

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерної механіки

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інженерної механіки

В.П. Олександренко



СИЛАБУС

Навчальна дисципліна Інженерія поверхні

Освітньо-професійна програма Галузеве машинобудування

Рівень вищої освіти третій (доктор філософії)

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Диха Олександр Володимирович
Профайл викладача	http://znm.khnu.km.ua/vykladatskyj-sklad/
E-mail викладача(ів)	tribosenator@gmail.com
Контактний телефон	0975546925
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=7315
Навчальний рік	2020-2021
Консультації	он-лайн: viber tribosenator@gmail.com

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Форма семестрового контролю			
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	залік	іспит
						Резом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
В	Д	1	2	4	120	54	36	18			66			+	іспит

Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна «Інженерія поверхні» є однією зі вибіркових дисциплін у підготовці доктора філософії за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. Під час початкової розробки процесів виготовлення виробів з покриттям (розробці нових технологічних процесів), технологічну схему створення на виробі поверхневого шару із визначеними експлуатаційними властивостями можна представити як перелік та послідовність дій, що містять етапи попереднього аналізу умов роботи виробу, вибору методу інженерії поверхні, який буде застосований, вибору матеріалу поверхневого шару та розробки окремих складових технології формування цього шару. Наявність (відсутність), послідовність та призначення окремих операцій у технологічному процесі залежить від методу інженерії поверхні, який був застосований.

Мета викладання дисципліни. Формування уявлень і знань щодо сучасних технологій нанесення функціональних покриттів на деталях і конструкціях, управління параметрами формування та термодифузійної обробки нових складів покриттів для обґрунтованого вибору і оптимізації процесу їх нанесення та підвищення довговічності виробів при експлуатації.

Завдання дисципліни. Надати студентам знання і практичні навички з аналізу умов роботи об'єкту модифікації, обґрунтованого вибору технологічного способу відновлення або підвищення зносостійкості поверхневого шару, призначення ефективного методу контролю якості поверхні.

Очікувані результати навчання.

Здобувач, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: провести аналіз основних характеристик фізико-хімічних явищ в умовах формування функціональних покриттів, оцінити повноту і ймовірність протікання реакції на поверхні твердого тіла в умовах конкретного технологічного процесу; оцінювати такі основні параметри, як силу зчеплення, термо-напружений стан системи основний матеріал - покриття, що відповідають за її механічні характеристики, за підвищення міцності чи руйнування композицій в цілому; оцінити для конкретних композицій і відповідних умов основні фізико-механічні характеристики покриттів, що відповідають за експлуатаційні властивості виробів та конструкцій в цілому, призначити матеріали для напилення та призначити відповідне обладнання; використовуючи відомості про матеріал виробу, спосіб створення поверхонь за допомогою знань щодо фізико-механічних і хімічних властивостей поверхневих шарів взаємодіючих-матеріалів, експериментально чи теоретично знайдених значень міцності когезійних і адгезійних зв'язків визначити оптимальний спосіб конструювання функціонального покриття та сформулювати принцип побудови конкретного технологічного процесу; пропонувати конкретний спосіб модифікації поверхні та спроектувати ефективний технологічний процес спрямований на подовження ресурсу деталі

Тематичний план дисципліни і календар його виконання.

Таблиця 3 – Тематичний план дисципліни

№	Тема лекції*	Тема лабораторного заняття*	Самостійна робота студентів		
			Зміст	Год	Література
1	Основні визначення. Класифікація методів інженерії покриття. Основні способи нанесення покриттів. Сучасний стан і перспективи розвитку. Загальні принципи комбінованого зміцнення та захисту деталей машин та конструкцій. [7, стор.9-12; 9, стор.5-12; 13, стор.8-81].				
2	Конструкції покриттів. Покриття з багатокомпонентною структурою. Сумісність матеріалів основи і покриття з точки зору принципової можливості утворення покриття. Методи і особливості досліджень покриттів. Фактори, що впливають на міцність твердого тіла із штучним покриттям функціонального призначення. [13, стор.183-190; 14, стор.6-28], [1, стор.300-308; 6, стор.7-44; 7, стор.9-83; 9, стор.13-28, 134-144; 11, стор.11-236]	Визначення моделі і механізму створення покриття Літ.: [1] с.5-12;	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №1	10	[2] с.7-42, [2] с.45-60.
3	Групи середовищ. Неактивні середовища; поверхнево-активні середовища; корозійно - активні середовища. Радіаційні середовища. Корозійна стійкість покриттів. [6, стор.44-49; 12, стор.204-	Обґрунтування типу та технології нанесення композиційного покриття. Літ.: [1] с.13-19;	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 1 та виконання лабораторної роботи № 2	8	[3] с.5-30

