологій відновлення деталей» розвиває знання необхідні для виконання досліджень спрямованих на вдосконалення технологій відновлення та зміцнення деталей машин. Розглянуто характерні види зносу деталей машин, наведені класифікації відновлюваних деталей, СВС-процеси в технологіях зміцнення і відновлення деталей машин. В ході навчання студенти познайомляться з методологією вибору способу відновлення деталей з урахуванням їх ресурсу та оцінка витрат по нанесенню покриття.

Мета та цілі дисципліни

Оволодіти теоретичними знаннями та практичними навичками застосування комплексного підходу при виборі найбільш раціонального способу вдосконалення методу відновлення деталей машин.

Формат занять

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

Компетентності

СК 09 Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації.

Результати навчання

РН 17 Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.

РН 19 Розробляти комплексний дизайн нових матеріалів і виробів на їх основі з урахуванням експлуатаційних властивостей та умов використання.

Обсяг дисципліни

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

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Дисципліна базується на навчальних дисциплінах: Спеціальні методи зварювання, Контроль якості зварювання та поверхонь в машинобудуванні, Триботехніка та основи надійності машин, Фізико-хімічні процеси в зварних з'єднаннях

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. Ресурс транспортних засобів. Вступ. Ресурс транспортних засобів та їх основних складових частин після ремонту. Аналіз трудомісткості поточних ремонтів машин. Основні причини відмов машин.	4
Тема 2. Види зносу деталей. Характерні види зносу деталей машин. Аналіз видів зносу деталей машин. Структурна схема і типові сполучення засобів транспорту.	4
Тема 3. Способи відновлення деталей. Вибір способу відновлення деталей машин. Критерії вибору способу відновлення. Застосування газотермічних методів напilenня. Електрохімічні покриття.	4
Тема 4. Класифікація відновлюваних деталей і характеристики способів газотермічного напilenня. Класифікація відновлюваних деталей. Характеристика способів газотермічного напilenня. Основні способи класифікації деталей. Способи газотермічного напilenня. Класифікація матеріалів для нанесення покриттів.	4
Тема 5. Методи газотермічного напilenня. Удосконалення методів газотермічного напilenня. Газополуменеве напilenня, інтегроване зі щітковою обробкою. Високошвидкісне напilenня.	4
Тема 6. СВС-технології. СВС-процеси в технологіях зміцнення і відновлення деталей машин наплавленням і газотермічними способами напilenня покриттів. Історія відкриття і розвитку СВС-процесів. Технології та матеріали, що застосовуються для СВС-процесів.	4

Тема 7. СВС-процеси. СВС-процеси в газотермичних способах напилення і наплавлення покриттів. Застосування СВС-процесу для синтезу композиційних матеріалів, які застосовуються в газотермичних покриттях і процесах дугового наплавлення. Властивості покриттів з композиційних механоактивованих СВС-матеріалів, наплавлених електродуговим способом. Наноструктурні покриття.	4
Тема 8. Економічна ефективність відновлення деталей. Економічна ефективність технологічного процесу відновлення деталей. Критерій вибору способу відновлення деталей з урахуванням їх ресурсу. Оцінка витрат по нанесенню покриття.	4
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти
Тема 1. Визначення товщини відновлювального покриття і припусків на механічну обробку.	2	1
Тема 2. Відновлення гільз циліндрів плазовим напиленням, інтегрованим з щітковою обробкою.	2	1
Тема 3. Визначення оптимальної області параметрів режиму плазового наплавлення чавуну.	2	1
Тема 4. Високошвидкісне газополуменеве напилення покриттів.	2	1
Тема 5. Відновлення деталей холодним газодинамічним напиленням.	2	1
Тема 6. Дослідження матеріалів з покриттями на короткочасну міцність.	2	1
Тема 7. Оцінка якості напилення шляхом статичного випробування композиційних матеріалів на згинання	2	1
Тема 8. Визначення режимів механічної обробки покриттів	2	1
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 8$

Контрольні роботи Комплексний тест	Вагові коефіцієнти
Тема 1. Проблеми відновлення деталей машин.	1
Тема 2. Вдосконалення технологій відновлення деталей машин.	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. Ресурс транспортних засобів.	8

1. Що є найбільш поширеною причиною їх виходу з ладу деталей машин?
2. Яка частка від загальної суми витрат праці, коштів і матеріалів поточних ремонтів двигунів вантажних автомобілів?
3. Які причини малого ресурсу двигунів після ремонту?
4. Яка причина найбільш часто зустрічається ресурсного відмови машин?
5. Назвіть основні нормативи довговічності тракторів і їх основних складових частин?
6. Який ресурс відремонтованої техніки в порівнянні з новою повинен бути у відремонтованої техніки відповідно ГОСТ 18524-85?
7. Який вид дефекту деталей, що виникає при експлуатації, найбільш поширений?

Тема 2. Види зносу деталей.

8

1. Який знос деталей машин превалює над усіма іншими?
2. Як розподіляється знос поверхонь деталей тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин?
3. Перерахуйте типові сполучення засобів транспорту?
4. Які загальні операції містить будь-яка технологія відновлення деталей машин?

Тема 3. Способи відновлення деталей.

8

1. Що враховує технологічний критерій?
2. Напишіть вираз для визначення критерію довговічності.
3. Напишіть вираз, за яким оцінюється вибір способу по техніко-економічному критерію.
4. Яка частка деталей, відновлюваних на підприємствах агропромислового комплексу наплавленням, газотермічним, електрохімічними та іншими, найбільш часто вживаними методами, становить?
5. Назвіть найбільш поширений спосіб відновлення зношених деталей машин?
6. З якою метою застосовуються самофлюсуючі сплави системи Ni-Cr-B-Si при відновленні деталей машин?

