

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор (перший проректор)

_____ Е.А. Гугнін
«_____» _____ 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Спеціальні методи підвищення зносостійкості деталей машин

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій»

(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут, факультет Фізико-технічний інститут, Інженерно-фізичний факультет

(найменування інституту, факультету)

мова навчання українська

Робоча програма «Спеціальні методи підвищення зносостійкості деталей машин»
(назва навчальної дисципліни)

для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»,
освітня програма (спеціалізація) «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій».
(назва освітньої програми (спеціалізації))

«_____» _____, 2020 року - _____ с.

Розробники: Андрущенко М.І., доцент, канд. техн. наук, доцент
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри
Обладнання і технології зварювального виробництва

Протокол від «13» травня 2020 року № 9

Завідувач кафедри Обладнання і технології зварювального виробництва
(найменування кафедри)

«_____» _____ 2020 року _____ (О. В. Овчинников)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-фізичного факультету
(найменування факультету)

Протокол від «_____» _____ 2020 року № _____

«_____» _____ 2020 року Голова _____ (О. В. Климов)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми*

«_____» _____ 2020 року Керівник групи _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

_____ 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і назва)	вибіркова	
Модулів – 2	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) <u>131 Прикладна механіка</u> (код і назва) <u>«Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій»</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин - 180		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 8,6	Освітній ступінь: <u>магістр</u>	Лекції	
		28 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		0 год.	0 год.
		Лабораторні	
		28 год.	6 год.
		Самостійна робота	
		120 год.	168 год.
		Індивідуальні завдання: 0 год.	
		Вид контролю: залік	

Примітка. 4 год – інші види робіт

Примітка.

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

для денної форми навчання - 0,5 (60/120)

для заочної форми навчання - 0,07 (12/168)

2. Мета навчальної дисципліни

Мета – дати студентам знання про: спеціальні методи підвищення зносостійкості деталей машин, матеріали для інженерії поверхні та особливості їхнього поводження при роботі в різних умовах зношування; комбіновані способи наплавлення з наступною цементацією; формування структури і властивостей в залежності від хімічного складу і способів термічної обробки сплавів та інше.

Завдання – навчитися принципам вибору спеціальних методів підвищення зносостійкості деталей машин та способів управління структурним станом сталей, сплавів та наплавленого металу.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати:

загальні компетентності:

- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК2);

фахові компетентності:

- здатність аналізу матеріалів, конструкції та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки (ФК1);

- 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 (ФК2);

- здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук (ФК10);

- здатність використовувати базові уявлення про різноманітність спеціальних технологічних методів підвищення зносостійкості деталей машин (КСП-1);

- здатність використовувати сучасні уявлення про методологію проектування технологічних процесів відновлення та підвищення зносостійкості деталей машин (КСП-2);

- здатність розробляти сучасні технологічні процеси підвищення зносостійкості деталей машин (КСП-3).

Очікувані програмні результати навчання:

- використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань (РН2);

- оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження (РН4);

- використовуючи основні принципи і методи проектування технологій підвищення зносостійкості деталей машин за допомогою довідкової документації, розробляти можливі варіанти технологічних процесів відновлення та зміцнення виробів (01.ПФ.Д.02.ПР.О.03);

- використовуючи основні принципи і методи проектування технологій підвищення зносостійкості деталей машин за допомогою довідкової літератури, вибирати оптимальний варіант відновлення та зміцнення виробів (01.ПФ.Д.02.ПР.О.04);

- використовуючи знання з побудови технологічних процесів, за допомогою джерел з науково-технічної інформації визначати можливі шляхи інноваційного характеру для удосконалення технологій відновлення та зміцнення деталей машин (02.ПФ.Д.02.ПР.О.05);

- використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів відновлення та зміцнення виробів за допомогою довідкової документації, розробляти можливі варіанти спеціальних методів підвищення зносостійкості деталей машин (01.ПФ.Д.01.ПР.О.02);

- використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів відновлення та зміцнення виробів за допомогою довідкової літератури, вибирати оптимальний варіант технологічного рішення підвищення зносостійкості деталей машин (01.ПФ.Д.02.ПР.О.03);

- використовуючи знання з основ наукових досліджень, за допомогою встановлених критеріїв інноваційності приймати науково-технічне рішення з удосконалення технологій підвищення зносостійкості деталей машин (02.ПФ.Д.02.ПР.О.07);

- використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів відновлення та зміцнення виробів за допомогою довідкової документації, розробляти можливі варіанти підвищення зносостійкості деталей машин (01.ПФ.Д.01.ПР.О.02);

- використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів відновлення та зміцнення виробів за допомогою довідкової літератури, вибирати оптимальний варіант підвищення зносостійкості та довговічності деталей машин (01.ПФ.Д.02.ПР.О.04).

