

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут**

Кафедра зварювання

T7310



ЗАТВЕРДЖЕНО
Заступник директора з
навчальної роботи

к.т.н., проф. Дудченко О.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ІНЖЕНЕРІЯ ПОВЕРХНІ

Engineering of Surface

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Інженерія поверхні» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої професійної програми «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»

“25” серпня 2023 року. – 29 с.

Розробник: Матвієнко М.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри зварювання ХННІ НУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Інженерія поверхні» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»

доцент  Спіхтаренко В.В.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Інженерія поверхні» розглянуто на засіданні кафедри зварювання

Протокол № 1 від «28» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри  Єрмолаєв Г.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «Інженерія поверхні» затверджена методичною радою ХННІ НУК.

Протокол №1 від «29» серпня 2023 р.

Голова МР ХННІ НУК  О.М. Дудченко

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
5.1 Тематичний план навчальної дисципліни	10
5.2. Теми лабораторних занять.....	15
5.3 Самостійна робота.....	16
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	18
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	19
7.1 Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання	19
7.2 Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену	20
7.3. Узагальнюючі результати поточного контролю знань	20
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	21
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	22
10. Рекомендовані джерела інформації.....	22
Додаток.....	24

ВСТУП

Анотація

Освітніми програмами підготовки бакалаврів галузі знань 13 – «Механічна інженерія» спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої професійної програми «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів» передбачено набуття студентами навичок розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми у зварюванні та споріднених процесах і технологіях або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Зміст навчальної дисципліни «Інженерія поверхні» передбачає формування у студентів комплексного підходу до пізнання загальних принципів і методів керування властивостями поверхні з метою підвищення надійності і довговічності машин і конструкцій. Вивчається фізична сутність явищ, які відбуваються при застосуванні різних методів модифікації структури поверхні, легуванні, нанесення покриттів та наплавленні. Здобуваються вміння вибрати галузь ефективного застосування відповідного способу обробки, підібрати необхідні матеріали, режими і технологію обробки різних конструктивних матеріалів та сучасне устаткування відповідних способів обробки.

Ключові слова: наплавлення, нанесення покриттів, модифікація поверхні.

Abstract

The educational programs for the training of bachelors in the field of knowledge 13 - "Mechanical Engineering" of the specialty 131 "Applied Mechanics" of the educational and professional program "Welding Engineering and Allied Processes" provide for the acquisition by students of skills to solve complex specialized tasks and practical problems in welding and related processes and technologies or in the learning process, which involves the application of certain theories and methods of relevant sciences and is characterized by complexity and uncertainty of conditions.

The content of the academic discipline "Engineering of surface" involves the formation of a comprehensive approach in students to understanding the general principles and methods of managing surface properties in order to improve the reliability and durability of machines and structures. The physical essence of the phenomena that occur during the application of various methods of surface structure modification, alloying, coating deposition, and surfacing is studied. Skills are acquired to select the area of effective application of the corresponding processing method, to select the necessary materials, modes, and processing technology for various structural materials, and modern equipment for the corresponding processing methods.

Key words: surfacing, coating application, surface modification.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 8	Галузь знань 13 - «Механічна інженерія»	Обов'язкова	
Модулів - 2		Рік підготовки	
Змістових модулів - 5		3, 4-й 1*, 2*-й	3, 4 – й 1*, 2* - й
Електронний адрес на сайті ХННІ НУК: http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/b-welding-engineering-and-related-processes.html	Спеціальність 131 "Прикладна механіка" Освітня програма «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання - немає		6, 7 – й 2*, 3*- й	6, 7 – й 2*, 3* - й
Загальна кількість годин - 120		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 6, 2*-й семестр – 4 7, 3*-й семестр – 4 самостійної роботи студента: 6, 2*-й семестр – 4 7, 3*-й семестр – 4		6, 2*-й семестр – 30 год. 7, 3*-й семестр – 30 год.	6, 2*-й семестр – 10 год. 7, 3*-й семестр – 10 год.
		Лабораторні	
		6, 2*-й семестр – 30 год. 7, 3*-й семестр – 30 год.	6, 2*-й семестр – 10 год. 7, 3*-й семестр – 10 год.
	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		6, 2*-й семестр – 60 год. 7, 3*-й семестр – 60 год.	6, 2*-й семестр – 100 год. 7, 3*-й семестр – 100 год.
		Індивідуальні завдання: год.	
		-	-
		Види контролю	
		6, 2*-й семестр – залік 7, 3*-й семестр – екзамен	6, 2*-й семестр – залік 7, 3*-й семестр – екзамен
	Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Інженерія поверхні» є формування у студентів відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми у зварюванні та споріднених процесах і технологіях або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Фахові компетентності:

ФК 2 Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.

ФК 6 Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

ФК 11 Здатність використовувати знання в галузі фізико-хімічних, термодформаційних та металургійних процесів для обґрунтованого призначення способів і технологічних параметрів зварювання і споріднених процесів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: основи технології металів і матеріалознавство, теорія процесів зварювання, технологія та устаткування зварювання плавленням та зварювальні матеріали, спеціальні способи зварювання.

4. Очікувані результати навчання

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

РН 17 Знання про фізико-технологічні властивості процесів отримання з'єднань або поверхонь.

5. Програма навчальної дисципліни

6 (2*)-й семестр

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Молекулярна та механічна взаємодія поверхонь твердих тіл.

Тема 1 Вступ. Розподіл начального часу. Мета і завдання дисципліни. Огляд робочої навчальної програми дисципліни. Якість поверхні деталей.

Література: [1] стор. 21 – 28, [2] стор. 65 – 68.

Тема 2 Фізико-хімічні властивості поверхонь деталей.

Література: [1] стор. 29 – 39, [2] стор. 36 – 42.

Тема 3 Механізм зношування деталей та робочих органів машин та механізмів.

Література: [1] стор. 56 – 69.

