

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інженерії,
транспорту та архітектури



Олег ПОЛІЩУК

09 2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Контроль якості покриттів**
Освітньо-професійна програма **Матеріалознавство**
Рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Рудик Олександр Юхимович
Профайл викладача	http://znm.khnu.km.ua/vykladatskyj-sklad/
E-mail викладач(ів)	yuhymovych@gmail.com
Контактний телефон	Заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=2170
Навчальний рік	2024-2025
Консультації	Очі: за попередньою домовленістю он-лайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС			залік	іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
ВВ	Д	3	6	4	120	85	36	18	–	–	66	–	–	+	–
ВВ	3	5	10	5	150	4	2	–	2	–	146	–	–	+	–
ВВ	Дс	2	4	4	120	90	36	18	–	–	66	–	–	+	–

Анотація навчальної дисципліни

На основі загальних понять наплавлення та напилення дисципліна розглядає руйнівні та неруйнівні методи контролю та методики визначення основних параметрів якості покриттів, отриманих при вивченні окремих розділів матеріалознавства, ТКМ. Підвищення рівня надійності і збільшення ресурсу машин та інших об'єктів техніки можливо тільки за умови випуску продукції високої якості у всіх галузях

машинобудування. Це вимагає безперервного вдосконалення технології виробництва і методів контролю якості покриттів. У даний час все більш широкого поширення набуває 100%-вий неруйнівний контроль покриттів на окремих етапах виробництва. Для забезпечення високої експлуатаційної надійності машин і механізмів велике значення має також періодичний контроль їх стану без демонтажу або з обмеженим розбиранням, який проводиться при обслуговуванні в експлуатації або при ремонті. Висока якість машин, приладів, устаткування — основа успішної експлуатації, отримання великого економічного ефекту, конкурентоспроможності на світовому ринку. Тому комплекс глибоких знань і певних навичок в області контролю якості покриттів є необхідною складовою частиною професійної підготовки фахівців з машинобудування і, зокрема, матеріалознавства.

Пререквізити – математика, ТКМ, матеріалознавство, вступ до спеціальності; **кореквізити** – наплавлення та напилення матеріалів, вузли тертя машин, ремонт і відновлення машин, комп'ютерне забезпечення процесів відновлення, кваліфікаційна робота (дипломна робота).

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни. Професійна підготовка студентів спеціальності 132 “Матеріалознавство” у галузі контролю якості покриттів.

Завдання дисципліни. Уміти визначати параметри якості покриттів; застосовувати комп'ютерні технології (SolidWorks Simulation) для визначення експлуатаційних характеристик покриттів.

Очікувані результати навчання

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен вміло використовувати понятійний апарат; знати теоретичні засади руйнівних та неруйнівних методів контролю якості покриттів і методики визначення їх основних параметрів; уміти практично втілити отримані знання при визначенні параметрів якості покриттів; застосовувати комп'ютерні технології (MCE – SolidWorks Simulation) для визначення експлуатаційних характеристик покриттів.

Тематичний план дисципліни і календар його виконання

№ тижня	Тема лекції	Тема лабораторного заняття	Самостійна робота студентів		
			Зміст	Год.	Літ.
1	2	3	4	5	6
1	Дефекти і фізико-хімічні властивості покриттів Методи дослідження покриттів. Класифікація дефектів покриттів. Групи дефектів залежно від етапу виникнення. Об'єкти контролю якості покриттів. Види і вплив зовнішніх дій на покриття. Фізико-хімічні властивості покриттів. Структура і фазовий склад покриттів. Пошаровий хімічний аналіз. Оцінка товщини покриттів. Адгезійна і когезійна міцність покриттів. Природа сил зчеплення. Методи визначення адгезії. Пористість покриттів. Щільність покриттів. Визначення глянцею (блиску) покриттів.	Металографічний контроль якості. Контроль товщини зміцненого шару (покриття). Оцінка впливу товщини покриття на якість деталі.	Опрацювання лекційного матеріалу Т1 Підготовка до виконання ЛР № 1 Підготовка до тестового контролю ТК1	7	[1-4]
2	Оцінка механічних властивостей покриттів. Класифікація видів і методів неруйнівного контролю (НК). Візуально-оптичний, радіохвильовий і тепловий види НК Класифікація механічних (руйнуючих) випробувань. Виготовлення зразків для визначення механічних властивостей покриттів. Визначення твердості покриттів. Міцність при розтягуванні. Ударна в'язкість. Випробування на втому. Багатоциклова витривалість. Малоциклова витривалість. Класифікація видів і методів неруйнівного контролю (НК). Задачі, які вирішуються із застосуванням НК, і вимоги до нього. Рекомендації з вибору методів НК. Візуально-оптичний вид НК. Радіохвильовий вид НК. Тепловий вид НК.	Контроль мікротвердості покриттів. Оцінка впливу твердості покриття на якість деталі.	Опрацювання лекційного матеріалу Т2 Підготовка до виконання ЛР № 2 Підготовка до тестового контролю ТК2	7	[1-4]

