



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра смарт технологій
з'єднань та інженерії
поверхні

ІННОВАЦІЙНІ ПЛАЗМО-СТРУМЕНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Технологічні системи інженерії з'єднань та поверхонь
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, аспірантури
Обсяг дисципліни	54 годин / 4 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Рейтингова система оцінювання, екзамен
Розклад занять	згідно rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Попіль Юрій Станіславович, popill_kpi@ukr.net , popilyrii@gmail.com Практичні: к.т.н., доцент Попіль Юрій Станіславович, popill_kpi@ukr.net , popilyrii@gmail.com
Розміщення курсу	Лекції з дисципліни і методичні вказівки висилаються кожному аспіранту по електронній пошті. Контрольні примірники передаються методисту кафедри для збереження в електронній бібліотеці кафедри.

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Отримання функціональних поверхонь з застосуванням сучасних концентрованих джерел енергії, визначається, технологічним процесом, при розробці якого, враховуються фізико-хімічні властивості матеріалу для наплення, наплавлення, теплофізичні властивості джерел енергії, які якісно впливають на створення функціонального шару на поверхні виробу. Враховуючи енергетичні показники джерел енергії можна змінювати, як технологічні параметри процесу, так і різновид та склад матеріалу. Це дозволяє отримувати вироби з високими характеристиками якості з урахуванням експлуатаційних вимог.

Метою дисципліни є надання аспірантам розширених знань щодо методології проектування технологічних процесів при газотермічній обробці матеріалів при використанні низько температурної плазми, з застосуванням високо ентальпійних газових сумішей, Сучасні методи управління та регулювання теплофізичними властивостями струменю, дуги, променя. Визначення та розрахунок режимних показників в технологічних процесах інженерії поверхні з застосуванням концентрованих джерел енергії. Методи, методика та обладнання для дослідження теплофізичних властивостей плазмових потоків, а також набуття навичок практичного використання одержаних знань та результатів.

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК1. Вміння виявляти та вирішувати проблеми.
- ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК4. Здатність розробляти та управляти проектами.

Фахові компетентності (ФК):

ФК1. Здатність критичного аналізу, оцінки і синтезу нових та складних ідей в процесі досліджень механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі новітніх знань в галузі механіки та суміжних предметних галузей.

ФК2. Здатність представлення та обговорення результатів своєї наукової роботи, зокрема англійською мовою, в усній та письмовій формі, а також повного розуміння іншомовних наукових текстів за спеціальністю.

ФК3. Здатність генерувати нові ідеї та вміння обґрунтування нових інноваційних проектів та просування їх на ринку.

ФК4. Здатність критичного осмислення проблем у навчанні, професійній і дослідницькій діяльності на рівні новітніх досягнень інженерних наук та на межі предметних галузей.

ФК5. Здатність поставити задачу і визначити шляхи вирішення проблеми засобами прикладної механіки та суміжних предметних галузей, знання методів пошуку оптимального рішення за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК6. Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження, обробляти результати експерименту на основі використання сучасних інформаційних технологій та мікропроцесорної техніки, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів.

Програмні результати навчання:

РН1. Знати загальну теорію і методики проведення наукових досліджень та вміти їх практично застосовувати для досліджень об'єктів в галузі механічної інженерії.

РН2. Виконувати науковий пошук і на основі аналізу його результатів визначити шляхи вирішення поставлених задач.

РН3. Знати теорію планування експериментів та методики оцінювання достовірності їх результатів.

РН4. Практичні навички академічного письма англійською мовою і представлення результатів своєї наукової роботи в зарубіжних наукових виданнях та матеріалах конференцій.

РН5. Читати та розуміти іншомовні тексти за спеціальністю та представляти і обговорювати свою наукову роботу іноземною мовою.

РН6. Знати процедури та володіти навичками підготовки проектів наукових досліджень за вітчизняними та міжнародними грантами і конкурсами.

РН7. Навички підготовки матеріалів заявок для захисту прав інтелектуальної власності.

