

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

Матеріали для наплавлення і напилення

(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 «Матеріали для наплавлення і напилення»

(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 невідпусковою 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		2,3-й	2,3-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)

1. Мета навчальної дисципліни

Мета – дати студентам знання про матеріали для наплавлення та напилення, і особливості їхнього поводження при роботі в різних умовах зношування. Про формування їхньої структури і властивостей в залежності від хімічного складу і способів термічної обробки наплавленого металу та інше.

Завдання – навчитися принципам вибору матеріалів для наплавлення та напилення, їхнього структурного стану та способів забезпечення необхідної структури стосовно до умов експлуатації деталей.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

загальні компетентності:

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

- визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (ЗК6);

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 матеріалів для наплавлення та напилення (КСП-1);

- здатність використовувати сучасні уявлення про методологію розробки матеріалів для наплавлення та напилення, випробування їх на зносостійкість та технологічні властивості (КСП-2);

- здатність використовувати існуючі та розробляти нові матеріали для наплавлення та напилення (КЗП-2).

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 технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою довідкової документації, розробляти нові матеріали для наплавлення та напилення зносостійких і захисних покриттів (01.ПФ.Д.01.ПР.О.01);

- використовуючи знання з основ наукових досліджень, за допомогою встановлених критеріїв інноваційності приймати науково-технічне рішення з

удосконалення матеріалів для наплавлення та напилення зносостійких і захисних покриттів (02.ПФ.Д.02.ПР.О.07);

- використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів за допомогою довідкової документації, призначати можливі варіанти методів вхідного й вихідного контролю матеріалів для наплавлення та напилення (01.ПФ.Д.01.ПР.О.02);

- використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів за допомогою довідкової літератури, передбачати можливі причини дефектів структури наплавленого матеріалу й відхилення рівня властивостей від оптимального й призначати способи їхнього усунення (01.ПФ.Д.02.ПР.О.04);

- використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів за допомогою довідкової літератури, вибирати оптимальний варіант випробування на зносостійкість та технологічні властивості матеріалів для наплавлення та напилення (01.ПФ.Д.02.ПР.О.04);

- використовуючи знання з проектування технологічних процесів виробництва матеріалів для наплавлення та напилення зносостійких і захисних покриттів за допомогою техніко-економічних норм на технологічні операції, обирати оптимальний варіант інженерного рішення (03.ПФ.Д.02.ПР.О.04);

- використовуючи основні принципи і методи відновлення та підвищення зносостійкості деталей машин за допомогою довідкової літератури та документації, грамотно й обґрунтовано обирати матеріали для наплавлення та напилення, їхнього структурного стану та способів забезпечення необхідної структури стосовно до умов експлуатації деталей (01.ПФ.Д.01.ПР.О.02);

- використовуючи основні принципи і методи відновлення виробів за допомогою довідкової літератури, грамотно й обґрунтовано призначати матеріали для наплавлення та напилення робочої поверхні деталей, виходячи як з умов їхньої роботи, так і з урахуванням технологічності процесів виготовлення і зміцнення (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 матеріалів для наплавлення та напилення зносостійких і захисних покриттів (02.ПФ.Д.02.ПР.О.05).

2. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Сучасні методи легування наплавленого металу та матеріали для ручного дугового і механізованого наплавлення.

Тема 1. Сучасні методи легування наплавленого металу.

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

Вибір типу наплавленого металу в залежності від характеру зношення робочих поверхонь конструкцій. Вплив складу і структурного стану наплавленого металу на його працездатність. Сплави, здатні до самозміцнення в процесі взаємодії із середовищем, яке зношує. Способи регулювання частки участі основного і присадного металу.

Тема 2. Покриті електроди для ручного дугового наплавлення.

Класифікація покритих електродів. Загальні і спеціальні вимоги до властивостей електродів. Типи електродних покриттів, їх властивості, переваги і недоліки, галузі використання. Умовне позначення штучних електродів для наплавлення. Розшифровка індексів. Приклади сучасних марок електродів для наплавлення.