	208]				
4	<p>Покриття при високих температурах. Основні вимоги до високотемпературних покриттів. Міцність жароміцних і керамічних матеріалів. Фізико-механічні властивості композиційних матеріалів. Пластичність і повзучість матеріалів з покриттями. Пластичність осаджених плівок. Повзучість напилених покриттів. Міцність матеріалів з плазовими покриттями при статичних випробуваннях. Руйнування матеріалів при втомі. Загальні поняття втоми. Кінетика тріщиноутворення і руйнування матеріалів з покриттями.</p> <p>[9, стор.125-132; 10, стор.140-156; 12, стор.195-200], [5, стор.168-184], [1, 258-262]</p>	<p>Оцінка умов взаємодії матеріалів та їх сумісності при формуванні композиційних покриттів. Літ.: [1] с.20-28;</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 2 та виконання лабораторної роботи № 3; підготовка до тестового контролю з тем 1-3</p>	12	[5] с.75-90.
5	<p>Твердість і знос. Розробка складу і структури зносостійких композиційних покриттів. Принципи проектування зносостійких покриттів. Жаростійкі електроізоляційні керамічні покриття. Оптичні покриття. Питомий електроопір металевих покриттів.</p> <p>[1, стор.235-267; 9, стор.50-125; 10, стор.156-167; 12, стор.190-195; 14, стор.28-38], [9, стор. 85-92; 15, стор. 10- 85]</p>	<p>Визначення теплового балансу охолодження частинок при газотермічному напиленні Літ.: [1] с.29-33;</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 3 та виконання лабораторної роботи № 4</p>	10	[6] с.52-88.
6	<p>Способи наступної термодифузійної обробки покриттів. Методи контролю покриттів в різних умовах експлуатації. Хімічна стійкість, термомеханічна стійкість покриттів. Регулювання проникнення рідини, газів у покриття.</p> <p>[3, стор.165-194; 5, 243-248], [3, стор.208-225]</p>	<p>Визначення температурних залишкових напружень у покриттях при газотермічному напиленні. Літ.: [1] с. 34-40;</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 4 та виконання лабораторної роботи № 5,</p>	10	[7] с.490-502, [8] с.148-160.
7	<p>Загальні положення щодо внутрішнього тертя в твердих тілах. Методи визначення величини внутрішнього тертя. Дослідження матеріалів з покриттями методом внутрішнього тертя . Амплітудна та температурна залежності внутрішнього тертя конструкційних матеріалів з газотермічними покриттями</p>		<p>Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 5 та підготовка до тестового контролю з тем 4-5</p>	10	[6] с.171-233

	[5, стор.190-205, 214-224]				
8	Критерії руйнування матеріалів з тріщиною. Тріщиностійкість (в'язкість руйнування) металів і сплавів з покриттями. [9, стор.134-154; 16, стор.130-156].	Порівняльна оцінка зносостійкості матеріалів при абразивному зношуванні	Захист останньої лабораторної роботи, здача заборгованостей	6	[8] с.171-233

Політика дисципліни.

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Аспірант зобов'язаний відвідувати лекції і лабораторні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, курсову роботу та інші домашні завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене практичне заняття аспірант зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До лабораторних занять аспірант має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність.

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.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування аспірантів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу і графічної частини; вільне володіння Аспірантом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи. У кінці семестру аспірант має сформувати портфоліо із звітів лабораторних робіт.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо Аспірант захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття Аспірант зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

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

Аудиторна робота					Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль, іспит	
Лабораторні роботи №:					Тестовий контроль:		Підсумковий контрольний захід	
1	2	3	4	5	Т 1-3	Т 4-7	залік	
ВК*:					0,4		0,6	-

Умовні позначення: Т – тема дисципліни; ВК – ваговий коефіцієнт, ІЗ – індивідуальне завдання.

