

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

ФАКУЛЬТЕТ ЯКОСТІ ТА ІНЖЕНЕРІЇ МАТЕРІАЛІВ
КАФЕДРА ПОКРИТТІВ, КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І ЗАХИСТУ МЕТАЛІВ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор УДУНТ

Професор

Анатолій РАДКЕВИЧ

" 08 " 20 24 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ
ПОКРИТТІВ**

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Спеціальність: 132 - Матеріалознавство

Освітня програма: Матеріалознавство

Статус дисципліни: вибіркова

Обсяг дисципліни: 6 кредитів ЄКТС

Код освітньої компоненти: ВК2.3

Мова викладання: українська

Дніпро - 2024

Розробник:

доц. кафедри ПМіЗМ, к.т.н., доцент  Анатолій КОВЗІК

Робоча програма схвалена на засіданні кафедри покриттів, композиційних матеріалів і захисту металів (Протокол № 12 від «20» червня 2024р.)

Завідувач кафедри:  Анатолій КОВЗІК

Гарант

освітньої програми:  Костянтин УЗЛОВ

Погоджено:

Керівник навчального відділу  Світлана БОРИЧЕВА

«17» 08 2024 р.

Директор ННЦ Заочної освіти  Володимир ЧИСТЯКОВ

«17» 08 2024 р.

Реєстраційний номер 132.2.01.BK2.3-24

1 МІСЦЕ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ В ОСВІТНІЙ ПРОГРАМІ

1.1 Мета навчальної дисципліни

Засвоєння знань та придбання навичок з сучасних технологій нанесення напилених газотермічних та вакуумних конденсаційних покриттів, їх складу відповідно до умов експлуатації виробів з покриттями.

1.2 Компетентності, формування яких забезпечується

Навчальна дисципліна забезпечує набуття таких передбачених освітньою програмою компетентностей:

КЗ.01.Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

КЗ.02.Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

КЗ.05. Здатність працювати автономно.

СК01. Здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення.

СК04. Здатність оцінювати та забезпечувати якість робіт, що виконуються.

СК05.Здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробі (або у виробничих умовах).

СК09. Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів для конкретних умов експлуатації.

СК11. Здатність застосовувати системний підхід для розв'язання прикладних задач виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.

1.3 Міждисциплінарні зв'язки

Навчальна дисципліна є вибірковою для вивчення студентами, які здобувають освітній ступінь магістра за освітньою програмою «Матеріалознавство».

Передумовами вивчення дисципліни є опанування дисциплін «Фізика», «Хімія», «Фізична хімія».

Досягнуті по вивченні дисципліни результати навчання та набуті практичні навички можуть бути використані при проходженні переддипломної практики та написанні кваліфікаційної роботи.

2 ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА НАВЧАЛЬНОЮ ДИСЦИПЛІНОЮ

Код	Очікуваний результат навчання	Рівень
ОРН1	Застосовувати знання теоретичних основ процесів напилення покриттів для правильного обрання методу нанесення покриття на конкретний виріб.	III
ОРН2	Обирати ефективний метод підготовки поверхні виробу з врахуванням його конфігурації, розмірів, стану поверхні, вимог до службових властивостей покриття.	III
ОРН3	Оцінювати сучасні технологічні схеми нанесення газотермічного покриття на конкретний виріб з ціллю вибору оптимальної технології напилення з технологічної, технічної та економічної точки зору.	III
ОРН4	Оцінювати сучасні технологічні схеми нанесення вакуумного покриття на конкретний виріб з ціллю вибору оптимальної схеми з технологічної, технічної та економічної точки зору.	III
ОРН5	Застосовувати ефективні технологічні прийоми для фінішної обробки напилених покриттів	III
ОРН6	Визначати необхідні методи дослідження службових характеристик напиленого покриття та випробовувати якість покриття з використанням цих методів	IV

Соціальні навички,
розвитку яких сприяє навчальна дисципліна

Код	Соціальна навичка (<i>soft skill</i>)
ОН2	Властивість приймати рішення
КН1	Здатність зрозуміло формулювати думки
КН3	Здатність надавати аргументовані відповіді
УН3	Розвивати членів команди

3 РОЗПОДІЛ ГОДИН ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Денна форма навчання

