

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інженерії, транспорту та архітектури

Олег ПОЛІЩУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Направлення та наповнення матеріалів

Назва дисципліни

Галузь знань 13 – Механічна інженерія
Спеціальність – 132 Матеріалознавство
Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський
Освітньо-професійна програма – Відновлення та технічний сервіс автомобілів
Обсяг дисципліни – 5 кредитів ЄКТС, Шифр дисципліни – ОПІ.14.
Мова навчання – українська
Статус дисципліни: обов'язкова (дисципліни професійної підготовки)
Факультет – Інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра – Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни Кредити ЄКТС	Кількість годин						Форма семестрового контролю			
				Аудиторні заняття						Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
				Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття	Самостійна робота, у т.ч. ІРС				
Д	4	7	5	150	34	34			82				+
З	4	8	5	150	2	2			146				+

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Відновлення та технічний сервіс автомобілів» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство»

Робоча програма складена
Підпис автора

д.т.н., проф. Павло КАПЛУН
Ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора)

Схвалена на засіданні кафедри Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Протокол від 05 09 2024 р. № 1

Зав. кафедри
Підпис Олександр ДИХА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету Інженерії, транспорту та архітектури

Протокол від лютого 202 р. № ..
Голова вченої ради факультету

Підпис Олег ПОЛІЩУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Наплавлення та напилення матеріалів Опис дисципліни (анотація)

Тип дисципліни	Обов'язкова
Освітній рівень	Перший (бакалаврський)
Мова навчання	Українська
Семестр	7
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	5.0
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Денна, заочна

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен правильно **визначити** раціональний спосіб нанесення покриття в залежності від конструкційних параметрів деталей, **вибирати** необхідне обладнання, матеріали та технологію нанесення покриття, **підбирати** технологічні режими, щоб забезпечити необхідні фізичні властивості згідно з його призначенням; **володіти** знаннями з основних закономірностей та спільних ознак й відмінностей процесів зварювання, наплавлення і напилення покриттів, **розуміти** фізико-хімічні основи формування покриттів, чинники, які впливають на техніко-економічну характеристику нанесення покриття на виріб та методику їх визначення, конструктивні обмеження для деталей, виробів та елементів конструкцій при нанесенні покриттів в залежності від способу нанесення, особливості роботи покриттів при експлуатації та їх знос, **призначати** найбільш розповсюджене обладнання для нанесення покриттів.

Зміст навчальної дисципліни. методика нанесення покриттів, виготовлення пристосувань технологічного обладнання, підбирання відповідних попередніх підготовчих операцій, правильного підбору матеріалів для нанесення покриттів, вірного визначення фінішних операцій та методів контролю якості нанесеного покриття.

Пререквізити – деталі машин, напруження та деформація в металах, комп'ютерне забезпечення в процесах відновлення, технологія конструкційних матеріалів.

Кореквізити – ремонт і відновлення машин.

Запланована навчальна діяльність лекції – 34 год., лабораторні заняття – 34 год., самостійна робота – 82 год.; разом – 150 год.

Форми (методи) навчання: словесні (розповідь, бесіда, пояснення); практичні (лабораторні роботи, майстер-класи, проекти); наочні (ілюстрування навчального матеріалу, показ слайдів, демонстрування практичних прийомів виконання робіт).

Форми оцінювання результатів: захист лабораторних робіт; письмове опитування (тестування), іспит – 7 семестр.

Навчальні ресурси:

1. Крахмальов О.В., Латинін Ю.М. Наплавлення та напилення: Лабораторний практикум. Харків. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут". 2021. – 54 с.
2. Корж В.М., Степанов Д.В. Методичні вказівки до виконання курсових робіт з дисципліни «Наплавлення та напилення». К.: Видавництво НТУУ "КПІ". 2020. – 68 с.
3. Нанесення покриття. Навчальний посібник. В.М. Корж, В.Д. Кузнецов, Ю.С. Борисов, К.А. Ющенко. За ред. Ющенко К.А. К.: Арістей. 2005. – 204 с.
4. Камель Г.І., Гасило Ю.А. Конспект лекцій з дисципліни «Наплавлення та напилення». Дніпро: Дніпровський державний технічний університет. 2020. – 187 с.
5. Robert W. Messler (2021). Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy. – 685 с.
6. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
7. Електронна бібліотека університету: http://lib.khnu.km.ua/asp/php/f/p1age_lib.php.