РН8. Навички використання сучасних комп'ютерних засобів та інформаційних технологій у науковій діяльності, зокрема при виконанні експериментальних досліджень.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Перелік попередніх навчальних курсів, які необхідні фахівцю для успішного засвоєння дисципліни:

Теорія процесів зварювання; Матеріалознавство та термічна обробка матеріалів; Технології зварювання та споріднених процесів; Технологія зварювання плавленням; Обладнання для зварювання та споріднених процесів; Методи ефективною презентації результатів наукових досліджень; Поверхневі фізико-хімічні процеси; Теоретичні основи інженерії поверхні; Газотермічне нанесення покриття; Технологія та обладнання для наплавлення; Технологія зміцнення поверхонь; Обладнання та технологія вакуумно-конденсаційного нанесення покриття.

РОЗДІЛ 1. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ КОНЦЕНТРОВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ, ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЦЕСІВ, ЗАСТОСУВАННЯ В ІНЖЕНЕРІЇ ПОВЕРХНІ.

Тема 1.1. Класифікація плазмових процесів. Параметри плазмових процесів. Вибір оптимальних режимів плазмової обробки. Принципи побудови технологічних систем плазмової обробки матеріалів. Схема плазмового технологічного комплексу.

Тема 1.2. Основні поняття і закони фізики плазми. Плазма (визначення і основні поняття). Класифікація і властивості видів плазми. Іонізація, термоелектронна і автоелектронна емісія.

Тема 1.3. Хімічно-фізичні властивості плазмоутворюючих газів та їх сумішей.

Тема 1.4. Конструкції плазмових генераторів, ресурс роботи та вимоги до електродів.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ НАПИЛЕНОГО ШАРУ ПОКРИТТЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ, ПЛАЗМИ, ЗЗАСТОСУВАННЯМ ПЛАЗМОУТВОРЮЮЧОЇ ВИСОКОЄНТАЛЬПІЙНОЇ ГАЗОВОЇ СУМІШІ.

Тема 2.1. Визначення кінетичних та теплових характеристик плазмового струменю в залежності від параметрів процесу.

Тема 2.2 Визначення швидкості, температури частки, яка переноситься плазмою, по довжині струменю з застосуванням інженерних методів розрахунків.

Тема 2.3 Визначення якісних показників напиленого шару покриття.

Тема 2.4 Аналітичний розрахунок температурного поля заготовки, яке виникає від дії плазмової дуги, струменю.

Тема 2.4 Зміна фізико-механічних властивостей матеріалу від дії плазмового струменю.

РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАПИЛЕНИХ ПОВЕРХНЬ .

Тема 3.1. Сучасні програмні комплекси, метод скінчених елементів.

Тема 3.2. Результати комп'ютерного моделювання оптичних методів спектрального аналізу (ОСА).

Тема 3.3. Спеціальні методи аналізу. Мікроскопія і дифрактометрія. Оже-спектроскопія, маспектроскопія, аналіз газів в струмені.

РОЗДІЛ 4. ІННОВАЦІЙНІ ПЛАЗМО-СТРУМЕНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Тема 4.1. Технології мікроплазмової обробки ріжучого інструменту.

Тема 4.2. Технології плазмо-механічної матеріалів.

Тема 4.3. Технології плазмово-детонаційного зміцнення виробів .

Тема 4.4. Компресійні плазмові потоки.

Навчальні матеріали та ресурси

Базова

3.1. Пащенко В.М., Квасницький В.В., Кузнецов В.Д. Обробка матеріалів концентрованими потоками енергії. _ К.: Гнозис, 2013.- 148 с.

3.2. Ющенко К.А. и др.. Інженерія поверхні. – К.: Наукова думка, 2007. – 630с.

3.3. Лашенко Г.И. Плазменное упрочнение и напыление. – К.: «Екотехнологія». 2003. – 64с.

3.4 .Резников А.Н., Шатерин М.А., Кунин В.С., Резников Л.А. Обработка металлов резанием с плазменным нагревом. – М.: Машиностроение, 1986. - 232 с.

3.5. Дзюба В.Л., Корсунов К.А. Физика, техника и применениенизкотемпературнойплазмы. – Луганск: ВУНУ им. В.Даля, 2007. – 448с.

