

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інженерії, транспорту та архітектури

Олег ПОЛІЩУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Направлення та напilenня матеріалів**
Освітньо-професійна програма **Відновлення та технічний сервіс автомобілів**
Рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

Загальна інформація

| | |
|---------------------------|---|
| Позиція | Зміст інформації |
| Викладач(і) | Каплун Павло Віталійович |
| Профайл викладача | http://znm.khnu.km.ua/vykladatskyj-sklad |
| E-mail викладача(ів) | kaplunp@khmnu.edu.ua |
| Контактний телефон | +38-066-7829378 |
| Сторінка дисципліни в ІСУ | https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=6031 |
| Навчальний рік | 2024-2025 |
| Консультації | Очні: четвер, 4-а пара, 4-219. Онлайн: за необхідністю та попередньою домовленістю |

Характеристика дисципліни

| Статус дисципліни | Форма навчання | Курс | Семестр | Обсяг дисципліни Кредити ЕКТС | Кількість годин | | | | | | Курсовий проект | Курсова робота | Форма семестрового контролю | | |
|-------------------|----------------|------|---------|----------------------------------|-------------------|--------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-------|-------|
| | | | | | Аудиторні заняття | | | | | | | | Самостійна робота, у т.ч. ІРС | Залік | Іспит |
| | | | | | Разом | Лекції | Лабораторні роботи | Практичні заняття | Семінарські заняття | Самостійна робота, у т.ч. ІРС | | | | | |
| О | Д | 3 | 7 | 5 | 150 | 34 | 34 | | | | 82 | | | + | |
| О | 3 | 4 | 8 | 5 | 150 | 2 | 2 | | | | 146 | | | + | |

Анотація дисципліни

Дисципліна «Направлення та напilenня матеріалів» є однією із фахових дисциплін і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство» за освітньо-професійною програмою «Відновлення та технічний сервіс автомобілів». У дисципліні розглядаються загальні поняття основ фізико-хімічних та механічних процесів застосуванню сучасних методів при нанесенні покриттів, а також способам та засобам комплексного відновлення чи підвищення терміну експлуатації деталей машин, технічного обслуговування і контролю якості покращених поверхонь. Дисципліна викладається для студентів денної та заочної форм навчання. При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема оглядові лекції (для студентів заочної форми навчання).

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

Мета і завдання дисципліни

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.

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.

Очікувані результати навчання.

Після вивчення дисципліни студент має: 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, **призначити** найбільш розповсюджене обладнання для нанесення покриттів.

Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

| № тижня | Тема лекції | Тема лабораторної роботи | Самостійна робота студентів | | |
|---------|---|---|---|-----|-------------------------------------|
| | | | Зміст | Год | Література |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1–2 | «Загальна характеристика та класифікація способів напилення покриттів». | ТБ при роботі з високоенергетичним обладнанням та устаткуванням. | Опрацювання лекційного матеріалу. Типи газофазних покриттів. | 4 | [1 с. 3-6, 48-49, 83-84, 4, с. 6-9] |
| 3 | «Фізико-хімічні основи газотермічного напилення» | Вивчення особливостей будови установок. | Опрацювання лекційного матеріалу. Пошарова структура покриттів. Підготовка до перевірки з самостійної роботи студентів. | 4 | [1, с. 6-10, 4 с. 10-17]. |
| 4 | «Формування будови і властивості газотермічного покриття» | «Визначення швидкості частинок при газотермічному напиленні» | Опрацювання лекційного матеріалу. Теплові процеси при газотермічному напиленні покриттів. Складання звіту з л.р. № 1. | 6 | [3, с. 10-13, 4 с. 17-24]. |
| 5 | «Ефективність і основні параметри газотермічного напилення (ГТН)» | Захист лабораторної роботи «Визначення швидкості частинок при газотермічному напиленні» | Опрацювання лекційного матеріалу. Інтегральне обчислення температурного поля при ГТН. Складання звіту з л.р. № 1. | 4 | [3, с. 14-15, 4, с. 25-30]. |
| 6 | «Газополуменеве напилення» | «Аналіз теплових процесів на поверхні виробу» | Опрацювання лекційного матеріалу. Обладнання для газополуменевого напилення, конструкція, принципові схеми. Підготовка до л.р. № 2. | 6 | [3, с. 56-61, 4, с. 31-38]. |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|---|--|---|---|--------------------------------|
| 7 | «Детонаційно-газове напilenня (ДГН)» | Захист лабораторної роботи «Аналіз теплових процесів на поверхні виробу». | Опрацювання лекційного матеріалу. Обладнання для детонаційного напilenня, конструкція, принципові схеми. Складання звіту з лабораторної роботи № 2. | 6 | [3, с. 61-68, 4, с. 39-43]. |
| 8 | «Електродугова металізація (ДМ)» | Поточний тестовий контроль №1 | Опрацювання лекційного матеріалу. Обладнання для електродугової металізації, конструкція, принципові схеми. Підготовка до л.р. № 3. | 8 | [3, с. 68-73, 4, с. 44-51] |
| 9 | «Плазмове напilenня (ПН)» | Поточний тестовий контроль №1 | Опрацювання лекційного матеріалу. Фізичні параметри вакуумних пристроїв та вакууму. Складання звіту з лабораторної роботи № 3. | 4 | [3, с. 73-80, 4, с. 51-68]. |
| 10 | «Фізико-хімічні основи вакуумного конденсаційного напilenня» | «Аналіз процесу зчеплення частинок матеріалу що напilenюють з поверхнею основи при ГТН» | Опрацювання лекційного матеріалу. Вакуумно-конденсаційні покриття, фіз.-хім. параметри. Підготовка до поточного тестового контролю № 1. | 6 | [3, с. 84-85, 4, с. 69-74]. |
| 11 | «Формування будови вакуумного конденсаційного покриття» | Захист лабораторної роботи «Аналіз процесу зчеплення частинок матеріалу що напilenюють з поверхнею основи при ГТН» | Опрацювання лекційного матеріалу. Особливості будови покриттів отриманих у вакуумі. Підготовка до поточного тестового контролю № 1. | 4 | [3, с. 10-14, 4, с. 75-84]. |
| 12 | «Вакуумне конденсаційне напilenня покриттів термічним випаровуванням» | «Приготування зразків для металографічного дослідження мікроструктури». | Опрацювання лекційного матеріалу. Способи резистивного випаровування та розпilenня матеріалів. Підготовка до л.р. № 4. | 6 | [3, с. 93-101, 4, с. 83-91]. |
| 13 | «Вакуумне конденсаційне напilenня покриттів іонним напilenням» | Захист лабораторної роботи «Приготування зразків для металографічного дослідження мікроструктури». | Опрацювання лекційного матеріалу. Обладнання для катодного іонного напilenня, конструкції, принципові схеми. Складання звіту з лабораторної роботи № 4. | 4 | [3, с. 106-115, 4, с. 91-97]. |
| 14 | «Обладнання для вакуумного конденсаційного напilenня» | Поточний тестовий контроль №2 | Опрацювання лекційного матеріалу. Методи реакційного катодного розпilenня. Підготовка до л.р. № 5. | 6 | [3, с. 163-186, 4, с. 97-104]. |
| 15 | «Типи покриттів та матеріали для напilenня» | Поточний тестовий контроль №2 | Опрацювання лекційного матеріалу. Матеріали для нанесення покриття. Дроти, порошки, пруткові матеріали. Складання звіту з лабораторної роботи № 5. | 4 | [3, с. 17-29, 4, с. 104-111]. |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|---|-------------------------------|--|---|-------------------------------|
| 16 | «Технологія напилення зносостійких покриттів» | Підсумковий контрольний захід | Опрацювання лекційного матеріалу. Види обробки перед напиленням. | 6 | [3, с. 32-48, 4, с. 115-120]. |
| 17 | «Напилення металевих, інтерметалідних, металоїдних та оксидних покриттів» | Підсумковий контрольний захід | Підготовка до поточного тестового контролю № 2. | 4 | [3, с. 18-32, 4, с. 120-140]. |

Політика дисципліни

Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і лабораторні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття. Пропущене практичне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До лабораторних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність. Набутті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у ХНУ (вебсайт Університету (<https://khmnu.edu.ua/>): розділ «Нормативні документи», рубрика – «Положення», сторінка – «Положення про організацію освітньої діяльності».).

Критерії оцінювання результатів навчання

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.

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті рішення; своєчасний захист лабораторної роботи. Використовуються методи поточного контролю: усне опитування до лабораторного заняття; захист лабораторних робіт; тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми.

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

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.

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 | Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок |
| B | 4,25–4,74 | 4 | Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками |
| C | 3,75–4,24 | 4 | Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками |
| D | 3,25–3,74 | 3 | Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією |
| E | 3,00–3,24 | 3 | Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання |
| FX | 2,00–2,99 | 2 | Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни |
| F | 0,00–1,99 | 2 | Незадовільно – 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.

Питання підсумкового контролю з дисципліни

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.

Рекомендована література

Основна література

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. Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy..2021. – 685 с.

Додаткова література

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.
- 5.

Викладач



Підпис

Павло КАПЛУН

Гарант ОП



Підпис

Павло КАПЛУН

Зав. кафедри

Підпис

Олександр ДИХА