

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інженерії, транспорту та архітектури



Віктор ОЛЕКСАНДРЕНКО
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

05 _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Інженерія поверхні

Назва дисципліни

Галузь знань 13 – Механічна інженерія

Спеціальність – 132 – Матеріалознавство

Рівень вищої освіти – Другий магістерський

Освітньо-професійна програма – Відновлення та технічний сервіс автомобілів

Обсяг дисципліни – 6 кредитів ЄКТС, *Шифр дисципліни* – ОПП.01.

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (цикл професійної підготовки)

Факультет – Інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра – Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин							Форма семестрового контролю		
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття					Курсовий проект	Курсова робота	залік	іспит	
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					Самостійна робота, в т.ч. ІРС
О	Д	1	1	6	180	68	34	34				112			+
О	З	1	1	6	180	4	2	2				176			+

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. Олександр ДИХА

Ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора)

Схвалена на засіданні кафедри

Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Протокол від 09 лютого 2023 р. № 6.

Зав. кафедри

Підпис

Олександр ДИХА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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

Протокол від 22 лютого 2023 р. № 8

Голова вченої ради факультету

Підпис

Віктор ОЛЕКСАНДРЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Інженерія поверхні

Тип (статус) дисципліни	Обов'язкова професійної підготовки
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Мова викладання	Українська
Семестр	Перший
Кількість призначених кредитів ЄКТС	6
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Денна/заочна

Результати навчання

Здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення. Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту. Здатність розуміти та використовувати математичні та числові методи моделювання властивостей, явищ та процесів. Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів. Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки. Обґрунтовано призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів. Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів. Здатність ефективно використовувати на практиці теоретичні концепції менеджменту та ділового адміністрування. Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів. Розробляти комплексний дизайн нових матеріалів і виробів на їх основі з урахуванням експлуатаційних властивостей та умов використання.

Зміст навчальної дисципліни. Різновиди форм та структури покриттів. Класифікація методів досліджень покриттів. Види корозійних руйнувань покриттів, їх характеристика і упередження. Теплозахисні, жаростійкі і теплоізоляційні характеристики покриттів. Умови зміцнення або незміцнення твердого тіла при нанесенні покриттів. Втомна міцність деталей з покриттями. Принципи побудови зносостійких композиційних покриттів. Електроізоляційні, провідні та оптичні покриття. Попереднє створення відповідної структури основного матеріалу перед напиленням. Забезпечення стабільності властивостей покриттів і композицій на їх основі в різних умовах експлуатації. Методи неруйнівного контролю.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні (з використанням тренінгів, майстер-класів, практикумів); групові та індивідуальні консультації, самостійна робота.

Форми оцінювання результатів навчання: усне опитування, тестування, захист лабораторних робіт.

Вид семестрового контролю: іспит – 1 семестр.

Навчальні ресурси:

1. К. А. Ющенко, Ю. С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж Інженерія поверхні. Підручник – К.: НВП Видавництво „Наукова думка” НАН України, 2007. – 558 с.
2. 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.
3. Каплун В.Г. Ионное азотирование в безводородных средах: монография / В.Г. Каплун. – Хмельницький: ХНУ, 2015. – 315 с.
4. Проектування устаткування для азотування і тліючому розряді: довідник / І.М. Пастух, Г.М.Соколова. – Хмельницький: вид. Ковальський В.В., 2017. – 108 с.
5. Упрочнение и реновации инженерной поверхности: [монография] / Коржик В.Н., Лихошва В.П., Тчакенко Э.А. [Национальная академия наук Украины, Физ.-технол. ин-т металлов и сплавов, Ин-т электросварки им. Е. О. Патона, Металург. акад.]. – Киев: Наш формат, 2014. 565 с.
6. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.

3 Пояснювальна записка

Дисципліна «Інженерія поверхні» є однією зі вибіркових дисциплін у підготовці доктора філософії за спеціальністю 132 Матеріалознавство. 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.

Пререквізити – вища математика, фізика, технологія конструкційних матеріалів, матеріалознавство.

Кореквізити – вибір матеріалів технологічних і транспортних машин, теоретичні основи трибології.

