МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально-науковий інститут

Кафедра матеріалознавства і технології металів

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Технології відновлення і захисту деталей двигунів і суднових механізмів

Technologies for restoration and protection of engine components and marine mechanisms

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *вибіркова*

мова викладання *українська*

Миколаїв – 2025

2

Робоча програма навчальної вибіркової дисципліни «Технології відновлення і захисту деталей двигунів і суднових механізмів»

«11» 09 2025 року. 15 с.

Розробник: Бобров М.М., канд. техн. наук, доцент кафедри матеріалознавства і технології металів

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Технології відновлення і захисту деталей двигунів і суднових механізмів» *розглянуто на засіданні кафедри матеріалознавства і технології металів*

Протокол № 2 від «19» 09 2025 р.

В.о. завідувача кафедри *Ю.О. Казимиренко*

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Технології відновлення і захисту деталей двигунів і суднових механізмів» *розглянуто Навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту*

Протокол № 1 від «24» 09 2025 р.

Голова *О.П. Ястреба*

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Технології відновлення і захисту деталей двигунів і суднових механізмів» *погоджено з навчальним відділом*

Начальник відділу *А.В. Лабарткава*

Робоча програма навчальної дисципліни «Технології відновлення і захисту деталей двигунів і суднових механізмів» *затверджена Навчально-методичною радою НУК*

Протокол № 8 від «29» 10 2025 р.

Голова НМР НУК *С.О. Слободян*

© НУК, 2025

ЗМІСТ

Вступ 4
1. Опис навчальної дисципліни 5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни 6
3. Передумови для вивчення дисципліни 6
4. Очікувані результати навчання 6
5. Програма навчальної дисципліни 7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування 10
7. Форми поточного та підсумкового контролю 11
8. Критерії оцінювання результатів навчання 13
9. Засоби навчання 14
10. Рекомендовані джерела інформації 15

ВСТУП

Анотація

Відновлення і захист деталей двигунів та суднових механізмів є важливою складовою забезпечення їх надійності, довговічності та ефективної експлуатації. У процесі експлуатації такі деталі зазнають зносу, корозії, термічних і механічних навантажень, що потребує застосування сучасних технологій ремонту, зміцнення та захисту. Залежно від умов роботи та виду пошкоджень вибираються відповідні методи відновлення — наплавлення, напилення, механічна обробка, гальванічні, полімерні та комбіновані технології. Вибір технології визначається також типом деталі, матеріалом, з якого вона виготовлена, і вимогами до її експлуатаційних характеристик. Завдання курсу — сформувати у студентів уявлення про основні сучасні технології відновлення та захисту деталей, принципи вибору методів ремонту, взаємозв'язок між технологічними параметрами та якістю відновленої поверхні. Курс спрямований на набуття студентами технічних спеціальностей знань і навичок у сфері діагностики зношування, вибору технологічного маршруту відновлення та забезпечення захисних властивостей деталей в умовах експлуатації на морському і промисловому транспорті.

Ключові слова: напилення, властивості, напилювані матеріали, порошки, дроти.

Abstract

The restoration and protection of engine components and marine mechanisms are essential for ensuring their reliability, durability, and efficient operation. During service, such components are subjected to wear, corrosion, thermal, and mechanical stresses, which require the application of modern technologies for repair, strengthening, and protection. Depending on the operating conditions and types of damage, appropriate restoration methods are selected—such as welding, thermal spraying, machining, electroplating, polymer coatings, and combined technologies. The choice of technology also depends on the type of component, the material it is made from, and the performance requirements. The objective of the course is to provide students with an understanding of the main modern technologies for restoration and protection of components, principles of selecting repair methods, and the relationship between technological parameters and the quality of the restored surface. The course is aimed at equipping students of technical specialties with the knowledge and skills necessary for wear diagnostics, selection of restoration process routes, and ensuring protective properties of components operating in marine and industrial transport conditions.

