

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра Технологія машинобудування
(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан Василь Глушко

«_____» _____ 2024 року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІЦНЮЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЦТВІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН
(шифр за відповідною освітньою програмою та назва навчальної дисципліни)

освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування
(назва освітньої програми (спеціалізації))

спеціальність 131 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

галузь знань 13 Механічна інженерія
(код і найменування галузі)

ступінь вищої освіти бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

2024 рік

програма з дисципліни «Зміцнюючі технології у виробництві деталей машин»
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 131 Прикладна механіка _____,
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування

(назва освітньої програми (спеціалізації))

Розробник (и): к.т.н., доц. каф. Технологія машинобудування Пухальська Гульнара Вікторівна
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Програма погоджена:

Завідувач кафедри ТМБ

Сергій Дядя

_____ 2024 року

Гарант освітньої програми

Наталя Гончар

(і'мя прізвище)

_____ 2024 року

Схвалено науково-методичною комісією Машинобудівного факультету
(найменування факультету)

Протокол від « 27 » серпня 2024 року № 1

Голова науково-методичної комісії

Василь Глушко

(і'мя прізвище)

_____ 2024 року

1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика

Обов'язковий освітній компонент	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Обмеження щодо форм навчання	Без обмежень

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів	3	
Модулів	3	-
Змістових модулів	3	-
Семестр	7	7
Загальна кількість годин	120	
з них аудиторних:	44	8
лекції	30	6
практичні	-	-
лабораторні	14	2
семінарські	-	-
з них самостійної роботи:	76	112
Занять на тиждень на тиждень	2	6
Індивідуальні завдання	-	
Форма контролю	залік	
Курсова робота (проект) (загальний обсяг)	-	

2. Мета навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є підготовка фахівця, який повинен вміти виконувати аналітичні дослідження, правильно призначити метод ППД; досліджувати вплив режимів зміцнюючої обробки на шорсткість і якість обробленої поверхні; за отриманими даними будувати епюри залишкових напружень.

3. Завдання вивчення дисципліни

Основне завдання навчальної дисципліни - системне дослідження характеристик поверхневого шару і витривалості деталей після фінішних операцій технологічного процесу із застосуванням оздоблювально-зміцнюючих методів обробки.

Після вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- технологічні особливості методів ППД;
- закономірності формування характеристик поверхневого шару деталей ГТД після фінішної обробки;
- методи дослідження характеристик поверхневого шару та витривалості деталей енергетичних установок;
- розрахунки коефіцієнтів зміцнення деталей за допомогою теорії подоби та аналізу розмірностей з використання комп'ютерної техніки.

4. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Для успішного вивчення цієї дисципліни студенти повинні отримати знання з наступних фундаментальних та загально-інженерних дисциплін:

- технологічні основи машинобудування;
- теорія конструкційних матеріалів;
- процеси механічної обробки та їх еволюція;
- вища математика;
- матеріалознавство;
- теоретична механіка;
- теорія різання.

Компетентності, які полегшують засвоєння дисципліни:

ЗК5 - Здатність працювати в команді.

ЗК6 - Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

Постреквізити: теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин, технологія обробки типових деталей, окремі розділи дипломної роботи.

5. Характеристика навчальної дисципліни

Загальні компетентності:

1. ЗК2 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
2. ЗК4 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
3. ЗК7 - Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
4. ЗК12 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності:

1. СК1 - Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

2. СК2 - Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.

3. СК6 - Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

Очікувані програмні результати навчання:

1. ПРН4 - Оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.

6.Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Причини руйнувань та методи підвищення надійності деталей машин. Властивості поверхневого шару деталей машин.

Тема 1. Причини руйнувань та методи підвищення надійності деталей машин.

Історія розвитку методів поверхневого пластичного деформування. Місце зміцнювальних методів у технологічному процесі, вплив властивостей поверхневого шару на формування та опір втомі деталей енергетичних установок. Аналіз причин пошкоджень деталей в умовах експлуатації. Методи підвищення надійності деталей машин.

Лекція – 2 год.

