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

Кафедра смарт технологій з'єднань та інженерії поверхні

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ГАЗОТЕРМІЧННОГО НАПИЛЕННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	*перший(бакалаврський)*
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	*3 курс, весняний семестр*
Обсяг дисципліни	*72 годин / 3 кредити ECTS лекції 46 год. Лабораторні 18 годин , практичні 8 годин.*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Рейтингова система оцінювання, залік*
Розклад занять	*Згідно розкладу*
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 до практичних занять висилаються кожному студенту по електронній пошті. Контрольні примірники передаються методисту кафедри для збереження в електронній бібліотеці кафедри.*

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

Майбутньому фахівцю варто вчити саме цю дисципліну, оскільки газотермічні процеси нанесення покриття широко застосовуються в сучасному виробництві. Ці процеси швидко розвиваються в останні роки за рахунок створення нових матеріалів, обладнання, технологій. Створення зразків сучасної та новітньої техніки, це сукупність підходів та матеріалів, методів і способів газотермічного нанесення покриття, які базуються на теоретичних і практичних знаннях взаємодії матеріалу в струмені концентрованого джерела енергії з поверхнею, та їх теплофізичними та хімічними властивостями. Саме ці знання, надає вивчення дисципліни

Метою дисципліни є надання студентам розширених знань щодо використання і побудови сучасних технологій створення виробів із спеціальними функціональними поверхнями.

У циклі підготовки фахівців із інженерії поверхні для машинобудування, ремонтних виробництв, приладобудування, виробництв по виготовленню конструкцій різного функціонального призначення і надає інформацію щодо призначення та функціональні властивості видів поверхонь з створеним шаром покриття, підготовка поверхні під напилення, вибір матеріалів, та методів напилення , властивості та якісні показники покриття-основа.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Вміння виявляти та вирішувати проблеми.

ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

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 уміння обгрунтування 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.

Програмні результати навчання:

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

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

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

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:
Загальна фізика Хімія

«Тріботехніка та основи надійності», «Поверхневі фізико-хімічні процеси», «Теоретичні основи інженерії поверхні», «Обладнання та технологія нанесення газотермічного покриття», «Технологія та обладнання для наплавлення», «Технологія зміцнення поверхонь», «Обладнання та технологія вакуумно-конденсаційного нанесення покриття».

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
4.					
1	2	3	4	5	6
Розділ 2					
Тема 1. Розвиток і стан теоретичних та практичних знань про технології відновлення та підвищення стійкості поверхонь деталей та конструкцій шляхом нанесення покриттів та модифікації		6	2		10

1	2	3	4	5	6
поверхневих шарів. Загальні питання застосування технологій інженерії поверхні.					
Тема 2 Визначення вимог до процесу нанесення покриття та застосованих матеріалів		10	2	4	
Тема3.Відпрацювання раціональних режимних параметрів ведення процесу створення виробу з покриттям.		20	2	4	16
Тема 4. Основні підходи до керування якістю покриттів		10		4	
Тема 5. Підвищення якості покриттів шляхом створення керованих автоматизованих технологічних процесів нанесення покриттів.			2	6	10
Екзамен					
Всього годин	72	46	8	18	26

4Лекційні заняття

Розділ 1. Введення

Тема 1.2. Загальні питання технологій ГТНП.

Лекція 1. *Вступ.* Сучасний стан розвитку технологій нанесення покриття методами ГТНП. Напрямки і перспективи розвитку. Роль вітчизняних вчених та організацій у розвитку теорії та практики нанесення покриття методами ГТНП.

Ціль і завдання курсу, його роль у підготовці спеціалістів за фахом. Практичне використання знань у різних видах діяльності спеціаліста.

Узагальнена схема процесів ГТНП. Основні параметри напилення. Ефективність процесу. Вплив параметрів на ефективність процесу – 2 год.

(/ / стор. …)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять

Розділ 2. Технологія газотермічного нанесення покриття

Тема 2.1.Технологічна підготовка нанесення покриття, контроль процесу нанесення і наступна обробка покриття

Лекція 2. *Матеріали для нанесення покриттів методами ГТНП.*

Номенклатура матеріалів. Форма їх використання у процесі нанесення покриття.

