

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Декан факультету інженерії, транспорту
 та архітектури


 Підпис Олег ПОЛІЩУК
 ІМЕНЕ, ПІДПИСАНО
 ІНЖЕНЕРІЯ, ПРІЗВИЩЕ
 ФАКУЛЬТЕТУ ІНЖЕНЕРІЇ, ТРАНСПОРТУ ТА
 АРХІТЕКТУРИ * * * 2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Відновлювальні технології на транспорті**
 Освітньо-професійна програма **Автомобільний транспорт**
 Рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Володимир ГОНЧАР
Профайл викладача	http://znm.khnu.edu.ua/vykladatsky-sklad/
Е-mail викладача(ів)	honcharv@khmnu.edu.ua
Контактний телефон	0972295887
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=9003
Навчальний рік	2024-2025
Консультації	Очні: понеділок, 3-я пара, 4-219; он-лайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни	Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю		
					Кредити ЄКТС	Аудиторні заняття							Самостійна робота, у т.ч. ІРС	Залік	Іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
В	Д	4	1	8	85	34	51			155			+		

Анотація дисципліни

Дисципліна «Відновлювальні технології на транспорті» є одною з вибірових в циклі дисциплін технологічного циклу при підготовці фахівців з автомобільного транспорту, відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій.

На основі вивчення загальних понять з нанесення покриттів, законів електротехніки, фізики та матеріалознавства, отриманих при вивченні окремих розділів вищої та прикладної математики, інженерної та комп'ютерної графіки, прикладної механіки дисципліна розглядає загальні підходи до нанесення покриттів, що мають різні експлуатаційні та технологічні властивості. Увага приділяється застосуванню сучасних методів при нанесенні покриттів, викладаються основні способи та засоби 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 – вища математика, інженерна та комп’ютерна графіка, матеріалознавство, вузли тертя та мащення автомобілів, фізика, ремонт і відновлення машин. **Кореквізити** – переддипломна практика, кваліфікаційна робота.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни. Навчити студентів основам наплавлення та напилення покриттів з металів, композитів та інших матеріалів на деталі машин, механізмів чи елементи конструкцій з метою забезпечення подовження їх терміну експлуатації.

Завдання дисципліни. Надати студентам знання з наплавки та напилення, виготовлення пристосувань технологічного обладнання, підбирання відповідних попередніх підготовчих операцій, правильного підбору матеріалів для наплавки та напилення, вірного визначення фінішних операцій та методів контролю якості нанесеного покриття.

Очікувані 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.

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	Загальна характеристика та класифікація способів напилення покриттів	Вступ. ТБ при проведенні лабораторних робіт.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 1). Підготовка до виконання лабораторної роботи. №1.	5	[3 с. 3-6, 48-49, 83-84, 4, с. 6-9].
2	Фізико-хімічні основи газотермічного напилення	Визначення швидкості частинок при газотермічному напиленні. Частина перша.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 2). Підготовка до виконання лабораторної роботи. №1.	10	[3, с. 10-13, 4 с. 17-24].
3	Ефективність і основні параметри газотермічного напилення (ГТН)	Визначення швидкості частинок при газотермічному напиленні. Частина друга.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 3). Підготовка до захисту лабораторної роботи №1.	10	[3, с. 14-15, 4, с. 25-30]
4	Газополуменеве напилення	Визначення швидкості частинок при газотермічному напиленні.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 1-4). Захист лаб. роб. №1.	10	[3, с. 61-68, 4, с. 39-43]