Література – [1, с. 3-4; 177-196].

Тема 2. Оздоблювальні методи обробки.

Класифікація оздоблювальних методів обробки. Технологічні характеристики оздоблювальних методів обробки деталей: суперфініш, хонінгування, притирання, електроферомагнітне полірування, електролітичне полірування, віброполірування, обробка псевдо-зрідженим абразивом.

Лекція – 2 год.

Література – [1, с. 5-24], [2, с. 14-30; 196-202].

Тема 3. Властивості поверхневого шару деталей машин.

Основні зони поверхневого шару. Якість поверхні і властивості поверхневого шару. Шорсткість, хвилястість поверхні, структура, субструктура, мікроструктура, макроструктура. Дефекти поверхні: визначення. Технологічні дефекти поверхні при механічній обробці. Залишкові напруження: класифікація. Технологічні залишкові напруження 1-го, 2-го і 3-го роду. Механізм формування залишкових напружень. Розрахунок технологічного концентратора напружень.

Лекція – 2 год

Література – [1, с. 46-176].

Змістовий модуль 2. Технологічні характеристики методів обробки деталей машин. Наклеп та його характеристики. Залишкові напруження та методи їх визначення.

Тема 4. Наклеп поверхневого шару. Методи визначення глибини наклепу. Визначення наклепу. Поняття перенаклепу. Характеристики наклепу: ступінь та глибина. Мікротвердість поверхневого шару: поняття та метод вимірювання.

Методи визначення глибини наклепу: суть, переваги та недоліки, область використання. Рентгеноструктурний метод визначення глибини наклепу.

Лекція – 2 год.

Література – [1, с. 30-40; 44-55; 73-79; 122-147; 212-219].

Тема 5. Алмазне вигладжування (АВ).

Суть процесу АВ деталей машин. Інструменти і пристрої для АВ, їхні властивості і геометрія. Підготовка поверхонь для АВ. Формування властивостей поверхневого шару. Точність і шорсткість поверхні при АВ. Вибір раціональних режимів АВ. Вплив режимів АВ на формування залишкових напружень і підвищення опору втомі деталей машин.

Лекція – 2 год.

Література – [2, с. 122-142], [3, с. 7-18, 29-32, 37-42].

Тема 6. Методи дослідження залишкових напружень.

Дослідження залишкових напружень. Механічний метод акад. Давіденкова М.М. Вирізка зразків із деталей. Методи зйому металів з напружених поверхонь. Формула для розрахунку залишкових напружень для прямокутних зразків. Рентгеноструктурний метод досліджень залишкових напружень.

Лекція – 2 год.

Література – [1, с. 40-55], [3, с. 45-70].

Тема 7. Вібровигладжування і віброобкатування.

Вібровигладжування і віброобкатування: суть процесу, вибір параметрів процесу. Розрахунок ступеню перекриття.

Лекція – 2 год.

Література – [3, с. 60-75].

Тема 8. Віброударна обробка.

Віброударна обробка: схема та суть процесу. Схеми обробки деталей із закріпленням в контейнері та без. Визначення сили ударного імпульсу частинки робочого середовища та тривалості обробки.

Лекція – 2 год.

Література – [3, с. 88-128].

Тема 9. Інструменти і робочі тіла, що використовуються при ППД. Робочі тіла і робочі середовища для ударних методів ППД.

Властивості для матеріалів інструментів і робочих тіл. Матеріали для ударних інструментів. Середовища для віброударної обробки. Недоліки та переваги сталевих та чавунних дробу.

Лекція – 2 год.

Література – [3, с. 20-35].

Змістовий модуль 3. Методи лазерного, електронно-променевого, плазмового та детонаційного зміцнення деталей машин. Магнітне зміцнення деталей машин.

Тема 10. Методи лазерного, електронно-променевого, плазмового та детонаційного зміцнення деталей машин.

Групи методів зміцнення поверхонь деталей машин концентрованими потоками енергії. Лазерне зміцнення: суть процесу. Лазерне устаткування. Електронно-променева обробка: суть процесу. Методи детонаційного та плазмового нанесення

покриттів. Плазмове поверхнєве зміцнення деталей: суть процесу, устаткування. Схеми плазмотронів. Технологічні варіанти плазмового зміцнення деталей.

