

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова**

Кораблебудівний навчально-науковий інститут
Кафедра матеріалознавства і технології металів

T71119



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

**Фізико-хімічні основи модифікування структури та легування
поверхні**

рівень вищої освіти	<i>перший (бакалаврський)</i>
тип дисципліни	<i>обов'язкова</i>
мова викладання	<i>українська</i>

Миколаїв 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи модифікування структури та легування поверхні» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 132 «Матеріалознавство» освітня програма «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

" 10 " 10 2023 року. - 14 с.

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

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи модифікування структури та легування поверхні» *узгоджено з гарантом освітньої програми*

Гарант освітньої програми «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

канд. техн. наук, доцент

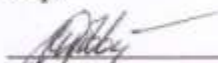


Н.Ю. Лебедева

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи модифікування структури та легування поверхні» *розглянуто на засіданні кафедри матеріалознавства і технології металів*

Протокол № 3 від « 8 » 11 2023 р.

Завідувач кафедри



О.М. Дубовий

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи модифікування структури та легування поверхні» *розглянуто Навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту*

Протокол № 2 від « 11 » 11 2023 р.

/ Голова



О.В. Бондаренко

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи модифікування структури та легування поверхні» *погоджено з навчальним відділом*

Начальник відділу

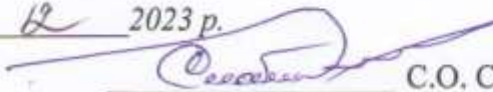


А.В. Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи модифікування структури та легування поверхні» *затверджена Навчально-методичною радою НУК*

Протокол № 10 від « 14 » 12 2023 р.

Голова НМР НУК



С.О. Слободян

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.....	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	9
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	12
9. Засоби навчання.....	13
10. Рекомендовані джерела інформації.....	13

Вступ

Анотація

Освітньою програмою «Фізико-хімічні основи модифікування структури та легування поверхні» підготовки бакалаврів передбачено набуття студентами знань про фізико-хімічні процеси та явища, які виникають при модифікуванні структури та легуванні поверхні високонцентрованими потоками енергії, ультразвуковим зміцненням та поверхневим пластичним деформуванням.

Програма навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи модифікування структури та легування поверхні» розрахована на студентів, які вивчили вищу математику, фізику, хімію, основи теоретичного та прикладного матеріалознавства.

Дисципліна сприятиме розвитку навичок щодо дослідження взаємозв'язку між структурою та фізико-механічними та експлуатаційними властивостями модифікованих шарів; вибору способу модифікування та легування поверхні у залежності від умов експлуатації та економічної доцільності.

Ключові слова: модифікування поверхні, легування, деформаційне зміцнення, висококонцентровані потоки енергії.

Abstract

The educational program "Physical and chemical foundations of structure modification and surface alloying" of bachelor's training provides students with the acquisition of knowledge about physical and chemical processes and phenomena that occur during structure modification and surface alloying with highly concentrated energy flows, ultrasonic hardening and surface plastic deformation.

The program of the educational discipline "Physical and chemical foundations of structure modification and surface alloying" is designed for students who have studied higher mathematics, physics, chemistry, the basics of theoretical and applied materials science.

The discipline will contribute to the development of skills in the study of the relationship between the structure and the physical-mechanical and operational properties of modified layers; choosing the method of surface modification and doping depending on operating conditions and economic feasibility.

Key words: surface modification, alloying, strain hardening, highly concentrated energy flows.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань 13 - Механічна інженерія	Обов'язкова
Модулів – 1		Рік підготовки:
Змістових модулів – 2		4-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність 132 – Матеріалознавство	Семестр
		8-й
		Лекцій
30 год.		
Практичні, семінарські		
-		
Лабораторні		
30 год.		
Індивідуальне науково-дослідне завдання - нема	Освітня програма Композиційні та порошкові матеріали, покриття	Самостійна робота
Загальна кількість годин – 120	Освітній рівень: Перший (бакалаврський)	60 год.
		Індивідуальні завдання: відсутнє
Вид контролю: залік		
Форма контролю: комбінована		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 4.		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи модифікування структури та легування поверхні» є формування у студентів відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

КС.03 - Здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства.

КС.06 -Здатність використовувати практичні інженерні навички при вирішенні професійних завдань.

КС.15 -Здатність підібрати стандартне устаткування для певного технологічного процесу виготовлення виробів з композиційних, порошкових матеріалів чи нанесення покриттів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: фізика; хімія; вища математика, основи теоретичного і прикладного матеріалознавства.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів відповідно до освітньої програми таких програмних результатів навчання:

ПР 10 - Уміти поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань матеріалознавства.