Key words: restoration, protection, wear, engines, marine mechanisms, repair technologies, welding, thermal spraying.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td>Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5,0</td><td rowspan="3"></td><td>Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td>Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 3</td><td>3-й</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="7"></td><td>Семестр</td></tr>
<tr><td>6-й</td></tr>
<tr><td>Лекцій</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Індивідуальне науково-дослідне завдання - нема</td><td>30 год.</td></tr>
<tr><td>Практичні</td></tr>
<tr><td>30</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 150</td><td>Лабораторні</td></tr>
<tr><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4;
самостійної роботи студента – 6.</td><td rowspan="5">Освітній рівень:
перший (бакалаврський)</td><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td></tr>
<tr><td>Індивідуальні завдання:</td></tr>
<tr><td>Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td>Форма контролю: комбінована</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Технології відновлення і захисту деталей двигунів і суднових механізмів» є опанування теоретичних основ і практичних методів відновлення працездатності та підвищення довговічності деталей шляхом застосування сучасних технологій наплавлення, напилення, механічної та хіміко-термічної обробки, а також вивчення засобів захисту від зношування, корозії та кавітаційного руйнування в умовах експлуатації суднової техніки.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен: - вміти застосовувати системний підхід для аналізу структури і властивостей напилюваних матеріалів;

- володіти знаннями про механізми зношування і пошкодження деталей двигунів та суднових механізмів;

- вміти обирати оптимальні технології відновлення та захисту деталей залежно від умов їх роботи;

- встановлювати взаємозв’язок між технологічними параметрами процесів відновлення та рівнем фізико-механічних властивостей отриманих поверхневих шарів;

- застосовувати сучасні методи діагностики технічного стану та прогнозування ресурсу деталей після відновлення;

- здійснювати аналіз ефективності використання різних технологій з урахуванням економічних та екологічних аспектів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни відсутні

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- знання теоретичних і технологічних основ процесів відновлення та захисту деталей двигунів і суднових механізмів;
- уміння обирати оптимальні технології відновлення та захисту поверхонь деталей відповідно до характеру зношування, умов експлуатації та вимог до надійності;

- здатність аналізувати вплив технологічних параметрів на якість відновлених і захищених поверхонь;
- навички оцінювання ефективності застосування різних методів з урахуванням техніко-економічних та екологічних показників.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Надійність та довговічність деталей машин. Способи відновлення зварюванням.

Тема 1. Надійність та зміна технічного стану деталей у процесі експлуатації. [1]: С. 9-15.

Тема 2. Дефектація і сортування деталей. [1]: С. 16-25.

Тема 3. Класифікація способів відновлення деталей. [1]: С. 35-47.

Тема 4. Способи відновлення зварюванням. Газопорошкова наплавка. [1]: С. 50-54, [3]: С. 9-15.

Тема 5.. Відновлення сталевих деталей машин електрозварюванням у середовищі захисних газів. [1]: С. 56-64, [3]: С. 20-25.

Тема 6.. Наплавка під флюсом. [1]: С. 65-70, [3]: С. 30-40.

Змістовний модуль 2. Відновлення деталей машин і механізмів газотермічним напиленням.

Тема 7. Електродугове напилення. [2]: С. 16-25.

Тема 8. Плазмове напилення. [2]: С. 30-35.

Тема 9. Газополуменеве напилення. [2]: С. 40-47

Тема 10. Детонаційне напилення. [2]: С. 50-62

Тема 11. Холодне газодинамічне напилення. [2]: С. 63-75

Змістовний модуль 3. Відновлення деталей машин механічними способами.

Тема 12. Особливості механічного оброблення при відновленні деталей машин. [3]: С. 60-75.

Тема 13. Відновлення деталей машин під ремонтний розмір. Відновлення різьбових поверхонь спіральними вставками. [3]: С. 76-85.

Тема 14. Відновлення деталей машин методом пластичного деформування. [3]: С. 90-110.

Тема 15. Відновлення деталей складальних одиниць за допомогою полімерних матеріалів. [3]: С. 120-135.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	п.р.	інд.	с.р.

1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Надійність та довговічність деталей машин. Способи відновлення зварюванням.					
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Надійність та зміна технічного стану деталей у процесі експлуатації.	8	2	-	-	6
Тема 2. Дефектація і сортування деталей.	8	2	-	-	6
Тема 3. Класифікація способів відновлення деталей.	8	2	-	-	6
Тема 4. Способи відновлення зварюванням. Газопорошкова наплавка.	12	2	4	-	6
Тема 5. Відновлення сталевих деталей машин електрозварюванням у середовищі захисних газів.	12	2	4	-	6
Тема 6. Наплавка під флюсом.	12	2	4	-	6
Разом за змістовим модулем 1	**60**	**12**	**12**		**36**
Змістовний модуль 2. Відновлення деталей машин і механізмів газотермічним напиленням.					
Тема 7. Електродугове напилення.	14	2	4	-	8
Тема 8. Плазмове напилення.	10	2	2	-	6
Тема 9. Газополуменеве напилення.	12	2	2	-	8
Тема 10. Детонаційне напилення.	12	2	2	-	8
Тема 11. Холодне газодинамічне напилення.	12	2	2	-	8
Разом за змістовим модулем 2	**60**	**10**	**12**		**38**
Змістовий модуль 3. Відновлення деталей машин механічними способами.					
Тема 12. Особливості механічного оброблення при відновленні деталей машин.	10	2	4	-	4