3	<p>Вихореструмний і радіаційний види НК покриттів</p> <p>Вихореструмний вид НК. Визначення фізико-механічних властивостей і складу покриттів. Контроль кількості домішок і хімічного складу. Сортування матеріалів за марками. Контроль якості термообробки. Контроль якості ХТО сталі. Контроль розмірів листів і труб і властивостей їх матеріалу. Контроль товщини покриттів. Радіаційний вид НК. Устаткування для контролю просвічуванням. Спектральний аналіз. Схема аналізу за оптичними спектрами. Класифікація спектральних приладів. Мікрорентгеноспектральний аналіз. Рентгеноструктурний і рентгенофазовий аналізи. Електронна мікроскопія.</p>	<p>Візуально-оптичний контроль якості покриттів. Вплив дефектів покриття на міцність деталі.</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу Т3 Підготовка до виконання ЛР № 3 Виконання Дз1 Підготовка до тестового контролю ТК3</p>	10	[1-4]
4	<p>Магнітний та електричний види НК покриттів</p> <p>Класифікація та області застосування магнітних методів контролю. Магнітопорошковий метод контролю (у прикладеному магнітному полі і на залишковій намагніченості). Намагнічення феромагнітних матеріалів при магнітному контролі. Контроль хромованих деталей в прикладеному магнітному полі соленоїда. Контроль на залишковій намагніченості. Стабільність залишкової намагніченості при намагніченні змінним струмом. Підготовка деталі до контролю. Автоматичні і напівавтоматичні установки для магнітопорошкового контролю. Магнітографічний метод контролю. Ферозондовий метод контролю. Перетворювач Холу, індукційний і пондеромоторний методи контролю. Магнітний контроль структури і фізико-механічних властивостей, вимірювання товщини покриттів. Способи визначення структури, фізико-механічних властивостей. Контроль деталей за величиною магнітної проникності. Магнітні товщиноміри. Електричний вид НК. Метод вимірювання електричного опору. Електропотенційний метод. Трибоелектричний метод.</p>	<p>Радіохвильовий і радіаційний контроль якості матеріалів і покриттів.</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу Т4 Підготовка до виконання ЛР № 4 Підготовка до тестового контролю ТК4</p>	7	[1-4]
5	<p>Акустичний метод НК покриттів</p> <p>Класифікація акустичних методів контролю покриттів. Тіньовий метод. Дзеркально-тіньовий метод. Резонансний метод. Луна-імпульсний акустичний метод. Акустико-емісійний метод. Велосиметричний метод. Імпедансний метод. Метод вільних коливань. Области застосування акустичних методів контролю. Вимірювання товщини поверхнево-зміцнених шарів і захисних покриттів металів. Неруйнівні методи і прилади для вимірювання твердості.</p>	<p>Корозійний та електрохімічний контроль якості покриттів. Оцінка впливу корозії матеріалу на якість деталі</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу Т5 Підготовка до виконання ЛР № 5 Підготовка до тестового контролю ТК5</p>	7	[1-4]
6	<p>НК покриттів проникаючими речовинами</p> <p>Методи капілярного контролю. Підготовка деталей до контролю. Метод яскравої капілярної дефектоскопії. Метод кольорової капілярної дефектоскопії. Метод люмінесцентної капілярної дефектоскопії. Метод люмінесцентно-кольорової капілярної дефектоскопії. Метод частинок, що фільтруються. Комбіновані методи дефектоскопії. Области застосування капілярної дефектоскопії. Основні технологічні операції капілярної дефектоскопії. Основне устаткування ділянки</p>	<p>Контроль температури і герметичності при утворенні покриттів. Контроль внутрішніх напружень покриттів. Моделювання технологічних</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу Т6 Підготовка до виконання ЛР № 6 Підготовка до тестового контролю ТК6</p>	7	[1-4]

