

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра Технології машинобудування

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Перший проректор

В.Г. Прушківський

“        ”        2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ППВВ 08 ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ТА МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЙ

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування

(назва спеціалізації)

інститут, факультет Машинобудівний

(назва інституту, факультету)

мова навчання українська

Робоча програма ППВС 08 Дослідження фізичних та механічних властивостей конструкцій для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, освітня програма (спеціалізація) – технології машинобудування.

„20” серпня 2019 року – 12 с.

Розробник: Гончар Н.В., доц. каф. технологій машинобудування, к.т.н, доц.  
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри «Технології машинобудування»  
протокол від “22” серпня 2019 року № 1

Завідувач кафедри

«Технології машинобудування»

\_\_\_\_\_

(підпис)

(Дядя С.І.)  
(прізвище та ініціали)

“22” серпня 2019 року

Схвалено науково-методичною комісією машинобудівного факультету

протокол від. “03” вересня 2019 року № 1

“03” вересня 2019 року Голова \_\_\_\_\_

(підпис)

( Глушко В.І. )  
(прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми\* \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року Керівник групи \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 13 Механічна інженерія	За вибором ВНЗ	
Модулів – 2	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація): 131 Прикладна механіка (Технології машинобудування)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		5-й	5-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 150		10-й	10-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента - 8	Освітній ступінь: другий (магістерський) рівень освіти	<b>Лекції</b>	
		14 год.	4 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		год.	год.
		<b>Лабораторні</b>	
		28 год.	6 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		108 год.	140 год.
<b>Індивідуальні завдання:</b> год.			
Вид контролю: іспит			

#### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 0,3

для заочної форми навчання – 0,08

#### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета дисципліни** – надання студентам цілісних знань та навичок щодо проведення необхідних експериментальних досліджень фізичних та механічних властивостей та якості поверхні деталей машин (такі як параметри шорсткості, наклепу, витривалості, залишкових напружень, мікро- та макроструктури тощо), їх аналізу та вибору раціональних технологічних можливостей забезпечення найбільш сприятливих властивостей та параметрів деталей машин з точки зору підвищення їх експлуатаційних якостей.

**Завдання вивчення дисципліни** Загальним завданням курсу є підготовка висококваліфікованих фахівців, добре володіючих на сучасному рівні те-

оретичними основами використання фінішних методів в технологічному процесі обробки деталей для підвищення міцностної надійності, як параметру несучої здатності виробів.

Знання, які студенти отримують при вивченні цієї дисципліни використовуються в роботі над магістерською роботою. Також ці знання студенти випускники зможуть використовувати для подальшої роботи на підприємствах машинобудівного профілю, для контрольних функцій та наукової діяльності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати **загальні компетентності**: здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми; навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт; **фахові компетентності**: здатність проводити аналіз існуючих та нових даних щодо поставлених задач, досліджень, проблем тощо; здатність використовувати споріднені комп'ютерні програми та модулі на етапах життєвого циклу виготовлення промислових виробів; здатність проводити планування дослідження із залученням сучасних інформаційних технологій, формувати цілі дослідження, складати техніко-економічне обґрунтування досліджень, що проводяться; здатність надати науково-практичне обґрунтування проєктів; здатність моделювати процеси зміцнення поверхонь деталей, використовуючи набуті знання та методи математичного моделювання із застосуванням комп'ютерних технологій та програмного забезпечення; здатність, використовуючи знання форм і методів наукового пізнання, застосовувати їх у галузі механічної інженерії; здатність прогнозувати зміни в технологіях виготовлення деталей та заготовок, використовуючи патентні дослідження, рекомендації і стандарти, світову наукову та технічну літературу; здатність обробляти отримані результати, аналізувати і осмислювати їх; здатність застосовувати програмне забезпечення з науково-обґрунтованим вибором даних; **очікувані програмні результати навчання**: використання професійно-профільованих знань для обробки статистичних даних та математичного моделювання; інтерпретування отриманих експериментальних даних, враховуючи масштабний та інші фактори, використання методів обробки одержаних даних в чисельній та графічній формі; аналіз отриманих результатів, синтез висновків або розробка технічних і технологічних рекомендацій щодо забезпечення необхідного рівня тих чи інших фізико-механічних властивостей для забезпечення заданих експлуатаційних властивостей конструкцій.