3.6. Дзюба В.Л., Волков В.А., Чаленко А.В. Экспериментальнихисследования плазмотрона для напыления // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2003. №11 (69). – С.68-71.

3.7. Даутов Г.Ю. Плазмотронысостабилизированнымиэлектрическими дугами / Г.Ю. Даутов, В.Л. Дзюба, И.Н. Карп. – К.: Наукова думка. – 1987. – 168 с.

- 3.8. Жуков М.Ф. Прикладная динамика термической плазмы / М.Ф. Жуков, А.С. Коротеев, Б.А. Урюков // Новосибирск: Наука. – 1975. – 300 с.
- 3.9. Костин Н.А. Вихревые электродуговые плазмотроны с «холодными» электродами / Н.А. Костин, В.Н. Станкевич // Физика низкотемпературной плазмы. – Минск. – 1991. – Т.3. – С. 192–193.
- 3.10. Амосов В. М. Электродные материалы на основе тугоплавких металлов / В. М. Амосов, Б. А. Карелин, В. В. Кубышкин. – М. : Металлургия, 1976. – 233 с.
- 3.11. Теория теплообмена / под ред. А.И. Леонтьева. – М.: Высшая школа. – 1985. – 385 с.
- 3.12. Тюрин Ю.Н., Жадкевич М.Л. Плазменные упрочняющие технологии. – К.: Наукова думка, 2008. – 216 с.
- 3.14. Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 360 с.
- 3.15. Корж В.Н, Попиль Ю.С. Обработка металлов водородно-кислородным пламенем, К.: «Екотехнологія», 2010. – 194 с.
- 3.16. Ю.С. Попіль, В.М. Корж, В.Я. Черняк, Є.А. Захаров. Діагностика воднево-кисневого плазмового струменя для застосування в газотермічному напыленні // Автомат. зварювання.- 2020.-№11.-С.41-45.
- 3.17. Сом А. И. Плазменно-порошковая наплавка композиционных сплавов на базелитых карбидов вольфрама // Автомат. сварка. – 2004. – № 10. – С. 49–54.
- 3.18. Харламов Ю.О. Вплив умов детонаційного газового напылення на властивості покриттів на основі карбиду вольфраму і хрому. – Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля №1 (249) 2019. с. 77-83.
- 3.19. Самотугин С.С., Лещинский Л.К. Плазменное упрочнение инструментальных материалов. – Донецк. :Новый мир, 2002.-338 с.
- 3.20. Экспериментальное исследование процессов обработки металлов давлением. Маслов В.Е., Шаповал В.Н. –К.: Вища школа. Головное издво, 1983. –232 с.
- 3.21. Контроль параметрів якості функціонального покриття. Монографія. Антонюк В.С., Тимчик Г.С., Бондаренко Ю.Ю. та інші. вид. «Політехніка» КПП ім. Ігоря Сікорського.- 392 с.
- 3.22. Головкин, Д. Б. Основы метрологии та вимірювань Текст / Д.Б. Головкин, К.Г. Рого, Ю.О. Скрипник. – Київ: Либідь, 2001. – 408 с.

Додаткова

- 3.23. Петров С.В. Плазма продуктов сгорания в инженерии поверхности / С.В. Петров, А.Г. Сааков. –К.: Топас, 2000. – 220 с.
- 3.24. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена / С.С. Кутателадзе. – Новосибирск: Наука. – 1989. – 416 с.
- 3.25. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент : справочник / под ред. В.А. Григорьева. – М.: Энергоиздат. – 1982. – 515 с.
- 3.25. Заглубский, А. А. Спектральные приборы Текст / А.А. Заглубский, Н.М. Цыганенко, А.П. Чернова. – С-Пб: СПбГУ, 2007. – 76 с.
- 3.26. Асланов, Л. А. Инструментальные методы рентгеноструктурного анализа Текст / Л.А. Асланов. – М.: МГУ, 1983. – 288 с.
- 3.27. Крамарухин Ю. Е. Приборы для измерения температуры / Ю. Е. Крамарухин. – М. : Машиностроение, 1990. – 245 с.
- 3.28. Хеммингер В., Хене Г. Калориметрия: теория и практика. М.: Химия, 1989. С. 176.
- 3.29. Дубенець, В. Г. Основи методу скінченних елементів: навчальний посібник / В. Г. Дубенець, В. В. Хільчевський, О. В. Савченко. - Чернігів : ЧДТУ, 2007. – 288 с.