Види навчальної діяльності	Усього	Семестри		
		1	2	
		1.2	2.1	2.2
Усього годин за навчальним планом	180	60	60	60
у тому числі:				
Аудиторні заняття	64	16	16	32
– лекції	32	8	8	16
– лабораторні роботи	16	-	-	16
– практичні заняття	16	8	8	-
– семінарські заняття		-	-	-
Самостійна робота	116	44	44	28
– підготовка до аудиторних занять	32	8	8	16
– виконання та захист курсового проєкту	-	-	-	-
– виконання та захист індивідуальних завдань	-	-	-	-
– підготовка та складання екзаменів	-	-	-	-
– підготовка та складання контрольних робіт	36	12	12	12
– опрацювання розділів, які не викладаються на лекціях	48	24	24	-
Форма семестрового контролю		Диф. залік		Диф. залік

Заочна форма навчання

Види навчальної діяльності	Усього	Семестри	
		1	2
Усього годин за навчальним планом	180	-	180
у тому числі:			
Аудиторні заняття	18	-	18
– лекції	12	-	12
– лабораторні роботи	2	-	2
– практичні заняття	4	-	4
– семінарські заняття	-	-	-
Самостійна робота	162	-	162
– підготовка до аудиторних занять	9	-	9
– виконання та захист курсового проєкту	-	-	-
– виконання та захист індивідуальних завдань	12	-	12
– опрацювання навчального матеріалу	141	-	141
– підготовка та складання екзаменів	-	-	-
– підготовка та складання контрольних робіт	-	-	-
Форма семестрового контролю		-	Диф. залік

4 ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Роз-діл	Тема лекції (заняття)	Обсяг, годин		OPH	Soft skills
		Очна форма	Заочна форма		
1	Розділ 1. Загальна характеристика методів нанесення покриттів			OPH1	KN1 KN3
	Лекції: Класифікація методів нанесення покриттів. Загальна класифікація методів нанесення покриттів. Характеристика поверхні твердих тіл. Утворення покриттів при газотермічному та вакуумному напиленні.	2	1		
	Характеристика поверхні твердих тіл. Фізична та хімічна неоднорідність поверхні твердого тіла. Поверхнева енергія.	2	1		
	Практичні заняття: Розрахунок параметрів потіку частинок при напиленні.	4	1		
	Самостійна робота: Підготовка до аудиторних занять	4	1,5		
	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Фізична та хімічна неоднорідність поверхні твердого тіла [1]	12	—		
	Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	—	23,5		
	Підготовка та складання диф. заліку	6			
	Підготовка та складання індивідуального завдання		2		
	Усього:	30	30		

Розділ	Тема лекції (заняття)	Обсяг, годин		ОПН	Soft skills
		Очна форма	Заочна форма		
II	Розділ 2. Теоретичні основи технологічних процесів напилення покриттів.			ОПН1	КН1 КН3
	Лекції: Теоретичні основи створення покриття при газотермічному напиленні. Утворення потоку частинок та їх перенос до поверхні основи. Теплові процеси на поверхні основи. Удар частинок. Утворення покриття.	2	1		
	Теоретичні основи створення покриття при вакуумному напиленні. Випаровування матеріалів. Конденсація пару на твердій поверхні. Утворення покриття.	2	1		
	Практичні заняття: Визначення параметрів, що характеризують міжфазну взаємодію на межі «покриття-основа».	4	1		
	Самостійна робота: Підготовка до аудиторних занять	4	1,5		
	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Основні параметри, що характеризують вакуумне напилення [1]	12	23,5		
	Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	—			
	Підготовка та складання диф. заліку	6			
	Підготовка та складання індивідуального завдання		2		
	Усього:	30	30		

III	Розділ 3. Підготовка поверхні до нанесення покриттів.			ОРН2	ОН2 КН1 КН3 УН3
	Лекції: Технологічні процеси підготовки поверхні до напилення. Класифікація забруднень поверхонь. Основні цілі підготовки поверхні до напилення. Підготовчі технологічні операції перед нанесенням покриттів.	2	2		
	Практичне заняття: Розробка технології підготовки поверхні перед нанесенням газотермічного покриття.	4	1		
	Самостійна робота: Підготовка до аудиторних занять	3	1,5		
	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Хімічна підготовка поверхні виробу перед нанесенням напиленого покриття [2-4]	15	—		
	Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	—	23,5		
	Підготовка та складання диф. заліку	6			
	Підготовка та складання індивідуального завдання		2		
	Усього:	30	30		
IV	Розділ 4. Сучасні технології нанесення газотермічних покриттів			ОРН3	ОН2 КН1 КН3
	Лекції: Узагальнена схема процесу газотермічного напилення. Енергоносії джерела теплоти, схеми подачі матеріалу. Класифікація процесів газотермічного напилення.	2	1		
	Особливості газотермічних методів напилення покриттів. Технологічні особливості газотермічних методів нанесення покриттів: газополуменового, плазмового, детонаційно-газового, електродугової металізації.	2	0,5		
	Вирішення прикладних задач газотермічного напилення покриттів. Матеріали для газотермічного напилення. Вибір складу покриття і його товщини. Вибір розпилювача та технологічного режиму напилення.	2	0,5		