Викладач: докт. техн. наук, проф. Каплун П.В.

3 Пояснювальна записка

Дисципліна «Наплавлення та напилення матеріалів» однією з провідних дисциплін в циклі професійної підготовки і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 131 «Матеріалознавство» за освітньо-професійною програмою «Відновлення та технічний сервіс автомобілів».

Пререквізити – деталі машин, напруження та деформація в металах, комп'ютерне забезпечення в процесах відновлення, технологія конструкційних матеріалів.

Кореквізити – ремонт і відновлення машин.

Відповідно до **Стандарту вищої освіти** із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна має забезпечити:

компетентності. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів. Здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства. Здатність використовувати практичні інженерні навички при вирішенні професійних завдань. Здатність застосовувати знання і розуміння міждисциплінарного контексту і його основних принципів у професійній діяльності. Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем. Здатність застосовувати навички роботи із випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань. Здатність виконувати дослідницькі роботи в галузі матеріалознавства, обробляти та аналізувати результати експериментів. Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень. Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів. Здатність аналізувати основні види відмов деталей автомобілів, ідентифікувати їх причини. Здатність розробляти технологічні процеси відновлення зношених поверхонь деталей автомобіля. Здатність застосовувати засоби технічного сервісу автомобілів в умовах авторемонтних виробництв, проєктувати авторемонтні дільниці;

програмні результати навчання. Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного призначення. Використовувати у професійній діяльності експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів. Здійснювати технологічне забезпечення виготовлення матеріалів та виробів з них. Описувати послідовність підготовки виробів та обчислювати економічну ефективність виробництва матеріалів та виробів з них. Використовувати базові методи аналізу речовин, матеріалів та відповідних процесів з коректною інтерпретацією результатів. Володіти методами забезпечення та контролю якості матеріалів. Знання технічних характеристик, умов роботи, застосування виробничого обладнання для обробки матеріалів та контрольно-вимірвальних приладів. Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання. Знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування. Знання принципів, методів та нормативної бази стандартизації, сертифікації й акредитації матеріалів та виробів з них. Аналізувати основні види відмов деталей автомобілів, ідентифікувати їх причини. Розробляти технологічні процеси відновлення зношених поверхонь деталей автомобіля. Застосовувати засоби технічного сервісу автомобілів в умовах авторемонтних виробництв, проєктувати авторемонтні дільниці.

Мета дисципліни. Формування особистості фахівця, здатного володіти основами наплавлення та напилення покриттів з металів, композитів та інших матеріалів на деталі машин, механізми чи елементи конструкцій з метою забезпечення подовження їх терміну експлуатації.

Предмет дисципліни. Способи наплавлення та напилення різноманітних матеріалів задля підвищення довговічності деталей машин, металоконструкцій, електротехнічних приладів із застосуванням інноваційних високоенергетичних технологій поверхневої обробки.

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок з наплавлення та напилення матеріалів, виготовлення пристосувань технологічного обладнання, підбирання відповідних попередніх підготовчих операцій, правильного підбору матеріалів для наплавлення та напилення, вірного визначення фінішних операцій та методів контролю якості нанесеного покриття.

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен правильно *визначити* раціональний спосіб нанесення покриття в залежності від конструкційних параметрів деталей, *вибирати* необхідне обладнання, матеріали та технологію нанесення покриття, *підбирати* технологічні режими, щоб забезпечити необхідні фізичні властивості згідно з його призначенням; *володіти* знаннями з основних закономірностей та спільних ознак й відмінностей процесів зварювання, наплавлення і напилення покриттів, *розуміти* фізико-хімічні основи формування покриттів, чинники, які впливають на техніко-економічну характеристику нанесення покриття на виріб та методика їх визначення, конструктивні обмеження для деталей, виробів та елементів конструкцій при нанесенні покриттів в залежності від способу нанесення, особливості роботи покриттів при експлуатації та їх знос, *призначати* найбільш розповсюджене обладнання для нанесення покриттів.