Способи та технології підготовки матеріалів до процесу нанесення. Контроль вихідних параметрів матеріалів для покриттів. – 2 год.

(/ / стор. …)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять;

Лекція 3. *Стан поверхні виробу при підготовці до нанесення покриття методами ГТНП.*

Вимоги до стану поверхні виробу перед нанесенням покриття методами ГТНП. Вплив мікрорельєфу поверхні на міцність зчеплення з покриттями. Очищення, активація, підігрівання перед нанесенням покриття. Особливості підготовки поверхні до нанесення покриття при різних методах і способах нанесення. Обладнання і технології підготовки поверхні. Захист ділянок поверхонь від попадання матеріалу покриття. –2 год.

(/ / стор. …)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять;

Лекція 4. *Вибір типу покриття та його конструювання. Показники якості функціональних покриттів.*

Загальні принципи вибору покриття за його функціональним призначенням. Конструювання покриття. Вибір складу матеріалу покриття і його товщини. Вибір методів і способів нанесення покриття. Основні критерії вибору. Характерні показники якості функціонального покриття залежно від його призначення. способів їх визначення. Необхідність контролю якості, як невід'ємного елементу технологічного процесу виготовлення деталей із покриттям та процесів модифікації поверхні виробів. Застосування методів визначення параметрів покриттів на стадії відпрацювання та розробки технологій. Обробка нанесених покриттів з метою зміни їх попередніх властивостей. Типи обробки. Основні технологічні режими – 2 год.

(/ / стор. …)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять;

Лекція 5. *Методики визначення показників якості покриттів (товщини, блиску, твердості).*

Контроль товщини покриття. Метод прямого вимірювання. Метод вимірювання мас. Магнітні, індукційні та індуктивні методи вимірювання товщини. Оптичні та радіоактивні методи вимірювання товщини покриттів. Руйнуючі методи контролю товщини покриттів. Методи вимірювання товщини із руйнуванням виробу: гравіметричний, крапельний, струминний, струминно-періодичний, струминно-об'ємний, металографічній, термоелектричний.

Твердість. Методи її вимірювання. Макротвердість і мікротвердість. Вимоги до зразків, методи їх виготовлення. Визначення твердості на приладах типу ТБ /метод Бринелля/ ГОСТ 1012-59. Конструкції приладів із ручним та механізованим приводами. Методика вимірювання твердості за Бринеллем. Умови точного визначення твердості. Визначення твердості на приладах типу ТР /метод Роквелла/ ГОСТ 9013-59. Конструкції приладів для випробування на твердість за Роквеллом. Методика вимірювань. Вимоги до зразків і умови точного визначення твердості

Визначення твердості на приладах типу ТВ /метод Вікерса/. Конструкції приладів. Схеми випробувань. Методика визначення твердості. Вимоги до зразків та умови випробувань.

Визначення мікротвердості. Конструкція мікротвердоміра ПМТ–3. Технологія виготовлення мікрошліфів. Методика визначення мікротвердості. Інші методи визначення твердості.

Неруйнуючі методи контролю якості. Контроль зовнішнього вигляду. Вимірювання блиску покриттів. Природа блиску поверхні, кількісні та якісні характеристики блиску. Методи вимірювання блиску за різкістю відбитку. Візуальний метод порівняння з еталонами – 2 год.

(/ / стор. …)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять;

Лекція 6. *Методики визначення міцності зчеплення покриттів з основою та пористості покриття.*

Визначення міцності зчеплення покриттів з основою на зразках. Випробування на відрив, основні схеми. Клейова методика. Конструкція зразків. Конструкція пристосувань для напилення. Партії зразків. Методика визначення міцності. Штифтові методики визначення міцності. Їх різновиди. Переваги і недоліки. Випробування на міцність зчеплення при зсуві. Схеми випробувань. Міцність на розтяг матеріалів, які формують покриття. Зразки для випробувань. Методика та обладнання.

Визначення міцності зчеплення покриття з основою на виробі. Посередні методи.