Тема 4 Види спрацьовання робочих поверхонь і робочих органів машин. Водневе спрацьовання. Абразивне спрацьовання. Окислювальне спрацьовання, спрацьовання унаслідок деформації, диспергування і викришування. Корозія, кавітаційне і ерозійне спрацьовання. Спрацьовання при фретінг-корозії.

Література: [1] стор. 70 – 106.

Змістовий модуль 2. Загальні питання нанесення покриттів та технологія газополуменевого, електродугового, плазмового і детонаційного напилення покриттів.

Тема 5. Призначення покриттів і їх значення для сучасної техніки. Поняття, визначення та класифікація. Газотермічні покриття. Вакуумно-конденсаційні покриття. Газофазні покриття. Композиційні електролітичні покриття.

Джерела інформації: [1] - стор. 7 - 15; [2] - стор. 6 – 17.

Тема 6. Схема процесу та основні параметри напилення. Вплив параметрів газотермічного напилення на ефективність процесу.

Джерела інформації: [1] - стор. 15 – 30.

Тема 7. Загальна характеристика видів матеріалів для напилення. Основні вимоги до порошків для напилення та їх підготовка. Дроти та прутки для напилення. Характеристика порошків для напилення покриттів.

Джерела інформації: [1] - 2, стор. 31 – 139; [2] - стор. 18 - 31.

Тема 8. Підготовка поверхні під напилення. Значення підготовки поверхні і вимоги до неї. Фізико-механічні і хімічні методи підготовки поверхні.

Джерела інформації: [1] - стор. 140 – 147; [2] - стор. 32 - 47.

Тема 9. Технологічна схема напилення. Вибір технологічних параметрів газополуменевого напилення та їх вплив на ефективність процесу. Перспектива розвитку процесу.

Джерела інформації: [1] - стор. 151 – 155; . [2] - стор. 56 – 61.

Тема 10. Способи і технологічні особливості електродугового напилення. Технологічна схема напилення. Вибір режиму напилення. Застосування електродугового напилювання. Переваги і недоліки. Перспективи розвитку.

Джерела інформації: [1] - стор. 157 – 163; [2] - стор. 68 - 72

Тема 11. Способи і технологічні особливості плазмового напилення. Вплив технологічних параметрів плазмового напилення на структуру властивості покриттів. Галузі застосування і перспективи розвитку плазмового напилення. Переваги і недоліки методу.

Джерела інформації: [1] - стор. 164 – 184; [2] - стор. 73 – 75, 145 - 160.

Тема 12. Технологічні особливості способів детонаційного напилення. Параметри детонаційно-газового напилення та їх вплив на ефективність процесу. Галузі застосування, переваги, недоліки і перспективи розвитку детонаційного напилювання покриттів. Газодинамічне напилення покриттів.

Джерела інформації: [1] - стор. 188 – 195; [2] - стор. 61 – 68, 80 – 83, 132 – 138, 160 - 163.

7(3*)-й семестр

Модуль 2

Змістовий модуль 3. Вакуумне осадження. Хімічне осадження. Дифузійне утворення покриттів. Гальванічні процеси.

Тема 13. Методи вакуумного конденсаційного напилення і їх класифікація. Фізико-хімічні основи процесу випаровування.

Джерела інформації: [1] - стор. 196 – 200.

Тема 14. Створення атомарних, молекулярних та іонних потоків розпиленням твердого матеріалу без його переходу в рідкій стан. Реактивне випаровування і розпилення.

Джерела інформації: [2] - стор. 101 – 114, 180 – 185.

Тема 15. Закономірності газофазного осадження. Структура і властивості газофазних покриттів.

Джерела інформації: [2] - стор. 186 – 195.

Тема 16. Закономірності дифузійного утворення покриттів. Структура та властивості дифузійних покриттів.

Джерела інформації: [2] - стор. 196 – 201.

Тема 17. Механізм осадження і закономірності формування гальванічних покриттів. Структура і властивості гальванічних покриттів.

Джерела інформації: [1] - стор. 201 – 203.

Змістовий модуль 4. Загальна схема технологічного процесу наплавлення. Основні способи наплавлення спрацьованих деталей та виготовлення нових біметалічних виробів.

Тема 18. Загальна схема технологічного процесу наплавлення. Технологія ручного дугового наплавлення покритими електродами та її особливості.

Джерела інформації: [3] - стор. 365 – 376, 410-431. [4] - стор. 20 – 21, 39- 41.

Тема 19. Різновидності способів наплавлення під флюсом, їхня сутність та особливості.

Джерела інформації: [3] - стор. 410-431.

Тема 20. Розрахунок оптимальних режимів наплавлення у середовищі захисних газів.

Джерела інформації [4] - стор. 52 – 55.

Тема 21. Технологія та режими плазмового наплавлення при ремонті пошкоджених ділянок виробів.

Джерела інформації: [4] - стор. 58 – 62

Тема 22. Способи наплавлення з використанням контактного зварювання. Технологія та використання індукційного способу при наплавленні деталей.

Джерела інформації: [4] - стор. 58 – 62

Тема 23. Використання горючих газів при газополум'яному наплавленні. Технологія наплавлення, особливості та галузь застосування.

Джерела інформації: [3] - стор. 172 – 203.

Змістовий модуль 5. Комбіновані та гібридні методи інженерії поверхні.

Тема 24. Комбіноване лазерно-плазмове нанесення покриттів. PORTAL-процес. Високошвидкісне газополуменеве напилення + Лазер (HVOF / Laser). Холодне газодинамічне напилення + Лазер (Cold Spray – Laser). Високошвидкісне газополуменеве напилення + плазмове напилення (HVOF / APS).

Джерела інформації: [4] - стор. 59 – 78.