Тема 4. Класифікація відновлюваних деталей і характеристики способів газотермічного наплення.

8

1. Що слід розуміти під типизацією технологічних процесів?
2. У чому суть методу групової обробки?
3. У чому принципова відмінність типовий від групової технології?
4. Що називається дефектом?
5. У чому перевага модульної технології?
6. Сутність процесу газопламенного наплення, його переваги і недоліки?
7. Сутність процесу детонаційного наплення, його переваги і недоліки?
8. Сутність процесу плазмового наплення, його переваги і недоліки?
9. Сутність процесу електродугового наплення, його переваги і недоліки?
10. Назвіть основні способи підвищення міцності зчеплення покриття з основою?
11. Класифікація матеріалів для нанесення газотермічних покриттів.

Тема 5. Методи газотермічного наплення.

9

1. Яка мета інтегрування газотермічних методів наплення з іншими методами обробки поверхні?
2. Що являє собою металева щітка, застосовувана при газополуменеве напилювання?
3. Що дає застосування щеточної обробки замість традиційної струменевої обробки абразивом?
4. Який характер має залежність міцності зчеплення газопламенного покриття з основою від швидкості обертання щітки?
5. Який характер має залежність шорсткості напилюваної поверхні від швидкості обертання щітки?
6. Яку висоту нерівностей Rz забезпечує щеточна і абразивоструйна обробка?
7. Який вплив робить величина натягу на висоту мікронерівностей?
8. Суть надзвукового плазмового наплення?
9. Суть способу отримання покриття з використанням струменя надзвукової швидкості?

10. У чому відмінність способів "High Velocity Oxygen Fuel" (HVOF) і «High Velocity Air Fuel» (HVOF)?

11. Суть процесса холодного газодинамического напыления?

Тема 6. СВС-технології.

8

1. У чому суть явища, що отримало назву «твердого полум'я»?
2. Суть СВС-процесів і основні етапи розвитку СВС-технологій.
3. Які застосовуються основні технологічні типи СВС-процесів?
4. Опишіть узагальнену схему СВС-технологій?
5. Які матеріали застосовуються для синтезу композиційних порошків?
6. У чому перевага синтезованих порошків в порівнянні з традиційно застосовуваними для газотермічного напылення механічними сумішами і конгломерированими порошками?

Тема 7. СВС-процеси.

8

1. У чому суть механоактивації композиційних матеріалів?
2. Як залежить інтенсивність зношування покриттів від об'ємної частки карбідної складової?
3. Дайте визначення, що представляють собою наноматеріали?
4. Якими властивостями володіють нанопорошки?

Тема 8. Економічна ефективність відновлення деталей.

8

1. Що враховує комплексний техніко-економічний критерій вибору способу відновлення деталей?
2. Що є критерієм економічної ефективності технологічного процесу нанесення відновного покриття?
3. Критерії вибору технології відновлювання деталей?

Загальна кількість годин

65

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 [11]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до диференційованого заліку.

Тема індивідуального завдання

Тема 1. Вибір способу та його удосконалення.

Розрахункове завдання виконується за варіантами.

Загальна кількість годин

7

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. Лузан С.О. Обґрунтування та вдосконалення технологій відновлення деталей. Курс лекцій / С.О. Лузан, О.І. Сідашенко, А.С. Лузан. – Харків: Діса плюс, 2020. – 127 с.
2. Спеціальні способи зварювання: підручник / І.В. Кривцун, В.В. Квасницький, С.Ю. Максимов, Г.В. Єрмолаєв, за загальною редакцією академіка НАН України, доктора технічних наук, професора Б. Є. Патона. – Миколаїв: НУК, 2017. – 346 с. ISBN 978-966-321-321-5.
3. Seyffarth, P. Laser-arc processes and the irapplication in welding and material treatment [Text] / P. Seyffarth, I.V. Krivtsun // Welding and Allied Processes. – London: Taylor and Francis, 2002. – Vol. 1. – 184 p.
4. Лузан С.О. Структура концепції відновного ремонту газотермічним напиленням покриттів / С. О. Лузан // Механіка та машинобудування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2011. – № 1. – С. 163-169.
5. Лузан С.О. Забезпечення зносостійкості деталей газополум'яним напиленням покриттів з віброобробкою / С.О. Лузан // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків : 2011. – Вип. 114. – С. 196-202.
6. Інженерія поверхні: підручник / К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж. - Київ: Наукова думка, 2007. – 559 с.
7. Лузан С.О. Інженерія поверхні. Курс лекцій / С.О. Лузан, О.І. Сідашенко. – Харків: Водний спектр Джі-Ем-Пі, 2019. – 188 с.
8. Ружи́ло З. В., Мельник В. І., Новицький А. В. та ін. Надійність машин та обладнання. Частина 2. Ремонтування машин та відновлення деталей : навчальний посібник. Київ : НУБіП України, 2023. 309 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. 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-institut-.pdf>.
11. Система стандартів з організації навчального процесу. ТЕКСТОВІ ДОКУМЕНТИ У СФЕРІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. Загальні вимоги до виконання. СТЗВО-ХПІ-3.01-2025. <https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2025/06/STZVO-HPI-3.01-2025-2.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:

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:

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

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 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 (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.

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри

Віталій ДМИТРИК

25.08.2026

Дата погодження, підпис

Гарант ОП

Олег ВОЛКОВ

25.08.2026