Визначення міцності зчеплення при механічних випробуваннях. Випробуваннях на згин. Прилад для випробувань. Випробування на дряпання. Методика та прилад для випробувань.

Класифікація пор. Вимірювання пористості методом гідростатичного зважування /ГОСТ – 8893-73/. Уточнена методика вимірювання пористості. Схема установки для вимірювання. Вимірювання пористості прямим зважуванням. Оцінка пористості за газопроникністю. Пристосування для визначення газопроникності покриттів.

Корозійні методи визначення пористості. Метод контактних відбитків. Метод ртутної порометрії.

Вимірювання густини матеріалу покриття методом пікнометрії. /ГОСТ – 2211-65/. Методика та параметри оформлення метода. Підвищення точності вимірювання. Флотаційний метод вимірювання густини. Схема установки. Методика вимірювання. – 2 год.

(/ / стор. …)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять;

Лекція 7. *Методики визначення функціональних властивостей покриттів.*

Визначення зносостійкості і корозійної стійкості покриттів. Основні методи випробувань на стійкість до спрацьовування. Оснащення та прилади. Підготовка поверхонь. Якісні і кількісні методи визначення корозійної стійкості покриттів. Натурні випробування. Метод занурення. Прискорені корозійні випробування. –2 год.

(/ / стор. …)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять;

Тема 2.2.Нанесення покриттів із різних матеріалів методами ГТНП

Лекція 8. *Нанесення чистих металів та металевих сплавів.*

Особливості взаємодії матеріалу із навколишнім середовищем при різних методах нанесення покриття. Технологічні прийоми захисту матеріалу. Взаємозв'язок процесів взаємодії матеріалів і властивостей покриттів із режимними параметрами нанесення покриття.

Сплави на залізній основі. Призначення, властивості, зміна властивостей вихідного матеріалу в процесі утворення покриття. Технологічні особливості нанесення різними методами ГТНП .

Сплави на нікелевій та кобальтовій основі.

Призначення, властивості, зміна властивостей вихідного матеріалу в процесі утворення покриття. Технологічні особливості нанесення різними методами ГТНП. Критерії вибору методу та режиму нанесення покриття. Вимоги до матеріалу, який утворює покриття.

Сплави на мідній основі.

Призначення, властивості, зміна властивостей вихідного матеріалу в процесі утворення покриття. Технологічні особливості нанесення різними методами ГТНП. Критерії вибору методу та режиму нанесення покриття. Вимоги до матеріалу, який утворює покриття. – 2 год.

(/ / стор. …)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять;

Лекція 9. *Сполуки металідного типу і сплави на їх основі.*

Металіди алюмінію, титану. Призначення, властивості. Вихідний стан матеріалу, який формує покриття. Фізико-хімічні процеси при напиленні. Технологічні особливості нанесення. – 2 год.

(/ / стор. …)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять;

Лекція 10. *Сполуки металоїдного типу***.** *Технологічні особливості напилення карбідів, нітридів, боридів* .

Карбіди, нітриди, бориди, силіциди. Властивості, призначення. Вимоги до методу нанесення з точки зору збереження вихідного складу матеріалу.

Напилення карбідних покриттів. Карбіди з кубічною кристалічною граткою, з гексагональною граткою, із складною структурою. Особливості формування покриття. Фізико-хімічні процеси в карбідах, які пов'язані з їх нагріванням при нанесенні покриття. Втрата вуглецю, окислення. Шляхи покращання властивостей покриттів із карбідних матеріалів. – 2 год.

Технологічні особливості нанесення карбідів титану, хрому, вольфраму. Порівняльний аналіз методів з точки зору отримання стехіометричного складу покриття. – 2 год.

Технологічні особливості нанесення покриттів із нітридів та боридів методами ГТНП. Зв'язок властивостей покриття з режимними параметрами нанесення. – 2 год.

(/ / стор. …)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять;

Лекція 11. *Оксидні покриття.*

Призначення, властивості. Фізико-хімічні процеси в оксидах, які пов'язані з їх нагріванням при нанесенні покриття. Оксид алюмінію. Вихідний склад, зміна фазового складу при напиленні. Системи "оксид алюмінію-оксид титану","оксид алюмінію-оксид кальцію" та алюмомагнезіальна шпінель. Вплив TiO_2 , CaO та MgO_2 на властивості шару покриття. Оксид цирконію. Властивості, методи стабілізації. Вимоги до методу нанесення. Технологічні особливості нанесення різними методами ГТНП. – 2 год.

