

Форма № 4

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

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

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва

(назва кафедри, яка відповідає за дисципліну)

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Ректор (перший проректор)

\_\_\_\_\_ В.Г. Прушківський

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Обробка зварних з’єднань

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) "Технології та устаткування зварювання",

"Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій"

(назва спеціалізації) інститут, факультет Фізико-технічний ін-т ЗНТУ, Інженерно-

фізичний фак-т

(назва інституту, факультету)

мова навчання – українська

Запоріжжя – 2018 рік

Робоча програма «Обробка зварних з'єднань» для студентів  
(назва навчальної дисципліни)

Спеціальності 131 Прикладна механіка

Освітня програма (спеціалізація) «Технології та устаткування зварювання», «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» .  
(назва спеціалізації)

„\_\_\_” \_\_\_\_\_, 2018 року - 14 с.

Розробники: Куликовський Р.А., доцент, канд. техн. наук, Ситников М.М., доцент, канд. техн. наук.

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Обладнання та технології зварювального виробництва

Протокол від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2018 року № \_\_\_

\_\_\_\_\_ (О.В.Овчинников)

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2018 року

Схвалено науково-методичною комісією Інженерно-фізичного факультету

Протокол від. “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2018 року № \_\_\_

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2018 року Голова \_\_\_\_\_ (О.В.Климов)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми\*

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2018 року Керівник групи \_\_\_\_\_

\*Якщо дисципліна викладається невідпусковою кафедрою

\_\_\_\_\_, 2018 рік

## 1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, освітній ступень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – <b>6</b>	Галузь знань: 13 Механічна інженерія	Нормативна	
Модулів - <b>1</b> Змістових модулів – <b>2</b>	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) <u>131 "Прикладна механіка"</u> освітня програма: <u>"Технології та устаткування зварювання",</u> <u>"Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій"</u> (код і назва)програма, спеціалізація	<b>Рік підготовки:</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання...--		1	1
Загальна кількість годин – <b>180</b>		<b>Семестр</b>	
		2	2
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – <b>4 год.</b> ; самостійної роботи студента – <b>8,9 год.</b>	Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр	<b>Лекції</b>	
		42 год.	10 год.
		Практичні, семінарські	
		-	-
		<b>Лабораторні</b>	
		14год.	4 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		124 год.	166 год.
		Індивідуальні завдання:	
		-	10год
<b>Вид контролю</b>			
екзамен	контрольна робота, екзамен		

### Примітка.

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

для денної форми навчання – 0,45 (56/124)

для заочної форми навчання – 0,12 (20/166)

## **2 Мета навчальної дисципліни**

**Мета:** формування у студентів базових теоретичних знань та практичних навичок з використання сучасних технологій після зварювальної обробки металоконструкцій направлених на підвищення їхньої працездатності й експлуатаційної надійності, підвищення терміну роботи металоконструкцій.

**Завдання курсу:** опанування студентами вмінням призначати оптимальний спосіб та розробляти нові технологічні процеси обробки зварних з'єднань в залежності від термодформаційного циклу їх виготовлення, типу та галузі застосування конструкції, опанування теоретичних знань і практичних навичок загального технологічного процесу після зварювальної обробки металоконструкцій . Отримання студентами знань про збільшення терміну роботи металевих конструкцій за допомогою зміцнення структури зварного з'єднання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати:

### **загальні компетентності:**

КЗН-1 Здатність визначати актуальні напрямки інноваційної діяльності;

КІ-1 Здатність до оптимального вибору та ефективного використання засобів дослідницької діяльності;

КІ-2 Здатність використовувати сучасні інформативні технології у зварюванні та обробці зварних з'єднань.

### **фахові компетентності:**

КСП-1 Здатність використовувати сучасні засоби проектування технологій та устаткування для застосування в процесах обробки зварних з'єднань металоконструкцій.

КСП-2 Здатність використовувати сучасні уявлення про методологію оцінювання характеру і механізму зношення зварних з'єднань металоконструкцій.