	Практичне заняття Розробка технологічної схеми нанесення напиленого покриття	4	1		
	Самостійна робота: Підготовка до аудиторних занять	5	1,5		
	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Сучасні і перспективні схеми захисту часток від взаємодії з атмосферою при напиленні покриттів [2,4,5]	9	23,5		
	Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	–	22,75		
	Підготовка та складання диф. заліку	6	-		
	Підготовка та складання індивідуального завдання	-	2		
	Усього:	30	30		
V	Розділ 5. Сучасні технології вакуумних методів напилення покриттів			ОРН4	ОН2 КН1 КН3
	<u>Лекції:</u> Узагальнена схема вакуумного напилення покриттів. Загальна технологічна схема термовакuumного напилення покриттів. Розігрів матеріалів. Утворення потоку частинок. Осадження частинок з утворенням покриття.	2	0,4		
	Сучасні технології вакуумного напилення. Резистивний нагрів, високочастотний індукційний нагрів, лазерний нагрів, електронно-променевий нагрів, іонне розпилення, вибухове випаровування- розпилення.	2	0,4		
	Створення вакууму в установках напилення. Вакуумні системи установок. Вакуумні насоси та їх характеристики. Низько- та високовакуумні насоси.	2	0,4		
	Устаткування для вакуумного напилення. Пристрої для випаровування та розпилення матеріалів. Системи електроживлення установок вакуумного напилення.	2	0,4		
	Вирішення прикладних задач при вакуумному напиленні покриттів. Вибір складу покриття та його товщини. Вибір технологічної схеми вакуумного напилення.	2	0,4		

	Лабораторна робота Вивчення конструкції та роботи установки газотермічного напилення покриттів	6	1		
	Самостійна робота:				
	Підготовка до аудиторних занять	8	1,5		
	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання)	-	-		
	Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	-	23,5		
	Підготовка та складання диф.залику	6	-		
	Підготовка та складання індивідуального завдання		2		
	Усього:	30	30		
	Розділ 6. Фінішна обробка та властивості покриттів.				
	Лекції:				
VI	Фінішна обробка покриттів. Технологічні прийоми зниження пористості напилених покриттів. Методи підвищення міцності покриттів. Додання виробам остаточних розмірів.	2	1	ОРНЗ	ОН2 КН1 КН3 УН3
	Властивості напилених покриттів. Властивості газотермічних покриттів. Властивості вакуумних покриттів. Використання напилених покриттів в машинобудуванні, металургії.	2	0,5		
	Методи контролю якості напилених покриттів. Випробування адгезійної міцності покриттів. Визначення когезійної міцності покриттів. Визначення пористості покриттів.	2	0,5		
	Лабораторна робота Вивчення конструкції та роботи установки вакуумного напилення покриттів Визначення пористості напиленого покриття	6 4	0,5 0,5		
	Самостійна робота:				
	Підготовка до аудиторних занять	8	1,5		
	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання)	-	-		
	Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)	-	23,5		
	Підготовка та складання диф. залику	6	-		
	Підготовка та складання індивідуального завдання		2		
	Усього:	30	30		

5 МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Дисципліна передбачає навчання через:

- традиційний вербальний метод (МН1);
- традиційний наочний метод (МН2);
- практико-орієнтоване навчання (МН3);
- дискусії та обговорення проблемних питань (МН4);
- модульне навчання (МН5).

Традиційні вербальний та наочний методи передбачають читання лекцій, які супроводжуються ілюстраціями з використанням комп'ютерної та мультимедійної техніки.

Лекції доповнюються лабораторними та практичними заняттями, що надають навчанню *практичну спрямованість* через можливість застосовувати теоретичні знання на практиці.

Під час лекцій та практичних занять можливі *дискусії з проблемних питань* з дисципліни, що сприятиме кращому засвоєнню матеріалу.

Модульне навчання полягає у представленні навчального матеріалу у вигляді окремих змістовно, методично і організаційно завершених модулів: автономних частин дисципліни, що інтегруються з іншими частинами.

Самостійному навчанню сприяє підготовка до лабораторних та практичних занять та складання контрольних заходів.