Лекція – 6 год.

Література – [3, с. 130-148].

Тема 11. Вакуумне іонно-плазмове зміцнення, іонне магнетронне розпилення, іонне легування.

Вакуумне іонно-плазмове зміцнення деталей машин: суть процесу. Методи вакуумної іонно-плазмової технології. Іонне розпилення, магнетронне розпилення: суть процесу. Іонне осадження покриттів. Іонно-дифузійне насичення: суть процесу. Іонне легування (імплантація).

Лекція – 4 год.

Література – [2, с. 170-185].

Тема 12. Магнітне зміцнення деталей машин.

Методи магнітної обробки. Сутність магнітної обробки. Схеми обробки імпульсним та постійним магнітним полем. Область застосування методів магнітної обробки.

Лекція – 2 год.

Література – [3, с. 7-18, 35-50].

7.Орієнтовний розподіл навчального часу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
лк		пр	лаб	інд	с.р.	лк		пр	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
МОДУЛЬ 1												
Змістовий модуль 1. Причини руйнувань та методи підвищення надійності деталей машин. Властивості поверхневого шару деталей машин.												
Тема 1. Причини руйнувань та методи підвищення надійності деталей машин.	10	2				8	5,5	0,5				5
Тема 2. Оздоблювальні методи обробки.	16	2		6		8	22	0,5				21,5
Тема 3. Властивості поверхневого шару деталей машин.	8	2				6	5					5
Разом за змістовим модулем 1	34	6		6		22	32,5	1				31,5
МОДУЛЬ 2												
Змістовий модуль 2. Технологічні характеристики методів обробки деталей машин. Наклеп та його характеристики. Залишкові напруження та методи їх визначення.												
Тема 4. Наклеп поверхневого шару. Методи визначення глибини наклепу.	7	2				5	10,5	0,5				10
Тема 5. Алмазне вигладжування (АВ).	12	2		4		6	12,5	0,5		2		10
Тема 6. Методи дослідження залишкових напружень.	9	2		2		5	10,5	0,5				10
Тема 7. Вібровигладжування і віброобкатування.	7	2				5	6					6
Тема 8. Віброударна обробка.	8	2				6	4					4
Тема 9. Інструменти і робочі тіла, що використовуються при ППД. Робочі тіла і робочі середовища для ударних методів ППД.	7	2				5	4					4
Разом за змістовим модулем 2	50	12		6		32	47,5	1,5		2		44
МОДУЛЬ 3												
Змістовий модуль 3. Методи лазерного, електронно-променевого, плазмового та детонаційного зміцнення деталей машин. Магнітне зміцнення деталей машин.												

Тема 10. Методи лазерного, електронно-променевого, плазмового та детонаційного зміцнення деталей машин.	20	6				10	14,5	1,5				13
Тема 11. Вакуумне іонно-плазмове зміцнення, іонне магнетронне розпилення, іонне легування.	20	4		2		6	12	2,0				10
Тема 12. Магнітне зміцнення деталей машин.		2				6	13.5					13.5
Разом за змістовим модулем 3	40	12		8		22	40	3,5				36.5
Усього годин	120	30		14		76	120	6		2		112