КСП-3 Здатність розробляти сучасні технологічні процеси підвищення терміну служби зварних з'єднань металоконструкцій.

КСП-4 Здатність використовувати сучасні уявлення про методологію модернізації технологій та технологічного оснащення методів зміцнення зварних з'єднань металоконструкцій.

КСП-5 Здатність розробляти інноваційні технологічні процеси сучасних після зварювальної обробки металоконструкцій направлених на підвищення їхньої працездатності й експлуатаційної надійності, підвищення терміну роботи металоконструкцій.

КСП-6 Здатність створювати інноваційні рішення технічних проблем в галузі технологічних методів підвищення строку служби зварних з'єднань металоконструкцій.

### **очікувані програмні результати навчання:**

01.ПФ.Д.04.ПР.О.11 Використовуючи знання з вимог до технологій інноваційного характеру, за допомогою методик проектування

технологічного процесу обробки і підвищення терміну роботи металоконструкцій, направлених на підвищення їхньої працездатності й експлуатаційної надійності,

02.ПФ.Д.04.ПР.О.07 Використовуючи знання з вимог до технологій інноваційного характеру, за допомогою методик проектування технологічних процесів розробляти технології обробки зварних з'єднань інноваційного характеру;

03.ПФ.Д.01.ПР.О.01 Використовуючи знання з основ наукових досліджень, за допомогою джерел з науково-технічної інформації проводити аналіз сучасного стану науково-технічної проблеми;

03.ПФ.Д.01.ПР.О.04 Використовуючи знання з основ наукових досліджень, за допомогою результатів наукових досліджень рекомендувати шляхи вирішення науково-технічної проблеми;

03.ПФ.Д.02.ПР.О.05 Використовуючи знання з побудови технологічних процесів, за допомогою джерел з науково-технічної інформації визначати можливі шляхи інноваційного характеру для удосконалення технологій підвищення терміну роботи металоконструкцій шляхом обробки зварних з'єднань.

03.ПФ.Д.02.ПР.О.06 Використовуючи знання з технології обробки зварних з'єднань, за допомогою визначених можливих шляхів інноваційного характеру створювати методологію встановлення критеріїв інноваційності науково-технічного рішення;

03.ПФ.Д.02.ПР.О.07 Використовуючи знання з основ наукових досліджень, за допомогою встановлених критеріїв інноваційності приймати науково-технічне рішення з удосконалення технологій обробки зварних з'єднань. 03.ПФ.Д.03.ПР.О.08 Використовуючи знання з технології підвищення термінів служби деталей машин, за допомогою нормативної та технологічної документації, сучасних засобів автоматичного проектування технологічних процесів, [проектувати технологічний процес обробки зварних з'єднань](#) інноваційного характеру;

03.ПФ.Д.03.ПР.О.09 Використовуючи знання з шляхів модернізації технологічного оснащення, за допомогою критеріїв інноваційності науково-технічного рішення, сучасних засобів автоматичного проектування розробляти засоби технологічного оснащення для реалізації технологій інноваційного характеру;

04.ПФ.Д.02.ПР.О.04 Використовуючи знання з проектування технологічних процесів відновлення деталей та виробів, за допомогою техніко-економічних норм на технологічні операції обирати оптимальний варіант інженерного рішення.

### **3 Програма навчальної дисципліни Змістовий модуль 1.**

Призначення та класифікація способів обробки зварних з'єднань

**Тема 1.** Призначення обробки зварних з'єднань

1.1 Мета і задачі дисципліни.

1.2 Умови утворення зварних з'єднань.

1.3 Фактори, що визначають надійність та працездатність зварних конструкцій.

**Тема 2.** Класифікація способів обробки зварних з'єднань

2.1 Розподіл видів обробки зварних з'єднань за їх впливом на зварне з'єднання.

2.2 Загальна характеристика способів обробки зварних з'єднань.