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

компетентності: Здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення. Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту. Здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується. Здатність оцінювати та забезпечувати якість робіт, що виконуються. Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань матеріалознавства і дотичних проблем до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються. Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації. Здатність застосовувати системний підхід для розв'язання прикладних задач виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.

програмні результати навчання: Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій. ПРН 2 Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі. Наукові навички у галузі інженерії для того, щоб успішно проводити наукові дослідження як під керівництвом так і самостійно. Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів. Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки. Обґрунтовано призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів. Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів. Здатність ефективно використовувати на практиці теоретичні концепції менеджменту та ділового адміністрування. Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів. Розробляти комплексний дизайн нових матеріалів і виробів на їх основі з урахуванням експлуатаційних властивостей та умов використання. Аналізувати основні види відмов деталей автомобілів, ідентифікувати їх причини.

Мета 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.

Предмет дисципліни. Технологічна характеристика функціональних покриттів на основі сучасних методів модифікації поверхонь.

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.

Зміст дисципліни. Зміцнення поверхні конструкційних елементів машин і механізмів із застосуванням прогресивних технологій обробки поверхні. Класифікація методів зміцнення поверхні. Класифікація покриттів. Методи нанесення покриттів. Дифузійні покриття, їх переваги, недоліки, застосування. Технології нанесення дифузійних покриттів, використання висококонцентрованих джерел енергії при нанесенні покриттів. Хіміко-термічна обробка в плазмі тліючого розряду, її переваги. Вплив водню на фізико-механічні характеристики металів. Технологія азотування в тліючому розряді в безводневих середовищах. Обладнання для нанесення дифузійних покриттів, його конструктивні особливості, техніко-економічні показники, переваги, недоліки, застосування. Високоенергетичні технології нанесення покриттів методом осадження. Високоенергетичне обладнання для нанесення покриттів методом

осадження. Технології електрофізичного осадження покриттів, їх переваги, недоліки, застосування. Технології електроіскрового і лазерного легування поверхні, їх переваги, недоліки, застосування. Особливості трибо технологій та їх застосування.

Результати навчання. Здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення. Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту. Здатність розуміти та використовувати математичні та числові методи моделювання властивостей, явищ та процесів. Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів. Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки. Обґрунтовано призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів. Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів. Здатність ефективно використовувати на практиці теоретичні концепції менеджменту та ділового адміністрування. Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів. Розробляти комплексний дизайн нових матеріалів і виробів на їх основі з урахуванням експлуатаційних властивостей та умов використання.

4 Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:					
	Денна форма			Заочна форма		
	лекції	лабор. роботи	СРС	лекції	лабор. роботи	СРС
Перший семестр						
Тема 1. Характеристика покриттів. Загальні питання. Різновиди форм та структури покриттів. Класифікація методів досліджень покриттів.	4	4	4			5
Тема 2. Види корозійних руйнувань покриттів, їх характеристика і упередження.	4	6	22			50
Тема 3. Теплозахисні, жаростійкі і теплоізоляційні характеристики покриттів. Умови зміцнення або незміцнення твердого тіла при нанесенні покриттів. Втомна міцність деталей з покриттями.	4	6	8	2	2	13
Тема 4. Принципи побудови зносостійких композиційних покриттів. Електроізоляційні, провідні та оптичні покриття.	8	6	11			5
Тема 5. Попереднє створення відповідної структури основного матеріалу перед напленням. Забезпечення стабільності властивостей покриттів і композицій на їх основі в різних умовах експлуатації.	8	6	14			20
Тема 6. Методи неруйнівного контролю. Механіка руйнування композиційних матеріалів.	6	6	9			15
Разом за 1-й семестр:	34	34	112	2	2	176

5 Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
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].	4
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]	6