Тема 13. Відновлення деталей машин під ремонтний розмір. Відновлення різьбових поверхонь спіральними вставками.	6	2	-	-	4
Тема 14. Відновлення деталей машин методом пластичного деформування.	8	2	2	-	4
Тема 15. Відновлення деталей складальних одиниць за допомогою полімерних матеріалів.	6	2	-	-	4
Разом за змістовим модулем 2	**30**	**8**	**6**	**-**	**16**
Всього годин	**150**	**30**	**30**	**-**	**90**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження мікроструктури та властивостей зміцнювальних шарів отриманих за допомогою порошкової наплавки самофлюсівних сплавів.	4
2	Дослідження технології відновлення деталей зварюванням у середовищі захисних газів	4
3	Дослідження технології відновлення деталей наплавкою під шаром флюсу	4
4	Дослідження властивостей та застосування електродугових покриттів	4
5	Дослідження властивостей та застосування плазмових покриттів	2
6	Дослідження властивостей та застосування газополуменевих покриттів	2
7	Дослідження властивостей та застосування детонаційних покриттів	2
8	Дослідження властивостей та застосування газодинамічних покриттів	2
9	Будова токарного верстату та роботи, що виконуються на ньому	4
10	Будова та робота установки для дробоструменевої обробки	2
Разом		**30**

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Норматив	Денна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лек.	15
2	Підготовка до практичних робіт	підготовка до практичних робіт – до 2 год. на 1 роб.	15
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 15 год. на 1 захід	45
4	Підготовка до заліку		15
	Разом		**90**

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання, які використовуються для засвоєння програмного матеріалу та активізації навчального процесу:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольно-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;

пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- ілюстрування - показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символьному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;

- відеометод - використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості;

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;

практична робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;

Методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- комплексний залік;
- стандартизовані тести.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного заліку.

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок - ***40 балів***. Право здавати заключний залік дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного заліку набирає не менше ***60 балів***. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заключного заліку.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті за результатами оформленого звіту та питань для самоконтролю, передбачає оцінювання теоретичної підготовки за тематикою роботи та проблемних питань щодо виконання практичного завдання.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Практична робота

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін або достроково. Студент самостійно та безпомилково ідентифікує тип задачі, обґрунтовує обраний метод розв'язання. Розв'язок є повним, раціональним, демонструє глибоке розуміння теми та творчий підхід. Студент впевнено розв'язує задачі підвищеної складності, що вимагають інтеграції знань з різних тем. Звіт

	оформлений акуратно, відповідає всім встановленим вимогам, містить чіткі та глибокі висновки.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і практично безпомилково розв’язує її. Може самостійно розв’язувати стандартні комбіновані задачі. У розв'язку або звіті можуть бути присутніми незначні неточності, які не впливають на загальний результат. Звіт відповідає встановленим вимогам.
3	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв’язує її. Може розв’язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує розрахунки комбінованих задач, іноді після консультації викладача.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв’язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
0	Студент не розв’язує задачі.

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	80	60	40	20	0
Бал	5	4	3	2	1	0

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання практичних робіт	10 роб. × 5 балів = 50 балів
Поточний модульний контроль	2 МКР × 5 балів = 10 балів
Всього	**60**

Підсумковий контроль

Тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Бал	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0

Усна відповідь (1 питання - 10 балів**)**

Бал	Критерії оцінювання
20	Студент вільно володіє матеріалом, знає основні види матеріалів для напилення та надає інформацію щодо методів їх виготовлення. Вміє