1	2	3	4	5	6
5	Газополуменеве напилення	Аналіз теплових процесів на поверхні виробу.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 5). Підготовка до виконання лабораторної роботи №2.	5	[3, с. 61-68, 4, с. 39-43]
6	Електродугова металізація (ДМ)	Аналіз теплових процесів на поверхні виробу.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 6). Підготовка до виконання лабораторної роботи №2.	10	[3, с. 68-73, 4, с. 44-51]
7	Електродугова металізація (ДМ)	Аналіз теплових процесів на поверхні виробу.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 7). Захист лаб.роб. №2.	10	[3, с. 68-73, 4, с. 44-51]
8	Плазмове напилення (ПН)	Тестовий контроль програмного матеріалу	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 8). Підготовка до виконання лабораторної роботи №3. Підготовка до тестового контролю з тем 1-3.	10	[3, с. 73-80, 4, с. 51-68]
9	Плазмове напилення (ПН)	Аналіз процесу щеплення частинок напилювального матеріалу з поверхнею основи при ГТН	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 9). Підготовка до виконання лабораторної роботи №3.	5	[3, с. 73-80, 4, с. 51-68]
10	Фізико-хімічні основи вакуумного конденсаційного напилення	Аналіз процесу щеплення частинок напилювального матеріалу з поверхнею основи при ГТН	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 10). Підготовка до виконання лабораторної роботи №3.	10	[3, с. 10-14, 4, с. 75-84]
11	Вакуумне конденсаційне напилення покриттів термічним випаровуванням	Аналіз процесу щеплення частинок напилювального матеріалу з поверхнею основи при ГТН	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 11). Захист лаб.роб. №3	10	[3, с. 93-101, 4, с. 83-91]
12	Вакуумне конденсаційне напилення покриттів іонним напиленням	Тестовий контроль теоретичного матеріалу	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 12). Підготовка до виконання лабораторної роботи №4. Підготовка до тестового контролю	10	[3, с. 106-115, 4, с. 91-97]
13	Обладнання для вакуумного конденсаційного напилення	Дослідження зносостійкості азотованих шарів у рідких середовищах	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 13). Підготовка до виконання лабораторної роботи №4.	10	[3, с. 163-186, 4, с. 97-104]
14	Типи покриттів та матеріали для напилювання	Дослідження зносостійкості азотованих шарів у рідких середовищах	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 14). Підготовка до виконання лабораторної роботи №4.	10	[3, с. 17-29, 4, с. 104-111]
15	Типи покриттів та матеріали для напилювання	Дослідження зносостійкості азотованих шарів у рідких середовищах	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 15). Захист лаб.роб. №4.	10	[3, с. 17-29, 4, с. 104-111]

1	2	3	4	5	6
16	Напилення металевих, інтерметалідних, металоїдних та оксидних покриттів	Тестовий контроль теоретичного матеріалу	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 16).	10	[3, с. 18-32, 4, с. 120-140]
17	Наукові основи впливу покриттів на міцність поверхні	Підсумковий захід	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 1-17).	10	[2, 7, 20]

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 таких елементів: 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.

При цьому використовуються методи поточного контролю: усне опитування перед допуском до лабораторного заняття; захист лабораторних робіт; тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються лише результати поточного контролю. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал за всі види поточних робіт автоматично отримує **залік** з дисципліни, в іншому випадку, вважається невстигаючим.

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

Аудиторна робота				Самостійна, індивідуальна робота	Семестровий контроль, залік
Лабораторні роботи №:				Тестовий контроль:	Підсумковий контрольний захід
1	2	3	4	T 1	-
ВК:		0,6		0,4	-

Умовні позначення: ВК – ваговий коефіцієнт, Т –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	<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.

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 газополумєневим 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.
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 газополумєневого напилення дротом і порошковими матеріалами.

Рекомендована література

Основна

1. 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.
2. І.І. Білик, С.О. Руденький Технологія нанесення покриттів та їх властивості. Навчальний посібник.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023.– 120с.
3. Дубовий О.М., Степанчук А.М. Технологія напилювання покриттів: Підручник. – Миколаїв: НУК, 2007. – 236 с.
4. Рожков О.Д. Технологія нанесення покриттів. Частина І: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2008. - 51 с.
5. Рожков О.Д. Технологія нанесення покриттів. Частина ІІ: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2008. - 38 с.
6. ДСТУ 2491-94. Покриття металеві та неметалеві. Терміни та визначення // Стандарти України: покажчик. – Київ : Держстандарт України, 2003. – 178 с.

Допоміжна

7. Технологія і обладнання для напилення. Конспект лекцій. /В.П. Вельбой, П.В. Каплун. – Хмельницький: ХНУ, 2006. – 142 с.
8. Конспект лекцій з дисципліни «Наплавлення та напилення» для студентів напряму 6.050504 «Зварювання»/ Укладачі Г.І.Камель, Ю.А.Гасило. – Кам, янське: ДДТУ 2017 - с.
9. Борисов Ю.С., Харламов Ю.А., та ін. Газотермічні покриття з порошкових матеріалів. – Київ: Наукова думка, 1987. – 544 с.
10. Каплун П.В., Люховець В.В., Глушак Г.С. Дослідження трибо логічних характеристик та довговічності конструктивних елементів з дифузійними комбінованими покриттями // Вісник Технологічного університету Поділля, № 5, ч. 1, 2000,с. 85-87.
11. Каплун П.В. Вплив характеристик покриття на величину та характер розподілу дотичних напружень при контактному навантаженні / Зб. наук. пр., вип. 7 за результ. УІІ наук. техн. конф. «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах», Хмельницький, 2000, - с. 246-251.

Викладач


Підпис


Володимир Гончар

Гарант ОП


Підпис

Олександр ДИХА

Зав. кафедри


Підпис

Олександр ДИХА