Тема 3. Матеріали для механізованого дугового і плазмового наплавлення і металізації.

Зварювальні та наплавні дроти, суцільні і порошкові. Електродні стрічки: холоднокатані, порошкові і керамічні. Плавлені та керамічні флюси. Порошкоподібні матеріали та литі прутки. Переваги та недоліки цих матеріалів, галузі їх використання.

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Основні та допоміжні матеріали для наплавлення та напилення.

Тема 4. Матеріали для наплавлення неплавким електродом.

Графітові електроди, їх властивості й галузі використання. Вольфрамові електроди, їх властивості й галузі використання.

Тема 5. Захисні гази і суміші.

Захисні гази і суміші, вживані при наплавленні, металізації і напиленні, їх властивості, переваги і недоліки, галузі використання.

Тема 6. Присадні матеріали для наплавлення і напилення.

Прутки, флюси і порошки, які застосовують при наплавленні, металізації і напиленні; їх властивості, переваги і недоліки, галузі використання.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьог го	у тому числі					усьог о	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 наплавленого металу та матеріали для ручного дугового і механізованого наплавлення												
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. Основні та допоміжні матеріали для наплавлення та напилення.												
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		2		28
Разом за змістовим модулем 2	90	14		16		60	89	3		6		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 та властивостей (твердість і мікротвердість) металу наплавленого стандартними матеріалами	4
2	Дослідження здатності до самозміцнення і зносостійкості в умовах абразивного зношування металу наплавленого стандартними матеріалами	4
3	Аналіз та дослідження електродних та порошкових матеріалів для металізації і напилення та нанесених ними поверхневих шарів	4
4	Дослідження флюсів для зварювання та наплавлення	4
5	Вибір та дослідження матеріалів для наплавлення робочих поверхонь валів, які працюють в умовах ковзання метал по металу та фретинг-корозії	4
6	Явище самозміцнення поверхні тертя в процесі механічного зношування і його вплив на зносостійкість	4
7	Вибір та дослідження матеріалів для наплавлення робочих поверхонь штампотримачів, які працюють в умовах ковзання метал по металу з прошарком абразиву	4

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заоч
1	Сучасні методи легування наплавного металу, зв'язок між умовами роботи деталей машин і вимогами щодо точності легування наплавленого металу.	20	28
2	Покриті електроди для ручного дугового наплавлення.	20	28
3	Матеріали для механізованого дугового і плазмового наплавлення і металізації.	20	28
4	Матеріали для наплавлення неплавким електродом.	20	28
5	Захисні гази і суміші, вживані при наплавленні, металізації і напиленні, їх властивості, переваги і недоліки, галузі використання.	20	28
6	Присадні матеріали для наплавлення і напилення.	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 вплив структури й основних механічних і фізичних властивостей матеріалів на експлуатаційні характеристики деталей, з яких вони виготовлені, залежно від параметрів зношування. Володіти методами дослідження структури матеріалів і визначення їхніх властивостей, грамотно й обґрунтовано призначити матеріал деталей, виходячи як з умов їхньої роботи, так і з урахуванням технологічності процесів виготовлення і зміцнення та можливості наступного відновлення, володіти вмінням призначати методи вхідного й вихідного контролю матеріалів та 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. Соколов Г.Н. Порошковые и композиционные проволоки для сварки и наплавки: Учебное пособие / Соколов Г.Н., Дубцов Ю.Н., Зорин И.В., Артемьев А.А.. – Волгоград: ВолгГТУ, 2015. – 128 с. – ISBN 978–5–9948–1809–1

Електроды для дуговой сварки, наплавки и резки. Каталог / Ю.А. Мазель, Н.М. Маневич, Г.И. Полищук и др. М.: АО Спецэлектрод, 2000. 217 с.