3	Групи середовищ. Неактивні середовища; поверхнево-активні середовища; корозійно - активні середовища. Радіаційні середовища. Корозійна стійкість покриттів. [6, стор.44-49; 12, стор.204-208]	4
4	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. [9, стор.125-132; 10, стор.140-156; 12, стор.195-200], [5, стор.168-184], [1, 258-262]	6
5	Твердість і знос. Розробка складу і структури зносостійких композиційних покриттів. Принципи проектування зносостійких покриттів. Жаростійкі електроізоляційні керамічні покриття. Оптичні покриття. Питомий електроопір металевих покриттів. [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]	4
6	Способи наступної термодифузійної обробки покриттів. Методи контролю покриттів в різних умовах експлуатації. Хімічна стійкість, термомеханічна стійкість покриттів. Регулювання проникнення рідини, газів у покриття. [3, стор.165-194; 5, 243-248], [3, стор.208-225]	4
7	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 [5, стор.190-205, 214-224]	4
8	Критерії руйнування матеріалів з тріщиною. Тріщиностійкість (в'язкість руйнування) металів і сплавів з покриттями. [9, стор.134-154; 16, стор.130-156].	2
Разом за 1-й семестр:		34

Перелік оглядових лекцій для студентів заочної форми навчання

Номер лекції	Тема лекції	Кількість годин
<i>четвертий семестр</i>		
1	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]	2
Разом :		2

5.2 Зміст лабораторних занять

Перелік лабораторних занять для студентів денної форми навчання

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
<i>перший семестр</i>		
1	Побудова структури та механізму створення покриття Літ.: [1] с.5-12;	6
2	Вибір складу, методів отримання та технології нанесення функціональних покриттів. Літ.: [1] с.13-19;	8
3	Дослідження механічної та фізико-хімічної взаємодії компонентів основи та покриття. Літ.: [1] с.20-28;	8
4	Дослідження термодинамічних процесів при газотермічному напиленні Літ.: [1] с.29-33;	6

5	Дослідження процесу нагріву частинок в плазмовому струмені. Літ.: [1] с. 34-40;	6
	Разом за 1-й семестр	34

Перелік лабораторних робіт для студентів заочної форми навчання

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
<i>четвертий семестр</i>		
1	Вибір складу, методів отримання та технології нанесення функціональних покриттів. Літ.: [1] с.13-19;	2
	Разом:	2

У процесі виконання лабораторних робіт з дисципліни студенти набувають практичних навичок, зокрема із: визначення електричних параметрів конкретних систем та обладнання автомобілів; користування спеціальними інструментами та діагностичним обладнанням, визначення технічних показників електронних систем тощо. Узагальнені навички діагностики і експлуатації електронного та електричного обладнання автомобіля набуваються також на виробничих практиках та у процесі курсового і дипломного проектування.

5.3 Зміст самостійної роботи

Самостійна робота здобувачів *денної / заочної* форми навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу, підготовці до виконання домашніх робіт, тестування з теоретичного матеріалу, виконанні індивідуальних завдань тощо.

Зміст самостійної роботи здобувачів *денної / заочної* форм навчання

Номер тижня	Вид самостійної роботи	К-ть годин	
		д.ф.	з.ф.
<i>Перший семестр</i>			
1	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи №1	10	12
2	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 1 та виконання лабораторної роботи № 2	16	28
3-6	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 2 та виконання лабораторної роботи № 3; підготовка до тестового контролю з тем 1-3	22	22
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 3 та виконання лабораторної роботи № 4	20	10
9-10	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 4 та виконання лабораторної роботи № 5,	18	16
11-14	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 5 та підготовка до тестового контролю з тем 4-5	20	18
15-18	Захист останньої лабораторної роботи, здача заборгованостей	10	18
	Разом за 2-й семестр:	112	176

6 Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій, зокрема: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, тренінгів, майстер-класів, практикумів), самостійна робота (опрацювання лекційного матеріалу), і мають за мету – оволодіння студентами спеціальною термінологією і набуття ними практичних навичок з технологічних методів створення функціональних покриттів за різними технологіями, у т. ч. з використанням сучасних технологій інженерії поверхні, користування інструментами, технологічним устаткуванням тощо.

Необхідні інструменти, обладнання: технологічне устаткування для нанесення покриттів, вимірвальний інструмент.