(/ / стор. …)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять;

Лекція 12. *Особливості напилення покриттів із органічних матеріалів.*

Матеріали, які застосовуються для створення органічних покриттів методами ГТНП, їх функціональне призначення. Вимоги до поверхонь та їх підготовка до нанесення покриттів. Закономірності формування покриттів із термопластичних матеріалів. Техніка напилення. – 2 год.

(конспект лекцій)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять;

Лекція 13. *Напилення коркових покриттів.*

Коркові покриття, призначення та область застосування. Матеріали для формування робочого та конструкційного шарів. Основні принципи та методика вибору матеріалів

Моделі для формування коркових виробів за допомогою методів газотермічного нанесення покриттів, конструкції та матеріали. Виготовлення моделей. Попередня обробка моделей. Техніка та технологія нанесення шарів матеріалу. Обробка напилених виробів. - 3 год.

(конспект лекцій)

Завдання на СРС: Підготовка до аудиторних занять.

Лекція.№14 Розвиток і стан теоретичних та практичних знань про обладнання для нанесення покриттів газо термічними методами .

Вступ. Сучасний стан техніки газотермічного напилення матеріалів з метою одержання покриттів. Напрямки та перспективи розвитку конструкцій установок для напилення.

Роль вітчизняних та закордонних вчених у розвитку теорії та практики створення обладнання для нанесення покриттів газотермічними методами.

Мета і завдання курсу, його роль у підготовці спеціалістів за фахом. Практичне використання знань у різних видах діяльності спеціаліста.

Дидактичний матеріал:Плакати№1,2.

Структурні схеми компонування вузлів обладнання для газотермічного нанесення покриття. Технічні характеристики ,області застосування.

Дидактичний матеріал:№1ст.3-6; №2ст. 340-343. Плакати №3,4,5.

Лекція.№15 Газополуменеві розпилювачі, конструкції, вимоги

Газополуменеві розпилювачі матеріалу, який утворює покриття. Конструкції. Переваги та недоліки.

Інжекторні , безінжекторні , внутрішньо соплового змішування пальники, одно факельні та багато факельні розпилювачі. Соплові пристрої, обтиснення газового факелу . принципи конструкцій , розподілення теплових та кінетичних характеристик в таких струменях.

Лекція.№16 Класифікація дозаторів

Переваги і недоліки різних принципових схем подавання порошкового матеріалу. Елементи розрахунку порошкових дозаторів-живильників. Дозатори до серійних установок плазмового та газополуменевого напилення, їх технічні параметри. Шляхи і методи підвищення стабільності і точності дозування матеріалу в конструкціях серійних дозаторів. ***Порошкові живильники***

Несерійні дозатори-живильники. Конструктивне виконання. Переваги і недоліки.

Імпульсні дозатори-живильники. Принципові схеми, конструктивне виконання, область застосування, технічні параметри.

Лекція.№17.Обладнання для плазмового методу нанесення покриття.

Класифікація. Структурна схема комплекту обладнання. Склад комплексів для плазмового методу нанесення покриття. Вимоги до обладнання для плазмового методу. Конструктивні відмінності установок переваги і недоліки***. Плазмотрони конструкції та застосування.*** Газопостачання плазмового обладнання, газові пульти, арматура ,постачання плазмоутворюючих ,газів .

Дидактичний матеріал:№2ст.96-155. №1ст.64-80Плакати №8,9,10.

Плазмотрони до серійних установок. Особливості конструкцій. Переваги та недолі. Серійні та дослідно-промислові конструкції плазмотронів .

Лекція.№18 Джерела живлення плазмових генераторів.

Блоки керування установок плазмового напилення. Джерела живлення для плазмового методу нанесення покриття . Вимоги , технічні характеристики ***Ініціювання плазмової дуги ,струменю***

Осциляторне підпалювання дуги. Системи запуску плазмотронів.