2. Зварювальні матеріали для зварювання сталей і чавуну (електроди, флюси, дрiт): довідник під ред. В.Н. Горпенюка. - К: Наукова думка, 1994. - 622 с.
3. Наплавочные материалы стран членов СЭВ. Каталог – справочник. - К-М: ВИНТИ, 1979. – 619 с.
4. Петров Г.Л. Сварочные материалы. - Л.: Машиностроение. 1972. - 279 с.
5. Подгаецкий В.В. Сварочные флюсы / Подгаецкий В.В., Люборец И.И.. - К.: Техніка, 1984. – 166 с.

Допоміжна

1. Багрянский К.В. Электродуговая сварка и наплавка под керамическими флюсами. – К.: Техніка, 1976. - 184 с.
2. Биковський О.Г. Довідник зварника / Биковський О.Г., Пiньковський І.В.. - К.: Техніка, 2002. 336с.
3. Макаренко Н. А. Исследование процесса плазма-миг наплавки с применением порошковой плющенко и разработка наплавочного материала для восстановления деталей машин // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. № 2 (38), 2016. - С. 166-170.
4. Металлургия и материаловедение: справочник / Циммерман Р., Гюнтер К. – М.: Металлургия, 1982. – 477 с.
5. Миличенко С.Л., Матвейшин Е.Н., Гамов Н.С. Восстановление деталей бумагоделательного оборудования. - М.: Лесная промышленность, 1985. -104 с.
6. Порошковые проволоки для электродуговой сварки. Каталог-справочник. Под редакцией Походни И.К., А.М. Суптель, В.Н. Шлепаков й ін. - К. Наукова думка, 1980. – 180 с.
7. Сварка в машиностроении. Справочник. т. 2. Под редакцией д.т.н. Акулова А.И. - М: Машиностроение, 1978. – 462 с.
8. Сварка в машиностроении. Справочник. т. 2. Под редакцией д.т.н. Акулова А.И. М: Машиностроение 1978. – 462 с.
9. Сварка и свариваемые материалы. Справочник. Под ред. В.Н. Волченко – М.: Металлургия. – Т.1. – 1991. – 527 с.
10. Сварочные материалы для дуговой сварки Справочник т. 1. Защитные газы и сварочные флюсы. Под общей редакцией Н.Н. Потапова. – М: Машиностроение. 1989. - 544 с.
11. Стеклов О.И. Порошковые присадочные материалы в сварке плавлением. М.: Высшая школа, 1984. - 48 с.
12. Титов В.А., Волков А.Н., Брызгалин А.С., Миличенко С.С. Электроды для сварки теплоустойчивых высоколегированных сталей. Т. 2. Киев: РРТФ. І ТМ-Пресс. 2000. 408с.
13. Тылкин М.А. Справочник термиста ремонтной службы. □ М.: Металлургия, 1981. – 648 с.

14. Хасуи А. Наплавка и напыление / А. Хасуи, О. Моригаки. – Пер. с яп., В. Н. Попова; Под ред. В. С. Степина, Н. Г. Шестеркина. — М.: Машиностроение, 1985. — 240 с.
15. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки. Каталог-справочник. / В.А. Титов, А.Н. Волков, А.С. Брызгалин, С.С. Миличенко. Т.1. Киев: 1997. 359 с.

Нормативно-технічна документація

1. ГОСТ Р ЕН 13479-2010 Материалы сварочные. Общие требования к присадочным материалам и флюсам для сварки металлов плавлением
2. ГОСТ Р 53689-2009 Материалы сварочные. Технические условия поставки присадочных материалов. Вид продукции, размеры, допуски и маркировка
3. ГОСТ 7871-75 Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия
4. ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия
5. ГОСТ 10051-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами. Типы
6. ГОСТ 10543-98 Проволока стальная наплавочная. Технические условия
7. ГОСТ 21448-75 Порошки из сплавов для наплавки. Технические условия
8. ГОСТ 21449-75 Прутки для наплавки. Технические условия
9. ГОСТ 26101-84 Проволока порошковая наплавочная. Технические условия
10. ГОСТ 26467-85 Лента порошковая наплавочная. Общие технические условия

15. Інформаційні ресурси

1. IPRbooks, електронне періодичне видання [Електронний ресурс]. Режим доступу: <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.

_____, 2020 рік