Заходи, що використовуються для розвитку соціальних навичок:

- 1) Властивість приймати рішення (ОН2) розвивається та реалізується студентами на практичних заняттях, під час яких пропонується за результатами проведених розрахунків студенти обов'язково роблять висновок.
- 2) Здатність зрозуміло письмово формулювати думки (КН1) формується у процесі складання висновків за результатами практичних та лабораторних занять, а для студентів заочної форми навчання при виконанні індивідуального контрольного завдання.
- 3) Для розвитку здатності модерувати наради (обговорення) (КН2) викладач проводить аудиторне заняття так, щоб кожен студент мав змогу керувати обговоренням теми занять.
- 4) Розвивати членів команди (УН3) можливо під час тих навчальних занять або групових видів самостійної роботи, де результат групи (або ланки) визначається як сумарний (або середній) і враховує досягнення кожного студента групи (ланки).

6 МЕТОДИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

6.1 Методи поточного оцінювання

Дисципліна передбачає такі методи поточного оцінювання: опитування та усні коментарі викладача за його результатами, самооцінювання, обговорення та взаємне оцінювання студентами результатів практичних та лабораторних занять.

6.2 Методи оцінювання розділів та семестрового оцінювання

Оцінки розділів 1, 2, 3, 4, 5, 6 (PO1, PO2, PO3, PO4, PO5, PO6) визначаються за 12-бальною шкалою згідно із затвердженими критеріями за результатами проведеного диф. заліку (КЗ1).

Формою семестрового контролю з дисципліни є диференційований залік.

6.3 Критерії семестрового та підсумкового оцінювання

Семестрова оцінка формується як середнє арифметичне визначених за 12-бальною шкалою оцінок розділів (PO1, PO2, PO3, PO4, PO5, PO6) з подальшим переведенням до 100-бальної шкали за визначеною методикою.

Необхідною умовою отримання позитивної оцінки кожного розділу є відпрацювання практичних занять та виконання та захист лабораторних робіт. Обов'язковою умовою для обчислення оцінки диференційованого заліку є наявність позитивних (не нижче 4 балів за 12-бальною шкалою) оцінок з усіх розділів

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни дорівнює середній оцінці з двох оцінок, отриманих в першому та другому семестрах.

7 РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ:

7.1 Засоби навчання

Навчальний процес передбачає використання мультимедійного комплексу для проведення лекцій та практичних занять (ЗН1), комп'ютерних робочих місць для проведення практичних занять (ЗН2), використання лабораторних установок для проведення лабораторних робіт (ЗН3).

7.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література

1. Основи теорії нанесення покриттів
comprano.kpi.ua>2024_Osnovy_teorii_nanesennia_pokryttiv_d
2. Дубовий О.М., Степанчук А.М. Технологія напилення покриттів. – Миколаїв: НУК. 2007. – 236с.
3. Корас В.М. Технологія та обладнання для напилення: Навч. посібник. – К.: НМЦ ВО. – 2000. – 152с.
4. Рожков О.Д. Технологія нанесення покриттів: Навч. посібник, ч.І – Дніпропетровськ: НМетАУ. 2008. – 51с.
5. Рожков О.Д. Технологія нанесення покриттів: Навч. посібник, ч.ІІ – Дніпропетровськ: НМетАУ. 2008. – 38с.

Допоміжна література

6. Технологія нанесення покриттів – КНУ SHOP knushop.com.ua > product
7. Наплавлення та напилення матеріалів: методичні рекомендації
tam.khmnu.edu.ua > sites > naplavl_napylen_mtva_bak_2024

8 УЗГОДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ З МЕТОДАМИ ВИКЛАДАННЯ, НАВЧАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ

Очікуваний результат навчання за дисципліною	Програмні результати навчання	Види навчальних занять ^{*)}	Методи викладання та навчання	Засоби навчання	Методи оцінювання
ОРН1	–	Л, ПЗ	МН1, МН2, МН4, МН5	ЗН1, ЗН2	КЗ1
ОРН2	–	Л, ПЗ	МН1, МН2, МН4, МН5	ЗН1, ЗН2	КЗ1
ОРН3	–	Л, ПЗ	МН1, МН2, МН3, МН5	ЗН1, ЗН2	КЗ1
ОРН4	–	Л, ПЗ	МН1, МН2, МН3, МН5	ЗН1, ЗН2	КЗ1
ОРН5	–	Л, ЛР	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	ЗН1, ЗН3	КЗ1
ОРН6	–	Л, ЛР	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	ЗН1, ЗН3	КЗ1

^{*)} Скорочення: Л – лекції; ПЗ – практичні заняття; ЛР – лабораторні роботи.