Тема 25. Високошвидкісне газополуменеве + Електродугове напилення (HVOF/Arc spraying). Плазмове напилення + Фізичне осадження із парової фази (Plasma/PVD). ВЧ-плазмове напилення + Фізичне осадження із парової фази (RF Plasma/PVD). Плазмове напилення + CVD (Plasma/CVD).

Джерела інформації: [4] - стор. 79 – 90.

Тема 26. Гібридні плазмово-газополуменеві технології нанесення. Фізичні принципи побудови плазмово-газополуменевих пристроїв. Плазмотрони на активних газах системи N-O-C-H.

Джерела інформації: [4] - стор. 108 – 124.

Тема 27. Гібридні плазмово-детонаційні технології створення функціональних поверхонь. Принципова схема процесу та її конструкторська реалізація. Основні параметри імпульсної плазми. Особливості плазмово-детонаційної обробки матеріалів.

Джерела інформації: [4] - стор. 124 – 141.

5.1 Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	лаб	с.р.		л	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	7	8	9	10
Модуль 1								
Змістовий модуль 1. Молекулярна та механічна взаємодія поверхонь твердих тіл								
Тема 1. Вступ. Розподіл начального часу. Мета і завдання дисципліни. Огляд робочої навчальної програми дисципліни. Якість поверхні деталей.	13	2	4	7	13	1	2	10
Тема 2. Фізико-хімічні властивості поверхонь деталей.	13	2	4	7	13	1	-	12
Тема 3. Механізм зношування деталей та робочих органів машин та механізмів.	13	2	4	7	13	1	-	12
Тема 4. Види спрацьовання робочих поверхонь і робочих органів машин. Водневе спрацьовання. Абразивне спрацьовання. Окислювальне спрацьовання, спрацьовання унаслідок деформації, диспергування і викришування. Корозія, кавітаційне і ерозійне спрацьовання. Спрацьовання при фретінг-корозії.	21	8	6	7	21	1	4	16
Разом за змістовим модулем 1	60	14	18	28	60	4	6	50
Змістовий модуль 2. Загальні питання нанесення покриттів та технологія газополуменевого, електродугового, плазмового і детонаційного напилення покриттів								
Тема 5. Призначення покриттів і їх значення для сучасної техніки. Поняття, визначення та класифікація. Газотермічні покриття. Вакуумно-конденсаційні покриття. Газофазні покриття. Композиційні електролітичні покриття.	6	2	-	4	8	1	-	7

1	2	3	4	5	7	8	9	10
Тема 6. Схема процесу та основні параметри напилення. Вплив параметрів газотермічного напилення на ефективність процесу.	8	2	-	6	8	1	-	7
Тема 7. Загальна характеристика видів матеріалів для напилення. Основні вимоги до порошків для напилення та їх підготовка. Дроти та прутки для напилення. Характеристика порошків для напилення покриттів.	6	2	-	4	8	1	-	7
Тема 8. Підготовка поверхні під напилення. Значення підготовки поверхні і вимоги до неї. Фізико-механічні і хімічні методи підготовки поверхні.	10	2	4	4	11	1	2	8
Тема 9. Технологічна схема напилення. Вибір технологічних параметрів газополуменевого напилення та їх вплив на ефективність процесу. Перспектива розвитку процесу.	6	2	-	4	8	1	-	7
Тема 10. Способи і технологічні особливості електродугового напилення. Технологічна схема напилення. Вибір режиму напилення. Застосування електродугового напилювання. Переваги і недоліки. Перспективи розвитку.	10	2	4	4	12	1	2	9
Тема 11. Способи і технологічні особливості плазмового напилення. Вплив технологічних параметрів плазмового напилення на структуру властивості покриттів. Галузі застосування і перспективи розвитку плазмового напилення. Переваги і недоліки методу.	10	2	4	4	12	1	-	11
Тема 12. Технологічні особливості способів детонаційного напилення. Параметри детонаційно-газового напилення та їх вплив на ефективність процесу. Галузі застосування, переваги, недоліки і	6	2	-	4	8	1	-	7

1	2	3	4	5	7	8	9	10
перспективи розвитку детонаційного напилювання покриттів. Газодинамічне напилення покриттів.								
Разом за змістовим модулем 2	60	16	12	32	60	6	4	50
Разом за модулем 1	120	30	30	60	120	10	10	100
Модуль 2								
Змістовий модуль 3. Вакуумне осадження. Хімічне осадження. Дифузійне утворення покриттів. Гальванічні процеси								
Тема 13. Методи вакуумного конденсаційного напилення і їх класифікація. Фізико-хімічні основи процесу випаровування.	9	2	4	3	9	1	-	8
Тема 14. Створення атомарних, молекулярних та іонних потоків розпиленням твердого матеріалу без його переходу в рідкій стан. Реактивне випаровування і розпилення.	6	2	-	4	6	0,5	-	5,5
Тема 15. Закономірності газофазного осадження. Структура і властивості газофазних покриттів.	5	2	-	3	5	0,5	-	4,5
Тема 16. Закономірності дифузійного утворення покриттів. Структура та властивості дифузійних покриттів.	5	2	-	3	5	0,5	-	4,5
Тема 17. Механізм осадження і закономірності формування гальванічних покриттів. Структура і властивості гальванічних покриттів.	5	2	-	3	5	0,5	-	4,5
Разом за змістовим модулем 3	30	10	4	16	30	3	-	27
Змістовий модуль 4. Загальна схема технологічного процесу наплавлення. Основні способи наплавлення спрацьованих деталей та виготовлення нових біметалічних виробів								
Тема 18. Загальна схема технологічного процесу наплавлення. Технологія ручного дугового наплавлення покритими електродами та її особливості.	12	2	6	4	12	1	4	7