	капілярної дефектоскопії. Методи течешукання. Мас-спектрометричний метод контролю. Галогенний метод. Бульбашковий метод. Манометричний метод. Рідинний метод. Зіставлення видів НК. Устаткування для НК та його автоматизація.	випробувань покриттів.			
7	Технологічні випробування покриттів Випробування на вигин (згин, загин, перегин). Випробування на витискування. Штампованість в холодному стані. Випробування на навивання дроту. Випробування дряпанням. Випробування циклічним ударним навантаженням. Жаростійкість і термостійкість покриттів (термомасометрія). Теплоізоляційний ефект покриттів. Ерозійна стійкість. Зносостійкість і припрацювання покриттів. Питомий тиск і коефіцієнти контактного тертя. Залишкові напруження в покриттях. Корозійна стійкість покриттів. Деякі спеціальні методи дослідження окислення металів. Корозія під напруженням. Ступінь чорноти покриттів. Електричні властивості покриттів. Водоникність покриттів. Викривлення і усадка. Вакуумні випробування. Радіаційні випробування. Кліматичні випробування. Випробування на стійкість до палива. Випробування на біологічну стійкість. Змочуюча здатність. Голографічний контроль. Методи визначення розмірів частинок покриттів.	Контроль якості покриттів за допомогою діаграм.	Опрацювання лекційного матеріалу Т7 Підготовка до виконання ЛР № 7 Виконання Дз2 Підготовка до тестового контролю ТК7	10	[1-4]
8	Методи і засоби статистичного контролю якості, автоматизація контролю якості покриттів Загальні положення про статистичний контроль покриттів. Поточний статистичний контроль покриттів. Статистичний приймальний контроль партій продукції. Безперервний статистичний приймальний контроль покриттів. Статистичне регулювання технологічного процесу. Статистична обробка результатів випробувань. Автоматизація контролю якості покриттів. Збір і обробка інформації про якість продукції. Вибір засобів контролю покриттів. Засоби автоматизації та механізації контролю покриттів. Контроль технічної документації. Програмне забезпечення статистичного контролю виробничого процесу (SPC). Управління виробничим процесом. Тестування виробничого процесу. Моніторинг технологічного процесу за часом. Встановлення контрольних обмежень. Аналіз дефектів. Введення даних. Складання діаграм і звітів. Колектори даних Dataputer 1000DFA.	Контроль якості покриттів за допомогою діаграм.	Опрацювання лекційного матеріалу Т8 Підготовка до тестового контролю ТК8 Підготовка до тестового контролю - Залік	11	[1-4]

Умовні позначення: Т – тема дисципліни; ТК – тестовий контроль, Дз – домашнє (індивідуальне) завдання.

На самостійне опрацювання студентів виносяться наступні теми, які виконуються у САПР SolidWorks (SolidWorks Simulation):

- «Оцінка впливу твердості покриття на якість деталі»;
- «Оцінка впливу корозії матеріалу на якість деталі»,

Керівництво самостійною роботою та контроль за виконанням індивідуального завдання здійснюється викладачем згідно з розкладом консультацій у позаурочний час.

Політика дисципліни

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Здобувач зобов'язаний відвідувати лекції і лабораторна заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, виконувати завдання якісно і відповідно до графіка. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо здобувач захистив її на наступному занятті після виконання роботи. Пропущене лабораторне заняття здобувач зобов'язаний опрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за тиждень до кінця теоретичних занять в університеті. Лабораторні роботи виконуються індивідуально або групами. Під час робіт над індивідуальним завданням недопустимі порушення правил академічної доброчесності. У разі наявності плагіату (спроба представити до захисту лабораторну роботу іншого варіанту) здобувач отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати лабораторну роботу згідно з його варіантом. Окремі результати вивчення курсу можуть бути зараховані у випадку отримання здобувачем результатів навчання у неформальній освіті, що підтверджено відповідним документом (сертифікат, свідоцтво, освітня програма тощо). Підставою для виконання є відповідність виконаного завдання відповідної лабораторної роботи, а також можливість демонстрації результатів виконаного завдання відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у ХНУ (<http://khnu.km.ua/root/files/01/06/03/006.pdf>).