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:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- захист лабораторних робіт і оформлення протоколу;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми;

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

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за інституційною **чотирибальною** шкалою і виставляється в електронному журналі обліку успішності. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих студентом **позитивно**, з урахуванням коефіцієнта вагомості і розраховується в автоматизованому режимі за відповідною програмою. 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 студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми роботи; якість оформлення протоколу і графічної частини; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент 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.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

Оцінка за інституційною 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, логічний виклад відповіді державною мовою (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними інструментами. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві–три несуттєві похибки .
Добре	Студент виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом і фаховою термінологією, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних завдань; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента будується на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві–три несуттєві помилки .
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 суттєві помилки 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 теоретичні 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 у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота					Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль, іспит
<i>Четвертий семестр</i>							
Лабораторні роботи №:					Тестовий контроль:		Підсумковий контрольний захід
1	2	3	4	5	Т 1-4	Т 5-8	1
ВК: 0,4					0,2		0,4

Умовні позначення: Т – тема дисципліни; ВК – ваговий коефіцієнт.

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

Аудиторна робота	Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль, іспит
<i>Перший семестр</i>			
Лабораторні роботи №:	Контрольна робота Індивідуальне завдання		Підсумковий контрольний захід
1	Якість виконання	Оцінка за захист	1
ВК*: 0,3	0,1	0,1	0,5

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з сорока 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:

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 30 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

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

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

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

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Інституційна оцінка, критерії оцінювання		
A	4,75–5,00	5	Зараховано	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	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

9 Питання для самоконтролю результатів навчання

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 напилення.
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 плазовими 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 багатокomпонентних 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 покриття від структури.
45. дати характеристику ізоляційним і діелектричним властивостям покриттів.
46. Загальна характеристика вимог до покриттів.
47. Попередня термодформаційна 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. Залежності 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.

10 Методичне забезпечення

Навчальний процес з дисципліни «Інженерія поверхні» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1. Інженерія поверхні : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» / О. В. Диха, В.А. Гончар, К.Е. Голенко. – Хмельницький : ХНУ, 2023. – 39 с.

11 Рекомендована література

Основна

1. К. А. Ющенко, Ю. С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж Інженерія поверхні. Підручник – К.: НВП Видавництво „Наукова думка” НАН України, 2007. – 558 с.

2. 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.

3. Каплун В.Г. Ионное азотирование в безводородных средах: монография / В.Г. Каплун. – Хмельницький: ХНУ, 2015. – 315 с.

4. Проектування устаткування для азотування і тліючому розряді: довідник / І.М. Пастух, Г.М.Соколова. – Хмельницький: вид. Ковальський В.В., 2017. – 108 с.

5. Упрочнение и реновации инженерной поверхности: [монография] / Коржик В.Н., Лихошва В.П., Тчапенко 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.

додаткова

1. Технологічне забезпечення підвищеної зносостійкості швидкокорізальної 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.

2. Кузнецов В.Д., Пашенко В.М. Фізико-хімічні основи створення покриттів / Навчальний посібник. – К.: НМЦВО, 1999. – 176 с.
3. 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.
4. Іващенко С.В. Вплив комбінованої обробки електроіскрового легування з наступною лазерною обробкою на повітрі на властивості титанового сплаву VT1-0 / Є.В. Іващенко, І.В. Смоліна, Ю.М. Гаврилюк // Вісник КрНУ ім. М. Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2012. - №6. – С. 17-21.
5. Кіндрячук М.В. Трибологія: підручник / М.В. Кіндрячук, В.А. Лабунець, М.І. Пашечко, Є.В. Корбут. – Київ: НАУ, 2011. – 392 с.
6. 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.
7. Пастух І.М., Лук'янюк М. В., Курская В. О. Процес розмикання струму в установці для азотування в тліючому розряді з нестаціонарним живленням // Вісник ХНУ. – №5. – 2012. – Технічні науки. – С. 221-225.
8. Пастух І.М., Давидов А.М., Лук'янюк М.В. Установка для азотування в циклічно-комутованому розряді. Патент № 80508 від 10.06.2013. бюл. № 11.
9. Каплун В.Г., Гончар В.А. Вплив режимів іонного азотування і термічної обробки на зносостійкість сталей в корозійно-абразивному середовищі. Проблеми тертя та зношування. №1, Київ, 2013, С.48-54.

12 Інформаційні ресурси

1 Модульне середовище. Режим доступу : <https://msn.khnu.km.ua/>

2 Електронна бібліотека університету.

Режим доступу : http://lib.khmnu.edu.ua/asp/php_f/plage_lib.php .