ПР 13 - Знати інженерні дисципліни, що лежать в основі спеціальності, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, в тому числі мати певну обізнаність в їх останніх досягненнях.

ПР 28 - Знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні поняття та визначення. Модифікування поверхні концентрованими потоками енергії.

Тема 1. Поверхня твердого тіла та поверхнева енергія [1] с.13-18

Тема 2. Адсорбція, окиснення та сегрегаційні явища на поверхні. [1] с.18-24.

Тема 3. Підготовка поверхонь та зношування. [1] с.24-30.

Тема 4. Модифікування поверхні лазером сталевих та чавунних виробів для підвищення корозійної стійкості. [2] с.3-34.

Тема 5. Лазерна модифікація поверхні металів для підвищення стійкості до ерозії під впливом рідини. [2] с.155-174.

Тема 6. Модифікування поверхні електронним променем. [1] с.453-459.

Тема 7. Обробка плазмою. Електролітично-плазмова хіміко-термічна обробка. [1] с.473-492, [3] с. 106-125.

Тема 8. Електролітичне плазмове окислення. [3] с. 126-156.

Тема 9. Іонна імплантація. [1] с.459-473.

Тема 10. Обробка поверхні тертям. [4] с. 26-65.

Змістовий модуль 2. Легування та деформаційне зміцнення поверхні

Тема 11. Електроіскрове легування поверхні. [1] с.493-500.

Тема 12. Хіміко-термічна обробка сталі та чавуну [5] с. 141-155.

Тема 13. Поверхнєве гартування [5] с. 136-141.

Тема 14. Механізм поверхневого зміцнення та поверхнєве пластичне деформування. [1] с.501-513, [5] с. 155-157.

Тема 15. Ультразвукове та дробоструменеве зміцнення [1] с.513-523.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	л.р.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Основні поняття та визначення. Модифікування поверхні концентрованими потоками енергії.					
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Поверхня твердого тіла та поверхнева енергія.	7	2		-	5
Тема 2. Адсорбція, окиснення та сегрегаційні явища на поверхні.	8	2	4	-	2
Тема 3. Підготовка поверхонь та зношування.	8	2	4	-	2
Тема 4. Модифікування поверхні лазером сталевих та чавунних виробів для підвищення корозійної стійкості.	7	2		-	5
Тема 5. Лазерна модифікація поверхні металів для підвищення стійкості до ерозії під впливом рідини.	7	2			5
Тема 6. Модифікування поверхні електронним променем.	8	2	4		2
Тема 7. Обробка плазмою. Електролітично-плазмова хіміко-термічна обробка.	7	2			5

1	2	3	4	5	6
Тема 8. Електролітичне плазмове окислення.	7	2			5
Тема 9. Іонна імплантація.	8	2	4		2
Тема 10. Обробка поверхні тертям.	8	2	4		2
Разом за змістовим модулем 1	75	20	20	-	35
Змістовий модуль 2. Легування та деформаційне зміцнення поверхні					
Тема 11. Електроіскрове легування поверхні.	8	2		-	6
Тема 12. Хіміко-термічна обробка сталі та чавуну	9	2	4	-	3
Тема 13. Поверхневе гартування	8	2		-	6
Тема 14. Механізм поверхневого зміцнення та поверхневе пластичне деформування.	10	2	4	-	4
Тема 15. Ультразвукове зміцнення.	10	2	2		6
Разом за змістовим модулем 2	45	10	10		25
Всього годин	120	30	30	-	60

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Будова та робота вакуумного універсального посту ВУП-5М	4
2	Будова та робота установки для визначення зносостійкості СМЦ-2	4
3	Методи термічного розпилення	4
4	Іонно-плазмова обробка поверхні	4
5	Дослідження структури та властивостей поверхні після обробки тертям з перемішування.	4
6	Дослідження структури та властивостей азотованих шарів	4

1	2	3
7	Будова та робота установки для дробоструменевої обробки поверхні	4
8	Ультразвукова обробка	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 лабораторних робіт – до 1 год. на 1 роб.	10
3	Підготовка до поточного модульного контролю	(5-10) год. на 1 захід	20
4	Підготовка до заліку	(15-30) год. на 1 захід	15
Разом			60

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 контрольної-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 символічному 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 іспит (залік);
- стандартизовані тести;

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчальної дисципліни включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту (заліку) в загальній системі оцінок - **35 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних робіт.