1	2	3	4	5	7	8	9	10
Тема 19. Різновидності способів наплавлення під флюсом, їхня сутність та особливості.	12	2	6	4	12	0,5	-	11,5
Тема 20. Розрахунок оптимальних режимів наплавлення у середовищі захисних газів.	12	2	6	4	12	0,5	4	7,5
Тема 21. Технологія та режими плазмового наплавлення при ремонті пошкоджених ділянок виробів.	7	2	-	5	7	1	-	6
Тема 22. Способи наплавлення з використанням контактного зварювання. Технологія та використання індукційного способу при наплавленні деталей.	7	2	-	5	7	1	-	6
Тема 23. Використання горючих газів при газополум'яному наплавленні. Технологія наплавлення, особливості та галузь застосування.	10	2	4	4	10	1	-	9
Разом за змістовим модулем 4	60	12	22	26	60	5	8	47
Змістовий модуль 5. Комбіновані та гібридні методи інженерії поверхні								
Тема 24. Комбіноване лазерно-плазмове нанесення покриттів. PORTAL-процес. Високошвидкісне газополуменеве напилення + Лазер (HVOF / Laser). Холодне газодинамічне напилення + Лазер (Cold Spray – Laser). Високошвидкісне газополуменеве напилення + плазмове напилення (HVOF / APS).	6	2	-	4	6	0,5	-	5,5
Тема 25. Високошвидкісне газополуменеве + Електродугове напилення (HVOF/Arc spraying. Плазмове напилення + Фізичне осадження із парової фази (Plasma/PVD). ВЧ-плазмове напилення + Фізичне осадження із парової фази (RF Plasma/PVD). Плазмове напилення + CVD (Plasma/CVD).	7	2	-	5	7	0,5	-	6,5
Тема 26. Гібридні плазмово-газополуменеві технології нанесення. Фізичні принципи побудови плазмово-газополуменевих пристроїв. Плазмотрони на активних газах системи N-O-C-H.	10	2	4	4	10	0,5	2	7,5

1	2	3	4	5	7	8	9	10
Тема 27. Гібридні плазмово-детонаційні технології створення функціональних поверхонь. Принципова схема процесу та її конструкторська реалізація. Основні параметри імпульсної плазми. Особливості плазмово-детонаційної обробки матеріалів.	7	2	-	5	7	0,5	-	6,5
Разом за змістовим модулем 5	30	8	4	18	30	2	2	26
Разом за модулем 2	120	30	30	60	120	10	10	100
Разом	240	60	60	120	240	20	20	200

Примітка. Для студентів заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до таблиці.

5.2. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
6-й семестр		
1	Визначення параметрів шорсткості поверхні. Джерела інформації: [5]–стор. 3–7	4
2	Визначення молекулярної складової коефіцієнту зовнішнього тертя. Джерела інформації: [5]–стор. 7–13	4
3	Порівняльне оцінювання зносостійкості матеріалів при абразивному зношуванні з використанням методу випробування на твердість за Віккерсом та за Роквелом. Джерела інформації: [5]–стор. 13–17	4
4	Визначення видів спрацьовування. Джерела інформації: [5]–стор. 17–24	6
5	Підготовка поверхні для напилювання покриттів та дослідження впливу методу підготовки на шорсткість поверхні і міцність зчеплення. Джерела інформації: [5]–стор. 25–28	4
6	Будова і робота установки для електродугового нанесення покриттів та дослідження впливу технологічних параметрів напилення на їх властивості. Джерела інформації: [5]–стор. 29–37	4
7	Будова і робота установки для плазмового нанесення покриттів та дослідження впливу технологічних параметрів напилення на їх властивості. Джерела інформації: [5]–стор. 37–45	4
Разом за 6 семестр:		30
7-й семестр		
8	Будова і робота установки для вакуумного конденсаційного напилення (осадження) покриттів та дослідження впливу технологічних параметрів нанесення на їх властивості. Джерела інформації: [5]–стор. 46–52	4
9	Дослідження залежності якості наплавленого матеріалу від його хімічного складу. Джерела інформації: [5]–стор. 52–54	6
10	Вплив параметрів наплавлення на особливості формування валиків. Джерела інформації: [5]–стор. 54–57	6
11	Визначення характеристик плавлення електродного матеріалу і продуктивності наплавлення. Джерела інформації: [5]–стор. 57–60	6
12	Вивчення впливу нахилу виробу та електроду на форму поперечного перерізу валика. Джерела інформації: [5]–стор. 60–63	4
13	Визначення температури дисперсного матеріалу в умовах плазмового напилення покриття Джерела інформації: [5]–стор. 63–67	4
Разом за 7 семестр:		30
Разом:		60

Примітка. Студенти заочної форми навчання виконують лабораторні роботи у 6-му семестрі за темами 1, 2, 4, у 7-му семестрі за темами 9, 10, 13.

5.3 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
6-й семестр			
1	Оксидна плівка на поверхні; її властивості..	1	2
2	Контактна міцність.	1	2
3	Механізм руйнування шляхом викрошування знов утворюваних структур	1	2
4	Механізм фреттинг-корозії в початковій фазі.	1	2
5	Виборче перенесення при контактуванні.	1	2
6	Схоплювання і заїдання поверхонь.	1	2
7	Підвищення надійності деталей машин зміцнюючою поверхневою обробкою.	1	2
8	Призначення покриттів і їх значення для сучасної техніки. Поняття, визначення та класифікація.	1	2
9	Вплив параметрів газотермічного напилення на ефективність процесу.	1	2
10	Матеріали для газотермічного напилення.	1	2
11	Фізико-механічні і хімічні методи підготовки поверхні.	1	2
12	Газополуменеві установки та пальники для напилювання. Особливості експлуатації обладнання і вимоги з техніки безпеки.	1	2
13	Вибір технологічних параметрів газополуменевого напилення та їх вплив на ефективність процесу.	1	2
14	Апаратура і обладнання для електродугового напилення покриттів.	1	2
15	Технологічна схема напилення. Вибір режиму напилення. Застосування електродугового напилювання.	1	2
16	Обладнання для плазмового напилення покриттів. Матеріали для плазмового напилення.	1	2
17	Технологічна схема плазмового напилення покриттів. Вибір оптимального режиму плазмового напилення.	1	2
18	Вплив технологічних параметрів плазмового напилення на структуру властивості покриттів. Галузі застосування і перспективи розвитку плазмового напилення.	1	2
Разом за 6 семестр:		18	36
7-й семестр			
19	Вакуумне конденсаційне напилення термічним випаровуванням. Обладнання та матеріали.	1	2
20	Особливості та сутність вакуумно-конденсаційного нанесення покриттів іонним розпиленням. Іонно-плазмове напилення покриттів термічною сублимацією матеріалу.	1	2
21	Хімічне осадження з газової (парової) фази. Послідовність елементарних процесів. Обладнання та матеріали.	1	2
22	Композиційні електролітичні покриття.	1	2
23	Зміцнююча обробка напилених покриттів. Зняття залишкових напружень. Механічна обробка напилених покриттів.	1	2