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Сучасні методи легування та зміцнення металів.

Тема 1. Вступ.

Предмет і зміст курсу та його роль у формуванні інженера-зварника. Класифікація зносостійких матеріалів.

Тема 2. Способи прогнозування і управління структурою металу.

Сучасні методи легування наплавного металу, зв'язок між умовами роботи деталей машин і вимогами щодо точності легування наплавленого металу.

Вибір типу металу і структури в залежності від характеру зношування робочих поверхонь конструкцій. Вплив складу і структурного стану металу на

його працездатність. Сплави, здатні до самозміцнення в процесі взаємодії із середовищем яке зношує.

Тема 3. Обґрунтування вибору матеріалів і режимів процесів відновлення.

Матеріали для механізованого дугового і плазмового наплавлення і металізації. Наплавлення холоднокатаними та керамічними стрічками, вибір і обґрунтування режимів процесів відновлення.

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Спеціальні методи підвищення зносостійкості деталей машин.

Тема 4. Комбіновані способи наплавлення з наступною хіміко-термічною обробкою.

Дослідження матеріалів та технології підвищення зносостійкості деталей машин комбінованим способом – наплавленням з наступною хіміко-термічною обробкою.

Тема 5. Створення зносостійких матеріалів методами порошкової металургії.

Дослідження впливу типу, кількості карбідів і способів формування структури на зносостійкість карбідосталей.

Підвищення зносостійкості металу шляхом створення метастабільних структур. Формування структури і властивостей в залежності від хімічного складу і способів термічної обробки сплавів.

Тема 6. Принципи створення та обробки матеріалів здатних до самозміцнення.

Вплив хімічного складу та способів і режимів обробки на здатність матеріалів до самозміцнення в процесі абразивного зношування.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Сучасні методи легування та зміцнення металів.												
Тема 1.	28	4		4		20	31	1		2		28
Тема 2.	29	5		4		20	31	1		2		28
Тема 3.	29	5		4		20	29	1				28
Разом за змістовим модулем 1	86	14		12		60	91	3		4		84
Модуль 2												
Змістовий модуль 2. Спеціальні методи підвищення зносостійкості деталей машин.												
Тема 4.	28	4		4		20	31	1		2		28
Тема 5.	29	5		4		20	29	1				28
Тема 6.	33	5		8		20	29	1				28
Разом за змістовим модулем 2	90	14		16		60	89	3		2		84
Усього годин	176	28		28		120	180	6		6		168
ІНДЗ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Усього годин	176	28		28		120	180	6		6		168

Примітка. 4 год – інші види робіт

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	—	—

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	—	—

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження структури, твердості та зносостійкості цементованого шару сталей типу X13 в залежності від параметрів процесу цементації	4
2	Дослідження методів підвищення зносостійкості деталей шляхом пластичного деформування поверхні та твердого точіння	4
3	Дослідження матеріалів та технології підвищення зносостійкості деталей машин комбінованим способом – наплавленням з наступним насиченням вуглецем	4
4	Дослідження методів та технології управління структурою шляхом пошуку хімічного складу наплавленого металу, критична швидкість охолодження, якого б забезпечувала формування в умовах не керованого термічного циклу наплавлення необхідної метастабільної структури і високу здатність до самозміцнення поверхні тертя в умовах абразивного зношування	4
5	Аналіз та засвоєння методики управління структурою наплавленого металу технологічними способами для отримання достатньої кількості залишкового високовуглецевого аустеніту здатного до перетворення в мартенсит деформації	4
6	Проведення порівняльного аналізу способів борування металів та дослідження структури і властивостей борованого шару	4
7	Прогнозування механізму і інтенсивності зношування на основі оцінки співвідношення твердостей абразиву і матеріалу, що зношується	4

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заоч
1	Класифікація зносостійких матеріалів.	20	28
2	Вибір типу металу і структури в залежності від характеру зношування робочих поверхонь конструкцій.	20	28
3	Вплив складу і структурного стану металу на його працездатність.	20	28
4	Сплави, здатні до само зміцнення в процесі взаємодії із середовищем яке зношує.	20	28
5	Способи прогнозування і управління структурою металу.	20	28
6	Наплавлення холоднокатаними та керамічними стрічками, вибір і обґрунтування режимів процесів відновлення.	20	28
	Разом	120	168

9. Індивідуальні завдання

Для студентів заочної форми навчання – контрольна робота.