4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:					
	Денна форма			Заочна форма		
	лекції	лабор. роботи	СРС	лекції	лабор. роботи	СРС
	Сьомий семестр			Восьмий		
Тема 1. Предмет і задачі курсу «Наплавлення та напилення матеріалів». Принципи нанесення покриттів.	4	4	4	2	2	16
Тема 2. Фізична сутність утворення газотермічного покриття, механіка формування, будова та чинники, що впливають на його якість.	6	4	21			30
Тема 3. Газотермічні методи нанесення покриттів	10	4	21			40
Тема 4. Вакуумно конденсаційні методи нанесення покриттів, обладнання	8	4	20			30
Тема 5. Типи покриттів та матеріали для напилення. Напилення спеціальних покриттів	6	18	16			30
Разом за 7-й семестр:	34	34	82	2	2	146

5. Програма навчальної дисципліни

5.1. Зміст лекційного курсу для студентів денної форми навчання

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	2	3
1-2	«Загальна характеристика та класифікація способів напилення покриттів». Короткі історичні відомості та способи напилення покриттів. Сутність процесу і основні способи газотермічного напилення. Сутність процесу і основні способи вакуумно-конденсаційного напилення. [1 с. 3-6, 48-49, 83-84, 4, с. 6-9].	4
3	«Фізико-хімічні основи газотермічного напилення» Розпилення частинок матеріалу що напилюють і зіткнення їх з поверхнею виробу. Теплові процеси взаємодії частинок з основою. [1, с. 6-10, 4 с. 10-17].	2
4	«Формування будови і властивості газотермічного покриття» Механізм формування і будова газотермічного покриття. Основні заходи регулювання властивостей газотермічного покриття. [3, с. 10-13, 4 с. 17-24].	2
5	«Ефективність і основні параметри газотермічного напилення (ГТН)» Показники ефективності та параметри ГТН. Вплив конструктивних і енергетичних параметрів розпилювача на ефективність ГТН. Вплив параметрів матеріалу, що розпилюють, і зовнішніх умов процесу на ефективність ГТН. Вплив параметрів струменю, що розпилює та потоку частинок на ефективність ГТН. [3, с. 14-15, 4, с. 25-30].	2
6	«Газополуменеве напилення» Способи та особливості газополуменевого напилення. Основні параметри та установки газополуменевого напилення. [3, с. 56-61, 4, с. 31-38].	2
7	«Детонаційно-газове напилення (ДГН)» Способи та технологічні особливості детонаційно-газового напилення. Параметри детонаційно-газового напилення. [3, с. 61-68, 4, с. 39-43].	2
8	«Електродугова металізація (ДМ)» Способи та технологічні особливості електродугової металізації. Параметри режимів та установки електродугової металізації. Обладнання електродугової металізації. [3, с. 68-73, 4, с. 44-51].	2
9	«Плазмове напилення (ПН)» Способи та технологічні особливості плазмового напилення. Конструкційні елементи плазмотронів і систем збудження дуги. Дозувальні пристрої порошків для установок плазмового напилення. Функціональна схема установки для ПН у контрольованій атмосфері. [3, с. 73-80, 4, с. 51-68].	2
10	«Фізико-хімічні основи вакуумного конденсаційного напилення» Особливості утворення конденсаційних покриттів у вакуумі. Особливості випаровування матеріалу, що напилюють. Катодне розпилення матеріалів покриття. [3, с. 84-85, 4, с. 69-74].	2
11	«Формування будови вакуумного конденсаційного покриття» Конденсація атомів на поверхні виробу, що напилюють. Механізм утворення вакуумного конденсаційного покриття. Основні параметри вакуумного конденсаційного покриття. [3, с. 10-14, 4, с. 75-84].	2
12	«Вакуумне конденсаційне напилення покриттів термічним випаровуванням» Способи та технологічні особливості ВКН покриттів термічним випаровуванням. Способи та технологічні можливості ВКН імпульсним розпиленням. [3, с. 93-101, 4, с. 83-91].	2

13	«Вакуумне конденсаційне напилення покриттів іонним напиленням» Способи та технологічні особливості ВКН покриттів іонним (катодним) розпиленням. Особливості реакційного вакуумного напилення. [3, с. 106-115, 4, с. 91-97].	2
14	«Обладнання для вакуумного конденсаційного напилення» Функціональна блок-схема та класифікація установок ВКН. Генератори потоку частинок для напилення. Технологічні можливості установок ВКН. [3, с. 163-186, 4, с. 97-104].	2
15	«Типи покриттів та матеріали для напилювання» Вибір типу покриття, методів та способу напилення. Вибір матеріалу для напилення та способи їх попередньої підготовки. [3, с. 17-29, 4, с. 104-111].	2
16	«Технологія напилення зносостійких покриттів» Підготовка поверхні виробу перед напиленням. Обробка поверхні після напилення. Типовий технологічний процес. [3, с. 32-48, 4, с. 115-120].	2
17	«Напилення металевих, інтерметалідних, металоїдних та оксидних покриттів» Напилення чистих металів. Напилення металевих сплавів. Напилення інтерметалідів. Напилення сполук металоїдного типу. Напилення оксидних та металооксидних покриттів. [3, с. 18-32, 4, с. 120-140].	2
Разом за семестр		34