24	Властивості покриттів, як показники якості. Системні властивості напилених покриттів. Вимоги техніки безпеки при напилуванні покриттів.	1	2
25	Галузь застосування наплавлення металів при будівництві суден	1	2
26	Галузь застосування наплавлення при ремонті суден	1	2
27	Класифікація видів спрацювань та пошкоджень при експлуатації	1	2
28	Способи очищення деталей перед дефектуванням	1	2
29	Способи дефектування поверхонь деталей перед наплавленням	1	2
30	Класифікація методів наплавлення	1	2
31	Засоби підвищення працездатності поверхонь, спрацьованих корозією або ерозією.	1	2
32	Контроль якості наплавлених деталей	1	2
33	Вибір матеріалів в залежності від ведучого процесу спрацювання	1	2
34	Наплавлення деталей ручним електродуговим способом.	1	2
35	Технологія наплавлення спрацьованих деталей механізованим способом у середовищі захисних газів	1	2
36	Технологія наплавлення автоматичним способом під шаром флюсу	1	2
Разом за 7 семестр:		18	36
Разом:		36	72

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	денна форма	заочна форма
6-й семестр				
1	Підготовка до лекцій	1 год. на 1 лек.	10	10
2	Підготовка до лабораторних робіт	підготовка до лабораторних робіт – до 3(4) год. на 1 роб.	10	12
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 15 (30) год. на 1 захід	20	10
4	Вивчення тем, що винесені на самостійне опрацювання	-	18	36
5	Виконання контрольної роботи	до 30 год. на 1 роб.	-	30
6	Підготовка до підсумкового контролю		2	2
Разом за 6-й семестр			60	100
7-й семестр				
1	Підготовка до лекцій	1 год. на 1 лек.	10	10

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	денна форма	заочна форма
2	Підготовка до лабораторних робіт	підготовка до лабораторних робіт – до 3(4) год. на 1 роб.	10	12
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 15 (30) год. на 1 захід	20	10
4	Вивчення тем, що винесені на самостійне опрацювання	-	18	36
5	Виконання контрольної роботи	до 30 год. на 1 роб.	-	30
6	Підготовка до підсумкового контролю		2	2
Разом за 7-й семестр			60	100
Разом			120	200

Примітка. В графі “Норматив” в дужках вказана кількість годин для заочної форми

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

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, лабораторних занять, самостійної роботи студентів та контрольних тестових робіт програмованого типу.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та лабораторних заняттях словесними й наочними засобами.

2. Проблемний метод, коли на лабораторних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

Для зручної та ефективної організації навчального процесу, зроблено Classroom з навчальної дисципліни, де розташовані завдання до лабораторних робіт та супроводжувальні матеріали. Доступ до класу надається на першому лабораторному занятті за університетською електронною поштою.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання лабораторних завдань проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час воєнний стан заняття повністю проводяться дистанційно у Zoom, Classroom.

Засобами діагностики результатів навчання та методами їх

демонстрування є:

- виконання завдань лабораторних робіт;
- оформлення звітів лабораторних робіт, захист лабораторних робіт;
- контрольні тестові роботи програмованого типу.

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 іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – **40 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 лабораторному 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 лабораторних робіт.

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

7.1 Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
ПМК	15	13-14	12	10-11	9	7-8	6	4-5	3	1-2
ПМК	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми)

Бал	Критерії оцінювання
30	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
15	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, але частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
10	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно, більша частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент слабо орієнтується в матеріалах.
0	Роботу не виконано.

7.2 Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену

Бал	Критерії оцінювання
40	Студент зробив роботу самостійно без помилок та відповідає на теоретичні питання без помилок
30	Студент зробив роботу самостійно без помилок, але відповіді на теоретичні питання не повні
20	Студент зробив роботу з незначними помилками, але відповідає на теоретичні питання без помилок
10	Студент зробив роботу з суттєвими помилками, але відповідає на теоретичні питання без помилок
0	Студент не зробив роботу і не відповідає на теоретичні питання без помилок

7.3. Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
6-й семестр		
Виконання лабораторних робіт	7 роб. × 5 балів = 35 балів	3 роб. × 5 балів = 15 балів
Поточний модульний контроль	15 балів + 10 балів = 25 балів	15 балів
Виконання контрольних робіт	–	1 роб. × 30 балів = 30 балів
Разом за 6-й семестр	60	60
7-й семестр		
Виконання лабораторних робіт	6 роб. × 5 балів = 30 балів	3 роб. × 5 балів = 15 балів
Поточний модульний контроль	15 балів + 15 балів = 30 балів	15 балів

Виконання контрольних робіт	–	1 роб. × 30 балів = 30 балів
Разом за 7-й семестр	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

1, 2, 4, у 7-му семестрі за темами 9, 10, 13.