3.30. Нагибина И. М., Прокофьев В. К. Спектральные приборы и техника спектроскопии. Л., 1967.

3.31. Тушинский Л.И., Плохов А.В. Исследование структуры и физикохимических свойств покрытий. Новосибирск: Наука, 1986. – 197 с.

3.32. А.В. Бесов. Исследование прочности сцепления плазмонанпыленных композиций с облицовочным покрытием // Вестник Национального технического университета Украины. Киевский политехнический институт. Машиностроение, 41, сс. 246-250 (2002).

3.33. Б.А. Ляшенко, В.В. Ришин, В.Г. Зильберберг, С.Ю. Шаривкер. Прочность сцепления плазменных покрытий с основой // Порошковая металлургия, (4) сс. 86-100 (1969).

Базовими для вивчення дисципліни є джерела 3.1-3.22, решта – факультативні.

Зазначені джерела є у вільному доступі у бібліотеці КРІ та інтернеті.

Наведені джерела повністю відображають зміст вказаних для вивчення тем.

Навчальний контент

3. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ.

Найменування розділів, тем	Розподіл начального часу				
	Всього	Лекц.			СРС
	2	3			6
Семестр 2					
<p>РОЗДІЛ 1. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ КОНЦЕНТРОВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ, ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЦЕСІВ, ЗАСТОСУВАННЯ В ІНЖЕНЕРІЇ ПОВЕРХНІ.</p> <p>Тема 1.1. Класифікація плазмових процесів. Параметри плазмових процесів. Вибір оптимальних режимів плазмової обробки. Принципи побудови технологічних систем плазмової обробки матеріалів. Схема плазмового технологічного комплексу.</p> <p>Тема 1.2. Основні поняття і закони фізики плазми. Плазма (визначення і основні поняття). Класифікація і властивості видів плазми. Іонізація, термоелектронна і автоелектронна емісія.</p> <p>Тема 1.3. Хімічно-фізичні властивості плазмоутворюючих газів та їх сумішей.</p> <p>Тема 1.4. Конструкції плазмових генераторів, ресурс роботи та вимоги до електродів.</p> <p>РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ НАПИЛЕНОГО ШАРУ ПОКРИТТЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПЛАЗМИ, З ПЛАЗМОУТВОРЮЮЧОЇ ВИСОКОЕНТАЛЬПІЙНОЇ ГАЗОВОЇ СУМІШІ.</p> <p>Тема 2.1. Визначення кінетичних та теплових</p>		4			
		4			
		4			
		4			
		4			

характеристик плазмового струменю в залежності від параметрів процесу.				
Тема 2.2 Визначення швидкості, температури частки, яка переноситься плазмою, по довжині струменю з застосуванням інженерних методів розрахунків.	4			
Тема 2.3 Визначення якісних показників напиленого шару покриття.	6			
Тема 2.4 Аналітичний розрахунок температурного поля заготовки, яке виникає від дії плазмової дуги.	2			
Тема 2.4 Зміна фізико-механічних властивостей матеріалу від дії плазмово струменю.	4			
РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАПИЛЕНИХ ПОВЕРХНЬ .				
Тема 3.1. Сучасні програмні комплекси, метод скінчених елементів.	2			
Тема 3.2. Результати комп'ютерного моделювання оптичних методів спектрального аналізу (ОСА).	4			
Тема 3.3. Спеціальні методи аналізу. Мікроскопія і дифрактометрія. Оже-спектроскопія, маспектроскопія, аналіз газів в струмені..	4			
РОЗДІЛ 4. ІННОВАЦІЙНІ ПЛАЗМО-СТРУМЕНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ .				
Тема 4.1. Технології мікроплазмової обробки ріжучого інструменту.	2			
Тема 4.2 Технології плазмо-механічної матеріалів.	2			
Тема 4.3 Технології плазмово-детонаційного зміцнення виробів .	2			
Всього лекцій	23	23		
Екзамен	2	2		
Всього	54	54		

5.2 ЛЕКЦІЇ.