5.2. Зміст лабораторних (практичних, семінарських) занять

Перелік лабораторних занять для студентів денної форми навчання

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Техніка безпеки при роботі з високоенергетичним обладнанням та устаткуванням. Вивчення особливостей будови установок, [3, с. 117-160].	4
2	Визначення швидкості частинок при газотермічному напиленні. Установка УГМ-1, піскоструйний блок, ванадієвий дріт, швидкодіюча кінокамера, зошит з лабораторних робіт, технічний паспорт установки, опис техніки ведення процесу напилення. [3, с. 117-132, 4, с. 25-30].	4
3	Захист лабораторної роботи «Визначення швидкості частинок при газотермічному напиленні».	2
4	Аналіз теплових процесів на поверхні виробу. Ручний металізатор МГИ-4. Дріт для металізації, швидкодіючі точкові термодатчики, імпульсний осцилограф, зошит з лабораторних робіт, технічний паспорт МГИ-4. Вивчення конструкції та принципу роботи металізатора. Вивчення основних вузлів машини за кресленнями та паспортними характеристиками. Зняття зовнішніх характеристик з осцилографа. [4, с. 13-17].	2
	Захист лабораторної роботи «Аналіз теплових процесів на поверхні виробу».	2
	Поточний тестовий контроль №1	4
	Аналіз процесу зчеплення частинок матеріалу що напилюють з поверхнею основи при ГТН. Ручний металізатор МГИ-4. Дріт для металізації, розривна машина, електронний мікроскоп "СММ-2000Т". Опис техніки ведення процесу. Знайомство з впливом параметрів на процес зчеплення. Фото мікроструктури покриттів. [13, с. 87-102].	4
	Захист лабораторної роботи «Аналіз процесу зчеплення частинок матеріалу що напилюють з поверхнею основи при ГТН».	2

	Приготування зразків для металографічного дослідження мікроструктури. Вивчення типового технологічного процесу підготовки зразків під напилення. Підготовка матеріалів під напилення та поверхні виробів перед обробкою. [5, с. 77-94].	2
	Захист лабораторної роботи «Приготування зразків для металографічного дослідження мікроструктури».	4
	Поточний тестовий контроль №2	4
	Разом :	34

Перелік лабораторних занять для студентів заочної форми навчання

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Приготування зразків для металографічного дослідження мікроструктури. Вивчення типового технологічного процесу підготовки зразків під напилення. Підготовка матеріалів під напилення та поверхні виробів перед обробкою. [5, с. 77-94].	2
	Разом :	2

5.3. Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів *денної* форми навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу, виконанні індивідуальних завдань, тощо.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	К-ть годин
1	Тема 1. Опрацювання лекційного матеріалу. Типи газофазних покриттів [3, с. 14-18].	6
2	Тема 2. Опрацювання лекційного матеріалу. Пошарова структура покриттів. Підготовка до перевірки з самостійної роботи студентів [3, с. 48-56].	6
3	Тема 3. Опрацювання лекційного матеріалу. Теплові процеси при газотермічному напиленні покриттів. Складання звіту з л.р. № 1. [3, с. 57-60].	8
4	Тема 4. Опрацювання лекційного матеріалу. Інтегральне обчислення температурного поля при ГТН. Складання звіту з л.р. № 1. [4, с. 25-30].	6
5	Тема 5. Опрацювання лекційного матеріалу. Обладнання для газополуменевого напилення, конструкція, принципові схеми. Підготовка до л.р. № 2 [3, с. 117-131, 4, с. 31-37].	6
6	Тема 6. Опрацювання лекційного матеріалу. Обладнання для детонаційного напилення, конструкція, принципові схеми. Складання звіту з лабораторної роботи № 2. [3, с. 132-138, 4, с. 38-43].	6
7	Тема 7. Опрацювання лекційного матеріалу. Обладнання для електродугової металізації, конструкція, принципові схеми. Підготовка до л.р. № 3. [3, с. 138-144, 4, с. 44-50].	6
8	Тема 8. Опрацювання лекційного матеріалу. Фізичні параметри вакуумних пристроїв та вакууму. Пристрої для вакуумування. Складання звіту з лабораторної роботи № 3. [5, с. 68-126].	6
9	Тема 9. Опрацювання лекційного матеріалу. Вакуумно-конденсаційні покриття, фіз.-хім. параметри. Підготовка до поточного тестового контролю № 1. [3, с. 84-91, 4, с. 69-73].	6