## 2. Програма навчальної дисципліни

### *Змістовий модуль 1. Вступ. Загальні поняття*

**Тема 1 Методика підготовки проведення досліджень параметрів якості поверхні та фізико-механічних властивостей поверхневого шару.**

Мета проведення експериментальних досліджень; натурні та лабораторні зразки; методики підготовки зразків та проведення досліджень параметрів якості поверхні, напружено-деформованого стану деталей, властивостей поверхневого шару тощо. Зв'язок вищеназваних факторів на експлуатаційні властивості деталей машин.

Методи фінішної обробки та їх режими, що впливають на змінення вищеназваних параметрів, їх переваги та недоліки в технологічному, технічному, екологічному та економічному плані.

Ознайомлення з нормативною документацією щодо зразків та проведення досліджень витривалості, шорсткості, мікротвердості тощо (зокрема ГОСТи та ДСТУ)

[1] с.93-118; [7] с.140-154, 271-296; [9] с.210-285; [10] с.27-50

### **Тема 2 Методика збору та аналізу результатів досліджень.**

Дослідницьке обладнання (мікротвердоміри, віброелектродинамічні стенди різної потужності, пристрої для досліджень залишкових напружень різними методами, профілографи, профілометри, контуроміри, оптичні мікроскопи, растрові мікроскопи тощо), контрольні пристрої (різноманітні датчики, частотоміри, осцилографи, термопари тощо).

Визначення кількості експериментів та кількості зразків в кожній партії; методика та послідовність проведення різноманітних експериментів; можливості автоматизації проведення експериментальних випробувань.

Оформлення протоколів випробувань на витривалість, досліджень мікротвердості, залишкових напружень, параметрів шорсткості тощо. Методи зменшення похибки експериментів; тензометрування.

Використання можливостей персональних комп'ютерів (ПК) і сучасних математичних комп'ютерних пакетів для прискорення проведення необхідних чисельних розрахунків та статистичної обробки отриманих результатів.

[2] с.7-35; [4] с.9-49, 160-185; [7] с.155-222, [10] с.51-69

### *Змістовий модуль 2. Практичне забезпечення проведення експериментальних досліджень*

**Тема 3 Реєстрація, обробка та аналіз результатів досліджень: на циклічну міцність, параметрів шорсткості, властивостей поверхневого шару.**

Контроль за проведенням експерименту та реєстрація отриманих даних; визначення моменту зародження тріщини під час випробувань зразків на втомленість; вібропереміщення, віброприскорення. Визначення глибини дефектного

шару і досягнення серцевини матеріалу при вимірюванні мікротвердості на «коших» шліфах. Визначення утворюючої лінії заміру контурів та довжини траси при дослідженні шорсткості. Дослідження залишкових напружень на установці ПІОН-2. Визначення кількості полів зору та масштабу при дослідженні мікроструктури поверхні тощо.

Розрахунки для отримання залежності: діагональ відбитку – мікротвердість – параметри наклепу; глибина та значення залишкових напружень із стрічки заміру прогину зразка; параметри шорсткості з профілограми; величини циклічних напружень з амплітуди коливань; відсоток площини, що займає фаза – з діагоналі або діаметру дискретних часток фази тощо.

Отримання кривої втомленості, епюри залишкових напружень та інших залежностей в графічному виді; отримання математичних залежностей після проведення статистичної обробки результатів досліджень; їх аналіз та систематизація в залежності від поставленої мети.

Використання сучасного комп'ютерного забезпечення для розрахунків, замірів, креслення та отримання графіків та таблиць.