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 урахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт. 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 здобувачів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення звіту; вільне володіння здобувачем 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; колоквіум (усне опитування по всьому курсу). Засвоєння здобувачем теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється під час захисту лабораторних робіт, вміння обґрунтувати прийняті рішення, своєчасне виконання домашніх завдань.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання здобувачів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота	Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль, залік
Захист лабораторних робіт	Захист Дз1 і Дз2	Проміжний та підсумковий контроль	За рейтингом
ВК*: 0,4	0,5	0,1	0

Примітка: * 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	1-9	10-14	15-17	18-20
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 20 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна шкала балів	Інституційна оцінка	Вітчизняна оцінка	
A	4,75-5,00	5	Зараховано	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
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	2,75-3,24	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00 -2,74	2	Незараховано	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

Питання для підсумкового контролю з дисципліни

1. Методи дослідження покриттів.
2. Класифікація дефектів покриттів.
3. Групи дефектів залежно від етапу виникнення.
4. Об'єкти контролю якості покриттів.
5. Види і вплив зовнішніх дій на покриття.
6. Структура і фазовий склад покриттів.
7. Адгезійна і когезійна міцність покриттів.
8. Пористість покриттів.
9. Щільність покриттів.
10. Класифікація механічних (руйнуючих) випробувань.
11. Класифікація видів і методів неруйнівного контролю (НК).
12. Візуально-оптичний вид НК.
13. Радіохвильовий вид НК.
14. Тепловий вид НК.
15. Вихореструмний вид НК.
16. Контроль товщини покриттів.
17. Радіаційний вид НК.
18. Спектральний аналіз покриттів.
19. Мікрорентгеноспектральний аналіз покриттів.
20. Рентгеноструктурний і рентгенофазовий аналізи покриттів.
21. Електронна мікроскопія покриттів.
22. Класифікація та області застосування магнітних методів контролю.
23. Магнітопорошковий метод контролю.
24. Контроль хромованих деталей в прикладеному магнітному полі соленоїда.
25. Магнітографічний метод контролю.
26. Магнітний контроль структури і фізико-механічних властивостей покриттів.
27. Електричний вид НК.
28. Класифікація акустичних методів контролю покриттів.
29. Луна-імпульсний акустичний метод контролю покриттів.
30. Области застосування акустичних методів контролю.
31. Вимірювання товщини поверхнево-зміцнених шарів і захисних покриттів металів.
32. Неруйнівні методи і прилади для вимірювання твердості покриттів.
33. Методи капілярного контролю.
34. Комбіновані методи дефектоскопії.
35. Области застосування капілярної дефектоскопії.
36. Методи течешування.
37. Випробування покриттів на вигин (згин, загин, перегин).
38. Випробування покриттів дряпанням.
39. Жаростійкість і термостійкість покриттів (термомасометрія).

40. Теплоізоляційний ефект покриттів.
41. Ерозійна стійкість покриттів.
42. Залишкові напруження в покриттях.
43. Корозійна стійкість покриттів.
44. Загальні положення про статистичний контроль покриттів.
45. Автоматизація контролю якості покриттів.

Рекомендована література

Основна

1. Гасило Ю. А. Контроль якості зварювання. Т. 2. Руйнівні методи контролю: навчальний посібник / Ю. А. Гасило. — Кам'янське: ДДТУ, 2018. — 154 с.
2. Сусліков Л. М. Неруйнівні методи контролю : навч. посіб. для студентів фіз.-техн. спец. / Л. М. Сусліков, І. П. Студеняк. – Ужгород. нац. ун-т, Фіз. ф-т. – Ужгород : Говерла, 2017. – 191 с.
3. Контроль параметрів якості функціональних покриттів : монографія / В. С. Антонюк, Г.С. Тимчик, Ю. Ю. Бондаренко, С. О. Білокінь, С. П. Ральченко, В. О. Андрієнко, М. О. Бондаренко ; Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 396 с.
4. Диха О. В. Контроль якості покриттів: навч. посіб. / О. В. Диха, О. Ю. Рудик. – Хмельницький: ХНУ, 2021. – 166 с.

Додаткова

5. Microsoft Office 2019 Home & Student [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://global-soft.com.ua/microsoft-office-2019-home-student.html?gclid=CjwKCAjw4ayUBhA4EiwATWYBrvUjXFWNCE51H_Asadd3W6rGk5tQ9ehSubiyerj8cFf-TrD1rd4khoCUrEQAvD_BwE
6. Трофименко О.Г. Офісні технології: навч. посібник. / О .Г. Трофименко, Ю .В. Прокоп, Н. І. Логінова, Р. І. Чанишев. – Одеса : Фенікс, 2019. – 207 с.

Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=2170>
2. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

Розробник(и) _____ к.т.н., доц. Рудик О.Ю.

Погоджено:
Гарант ОП _____ д.т.н., проф. Каплун П.В.

Зав.каф. ТАМ _____ д.т.н., проф. Диха О.В.