10	Тема 10. Опрацювання лекційного матеріалу. Особливості будови покриттів отриманих у вакуумі. Підготовка до поточного тестового контролю № 1. [3, с. 91-94, 4, с. 74-82].	6
11	Тема 11. Опрацювання лекційного матеріалу. Способи резистивного випаровування та розпилення матеріалів. Підготовка до л.р. № 4. [3, с. 93-101, 4, с. 83-91].	6
12	Тема 12. Опрацювання лекційного матеріалу. Обладнання для катодного іонного напилення, конструкції, принципові схеми. Складання звіту з лабораторної роботи № 4. [3, с. 106-115, 4, с. 91-97].	6
13	Тема 13. Опрацювання лекційного матеріалу. Методи реакційного катодного розпилення. Підготовка до л.р. № 5. [3, с. 163-186, 4, с. 97-104].	6
14	Тема 14. Опрацювання лекційного матеріалу. Матеріали для нанесення покриття. Дроти, порошки, пруткові матеріали та гнучкі шнури. Складання звіту з лабораторної роботи № 5. [3, с. 18-28, 4, с. 105-112].	6
15	Тема 15. Опрацювання лекційного матеріалу. Види обробки перед напиленням. Підготовка до поточного тестового контролю № 2. [4, с. 112-116].	6
Разом за семестр:		82

На індивідуальну роботу студентам заочної форми навчання видається контрольна робота. Вимоги до її виконання, методичні вказівки і варіанти встановлюються методичними рекомендаціями щодо виконання контрольних робіт, які кожний студент отримує на кафедрі.

Самостійна робота студентів заочної форми навчання

Номер тижня	Вид самостійної роботи	К-ть годин
1	Тема 1. Типи газофазних покриттів [3, с. 14-18].	6
2	Тема 2. Пошарова структура покриттів. [3, с. 48-56].	6
3	Тема 3. Теплові процеси при газотермічному напиленні покриттів [3, с. 57-60].	8
4	Тема 4. Інтегральне обчислення температурного поля при ГТН. [4, с. 25-30].	6
5	Тема 5. Обладнання для газополуменевого напилення, конструкція, принципові схеми. [3, с. 117-131, 4, с. 31-37].	6
6	Тема 6. Обладнання для детонаційного напилення, конструкція, принципові схеми. [3, с. 132-138, 4, с. 38-43].	6
7	Тема 7. Обладнання для електродугової металізації, конструкція, принципові схеми. [3, с. 138-144, 4, с. 44-50].	6
8	Тема 8. Фізичні параметри вакуумних пристроїв та вакууму. Пристрої для вакуумування. [5, с. 68-126].	6
9	Тема 9. Вакуумно-конденсаційні покриття, фіз.-хім. параметри. [3, с. 84-91, 4, с. 69-73].	6
10	Тема 10. Особливості будови покриттів отриманих у вакуумі. [3, с. 91-94, 4, с. 74-82].	6
11	Тема 11. Способи резистивного випаровування та розпилення матеріалів. [3, с. 93-101, 4, с. 83-91].	6
12	Тема 12. Обладнання для катодного іонного напилення, конструкції, принципові схеми. [3, с. 106-115, 4, с. 91-97].	6
13	Тема 13. Методи реакційного катодного розпилення. [3, с. 163-186, 4, с. 97-104].	6

14	Тема 14. Матеріали для нанесення покриття. Дроти, порошки, пруткові матеріали та гнучкі шнури. [3, с. 18-28, 4, с. 105-112].	6
15	Тема 15. Види обробки перед напиленням. [4, с. 112-116].	6
16-18	Виконання контрольної роботи відповідно до індивідуального завдання. [6, секція 5]	64
	Разом за семестр:	146

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться в основному словесними методами, а лабораторні заняття проводяться з використанням інформаційних технологій, майстер-класів, практикумів і мають за мету – набуття студентами практичних навичок в роботі з верстатами, технологічним обладнанням, з проектування креслень, користування спеціальними вимірювальними та конструкторськими інструментами, пристроями тощо.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- захист лабораторних робіт;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми;
- захист індивідуальних завдань;
- виконання домашніх завдань.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контрольного заходу, який проводиться методом тестування з усього матеріалу дисципліни. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід (іспит), вважається невстигаючим.

8. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за *чотирибальною* шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих *позитивно* з врахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих її видів робіт. При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування перед допуском до виконання лабораторної роботи – здійснюється на її початку; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється тестовим контролем; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту кожної лабораторної роботи та індивідуального домашнього завдання згідно з робочою програмою дисципліни і робочим навчальним планом.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу і графічної частини; вміння студента обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. За несвоєчасний захист лабораторної роботи з неповажної причини студент за позитивну відповідь отримує оцінку «задовільно».

Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

Оцінка за національною шкалою	Узагальнений критерій
Відмінно	Студент глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді, якісне зовнішнє оформлення роботи. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві-три несуттєві <i>помилки</i> .
Добре	Студент виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента має будуватися на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві - три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно	Студент виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно	Студент виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання за ваговими коефіцієнтами

Лабораторні роботи №:				Тестовий контроль:		Підсумковий контрольний захід
1	2	3	4	ПТК № 1	ПТК № 2	Іспит
ВК:		0,3		0,3		0,4

Умовні позначення: ВК – ваговий коефіцієнт, ПТК – поточний тестовий контроль.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів заочної форми навчання за ваговими коефіцієнтами

Лабораторні роботи №:		Контрольна робота:		Підсумковий контрольний захід
1	2	Якість виконання	Оцінка за захист	Іспит
ВК:		0,2		0,4

Умовні позначення: ВК – ваговий коефіцієнт.

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 20.

Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у нижченаведеній таблиці.

Сума балів за тестові завдання	0–10	11–15	16–18	19–20
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 25 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. При цьому усі графи для відповідей мають бути заповнені літерами, що відповідають правильним, на погляд студента, відповідям. Викладач на наступному занятті оголошує результати тестування. Тестування студент може також пройти і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

Якщо студент отримав негативну оцінку, то він має перездати її в установленому порядку, але обов'язково до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Інституційна оцінка, критерії оцінювання	
A	4,75–5,00	5	<i>Відмінно</i> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок
B	4,25–4,74	4	<i>Добре</i> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	<i>Добре</i> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	<i>Незадовільно</i> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	<i>Незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Оцінка виставляється, якщо середньозважений бал, який отримав студент з дисципліни, знаходиться у межах від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за вітчизняною шкалою ставиться оцінка «зараховано», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Талон відповідей
тестування із «Наплавлення та напилення матеріалів»
Назва дисципліни

на тему _____

Студента гр. _____
Прізвище та ініціали

Номер завдання	Відповідь	Номер завдання	Відповідь	Номер завдання	Відповідь	Номер завдання	Відповідь
1		6		11		16	
2		7		12		17	
3		8		13		18	
4		9		14		19	
5		10		15		20	