№№ змістового модуля і теми	Денна форма		Заочна форма		
	Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали	
6-й семестр					
ЗМ 1	T1	Лабораторна робота № 1	5	Лабораторна робота № 1	5
	T2	Лабораторна робота № 2	5	Лабораторна робота № 2	5
	T3	Лабораторна робота № 3	5	-	-
	T4	Лабораторна робота № 4	5	Лабораторна робота № 4	5
	T1- T4	Поточний модульний контроль	15	Поточний модульний контроль	15
ЗМ 2	T5- T7	-	-	-	-
	T8	Лабораторна робота № 5	5		
	T9	-		-	-
	T10	Лабораторна робота № 6	5	-	-
	T11	Лабораторна робота № 7	5	-	-
	T12	-		-	-
	T5- T12	Поточний модульний контроль	10	-	-
T1- T12	-	-	Контрольна робота	30	
Підсумковий контроль	Залік	40	Залік	40	
Разом за 6-й семестр		100		100	
7-й семестр					
ЗМ 3	T13	Лабораторна робота № 8	5	-	-
	T14- T17	-	-	-	-
	T13- T17	Поточний модульний контроль	15	Поточний модульний контроль	15

№№ змістового модуля і теми	Денна форма		Заочна форма		
	Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали	
ЗМ 4	T18	Лабораторна робота № 9	5	Лабораторна робота № 9	5
	T19	Лабораторна робота № 10	5	Лабораторна робота № 10	5
	T20	Лабораторна робота № 11	5	-	-
	T21- T22	-	-	+	-
	T23	Лабораторна робота № 12	5	-	-
	T19- T23	Поточний модульний	15	-	-
ЗМ 5	T24- T25	-	-	-	-
	T26	Лабораторна робота № 13	5	Лабораторна робота № 13	5
	T27	-	-	-	-
T13- T27	-	-	Контрольна робота	30	
Підсумковий контроль	Екзамен	40	Екзамен	40	
Разом за 7-й семестр		100		100	

Примітка: T1, T2 ... T27 – теми змістових модулів.

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання (у період карантину та воєнного стану) використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Дубовий, О.М. Технологія напилення покриттів [Текст]: підручник / О.М. Дубовий, А.М. Степанчук. – Миколаїв: НУК, 2007. - 236 с.
2. Корж, В.М. Нанесення покриття: навчальний посібник [Текст]/ В.М. Корж, В.Д. Кузнецов, Ю.С. Борисов, К.А. Ющенко. - К.: Арістей, 2005. - 204 с.

3. Ющенко К.А. Інженерія поверхні: Підручник. [Текст]/ К.А.Ющенко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж. – К.: Наукова думка, 2007. -560с.
4. Пащенко, В.М. Комбіновані і гібридні технології у зварюванні та інженерії поверхні: Навч. посіб. [Текст]/ В.М. Пащенко. – Х.: Мачулін, 2017. – 154 с.
5. Матвієнко, М.В. Інженерія поверхні: методичні вказівки до лабораторних занять для студентів спеціальності 131 "Прикладна механіка", ОПІ "Інжиніринг зварювання та споріднених процесів" [Текст] / М.В. Матвієнко. Херсон: ХННІ НУК, 2023. – 69 с.

Допоміжна

1. Пащенко, В.М. Обладнання для газотермічного нанесення покриттів [Текст]: навчальний посібник [Текст]/ В.М. Пащенко. - К.: ІВЦ «Політехніка», 2001. - 416 с.
2. Кузнецов, В.Д. Фізико-хімічні основи інженерії поверхні [Текст] / В.Д. Кузнецов, В.М. Пащенко, Ю.С. Борисов, К.А. Ющенко. - К.: Наукова думка, 2005. – 372 с.
3. Альбом обладнання для газотермічного наплення покриттів.-1990 р.
4. Кузнецов, В.Д. Фізико-хімічні основи створення покриття [Текст] / В.Д.Кузнецов, В.М. Пащенко. – К.: НМЦВО, 1999. – . 176 с.

Інформаційні ресурси

1. <http://kb.nuos.edu.ua> – сайт ХННІ НУК.

Розробник

к.т.н., доцент



Матвієнко М.В.

Додаток**Питання для модульного контролю****6-й семестр****Змістовий модуль 1**

1. Як залежить висота нерівностей від швидкості різання і чим це можна пояснити?
2. Якими параметрами характеризується шорсткість поверхні і як їх можна визначити?
3. На які категорії підрозділяються відхилення від правильної геометричної форми; як вони називаються?
4. Що таке поверхня деталі і чим визначається її якість?
5. Яка роль оксидної плівки на поверхні; охарактеризуйте її властивості.
6. Чому спостерігається взаємне впровадження поверхонь і до чого це приводить?
7. Яким чином протікає контакт поверхонь при статичному вантаженні?
8. Що таке номінальна, фактична (фізична) і контурна, площа торкання?
9. До яких змін приводить пластична деформація поверхні?
10. У чому полягає ефект Ребіндера?
11. Що таке адсорбція? Які речовини і чому можуть адсорбуватися твердою поверхнею?
12. Дайте поняття поверхневій енергії.
13. Яка структура поверхневого шару деталі з вуглецевої сталі?
14. Дайте характеристику можливих видів деформації, виступів поверхонь?
15. У чому полягає механізм дії твердих тіл з шарувато-гратчастою структурою, м'яких металів і тонких плівок пластмас?
16. Як впливає вібрація на зношування деталей?
17. Які зміни спостерігаються на поверхнях тертя унаслідок деформації?
18. Які зміни спостерігаються на поверхнях тертя із-за підвищення температури?
19. У чому полягає хімічна дія середовища на поверхнях тертя?
20. Назвіть елементарні види руйнування поверхні при терті.
21. Охарактеризуйте процес мікрорізання при терті.
22. Опишіть процес дряпання поверхні при терті.
23. Опишіть процес відшарування при терті.
24. Опишіть процес викрошування поверхні при терті.
25. Опишіть процес глибинного виривання поверхні при терті.
26. Яка область прояву водневого зношування?
27. Який вплив робить водень на міцність сталі?
28. Які теорії, водневого окрихчування Ви знаєте?
29. Які відмінності водневого зношування від водневого окрихчування?
30. Дайте загальну характеристику водневого зношування диспергуванням.