Дидактичний матеріал:№2ст.241-318. №1ст.645-663Плакати №11,12,13.

Лекція.№19.Обладнання для електродугового методу нанесення покриття.

Класифікація електродугового обладнання. Комплекси для електродугового напилення. Склад установок ,основні технічні характеристики.(Схеми газопостачання установок.)***Електродугові розпилювачі***.

Елементи конструкції електродугових розпилювачів. Переваги та недоліки.

Технічні характеристики.Серійні конструкції електродугових розпилювачів серії ЭМ. Електродугові розпилювачі нетрадиційних принципових схем.

Дидактичний матеріал:№2ст.329-337. №1ст.638-639 Плакати №14,15,16.

Джерела живлення в електродугових установках.

Технічні характеристики електродугових установок.

Дидактичний матеріал:№2ст.399-401Плакати№17,18,19.

Лекція.№20.Обладнання для детонаційного методу нанесення покриття.

Класифікація обладнання для детонаційного методу. Структура та склад обладнання.(Схеми газопостачання установок.)Основні принципи конструктивного виконання. Технічні характеристики установок .Дидактичний матеріал:№2ст.401-411. №1ст.618-622 Плакати №20,21,22.

Робочий цикл детонаційних розпилювачів. Живильники для детонаційного напилення.

Вузли та блоки керування процесом. Елементи конструкції. Дослідно-промислові та дослідні конструкції детонаційних розпилювачів .

Лекція.№21 Детонаційні комплекси *. Технічні характеристики.*

Дидактичнийматеріал:№2ст.401-411.№1ст.618-622 Плакати №23,24,25.

Обладнання для комбінованих методів нанесення покриття. Принцип роботи. Конструктивне виконання установок. Склад обладнання для комбінованих методів. Газопостачання установок.

Лекція.№22Комбіновані розпилювачі. Плазмово-детанаційні, газополуменево- детонаційні, газополуменево-електродугові ,електролізно–детанаційні, імпульсні розпилювачі.

Механізми живлення матеріалом для напилення. Живильники які застосовуються для кожного з способів .

Джерела живлення для комбінованих методів. Апаратура, вузли управління та керування процесом.

Технічні характеристики, область застосування.

Плакати: № 26,27,28.

Лекція 23. Техніка безпеки та санітарне забезпечення під час нанесення газотермічних покриттів

Щкідливі фактори при ГТНП полімерних,та матеріалів на основі металів.

Засоби захисту та вимоги до них. Вимоги до вентеляції на дільниці ГТН.

5. Практичні заняття

Основні цілі практичних занять – ознайомлення з методиками розробки технологічних процесів створення функціональних поверхонь з елементами оптимізації режимних параметрів процесу.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань	Год.
1	Методологія вибору матеріалу покриття.	2
2	Методологія вибору методу нанесення та конструкції покриття.	2
3	Передтехнологічна підготовка матеріалів основи та покриття.	2
4	Методологія відпрацювання технології нанесення покриття.	2

6. Самостійна робота

№ з/п	Назви тем і питань, що виноситься на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	Плазмові багатокомпонентні покриття із аморфною і аморфно-кристалічною структурою. Надглибинне проникнення речовини високошвидкісного плазмового потоку у металеву прегради. Матеріали і технологія ГТН укомпозиційних металополімерних покриттів з підвищеною зносо - і корозієстійкістю. [5], стор. 79-130	4
2	Нанопористі і нанофрагментарні композиційні матеріали. Тенденції розвитку досліджень в області наноструктур у полімерних системах. [7], стор. 25-80	4

3	Композиційні порошки із нанорозмірними інградієнтами. Розвиток технології надтвердих матеріалів. [6], стор. 279-310	6

Лабораторні роботи.

Лабораторна робота №1.Дослідження робочих параметрів та ознайомлення з конструкцією пальника для газополуменевого напилення порошковим матеріалом типу "МОГУЛ-У9".

Мета: дослідити вплив конструктивних особливостей пальника на технологічні параметри нанесення покриття і формування двофазного потоку під дією обтискую чого повітря.