[3]с.145-181; [4]с.50-98; [6]с.126-134, [8]с.105-113; [10]с.204-218

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Змістові модулі (теми)	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		Лекції	Лабораторні заняття	Практичні роботи	Індивідуальна робота	Самостійна робота		Лекції	Лабораторні заняття	Практичні роботи	Індивідуальна робота	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1. Вступ. Уточнення загальних розрахунків на міцність, вібра-</b>												
Тема 1. Методика підготовки проведення досліджень параметрів якості поверхні та фізико-механічних властивостей поверхневого шару.	40	4	8	–	–	28	38	1	2	–	–	35
Тема 2. Методика збору та аналізу результатів досліджень.	40	4	6	–	–	30	38	1	2	–	–	35
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>80</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>58</b>	<b>76</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>60</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 2. Практичне забезпечення проведення експериментальних досліджень</b>												
Тема 3 Реєстрація, обробка та аналіз результатів досліджень: на циклічну міцність, параметрів шорсткості, властивостей поверхневого шару.	70	6	14	–	–	50	74	2	2	–	–	70
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>70</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>50</b>	<b>74</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>70</b>
Термін проведення екзамену – 14-й тиждень семестру												
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>108</b>	<b>150</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>140</b>

### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	-

### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Дослідження параметрів шорсткості поверхні плоских лабораторних зразків	4 год.
2	Визначення параметрів наклепу шляхом вимірювання мікротвердості «косого» шліфа	4 год.
3	Дослідження напруженого стану поверхневого шару	6 год.
4	Визначення параметрів витривалості плоских лабораторних зразків з конструктивним концентратором напружень	6 год.
5	Дослідження мікроструктури поверхонь зразків	4 год.
6	Дослідження зломів матеріалів деталей після експлуатації та зразків після досліджень на втомленість	4 год.
	Разом	28 год.

### 7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Технологічні методи фінішної обробки: полірування, доводка, суперфініш, віброабразивна та віхр'юва обробка, дробострумова та піскоструминна, обробка в псевдозрідженому шарі абразиву (ПСА), гідро- та пневмо-струмова обробка, ультразвукове зміцнення (УЗЗ), алмазне вигладжування та вигладжування роликками тощо.	28
2	Прискорені методи дослідження. Масштабний фактор тощо.	30
3	Математичні методи статистичної обробки. Параметри статистичних розрахунків результатів експериментальних досліджень. Середньоквадратичне відхилення (СКО). Особливості аналізу отриманих результатів для визначення послідовності технологічних методів в фінішній частині технологічного процесу виготовлення деталей машин, що потребують особливих властивостей поверхневого шару.	50
	Разом	108

## 9. Індивідуальні завдання

Для студентів денної форми навчання – підготовка доповіді.

Для студентів заочної форми навчання – контрольна робота, яка включає в себе завдання вищеназваної тематики.

## 10. Методи навчання

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання:

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (рисунок, схеми, графіки);
- лабораторна робота – для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань;
- аналітичний метод – уявного (практичного) розкладу цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.



## 11. Очікувані результати навчання з дисципліни

Після вивчення курсу студенти *повинні знати*: основні методики проведення досліджень; можливості сучасного обладнання для проведення експериментів; методи обробки одержаних експериментальних даних в чисельній та графічній формі; статистичні методи обробки і отримання математичних залежностей; технологічні методи забезпечення необхідного рівня тих чи інших фізико-механічних властивостей, та їх загальний вплив на експлуатаційні властивості деталей машин та *мати уявлення* про основні проблеми та головні напрямки їх рішення за допомогою сучасних методів проведення експериментів, їх моніторингу та запису з високою роздільною здатністю, використання сучасних версій статистичних програмних засобів.

## 12. Засоби оцінювання

Успішність студентів денної форми навчання оцінюється за результатами:

- опитування з кожної теми;
- захисту звітів про виконання лабораторних робіт;
- рубіжного контролю за кожний блок змістовних модулів.

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання лабораторних робіт;
- захисту контрольної роботи;
- усного опитування за окремими змістовними модулями.

## 13. Критерії оцінювання

Студент, який отримав незадовільну семестрову оцінку за результатами РК, має можливість покращити результат під час підсумкового опитування при наявності звітів про всі види робіт, передбачених робочою програмою дисципліни

### *Критерії оцінювання для екзамену*

Поточне тестування та самостійна робота		Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль № 2		
T1	T2	T3	100
10	10	20	

T1, T2 ... T3 – теми змістових модулів.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
85-89	<b>B</b>	добре	
75-84	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>	задовільно	
60-69	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

#### 14. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Дослідження фізичних та механічних властивостей конструкцій» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання / Укл.: Гончар Н.В., Кондратюк Е.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 31 с.