31. Дайте загальну характеристику водневого зношування руйнуванням
32. Як впливає вологість повітря на зношування руйнуванням?
33. Якими методами можна попередити і зменшити водневе зношування?
34. Що називають абразивним матеріалом? Що таке абразивне зношування? Чим воно здійснюється і де зустрічається?
35. Як впливає форма, орієнтування абразивних частинок і наявність оксидних плівок на абразивне зношування?
36. Опишіть механізм зношування деталей твердими зернами
37. Від чого і як залежить зношування поверхні абразивними частинками?
38. Де зустрічається, в чому полягає і від чого залежить абразивне зношування при ударі?
39. Де зустрічається, в чому полягає і від чого залежить зношування від абразивних частинок в зазорі?
40. Як впливає вологість середовища на абразивне зношування?
41. Як впливає розмір абразивних частинок на абразивний знос?
42. Де зустрічається і від чого залежить окислювальне зношування?
43. Де зустрічається, в чому полягає і від чого залежить зношування унаслідок того, що зім'яло?
44. Опишіть випадки зношування деталей, що найбільш часто зустрічаються, унаслідок того, що зім'яло.
45. Де зустрічається і в чому полягає зношування унаслідок диспергування?
46. З чим пов'язана можливість появи білих шарів при терті сталевих деталей?
47. Який механізм освіти і розвитку білого шару при терті?
48. Який механізм освіти і розвитку білого шару при терті?
49. У чому полягає механізм руйнування шляхом викрошування знов утворюваних структур?
50. Чому з'являється, з чого складається і як діє тверда кірка на поверхні бабітових підшипників?
51. Що називається руйнуванням корозією? Які види корозії можуть бути? Що перешкоджає корозії?
52. Де зустрічається і від чого залежить хімічна корозія?
53. Які види неоднорідності стану металу можуть викликати електрохімічну корозію?
54. Які чинники впливають на швидкість електрохімічної корозії? Що таке і з чим пов'язана щілиста корозія?
55. Що таке щілиста корозія, з чим вона пов'язана і коли спостерігається?
56. Поясніть механізм появи щілистої корозії на прикладі роботи пари площина – куля.
57. Чому знижується працездатність поверхонь у непрацюючих машин унаслідок корозії?
58. Чому спостерігаються поломки болтів і шпильок при розбиранні різьбових з'єднань і як їм запобігти?
59. До чого приводить з'єднання деталей унаслідок зрощення оксидних плівок в зазорі, який механізм цього явища?
60. Що таке кавітація, коли вона спостерігається і до чого приводить?

61. Приведіть схему гідравлічних ударів при скороченні кавітаційного мішура. Як багато бульбашок утворюється при кавітації і бере участь в зношуванні?
62. Який механізм кавітаційного зношування?
63. Від чого залежить і як боротися з кавітаційним зношуванням?
64. Що таке вібраційна кавітація, коли вона з'являється і до чого приводить?
65. Що таке ерозія? Як класифікуються види ерозії, де вони зустрічаються?
66. Який механізм має ерозійне зношування?
67. Який вигляд мають пошкодження від ерозії і від чого вони залежать?
68. Що таке абляція, коли вона спостерігається і в чому виявляється?
69. Що таке схоплювання металів при терті? Коли воно спостерігається і від чого залежить?
70. До яких чотирьох випадків можна звести руйнування вузлів при схоплюванні?
71. Який механізм зношування при схоплюванні?
72. Що таке натір, задир і заїдання поверхні?
73. Що таке фреттінг-корозія, коли вона спостерігається і до чого приводить?
74. Який механізм фреттінг-корозії в початковій фазі?
75. Від яких чинників залежить зношування при фреттінг-корозії?
76. Як боротися з фреттінг-корозією шляхом зменшення мікрозсувів?
77. Якими шляхами можна зменшити пошкодження від фреттінг-корозії?

Змістовий модуль 2

1. Дати оцінку можливостям покриттів щодо підвищення ресурсу сучасної техніки.
2. Дати оцінку сучасному стану технології нанесення покриттів.
3. Вказати шляхи подальшого розвитку та удосконалення обладнання і технології напилення покриттів.
4. Дати оцінку стану та перспектив застосування напилених покриттів в основних галузях промисловості.
5. Проаналізувати вплив основних параметрів напилення покриттів на ефективність процесу.
Як здійснюють вибір типу, складу покриття та його товщини?
6. Дати характеристику основним типам конструкції покриттів.
7. Дати детальне обґрунтування застосування підшарків на прикладі створення теплозахисних покриттів.
8. Обґрунтуйте вибір методу і способу напилення покриття на конкретному прикладі.
9. Опишіть будову одношарового покриття, перелічіть, які, крім одношарового, існують типи структури покриттів, і поясніть, від чого залежить вибір матеріалів і типу структури покриття.
10. Порошки і дроти для напилення та підготовки поверхні для створення покриттів.
11. Дати загальну характеристику видам матеріалів для газотермічного напилення покриттів.

12. Дати характеристику вітчизняним порошкам для напилення покриттів.
13. Проаналізувати фізико-механічні і хімічні методи підготовки поверхні щодо підвищення адгезійної міцності покриттів.
14. Вказати основні вимоги до порошоків для газотермічного напилювання та подати на них характеристику.
15. Вказати основні технологічні операції підготовки поверхні для напилення покриттів, їх призначення та послідовність виконання.