Лабораторна робота №2 Дослідження процесу регулювання швидкості подавання дроту та її вплив на вольт-амперну характеристику дуги при електродуговому методі нанесення покриття.

Мета: Ознайомитись з конструкцією електродугового металізатора ЭМ-14М ,навчитись визначати основні параметри електродугового напилення.

Лабораторна робота №3 Визначення коефіцієнта статичної стійкості системи «джерело живлення-навантаження».

Мета: навчитися узгоджувати вольт-амперні характеристики джерела напруги і дугового навантаження для досягнення статичної стійкості системи у конкретному струмовому режимі.

Лабораторна робота№4Вивчення конструкції осцилятора та дослідження параметрів дугового розряду.

Мета : Навчитися підключати збуджувані дуги до джерел живлення і плазмотронів ,навчитись регулювати потужність імпульсів на виході приладів.

Лабораторна робота №5.Дослідження технічних характеристик плазмового розпилювача ПУН-1.

Мета :Ознайомитись з конструкцією плазмового розпилювача ,схемою його підключення. Навчитися визначати тепловий ККД плазмотрона в залежності від складу плазмоутворюючого газу.

Лабораторна робота №6.Дослідження технологічних параметрів порошкового дозатора –живильника роторного типу установки "КИЇВ-7".Ознайомлення з конструкцією живильника.

Мета: дсліджения залежностей продуктивності дозатора від числа обертів двигуна і типу порошкового матеріалу; визначення нерівномірності подачі матеріалу.

5. Самостійна робота студентів

З метою поглиблення, розширення і систематизації та закріплення теоретичних та практичних знань по дисципліні, а також одержання навичок по впровадженню цих знань для вирішення конкретних технічних завдань студенти у час, відведений для самостійної роботи, та підготовки до тестових 3-х єкспрес контольних робіт які проводяться в кінці лекції на протязі 15 хвилин, або в системі дистанційного навчання «Moodle».

6. Індивідуальні завдання

У 6-му семестрі студенти отримують завдання на розрахунково-графічну роботу (РГР). Метою РГР є проведення розрахунків і розробка креслень компонентів спеціалізованої установки газотермічного нанесення покриття. Конкретною задачею РГР є:

- складання структурної схеми комплексу обладнання для нанесення покриття;
- визначення переліку необхідного основного і допоміжного обладнання;
- попередні розрахунки і вибір принципової схеми розпилювача для установок газотермічного нанесення покриття.

В ході виконання РГР студент повинен навчитися :

- методиці розробки спеціалізованих установок газотермічного нанесення покриттів, виходячи з технологічних параметрів процесу нанесення покриття, принципам вдосконалення існуючих та розробки спеціалізованих вузлів установок;
- засвоєння методик розрахунку елементів основних вузлів установок;
- виготовлення конструкторської документації на основні деталі та вузли розроблених компонентів установок;
- відпрацювання вміння користуватися технічною літературою, довідниками і держстандартами.

Завдання на РГР і їх відповідність варіантам наведені в методичних вказівках [2].

В окремих випадках завдання може видаватися, виходячи з робіт, які виконуються кафедрою або на підприємстві, для якого ведеться цільова підготовка студентів на контрактній основі.

7. Контрольні роботи

При вивченні дисципліни проводиться модульна контрольні робота. Метою проведення контрольних заходів є визначення ступеня засвоєння матеріалу, який винесений на самостійне вивчення, а також реалізація зворотного зв'язку з метою покращання проведення лекційних, лабораторних занять і індивідуальної роботи. Перелік питань до контрольної роботи наведений у додатку до робочої програми.

Політика та контроль

8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни Концентровані джерела енергії в технологіях інженерії поверхні є складовою частиною загальної політики в галузі матеріалознавства КПІ імені Ігоря Сікорського і полягає у виконанні викладачем і студентами наступних принципів.