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 (малюнки, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань;
- аналітичний метод – мисленевого або 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

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен розуміти, як впливає структура, основні механічні і фізичні властивості матеріалів на експлуатаційні характеристики деталей, з яких вони виготовлені; володіти методами дослідження структури матеріалів і визначення їхніх властивостей залежно від параметрів зношування; мати здатність грамотно й обґрунтовано призначити матеріал для відновлення деталей машин виходячи, як з умов їхньої роботи, так і з урахуванням технологічності процесів зміцнення, крім того, передбачати можливі причини дефектів структури й відхилення рівня властивостей від оптимального й призначати способи їхнього усунення.

12. Засоби оцінювання

Для студентів денної форми навчання: усне опитування на лабораторних заняттях, аудиторна контрольна робота.

Для студентів заочної форми навчання: захист контрольної роботи, тестування.

13. Критерії оцінювання

Приклад для заліку

Поточне тестування та самостійна робота						Сума
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль № 2			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	100
15	15	15	15	15	15	

T1, T2 ... T6 – 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	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

14. Рекомендована література

Базова

1. Солнцев Ю.П. Специальные материалы в машиностроении: учебник для вузов / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Пирайнен В.Ю. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. – 639 с.
2. Слесарчук В.А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие/ Слесарчук В.А. – Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015.— 392 с.
3. Гудремон Э. Специальные стали. - М.: Металлургия, 1966. – Т. – 736 с.
4. Гуляев А.П. Металловедение / А.П. Гуляев – М.: Металлургия, 1978. – 645 с.
5. Кришталл М.А. Механизм диффузии в железных сплавах. - М.: Металлургия, 1972. – 400 с.
6. Лахтин Ю.М. Термическая обработка в машиностроении: Справочник / Под ред., Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштадта. – М.: Машиностроение, 1980. - 783с.
7. Либенсон Г. А. Основы порошковой металлургии – М.: Металлургия, 1987. – 207 с.

Допоміжна

1. Андрущенко М.И. Способность к самоупрочнению поверхности трения в процессе абразивного изнашивания и износостойкость сталей в зависимости от содержания углерода и хрома / М.И. Андрущенко, Р.А. Куликовский, М.Ю. Осипов, А.В. Холод, А.Е. Капустян // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2014. – №1. – С. 92-100.
2. Андрущенко М.И. Сравнительный анализ способности к упрочнению и износостойкости в условиях абразивного изнашивания сталей системы Fe-C-Cr в зависимости от способов управления структурным состоянием / М.И. Андрущенко, Р.А. Куликовский, М.М. Брыков. // Металл и литье Украины. – 2006. - №6. – С. 42-46.
3. Брыков, М.Н. К вопросу о закономерностях сопротивляемости сталей и сплавов абразивному изнашиванию / М.Н. Брыков, Н.Н. Брыков. // Problems of Tribology. – 1997. – №4. – С. 13 – 20.
4. Влияние углерода и хрома на способность к упрочнению и износостойкость бескарбидных сталей в условиях абразивного изнашивания / Андрущенко М.И., Рузов О.Э., Куликовский Р.А., Брыков Н.Н. // Проблемы трибологии, 2003 - № . – с. .
5. Влияние хрома на глубину и свойства низкоуглеродистой стали / Ляхович Л.С и др. // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1977 - №2. - С. 53-53.
6. Зварювальні матеріали для зварювання сталей і чавуну (електроди,

флюси, дріт). Довідник під ред. В.Н. Горпенюка. - К: Наукова думка, 1994. - 622 с.

7. Исследование и разработка технологии изготовления деталей пресс-форм из сталей типа X13 // В.С. Попов, Н.Н. Брыков, М.И. Андрущенко и др. // Огнеупоры – 1983. - № 7. – с.36-39.

8. Конева Н.А. Физика прочности металлов и сплавов/ Н.А. Конева // Соросовский образовательный журнал – 1997. - №7 – с. 95-102.

9. Коршунов Л.Г. Влияние марганца на износостойкость марганцовистых метастабильных аустенитных сталей / Л.Г. Коршунов, Н.Л. Черненко // Трение и износ. – 1984. – Т.V, №1. – С. 106-112.

10. Коршунов Л.Г. Структурные превращения при трении и износостойкость аустенитных сталей / Л.Г. Коршунов // ФММ. – 1992. – №8. – С. 3-21.

11. Куликовский Р. А. Особенности разработки и применения материалов с метастабильным аустенитом для наплавки штампов пресс-форм / Р. А. Куликовский, М. И. Андрущенко // Современные проблемы сварки, наплавки и материаловедения: республик. науч.-методич. конф.: тезисы докл. – Мариуполь: ПГТУ, 2005. – С. 196-198.