Оцінювання тестових завдань

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

Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою.

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

Сума балів за тестові завдання	1–9	10–13	14–17	18–20
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 20 хвилин. Правильні відповіді Аспірант записує у талоні відповідей. При цьому усі графи для відповідей мають бути заповнені цифрами, що відповідають правильним, на погляд Аспіранта, відповідям. Викладач на наступному занятті оголошує результати тестування. Тестування Аспірант може також пройти і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

Якщо Аспірант 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	Шкала балів	Вітчизняна оцінка, критерії	
A	4,75–5,00	5	<i>Відмінно</i> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
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

Контрольні питання з дисципліни.

1. Визначення поняття інженерії поверхні, інженерії покриття.
2. Дати характеристику покриттів.
3. Основні способи нанесення покриттів.
4. Основні методи обробки покриттів.
5. Класифікація покриттів за функціональним призначенням
6. Класифікація твердих матеріалів за макроскопічною будовою.
7. Класифікація композиційних покриттів.
8. Які покриття відносяться до керамічних?
9. Різновиди форм і структури покриттів.
10. Типові структури композиційних покриттів.
11. Основні методи дослідження матеріалів.
12. Особливості досліджень покриттів і композиційних матеріалів.
13. Класифікація методів досліджень фізико-механічних властивостей покриттів і матеріалів.
14. Характеристика фізичних методів дослідження.
15. Механічні методи досліджень покриттів і композицій.
16. Аспекти вибору матеріалів для покриттів
17. Фактори зовнішнього впливу на композиційний матеріал.
18. Техніко-економічні показники, що обумовлюють ефективність технології напilenня.
19. Основні технологічні параметри, що визначають характеристики композицій.
20. Вимоги до покриттів функціонального призначення.
21. Матеріали, що використовуються для високотемпературних покриттів.
22. Особливість керамічних жароміцних матеріалів.
23. Основні вимоги до високотемпературних покриттів.
24. Критерії вибору матеріалів покриттів в залежності від властивостей покриттів.
25. Відмінність механічних властивостей керамічних і жароміцних матеріалів.
26. Основні особливості міцнісних властивостей КМ при статичних випробуваннях.
27. Умови зміцнення або не зміцнення твердого тіла при нанесенні покриттів.
28. Особливості повзучості матеріалів з плазмовими покриттями.
29. Суть інверсійних властивостей повзучості матеріалів з покриттями.
30. Характеристика кінетичної теорії повзучості і руйнування твердих тіл.
31. Основні поняття втоми матеріалів..
32. Причини підвищення або зниження границі втоми при наявності покриттів.
33. Вплив одно - і багатоконпонентних покриттів на границю втоми
34. Проаналізувати процес руйнування матеріалів з покриттями.
35. Порівняльний аналіз впливу середовища на границю втоми матеріалів з покриттями і без них.
36. Порівняння твердості і зношування матеріалів.
37. Характеристика видів зношування.
38. Принципи проектування зносостійкого покриття.
39. Питання сумісності компонентів КП в умовах зношування.
40. Технологічні прийоми регулювання рівня зв'язку на границі покриття з основою.
41. Порівняльна характеристика теплоізоляційних і жаростійких покриттів
42. Формування жаростійких електроізоляційних керамічних покриттів
43. Залежність електроопору покриттів від технології нанесення.
44. Залежність оптичних властивостей покриттів від структури.