- ✓ *Відвідування лекцій і практичних занять є обов'язковим. Необхідність пропуску занять з поважних причин заздалегідь узгоджується з викладачем з вирішенням питання щодо форм відпрацювання пропущеного матеріалу. У разі пропуску занять через хворобу викладачеві надається медична довідка.*
- ✓ *На лекціях і практичних заняттях обов'язковим є відключення телефонів. На екзаменах забороняється використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті.*
- ✓ *На лекціях і практичних заняттях студенти проявляють активність. На лекціях виникаючі питання задаються у відведений викладачем час. На практичних заняттях питання вирішуються по мірі виникнення в діалогової формі. За активність студентів на заняттях викладач призначає заохочувальні бали.*
- ✓ *Практичні заняття виконуються командами студентів (підгрупами). Склад команди визначають студенти за погодженням з викладачем. Закінчені результати виконання кожного практичного заняття демонструються викладачеві на наступному занятті. Захист виконання повного комплексу практичних занять здійснюється командою студентів на останньому занятті і є обов'язковою умовою допуску на екзамен.*
- ✓ *Практичні заняття повинні бути виконані і захищені до початку екзаменаційної сесії. Перездачі іспиту допускаються не більше двох разів під час додаткової сесії. Для повторної перездачі викладачем призначається комісія.*
- ✓ *Академічна доброчесність є базовим принципом освітнього процесу і підлягає беззаперечному виконанню викладачем і студентами.*
- ✓ *Викладач є лідером і гарантом підготовки методичних матеріалів, навчання, контролю і поліпшення дисципліни на сучасному рівні з урахуванням вимог міжнародних стандартів з використанням кращої практики підприємств та університетів світу.*

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує:

1. Відвідування лекційних та практичних занять.
2. 3 експрес-контрольні роботи на практичних заняттях
3. Виконання та захист 4 лабораторних робіт
4. Розрахунково-графічна робота

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Присутність на лекційному або практичному занятті – 1 бал. Максимальна кількість балів за відвідування всіх лекційних і практичних занять – 17 балів (лекційні – 13, практичні - 4)

2. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 1 бал за правильну відповідь на 1 питання експрес-контрольної роботи. За 5 питань контрольної роботи 1х5=5 балів. Максимальна кількість балів за 3 експрес-контрольні роботи 5х3=15 балів.

3. Лабораторні роботи.

Ваговий бал – 5 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи 5х4=20 балів.

При оцінці кожної лабораторної роботи знімаються бали:

- За відсутність заздалегідь підготовленого протоколу лабораторної роботи – 1 бал.
- За незадовільну підготовку до лабораторної роботи, виявлену вхідним контролем – 1 бал.
- За неоформлений протокол лабораторної роботи до кінця заняття – 1 бал.
- За не захист роботи до закінчення заняття – 1 бал.

4.Розрахунково-графічна робота (РГР).

Ваговий бал за правильне рішення 1 завдання – 5 балів. Максимальна кількість балів за 4 завдання 4х5=20 балів

При оцінці кожного завдання бали знімаються:

- За невчасне виконання завдання – 1 бал.
- За неякісне оформлення завдання (оформлене не за вимогами до технологічних документів) – 1 бал.
- За невірний вибір обладнання, конструкцій та параметрів розпилювачів – 2 бали.
- За помилки при математичних розрахунках – 1 бал.

Штрафні та заохочувальні бали:

- Відсутність на лабораторній роботі або практичному занятті без поважних причин – 2 бали.
- Несвоєчасне (пізніше ніж через 4 тижні) подання кожного завдання по РГР – 2 бали.
- Дострокове подання кожного завдання на РГР 4бали
- Участь у факультетській олімпіаді з дисципліни, модернізація лабораторних робіт, виконання завдання із удосконаленням дидактичних матеріалів з дисципліни надається від 5 до 10 заохочувальних балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

Rc = 17+15++20+20= 72 балів

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 40% від Rc, а сама:

R_E= Rc*0,3/(1-0,3)=28 балів

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

R= Rc=100 балів

Необхідною умовою допуску до іспиту є зарахування розрахунково-графічної роботи, всіх лабораторних робіт та виконання модульної контрольної роботи, а стартовий рейтинг (r_c) не менше 40% від Rc, тобто 28 бали.