2. Методичні рекомендації до самостійної роботи з вивчення дисципліни «Дослідження фізичних та механічних властивостей конструкцій» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання / Укл. Н.В. Гончар, Е.В. Кондратюк – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 17 с.

#### 15. Рекомендована література Базова

1. Сулима А.М., Шулов В.А, Ягодкин Ю.Д. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин / М.: Машиностроение, 1988.– 240 с.

2. Глазов В.М., Вигдорович В.Н. Микротвердость металлов и полупроводников [2-е изд.] / М.: Металлургия, 1969. – 248 с.

3. Биргер И.А. Остаточные напряжения / М.: Государственное научно-техническое изд-во машиностроительной литературы, 1963. – 232 с.

4. Школьник Л.М. Методика усталостных испытаний. Справочник /

М.: Металлургия, 1978. – 301 с.

5. Фрактография и атлас фрактограмм. Справочник [под ред. Д.Т. Феллоуза], перевод с англ. / М.: Металлургия, 1982. – 490 с.

6. Степнов М.Н. Статистическая обработка результатов механических испытаний / Степнов М.Н. – М.: Машиностроение, 1972. – 231 с.

### Допоміжна

7. Трощенко В.Т., Сосновский Л.А. Соппротивление усталости металлов и сплавов. Справочник в 2-х томах / К.: Наукова думка, 1987. – ч.1.– 512 с.

8. Трощенко В.Т., Красовский А.Я., Покровский В.В. и др. Соппротивление материалов деформированию и разрушению. Справочное пособие в 2-х томах / К.: Наукова думка, 1993. – ч.1.– 285 с.

9. Трощенко В.Т., Красовский А.Я., Покровский В.В. и др. Соппротивление материалов деформированию и разрушению. Справочное пособие в 2-х томах / К.: Наукова думка, 1993. – ч.2.– 701 с.

10. Петухов А.Н. Соппротивление усталости деталей ГТД / М.: Машиностроение, 1993. – 240 с.

11. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин / М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.

12. Адашкин А.М. Материаловедение (металлообработка) / А.М. Адашкин, В.М. Зуев // М.: Изд-во «Академия», 2002. – 240 с.

13. Богуслаев В.А. Авиационно-космические материалы и технологии / В.А. Богуслаев, А.Я. Качан, В.Т. Калинина и др. // Запорожье: Изд-во «Мотор Сич», 2009. – 383 с.

14. Машиностроение. Энциклопедия в 40 томах. Раздел III: технология производства машин. Том III-3: Технология изготовления деталей машин / М.: Машиностроение, 2002. – 839 с.

15. ДСТУ 2860–94 Надійність техніки. Терміни та визначення.

16. ГОСТ 8.010-99. ГСИ. Методики выполнения измерений. Основные положения.

17. ГОСТ 8.057-80. ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения.

18. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.

19. ГОСТ 25142-82. Шероховатость поверхности. Термины и определения.

20. ГОСТ 9847-79. Приборы оптические для измерения параметров шероховатости поверхности.

21. ГОСТ 27964-88. Измерение параметров шероховатости. Термины и определения.

22. ГОСТ 9450-76. Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников.

23. ГОСТ 15855-77. Измерение времени и частоты. Термины и определения.
24. ГОСТ 7601-78. Физическая оптика. Термины, буквенные обозначения и определение основных величин.
25. ГОСТ 3.1507-84. ЕСТД. Правила оформления документов на испытания.
26. ГОСТ 18296-72. Обработка поверхностей пластическим деформированием. Термины и определения.
27. ГОСТ 25.502-79. Методы испытаний на усталость.

## **16. Інформаційні ресурси**

28. Електронний ресурс: [https://stud.com.ua/72514/tehnika/shorstkist\\_po-verhon](https://stud.com.ua/72514/tehnika/shorstkist_po-verhon).
29. Електронний ресурс: <http://www.scribub.com/limba/ucraineana/52748.php>
30. Електронний ресурс: <http://bcoreanda.com/ShowObject.aspx?ID=109>.