РОЗДІЛ 1. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ КОНЦЕНТРОВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ, ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЦЕСІВ, ЗАСТОСУВАННЯ В ІНЖЕНЕРІЇ ПОВЕРХНІ.

Тема 1.1. Класифікація плазмових процесів.

Лекція 1. Класифікація методів інженерії поверхні, основні напрямки досліджень, задачі. Залежності фізико-хімічних характеристик ГТ процесів і вплив їх на механічні властивості поверхні. Сучасний стан розвитку плазмових технологій нанесення покриття. Напрямки і перспективи розвитку. Параметри плазмових процесів. Вибір оптимальних режимів плазмової обробки. Принципи побудови технологічних систем плазмової обробки матеріалів. Схема плазмового технологічного комплексу.

Основна література: [3.1], [3.2], Додаткова література: [3.23]

Тема 1.2. Основні поняття і закони фізики плазми.

Лекція 2.Класифікація і властивості видів плазми Комплекс фізико-хімічних властивостей, які визначають фізичний стан плазми (теплоємність, теплопровідність, потенціал іонізації). Комплекс фізико-хімічних властивостей, взаємодії плазмоутворюючого газу з основним матеріалом,забезпечення безпечних умов роботи з обладнанням (нетоксичність, вибухобезпечність), вартість та доступність устаткування.Основна література: [3.4], [3.5],
Тема 1.3. Фізико-хімічні властивості плазмоутворюючих газів та їх сумішей.

Лекція 3.Енергетичні показникиплазмоутворюючих газів та їх сумішей, порівняльні характеристики .Основна література: [3.6], [3.7],Додатковалітература: [3.15], [3.16]
Тема 1.4. Конструкції плазмових генераторів, ресурс роботи та вимоги до електродів.

Лекція 4 .Плазмотрони конструкції та застосування.
Газопостачання плазмового обладнання, газові пульти, арматура ,постачання плазмоутворюючих газів .Плазмотрони до серійних установок. Особливості конструкцій. Переваги та недолі. Серійні та дослідно-промислові конструкції плазмотронів .Основна література: [3.10], [3.33],Додатковалітература: [3.10], [3.33]

Лекція 5.Методи і конструктивні підходи в плазмових генераторах для стабілізації горіння дуги.Основна література: [3.8], [3.9], [3.10], [3.11]

Лекція 6.Вибір матеріалу електроду , конструкції .Залежності ресурсу роботи вузлів в плазмових генераторах.Основна література: [3.12], [3.13],

Лекція 7. Способи підпалювання (іонізації) плазмо утворюючих газів . Чергові, допоміжні дуги , контактне, осциляторне ініціювання основної дуги , або плазмового струменю.Основна література: [3.10], [3.33],Додатковалітература: [3.10], [3.33]

Лекція 8. Вимоги до плазмових джерел живлення.Основна література: [3.10], [3.33],Додатковалітература: [3.10], [3.33]

Лекція 9.Сучасні підходи до конструювання плазмових генераторів . Базато дугові, соплові. Комбіновані,гібридні конструкції.Основна література: [3.10], [3.33],Додатковалітература: [3.10], [3.33]

Лекція 10. Напилення і оплавлення покриттів із порошкових матеріалів із використанням низькотемпературної плазми. Склад, структура і властивості поверхонь після плазмової обробки.Основна література: [3.17], [3.18],

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ МОДИФІКОВАНОГО ,НАПИЛЕНОГО ШАРУ ПОКРИТТЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ, ПЛАЗМИ, ЗЗАСТОСУВАННЯМ ПЛАЗМОУТВОРЮЮЧОЇ ВИСОКОЕНТАЛЬПІЙНОЇ ГАЗОВОЇ СУМІШІ.

Тема 2.1. Визначення кінетичних та теплових характеристик плазмового струменю в залежності від параметрів процесу.