	розгорнуто пояснити вплив методу виготовлення порошкових напилюваних матеріалів на їх фізико-механічні та технологічні властивості. Знає методи визначення властивостей порошків. Може надати інформацію щодо основних доступних дротяних напилюваних матеріалів. Надає інформацію щодо можливих методів подачі порошкових та дротяних напилюваних матеріалів до високотемпературних газових струменів при газотермічному напиленні. Може навести приклади застосування відповідних матеріалів для напилення для вирішення конкретної проблеми на виробництві.
16	Студент знає основі види матеріалів для напилення та способи їх подачі до високотемпературних газових струменів при газотермічному напиленні. Володіє знаннями щодо основних методів виготовлення та підготовки порошкових напилюваних матеріалів. Розуміє взаємозв'язок методу виготовлення порошку з його хімічним та фазовим складом, морфологією, текучістю та насипною щільністю. Знає основні елементи будови порошкових живильників та пристроїв для подачі дротів. Надає приклади застосування газотермічних покриттів з відповідних напилюваних матеріалів.
12	Студент знає основі види матеріалів для напилення та способи їх подачі до високотемпературних газових струменів при газотермічному напиленні. Розуміє взаємозв'язок методу виготовлення порошку з його хімічним та фазовим складом, морфологією, текучістю та насипною щільністю. Надає інформацію щодо переваг порошкових дротів та гнучких шнурів над традиційними суцільнотягнутими дротами. Знає основі області застосування покриттів з конкретних напилюваних матеріалів.
8	Студент знає основні види порошкових та дротяних напилюваних матеріалів та способи їх виготовлення. Розуміє основні закономірності впливу методу виготовлення порошкових матеріалів на їх властивості. Знає основні елементи будови обладнання для подачі напилюваних матеріалів до високотемпературних струменів при напиленні.
4	Студент знає основні види напилюваних матеріалів та методи їх виготовлення. Орієнтується у питаннях щодо застосування газотермічних покриттів з відповідних напилюваних матеріалів.
0	Студент не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№№ змістового модуля і теми	Денна форма	
	Вид робіт	Кількість балів

ЗМ 1	Т4	Практична робота № 1	5
	Т5	Практична робота № 2	5
	Т6	Практична робота № 3	5
ПМК		Тест № 1	5
ЗМ 2	Т7	Практична робота № 4	5
	Т8	Практична робота № 5	5
	Т9	Практична робота № 6	5
	Т10	Практична робота № 7	5
	Т11	Практична робота № 8	5
ПМК		Тест № 2	5
ЗМ 3	Т12	Практична робота № 9	5
	Т14	Практична робота № 10	5
Підсумковий контроль		Залік, в тому числі	40
		тестування	20
		усна відповідь	20
Сума			**100**

9. Засоби навчання

Для засвоєння дисципліни застосовуються:

- конспект лекцій (електронний ресурс);
- методичні вказівки до виконання практичних робіт (електронний ресурс);
- конспект лекцій (електронний ресурс);
- методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (електронний ресурс);
- нормативна документація, що регламентує методи термічної обробки кольорових металів і сплавів (ДСТУ, технічні умови тощо);
- електронний каталог мікрофотографій кольорових металів і сплавів;
- ілюстративні матеріали (зокрема альбом структур та мікрофотографій);
- лабораторні зразки кольорових металів та сплавів;
- лабораторне обладнання для проведення термічної обробки та дослідження властивостей і структури;
- демонстраційні стенди, плакати, відеофільми.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Савуляк В.І. Відновлення деталей машин: Навчальний посібник – Вінниця: ВНТУ, 2004 р. – 93 с.

2. Дубовий О.М. Технологія напилення покриттів: Підручник / Дубовий О.М., Степанчук А.М. - □ Миколаїв: НУК, 2007. - 236 с.

3. Попов В.С. Зносостійкість сплавів, відновлення та зміцнення деталей машин: Навчальний посібник. – Запоріжжя: Видавництво «Мотор Січ», 2006 р. – 420 с.

Допоміжна

1. Фізико-хімічні основи створення покриттів / Кузнєцов В.Д., Пащенко В.М. – Київ – 1999 - 176с.

2. Технологія газотермічного і вакуумно-конденсаційного нанесення покриттів : Підручник / О. М. Дубовий,А. А. Карпеченко,М. М. Бобров. — Миколаїв : видавець Торубара В. В.,2018. — 202 р

3. Espallargas N. Future Development of Thermal Spray Coatings: Types, Designs, Manufacture and Applications / N. Espallargas. - Woodhead Publishing, 2015. — 301 p.

Інформаційні ресурси в інтернет: http:// nuos. edu. ua