8. Види навчальних занять та їх орієнтовний зміст

№ з/п	Тема	Вид занять	Орієнтовний зміст
1	Дослідження впливу алмазного вигладжування на шорсткість поверхні.	лабораторна	Встановити факт впливу режиму алмазного вигладжування на шорсткість поверхні, отримати модель, що відображає залежність параметра шорсткості R_a від зусилля P_y , подачі S і швидкості V алмазного вигладжування.
2	Формування якості поверхні при зміцненні сталевими кульками у силовому ультразвуковому полі.	лабораторна	Вивчити технологічний процес зміцнення навантажених деталей поверхневим пластичним деформуванням сталевими кульками у потужному ультразвуковому полі. Виконати налагодження установки, провести зміцнення зразків і обробку експериментальних даних, зробити аналіз впливу режимів зміцнення на формування якості поверхні.
3	Дослідження поверхневого напруженого стану деталей газотурбінних двигунів.	лабораторна	Ознайомиться з видами залишкових напружень та методами їх визначення. Вивчити методику визначення залишкового напруженого стану поверхневих шарів методом послідовного видалення шарів металу електролітичним поліруванням.
4	Дослідження лопаток І ст. компресора дв. ТВ3-117, виготовлених із титанових сплавів ВТ8 та ВТ8М, що мають пошкодження пера в експлуатації.	самотійна	Дослідження геометрії лопаток, визначення частот власних коливань та вимірювання профілю пера.
5	Дослідження лопаток І ст.	самотійна	Дослідження параметрів

компресора дв. ТВЗ-117, виготовлених із титанових сплавів ВТ8 та ВТ8М, що мають пошкодження пера в експлуатації.		поверхневого шару лопаток: шорсткості поверхні, мікротвердості, залишкових напружень.
--	--	---

9.Форми та методи контролю

Методами контролю є: усний контроль (усне опитування), письмовий, тестовий, графічний, програмований контроль, практична перевірка, а також методи самоконтролю і самооцінки.

10.Критерії оцінювання результатів навчання

Поточне тестування та самостійна робота												Оцінка
МОДУЛЬ 1			МОДУЛЬ 2						МОДУЛЬ 3			
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2						Змістовий модуль 3			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
5	5	5	5	5	5	5	5	10	20	20	10	зараховано

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

11. Політика курсу

Під час навчання студенти зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності:

- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю;
- дотримуватися норм законодавства про авторське право;
- приймати активну участь у навчальному процесі;
- не запізнюватися на заняття, не пропускати заняття без поважних причин;
- самостійно і своєчасно вивчати матеріал пропущеного заняття;
- давати достовірну інформацію про результати власної навчальної діяльності.
- бути терпимим і доброзичливим до однокурсників та викладачів.

12. Методичне забезпечення

1. Методичні рекомендації до лабораторної роботи "Дослідження впливу режиму алмазного вигладжування на шорсткість поверхні". для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Г.В. Пухальська– Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 9 с.

2. Методичні рекомендації до лабораторної роботи "Формування якості поверхні при зміцненні сталевими кульками у силовому ультразвуковому полі" для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Г.В. Пухальська, –Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 34 с.

3. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Дослідження поверхневого напруженого стану деталей газотурбінних двигунів» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Д.В. Павленко, Г.В. Пухальська, –Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 25 с.

4. Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з вивчення дисципліни “Зміцнюючі технології у виробництві деталей машин” для студентів зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Г.В. Пухальська .– Запоріжжя: НУ«Запорізька політехніка», 2024 – 20 с.

13. Перелік навчальної, наукової та довідкової літератури

1. Методи поверхневого зміцнення у процесі виготовлення деталей машин: навч. посіб. / А.Г.Фесенко та [ін.] – Д.: РВВ ДНУ, 2015. – 104 с.
2. Погребна Н.Е., Куцова В.З., Котова Т.В. Способи зміцнення металів: Навчальний посібник.- Дніпро: НМетАУ, 2021,-89 с.
3. Інтегровані технології обробки матеріалів [Текст]: підручник / Е.С. Геворкян, Л.А. Тимофєєва, В.П. Нерубацький та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2016 – 238 с.

4. Технологічні основи машинобудування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 – Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування /І.Е.Яковенко, О.А.Пермяков, А.В.Фесенко – Харків: НТУ «ХП», 2022. – 421 с.
5. Технологічне прогнозування. Вступний курс: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 – Прикладна механіка та 133 – Галузеве машинобудування /О.А.Пермяков, І.Е.Яковенко – Харків: НТУ «ХП», 2022. – 160 с.

14.Рекомендовані інформаційні джерела

1. Сучасні зміцнюючі технології швидкозношуваних деталей машин для харчової обробки. – [Електронний ресурс] – Режим доступу до сайту: <<https://helpiks.org/8-84362.html>>