12. Куликовский Р.А. Разработка износостойких бескарбидных наплавочных материалов для эксплуатации в условиях абразивного изнашивания: Дисс. ЗНТУ, 2007. – 166 с

13. Материалы на основе карбидов: Сборник научных трудов – Киев: ИПМ АН УССР, 1987. – 180 с.

14. Мовчан В.И. Структура низкоуглеродистых быстрорежущих сталей после цементации / В.И. Мовчан, Л.А. Воронкина, Л.Г. Педан. // Металловедение и термическая обработка металлов – 1987. – № 3 - с. 36-38.

15. Одинцов Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: справочник / Л. Г. Одинцов. – М. : Машиностроение, 1987. – 328 с.

16. Переверзев В.М. Влияние карбидов на стойкость цементованных сталей к изнашиванию в кварцевом абразиве/ В.М., Переверзев В.И. Колмыков, В.А. Воротников. // Металловедение и термическая обработка металлов – 1990. – №4 - с. 45-47.

17. Прогнозирование механизма и интенсивности изнашивания на основе оценки соотношения твердостей абразива и изнашиваемого материала/ М.И. Андрущенко, Р.А. Куликовский, М.Н. Брыков, Д.М. Андрущенко // Problems of Tribology. – 2009. – №1. – С. 6 – 12.

18. Сварка и свариваемые материалы. Справочник. Под ред. В.Н. Волченко – М.: Металлургия. – Т.1. – 1991. – 527 с.

19. Смелянский В. М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием / В. М. Смелянский. – М.: Машиностроение, 2002. – 300 с.

20. Степанова, Т.Ю. Технологии поверхностного упрочнения деталей машин: учебное пособие / Т.Ю. Степанова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т.-

Иваново, 2009.- 64с.- ISBN – 5-9616-0315-4.

21. Структура и свойства нитроцементованных сталей 4X5МФС и 20X13, используемых для изготовления режущего инструмента/ А.Н Тарасов, Т.П Колина. // Металловедение и термическая обработка металлов – 2003. – с. 32-36.

22. Тарасов А.Н, Колина Т.П. Структура и свойства нитроцементованных сталей 4X5МФС и 20X13, используемых для изготовления режущего инструмента // Металловедение и термическая обработка металлов – 2003. – с. 32-36.

23. Тененбаум М.М. Сопротивление абразивному изнашиванию / М.М. Тененбаум // Трение и износ. – 1982. – №1. – С. 76-82.

24. Термическая обработка в машиностроении: Справочник / Под ред. Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштадта. – М.: Машиностроение, 1980 - 783с.

25. Ткаченко И.Ф. О природе влияния легирующих элементов на кинетику распада переохлажденного аустенита / И.Ф. Ткаченко, К.И. Ткаченко // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2003. – Вип. №13. – С. 123-126.

26. Тылкин М.А. Справочник термиста ремонтной службы. – М.: Металлургия, 1981. – 648 с.

27. Уменьшение залипания штампов пресс-форм при прессовании мулликорундовых огнеупоров // В.С. Попов, Н.Н. Брыков, М.И. Андрущенко и др. //Огнеупоры – 1984. - № 6. – с.36-39.

28. Филиппов М.А. Стали с метастабильным аустенитом / М.А. Филиппов, В.С. Литвинов, Ю.Р. Немировский – М.: Металлургия, 1988. – 256 с.

29. Чейлях А.П. Возможности создания метастабильных состояний аустенита в сплавах на основе железа / А.П. Чейлях // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2002. - №2. – С. 31-34.

30. Шах К.Б. Износостойкость наплавленного металла системы Fe – C – Cr / К.Б. Шах, С. Кумар, Д.К. Дуиведи // Автоматическая сварка – 2006. - №11 - с. 27-31.

15. Інформаційні ресурси

1. IPRbooks, электронное периодическое издание [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/> – 19.10.2018 г. Заголовок з екрану.

2. Наукова бібліотека ЗНТУ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://library.zntu.edu.ua/> – 19.10.2018 г. Заголовок з екрану.

3. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/> – 19.10.2018 г. Заголовок з екрану.

4. Кафедра обладнання та технології зварювального виробництва. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.zntu.edu.ua/kafedra-obladnannya-ta-tehnologiyi-zvaryvalnogo-virobnictva> – 19.10.2018. Заголовок з екрану.

5. Журнал «Автоматическая сварка». Вид. ІЕЗ ім. Е.О. Патона. Київ.

[Електронний ресурс]. Режим доступу:

<http://patonpublishinghouse.com/rus/journals/as> – 19.10.2018. Заголовок з екрану.

6. Журнал «Сварщик». Вид. ІЕЗ ім. Е.О. Патона. Київ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://welder.stc-paton.com/ru/> – 19.10.2018. Заголовок з екрану.

_____, 2020 рік