Лекція 11Методи дослідження швидкості по довжині газового струменю . Розрахункові, експериментальні методика та обладнання.Гідродинамічний метод з використанням зонда на основі трубки Піто-Прандля,Основна література: [3.10], [3.33],Додатковалітература: [3.10], [3.33]

Лекція 12 Особливості теплових процесів інженерії поверхні. Схема джерел теплоти при наплавленні, напиленні ,і зміцненні поверхні. Класифікація методів вимірювання температури. Контактні та безконтактні методи вимірювання. Особливості вимірювання температури поверхні, струменю, променю. Термопарні, пірометричні, фотооптичні та інш. методи вимірювання температури. Устаткування, принцип дії, можливості.Додатковалітература: [3.24], [3.33]

Тема 2.2 Визначення швидкості, температури частки, яка переноситься плазмою, по довжині струменю з застосуванням інженерних методів розрахунків.

Лекція 13Методи та устаткування для вимірювання кількості теплоти. Побудова теплових балансів процесів в інженерії поверхні. Теоретичні основи калориметрії. Калориметри твердим і рідким калориметричним тілом, проточні. Методологія калориметричного експерименту. Методики визначення ентальпії , повної теплової потужності джерел нагріву. Методики визначення коефіцієнтів корисної дії, ефективного і термічного к.к.д.Додатковалітература: [3.28]

Тема 2.3 Визначення якісних показників напиленого шару покриття.

Лекція 14Металографічний аналіз покриття та модифікованої поверхні, способи, методики. устаткування.Властивості структурних складових наплавленого, напиленого, зміцненого шару поверхні. Методика виготовлення шліфів поверхневого шару. Макро-мікрошліфи. Механічна

обробка шліфів і виявлення структури травленням. Склад і застосування хімічних травників. Реєстрація зображення структури, оптична, спектральна і т.інш. Устаткування, принцип дії, можливості. Основна література: [3.21].

Тема 2.4 Аналітичний розрахунок температурного поля заготовки, яке виникає від дії плазмової дуги, струменю.

Лекція 15. Методика визначення та розрахунку теплових полів. комп'ютерне моделювання ізотерм температур в залежності від технологічних параметрів плазмового процесу. Основна література: [3.22]

Тема 2.4 Зміна фізико-механічних властивостей матеріалу від дії плазмового струменю.

Лекція 16. Вплив складу плазмоутворювального середовища та технологічних параметрів на фізико-механічні властивості матеріалу, який обробляється. Основна література: [3.18], [3.19],

РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАПИЛЕНИХ ПОВЕРХНЬ .

Тема 3.1. Сучасні програмні комплекси, метод скінчених елементів.

Лекція 17. Процес реалізації МСЕ програмами нового покоління, які працюють у діалоговому режимі, такими як універсальні математичні програми Mathematica, Maple, MathCAD, Matlab та ін. Основна література: [3.10], Додаткова література: [3.33]

Тема 3.2. Результати комп'ютерного моделювання оптичних методів спектрального аналізу (ОСА).

Лекція 18. Природа спектрів випромінювання, Якісний спектральний аналіз , кількісний спектральний аналіз, Емісійна фотометрія полум'я, Метод атомно-абсорбційного спектрального аналізу. Додаткова література: [3.29]

Тема 3.3. Спеціальні методи аналізу. Мікроскопія і дифрактометрія. Оже-спектроскопія, маспектроскопія, аналіз газів в струмені.

Лекція 19. Безконтактний метод емісійної спектроскопії. Основна література: [3.25], Додаткова література: [3.30]

РОЗДІЛ 4. ІННОВАЦІЙНІ ПЛАЗМО-СТРУМЕНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Тема 4.1. Технології мікроплазмової обробки ріжучого інструменту.

Лекція 20. Мікроплазмова обробка. Мікроплазмове оплавлення покриттів. Мікроплазмове поверхневе загартовування сталей. Вплив теплофізичних умов нагрівання на формування зміцненого шару при мікроплазмовому загартовуванні сталей Основна література: [3.11], [3.8], Додаткова література: [3.15], [3.30]

Тема 4.2. Технології плазмо-механічної матеріалів.

Лекція 21 Плазмово-механічна обробка. Нагрівання поверхневих шарів заготовки і особливості процесу плазмово-механічної обробки (ПМО). Основна література: [3.6], [3.3],

Тема 4.3. Технології плазмово-детонаційного зміцнення виробів .