45. дати характеристику ізоляційним і діелектричним властивостям покриттів.
46. Загальна характеристика вимог до покриттів.
47. Попередня термомеханічна підготовка поверхні перед нанесенням покриттів.
48. Попереднє нанесення проміжних шарів – підшарів.
49. Напилення через легкоплавкий прошарок.
50. Напилення сумішей, що містять активні компоненти.
51. Технологічні прийоми регулювання рівня зв'язків на границі покриття – основа.
52. Осадження покриттів у твердій фазі.
53. Осадження покриттів в рідкій фазі.
54. Хімічне осадження з парової фази.
55. Фізичне осадження з парової фази
56. Границі стабільності фізико-механічних властивостей конструкційних матеріалів – як критерії міцності і надійності.
57. Сумісність матеріалів основи і покриття з точки зору принципової можливості утворення покриття. Підвищення стабільності шляхом просочення напилених покриттів розплавами металів.
58. Групи активуючих факторів, що впливають на саму можливість отримання стабільних композиційних покриттів із різнорідних компонентів.
59. Поняття граничного стабільного стану матеріалів з покриттям.
60. Що таке внутрішнє тертя твердих тіл?
61. Залежність внутрішнього тертя від амплітуди деформації.
62. Температурні спектри поглинання пружної енергії.
63. Високотемпературне внутрішнє тертя композиційних матеріалів.
64. Розкрити питання зернограничного внутрішнього тертя.
65. Визначити енергетичні критерії руйнування матеріалів.
66. Визначити силовий критерій руйнування матеріалів.
67. Етапи деформації і види руйнувань КМ
68. Вплив різних видів покриттів на в'язкість руйнування матеріалів з покриттям.
69. Оцінити випробування КМ на статичну тріщиностійкість.

Література

Основна

1. Методи поверхневого зміцнення у процесі виготовлення деталей машин: навчальний посібник / [А.Г. Фесенкота ін.]; Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара. – Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2015. – 103 с.
2. Каплун В.Г. Ионное азотирование в безводородных средах: монография / В.Г. Каплун. – Хмельницький: ХНУ, 2015. – 315 с.
3. Проектування устаткування для азотування і тліючому розряді: довідник / І.М. Пастух, Г.М.Соколова. – Хмельницький: вид. Ковальський В.В., 2017. – 108 с.
4. Упрочнение и реновации инженерной поверхности: [монография] / Коржик В.Н., Лихошва В.П., Тчащенко Э.А. [Национальная академия наук Украины, Физ.-технол. ин-т металлов и сплавов, Ин-т электросварки им. Е. О. Патона, Металерг. акад.]. – Киев: Наш формат, 2014. 565 с.
5. Инженерия поверхностей конструкционных материалов с использованием плазменных и пучковых технологий: монография / А.В. Белый и др.; НАН Беларуси, Физ.-технол. ин-т, Объед. Ин-т машиностроения, Беларус. нац.-техн. ун-т. – Минск: Беларуская навука, 2017. – 456 с.

Додаткова

6. Технологічне забезпечення підвищеної зносостійкості швидкорізальної сталі Р6М5 комбінованими методами поверхневого зміцнення: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.04 / Загребельний В.В.; Нац. авіаційний ун-т. – Київ, 2018. – 19 с.
7. Поверхневе зміцнення сплавів заліза електроіскровим легуванням цирконієм, титаном, хромом та хіміко-термічною обробкою: дис. ... канд. техн. наук: 05.16.01 / Лобачова Г.Г. Нац. техн. ун-т України «Київський політехнічний інститут». – Київ, 2012. – 200 с.
8. Підвищення фізико-механічних властивостей поверхневих шарів сталевих виробів лазерним та лазерно-мікроплазмовим легуванням: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.03.07 / Бернацький А.В. Національний техн. ун-т України «Київський політехнічний інститут». – Київ, 2014. – 20 с.
9. Іващенко Є.В. Вплив комбінованої обробки електроіскрового легування з наступною лазерною обробкою на повітрі на властивості титанового сплаву ВТ1-О / Є.В. Іващенко, І.В. Смолина, Ю.М. Гаврилюк // Вісник КрНУ ім. М. Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2012. - №6. – С. 17-21.
10. Кіндрячук М.В. Трибологія: підручник / М.В. Кіндрячук, В.А. Лабунець, М.І. Пашечко, Є.В. Корбут. – Київ: НАУ, 201. – 392 с.
11. Закалов О.В. Основи тертя та зношування в машинах: навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: ТНПУ ім. І. Пулюя, 2011. – 322 с.
12. Пастух І.М., Лук'янюк М. В., Курская В. О. Процес розмикання струму в установці для азотування в тліючому розряді з нестационарним живленням // Вісник ХНУ. – №5. – 2012. – Технічні науки. – С. 221-225.
13. Пастух І.М., Давидов А.М., Лук'янюк М.В. Установка для азотування в циклічно-комутованому розряді.

Π

κκ

38