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

Лабораторна робота

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно або у групі, чітко сформульовані мета, завдання, порядок виконання; названі використане обладнання, пристосування, основні та допоміжні матеріали. У звіті сформульовані та визначені головні теоретичні відомості, чітко сформульовані висновки.
4	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно або у групі, чітко сформульовані мета, завдання, порядок виконання; названі використане обладнання, пристосування, основні та допоміжні матеріали. Сформульовано висновки.
3	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з завданням, іноді після консультації викладача; в цілому правильно складає звіт з наведенням у ньому метою, стислими теоретичними відомостями, обладнанням, порядком виконання роботи, одержаними результатами та робить висновки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з завданням, іноді після консультації викладача; в цілому правильно складає звіт з наведенням у ньому метою, стислими теоретичними відомостями, обладнанням, порядком виконання роботи, одержаними результатами та робить висновки
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася.

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання лабораторних робіт	8 роб. × 5 балів = 40 балів
Поточний модульний контроль	2 МКР × 10 балів = 20 балів
Всього	60

Підсумковий контроль

Тестування

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

Усна відповідь (1 питання - 10 балів)

Бал	Критерії оцінювання
20	Студент вільно володіє матеріалом, знає основні поняття та класифікацію методів модифікування та легування поверхні. Вільно надає інформацію щодо x параметрів основних технологічних процесів модифікування та їх впливу на фізико-механічні та експлуатаційні властивості поверхневих шарів. Знає будову та принципи роботи установок для модифікування та легування поверхні. Надає розгорнуту інформацію щодо перспектив розвитку названих методів.
16	Студент знає схеми та сутність основних методів модифікування та легування поверхні. Надає інформацію щодо будови установок. Розуміє фізико-хімічні процеси при обробці поверхні висококонцентрованими потоками енергії. Може пояснити механізми деформаційного та твердо дисперсійного зміцнення поверхневих шарів.
12	Студент знає основні технологічні параметри процесів модифікування та легування поверхні. Надає інформацію щодо основних елементів будови установок. Може пояснити основні фізико-хімічні процеси при обробці поверхні висококонцентрованими потоками енергії.
8	Студент знає основні методи модифікування та легування поверхні. Може надати інформацію щодо технологічних параметрів модифікування та елементів будови установок. Орієнтується у поверхневих процесах зношування.
4	Студент знає класифікацію методів модифікування та легування поверхні. Має уявлення щодо технологічних схем формування зміцнених шарів. Надає стислу інформацію щодо структури та властивостей поверхневих шарів.
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 роботи	Кількість балів
ЗМ1	T2	Лабораторна робота № 1	5
	T3	Лабораторна робота № 2	5
	T6	Лабораторна робота № 3	5
	T9	Лабораторна робота № 4	5
	T10	Лабораторна робота № 5	5

ПМК		Тест № 1	10
ЗМ2	T12	Лабораторна робота № 6	5
	T14	Лабораторна робота № 7	5
	T15	Лабораторна робота № 8	5
ПМК		Тест № 2	10
Підсумковий контроль		Залік, в т.ч.	40
		Тестування	20
		Усна відповідь	20
Сума			100

9. Засоби навчання

Для засвоєння дисципліни застосовуються:

- конспект лекцій (електронний ресурс);
- методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (електронний ресурс);
- ілюстративні матеріали;
- лабораторне обладнання для дослідження структури та їх властивостей зміцнених та модифікованих поверхневих шарів матеріалів;
- демонстраційні стенди, плакати, відеофільми.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Інженерія поверхні / Ющенко К.А., Борисов Ю.С., Кузнєцов В.Д., Корж В.М. – Київ: Наукова думка, 2007. – 560 с.
2. Kwok C. T. Laser surface modification of alloys for corrosion and erosion resistance / C.T. Kwok. // Woodhead Publishing Limited, 2012. – 397 p.
3. Korzhyk V. Surface modification of metal products by electrolyte plasma: monograph / V. Korzhyk, Yu. Tyurin, O. Kolisnichenko. – Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 2021. – 180 p.
4. Miranda R. Surface modification by solid state processing / R. Miranda. – Woodhead Publising, 2014. – 209 p.
5. Матеріалознавство: Підручник / Афтанділянц Є.Г, Зазимко О.В., Лопатько К.Г. - К.: Вища освіта, 2012.- с 548.

Допоміжна література

1. Збірник лабораторних робіт з дисципліни «Фізико-хімічні основи модифікації структури та легування поверхні»: методичні вказівки / С. І. Шкурат, А.А. Карпеченко. – Миколаїв: Видавництво НУК, 2012 – 41 с.

2. Wolf A. R. Atmospheric Pressure Plasma for Surface Modification / Wolf R.A. – Scrivener Publishing, 2013. – p. 249.

3. Poate J.M. Surface Modification and Alloying by Laser, Ion and Electron Beams / J.M. Poate, G. Foti, D.C. Jacobson / Plenum Press, 1987 – p. 214.

Інформаційні ресурси в інтернет

[http:// nuos. edu. ua](http://nuos.edu.ua)