_____ 202__ р. _____
Підпис студента

9. Питання для самоконтролю студентів форм навчання

1. Фізична сутність і класифікація способів газотермічного напилення.
2. Характеристика та класифікація газотермічних покриттів.
3. Структурно-технологічна схема виробництва деталей з газотермічним покриттям.
4. Підготовка газів і напилювальних матеріалів для газотермічного напилення.
5. Сутність основних операцій процесу підготовки поверхонь деталей перед газотермічним напиленням.
6. Технологічні вимоги до конструкції поверхонь напилювальних деталей.
7. Активація поверхонь напилювальних деталей та виробів.
8. Струменево-абразивна обробка поверхонь напилювальних виробів.
9. Технологія нанесення покриттів газополуменевим напиленням. Сутність процесу, переваги, недоліки і технологічні можливості.
10. Технологія нанесення покриттів плазмово-дуговим напиленням. Сутність процесу, переваги, недоліки і технологічні можливості.
11. Технологія нанесення покриттів плазмовим напиленням з високочастотним та індукційним нагріванням газу.
12. Технологія детонаційного нанесення покриттів. Сутність процесу, переваги, недоліки і технологічні можливості.
13. Технологія електродугового напилення. Сутність процесу, переваги, недоліки і технологічні можливості.
14. Порівняльна характеристика використання методів газотермічного нанесення покриттів.
15. Характеристика та класифікація методів вакуумно-конденсаційного напилення покриттів.
16. Магнетронна схема напилення покриттів катодним розпиленням.
17. Принципова схема тріодного напилення покриття катодним розпиленням.
18. Діодна схема напилення покриттів катодним розпилювачем.
19. Схема вакуумного напилення покриття розпиленням катода дугою низького тиску.
20. Схема електронно-променевого випаровування при вакуумно-конденсаційному нанесенні покриттів з незалежними вакуумними системами робочої камери і камери гармати.
21. Схема процесу напилення покриття дуговим випаровуванням розплавленого матеріалу в вакуумі.
22. Конструкційна схема випаровувача з високочастотним індукційним нагріванням.
23. Схема розподілення структурних зон у напиленому покритті та якісна залежність властивостей покриття від температури поверхні виробу.
24. Узагальнена схема процесу вакуумно-конденсаційного напилення покриттів.

25. Принципові схеми основних способів випаровування порошкових та компактних матеріалів при конденсаційно-вакуумному напилюванні.

26. Принципові схеми резистивного нагрівання розпалюваного матеріалу при напилюванні покриттів.

27. Фізична сутність і технологічні можливості вакуумно-конденсаційного реакційного напилення.

28. Принципові схеми резистивного нагрівання розпилювального матеріалу при вакуумно-конденсаційному напилюванні.

29. Принципові схеми випаровування металевих і неметалевих матеріалів з декількох джерел.

30. Принципова схема розпилювача для газополуменевого напилення дротом і порошковими матеріалами.

10. Методичне забезпечення

1. Наплавлення та напилення матеріалів: рекомендації та настанови до виконання лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 132 «Матеріалознавство» / П. В. Каплун, В.А. Гончар. – Хмельницький : ХНУ, 2024. – 30 с.
2. Пакет комплексної контрольної роботи з дисципліни «Нанесення покриття» / П.В. Каплун. – Хмельницький: ХНУ, 2023– 34 с.
3. Наплавка та напилення. Лабораторні роботи /П.В. Каплун, В.А. Гончар – Хмельницький: ХНУ, 2017. - 55 с.
4. Технологія і обладнання для напилення покриттів. Текст лекцій для студентів механічних спеціальностей ВНЗ / Вельбой В.П., Каплун П.В. – Хмельницький: ХНУ, 2006. – 142 с..

11. Рекомендована література

Основна

1. Крахмальов О.В., Латинін Ю.М. Наплавлення та напилення: Лабораторний практикум. Харків. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут". 2021. – 54 с.
2. Корж В.М., Степанов Д.В. Методичні вказівки до виконання курсових робіт з дисципліни «Наплавлення та напилення». К.: Видавництво НТУУ "КПІ". 2020. – 68 с.
3. Нанесення покриття. Навчальний посібник. В.М. Корж, В.Д. Кузнецов, Ю.С. Борисов, К.А. Ющенко. За ред. Ющенко К.А. К.: Арістей. 2005. – 204 с.
4. Камель Г.І., Гасило Ю.А. Конспект лекцій з дисципліни «Наплавлення та напилення». Дніпро: Дніпровський державний технічний університет. 2020. – 187 с.
5. Robert W. Messler (2021). Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy. – 685 с.

Допоміжна

1. Камель Г. І. Технологічні процеси та комплекси відновлення і зміцнення деталей : конспект лекцій / Г. І. Камель, В. М. Мілютін. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2014. – 167 с.
2. Газотермічна обробка матеріалів Навчальний посібник. В.М. Корж. – К.: «Екотехнологія». 2005. – 196 с.
3. Молодик Н. В. Підвищення якості відновлення деталей машин / Н.В. Молодик. – К : Урожай, 1978. – 175 с
4. Joseph R. Davis. Welding and Thermal Cutting: Processes and Applications. ASM International. 2020 – 278 p.

12. Інформаційні ресурси

Електронний університет:

1. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>
2. Електронна бібліотека університету . Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>