7-й семестр

Змістовий модуль 3

1. Дати характеристику обладнанню для вакуумного конденсаційного напилення (осадження) покриттів (ВКНП).
2. Проаналізуйте особливості вакуумного конденсаційного напилення покриттів.
3. Поясніть сутність вакуумно-конденсаційного методу нанесення покриття (PVD-процесів) і наведіть класифікацію процесів за способом нанесення матеріалу на поверхню.
4. Дайте класифікацію методів ВКНП за способами активацій процесу і наведіть приклади конкретних процесів, які використовують ці способи активації.
5. Поясніть сутність ВКНП термічним випаровуванням, наведіть класифікацію способів термічного випаровування і поясніть, чому корпускулярний потік при цьому способі переміщується від випарника до виробу.
6. На які властивості покриття впливає температурний режим конденсації при ВКНП? Яким чином він визначається і реалізується?
7. Перелічіть чотири основні технологічні параметри ВКНП термічним випаровуванням і поясніть, на які якісні характеристики покриття впливає кожен із них?
8. Які параметри при ВКНП термічним випаровуванням впливають на рівномірність товщини покриття? Яким виразом визначається товщина плівки в довільній точці на поверхні виробу?
9. Опишіть суть, переваги і недоліки височастотного індукційного нагрівання матеріалу при напиленні покриття ВКНП термічним випаровуванням.
10. Наведіть схему і опишіть процес дугового нагрівання матеріалу анодною формою дуги при ВКНП термічним випаровуванням.
11. Наведіть схему і опишіть процес ВКНП іонним розпиленням при використанні діодної схеми розпилення. Перелічіть переваги та недоліки процесу.
12. Як відбувається передача теплоти від резистора до матеріалу, що розпилюється при ВКНП термічним випаровуванням?
13. Які переваги та недоліки процесу ВКНП іонним розпиленням при використанні тріодної схеми розпилення?

14. Які недоліки і переваги процесу електронно-променевого нагрівання при ВКНП термічним випаровуванням?
15. Які недоліки та переваги іонно-плазмового процесу ВКНП?
16. Які переваги та недоліки процесу ВКНП іонним розпиленням при використанні магнетронної схеми розпилення?
17. Якими технологічними параметрами процесу іонно-плазмового ВКНП термічною сублімацією формується плазмовий потік?
18. Які три стадії формування покриття іонно-плазмовим методом ВКНП Ви знаєте?
19. Як впливають на механічні властивості сконденсованих матеріалів мікрочарові і дисперсно-зміцнені композиції, і яким чином їх можна отримати при ВКНП?
20. Яким чином можна отримати багатокомпонентні системи покриттів при ВКНП?
21. У чому полягають особливості вакуумно-конденсаційного реакційного напилення, і коли його використовують?
22. Як оцінюється інтенсивність процесу катодного розпилення, і від чого вона залежить?
23. В якій послідовності необхідно виконати роботи при ВКНП термічним випаровуванням після завантаження матеріалу, що випаровується, і деталі в камеру для отримання покриття?
24. Обґрунтуйте доцільність додаткової зміцнюючої обробки напилених покриттів та обробки для зняття напружень. Покажіть, яким чином вибирають вид та режим обробки.
25. Обґрунтуйте необхідність механічної обробки напилених покриттів. Покажіть, яким чином вибирають вид та режим обробки.
26. Дайте характеристику контролю параметрів процесу напилення покриттів і операціям остаточного контролю якості покриттів.
27. Обґрунтуйте основні вимоги безпеки при напиленні покриттів.
28. Проаналізуйте основні проблеми розвитку процесу напилення покриттів та покажіть як впливає на цей процес якість підготовки поверхні?
29. Поясніть, які існують шляхи підвищення якості покриттів при використанні газотермічних способів нанесення покриттів, наведіть приклади існуючих шляхів підвищення кінетичної та теплової енергії напилюючих частинок.

Змістовий модуль 4

1. Використання техпроцесу наплавлення металів у суднобудуванні та судноремонті.
2. Класифікація видів зношеності та пошкоджень виробів.
3. Вибір матеріалів для вузлів тертя в машинах та механізмах.
4. Вибір матеріалів для наплавлення в залежності від ведучого процесу.
5. Методи очищення місць наплавлення.
6. Загальна схема технологічного процесу.

7. Технологія ручного дугового наплавлення покритими електродами та її особливості.
8. Розрахунок оптимальних режимів наплавлення під шаром флюсу.
9. Різноманітність способів наплавлення під шаром флюсу, їхня сутність та особливості.
10. Технологія наплавлення з подачею додаткового нетоковедучого дроту.
11. Технологія і особливості наплавлення плавким електродом у середовищі захисних газів.
12. Технологія та способи плазмового наплавлення.
13. Технологія наплавлення дугою з неплавким електродом.
14. Технологія та способи електрошлакового наплавлення та особливості його використання.
15. Технологія газового наплавлення та особливості його використання при відновленні деталей машин.
16. Сутність та використання газопорошкового наплавлення, його особливості.

Змістовий модуль 5

1. Дайте характеристику принциповій схемі процесу LAAPS.
2. Які відмінності у застосуванні лазерного випромінювання у процесах LAAPS та PROTAL ?
3. Які етапи підготовки поверхні реалізовані у процесі PROTAL ?
4. Які методи ГТНП можуть бути складовими процесу PROTAL ?
5. Назвіть основні схеми реалізації процесу HVOF/Лазер.
6. Які недоліки HVOF можуть бути подолані його комбінуванням із плазмовим джерелом нагрівання ?
7. Які задачі вирішувались у ході створення гібридних методів Plasma Spray-PVD ?
8. Який новий тип газового розряду може виникнути у ході взаємодії випромінювання CO₂-лазера та плазми стовпа дуги ?
9. Назвіть основні переваги розпилення дротів при електродуговому напиленні гарячими продуктами згоряння вуглеводневих газів.
10. Що з енергетичної точки зору дає об'єднання в одному процесі генерації плазми енергії електричної дуги і енергії горіння горючих газів ?
11. Які недоліки детонаційного напилення нівелюються при його застосуванні в одному пристрої разом із імпульсними генераторами плазми ?