Виходячи з розміру шкали Rc =72 бали, рейтинговою оцінкою RD з кредитного модуля за семестр проводиться згідно з таблицею:

RD= Rc+ R_E	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95 – 100	A – відмінно	Зараховано
85 – 94	B – дуже добре	
75 – 84	C – добре	
65 – 74	D – задовільно	
60 –64	E – достатньо	
RD<48	F_x - не задовільно	Не зараховано
RD <0,4R (<24 балів) або не виконані інші умови допуску на екзамен	F – не задовільно і потрібна додаткова робота.	Недопущено

9. Рекомендована література.

Основна література

1. Пащенко В.М. Обладнання для газотермічного нанесення покриття. - К.: НТУУ “КПІ”, 2001 - 416 с.

2.Методичні вказівки до розрахунково-графічних робіт з дисципліни “Обладнання та технологія для газотермічного нанесення покриття” для студ.напряму підготов. 6.050504 «Зварювання» /Уклад.: Ю.С.Попіль, Чорний А.В.,Степанов Д.В..-К. :НТУУ «КПІ», 2012.-36 с.

3. Методичні вказівки до курсового проекту та практичних занять з дисципліни “Розпилюючі пристрої устаткування для напилення” для студентів спеціальності 7.0923.03 “Обладнання та технологія підвищення зносостійкості і відновлення машин і конструкцій”, В.М. Пащенко, Н.В. Тимошенко – К.: НТУУ ”КПІ”, 1999 –72 с.
4. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни “Спеціалізовані джерела живлення” для студентів спеціальності 7.0923.03 “Обладнання та технологія підвищення зносостійкості і відновлення машин і конструкцій”, В.М. Пащенко, К.А. Сірий – К.: НТУУ ”КПІ”, 1999 –32 с.
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Спеціалізовані джерела живлення” для студентів спеціальності 7.092.303 “Обладнання та технологія підвищення зносостійкості і відновлення деталей машин і конструкцій”, укл. В. М. Пащенко, М.В. Александровський, І.Ю. Тюрін – К.:НТУУ”КПІ”, 1997 – 28 с.
6. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Обладнання та технологія для газо термічного нанесення покриття” для студ.напряму підготов. 6.050504 «Зварювання» /Уклад.: Ю.С.Попіль, В.М.Корж,І.В.Смирнов.-К. :НТУУ «КПІ», 2009.-36 с.

10.Допоміжна.

1. С.В. Петров, И.Н. Карп. Плазменное газовоздушное напыление. – Киев, Наукова думка, 1993 г.
2. Порошковая металлургия и напыление покрытий. Под ред. Б.С. Митина. – М.: Металлургия, 1987 г.
2. Жуков М.Ф., Коротеев А.С., Урюков Б.А. Прикладная динамика термической плазмы.– Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1975.
3. Донской А.В., Клубникин В.С. Электроплазменные процессы и установки в машиностроении. – Л. : Машиностроение, Ленинград, 1979 – 221 с.
4. Милях А.Н., Волков И.В. “Системы неизменного тока на основе индуктивно-емкостных преобразователей”. –К.: Наукова думка, 1974 г.
5. Эсибян Э.М. “Плазменно-дуговая аппаратура” – К.: Техника, 1971, – 164 с.
6.В.М.Корж ,Кузнєцов В.Д., Ю.С.Борисов, К.А.Ющенко Нанесення покриття К. Арістей ,2005-203с.

Інформаційні ресурси.

1. Обладнання та технологія газотермічного нанесення покриття: Модуль -1 «Обладнання» Метод. вказівки до виконання до лабораторних робіт для студ. напряму підготовки 6.050504 «Зварювання» / Уклад.: Ю.С. Попіль, А.В.Чорний, Д.В.Степанов– К.: НТУУ «КПІ», 2013 р.– 20 с.
2. . Обладнання та технологія газотермічного нанесення покриття: Модуль -1 «Обладнання»http\\ moodle.ntu-kpi,ua\moodle|course\view,php id-405

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

- доцентом, к.т.н, доц. Попіль Юрієм Станіславовичем .

Ухвалено кафедрою смарт технологій з'єднань та інженерії поверхонь

(протокол**№ 19 від 22.06. 2021 р**.)

Погоджено Методичною комісією Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О. Патона

(протокол № __ від _____)