Лекція 22. Механізми зміцнення конструкційних сталей плазмово-детонаційним способом. Основна література: [3.10], [3.33], Додаткова література: [3.11], [3.3]

Тема 4.4. Компресійні плазмові потоки.

Лекція 23. Особливості динаміки компресійних плазмових потоків та формування області компресії у магнітоплазмовому компресорі (МПК). Основна література: [3.2], [3.30], Додаткова література: [3.25], [3.26]

4. Самостійна робота аспіранта

Самостійна робота спрямована на засвоєння лекційного матеріалу , рекомендованої літератури, підготовки до експрес-контролю на лекціях, для самостійної роботи.

Політика та контроль

5. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Вивчення кредитного модуля відбувається згідно графіку навчального процесу з обов'язковим відвідуванням всіх видів занять.

Як виняток, **для студентів, які беруть на себе відповідальність** за організацію і планування свого часу для навчання, є можливість опанувати кредитний модуль у **змішаному режимі**: ознайомлюватись з теоретичним матеріалом лекцій – самостійно, з можливістю проведення консультацій викладачем.

Правила поведінки на заняттях.

Правила поведінки на заняттях регламентуються етичними нормами: всі учасники освітнього процесу в університеті повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту і Правил внутрішнього розпорядку НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», загальноприйнятих моральних принципів, підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності, дбайливо ставитися до університетського майна.

Під час аудиторних занять студенти повинні дотримуватись діючих правил охорони праці, безпеки життєдіяльності і правил пожежної безпеки, а в разі навчання за дистанційною формою виконувати вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я під час роботи з екранними пристроями.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Порушення термінів виконання певного виду робіт враховується згідно рейтингової системи оцінювання.

Політика щодо академічної доброчесності докладно описана у Кодексі Честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/code>) і передбачає повну відповідальність студента за те, що всі виконані ним завдання відповідають принципам академічної доброчесності.

6. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль.

На лекціях аспірант виконує письмову самостійну роботу у вигляді Експрес тестів - надає відповіді на контрольні питання.

Календарний контроль.

Календарний контроль не передбачено.

Семестровий контроль.

В якості контролю знань, опанованих аспірантами за семестр викладання освітнього компоненту, навчальним планом передбачено складання заліку.

Рейтингова система оцінювання та критерії нарахування вагових балів:

Рейтинг студента по дисципліні складається з балів, отриманих їм за:

1. Експрес-контроль на лекції.
2. Відповідь на екзамені.

Система нарахування рейтингових (вагових) балів і критерії оцінювання.

1. Експрес-контроль на лекції.

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів, які можна одержати за позитивні результати експрес-контролю на лекціях (20 занять – 9 питань (перше заняття не враховується): $4 \times 19 = 76$ балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

1. За несвоєчасне виконання певного виду робіт знімається 20% від максимального балу.
2. Заохочувальні бали нараховуються за розв'язок студентом індивідуальних завдань (за бажанням студента/аспіранта) з дисципліни «+1...5 балів».

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = \sum r_k = 76 \text{ балів}$$

Залікова складова шкали дорівнює — 24 балів

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає $R = R_c + R_{зал} = 100$ балів

Необхідною умовою допуску до заліку є стартовий рейтинг не менший 60% від R_c тобто 46 балів.

Семестровий контроль: **залік**.

Максимальна кількість балів за правильні відповіді на заліку – 24.

На заліку студенти/аспіранти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три питання. Кожне питання оцінюється у 8 балів,

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) 7–8 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) 6 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) 5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь 0 балів.

Сума стартових балів і балів за залікову контрольну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Таблиця для переведення рейтингової оцінки по навчальній дисципліні.

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

7. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

В умовах **on-line** лекційні заняття проводяться з використанням платформи дистанційного навчання

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доцент, Попіль Юрій Станіславович

Ухвалено кафедрою Кафедра смарт технологій з'єднань та інженерії поверхні (протокол № 6 від 18 січня 2021)

Погоджено Методичною комісією Механіко-машинобудівного інституту (протокол № 7 від 19.02.2021)