**Змістовий модуль 2.****Сутність способів обробки зварних з'єднань, технологічні особливості та устаткування****Тема 1.** Термічна обробка зварних з'єднань

1.1 Види термічної обробки зварних з'єднань (відпускання, нормалізація, термічний відпочинок, стабілізуючий відпал, аустенізація, відновна термообробка (нормалізація + високе відпускання), відпал);

1.2 Проміжна і остаточна термічна обробка;

1.3 Режими термообробки та її призначення;

1.3 Особливості місцевого нагріву.

**Тема 2.** Нагрів зварних з'єднань при термічній обробці

2.1 Способи нагріву зварних з'єднань (радіаційний, індукційний, електроконтактний, комбінований, термохімічний).

2.2 Нагрівальні пристрої та їх характеристика.

**Тема 3.** Аргонодугова обробка зварних з'єднань

3.1 Сутність, схема та призначення аргонодугової обробки.

3.2 Режими, техніка аргонодугової обробки.

**Тема 4.** Ультразвукова обробка зварних з'єднань

4.1 Сутність ультразвукової обробки, схема та призначення.

4.2 Устаткування для ультразвукової обробки.

**Тема 5.** Проковка зварних з'єднань ударниковим інструментом

5.1 Сутність та призначення проковки ударниковим інструментом.

5.2 Технологічні особливості проковки ударниковим інструментом.

5.3 Устаткування для проковки ударниковим інструментом.

**Тема 6.** Обкатування зварних з'єднань

6.1 Сутність, різновиди та призначення обкатування.

6.2 Режими обкатування.

**Тема 7.** Дробоструминний наклеп зварних з'єднань

7.1 Сутність та призначення процесу дробоструминного наклепу.

7.2 Устаткування для дробоструминного наклепу.

**Тема 8.** Вібраційна обробка зварних з'єднань

8.1 Фізична сутність та призначення вібраційної обробки.

8.2 Схеми та вибір режимів вібраційної обробки зварних конструкцій.

8.3 Устаткування для віброобробки.

**Тема 9.** Імпульсна обробка зварних з'єднань

9.1 Сутність та призначення імпульсної обробки

9.2 Схема процесу.

**Тема 10.** Комбіновані технології обробки зварних з'єднань

10.1 Спільне вібраційне і статичне навантаження.

10.2 Вібронанавтаження з нагрівом.

10.3 Аргонодугова обробка і подальший поверхневий наклеп.

**Тема 11.** Спеціальні способи обробки зварних з'єднань

11.1 Сутність та призначення спеціальних способів обробки.

11.2 Різновиди процесу.

**Тема 12.** Механічна обробка зварних з'єднань

12.1 Призначення та галузь застосування механічної обробки.

12.2 Основні технологічні вимоги до механічної обробки.

12.3 Контроль якості механічної обробки.

12.4 Устаткування та інструмент.

**4 Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьог о	у тому числі					усьог о	у тому числі				
л		п	ла б	ін д	с.р. .	л		п	ла б	ін д	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1.</b>												
<b>Призначення та класифікація способів обробки зварних з'єднань</b>												
Тема 1. Призначення обробки зварних з'єднань	10	2	-	-	-	8	12,5	0,5	-	-	0,5	11,5

Тема 2. Класифікація способів обробки зварних з'єднань	10	2	-	-	-	8	12,2	0, 2	-	-	0, 5	11,5
Разом за змістовим модулем 1	20	4	-	-	-	16	24,7	0, 7	-	-	1	23
<b>Змістовий модуль 2. Сутність способів обробки зварних з'єднань, технологічні особливості та устаткування</b>												
Тема 1. Термічна обробка зварних з'єднань	26	4	-	12	-	22	33	1	2	1	29	
Тема 2. Нагрів зварних з'єднань при термічній обробці	32	4	-	16	-	12	24,2	0, 2	-	-	1	23
Тема 3. Аргонодугова обробка зварних з'єднань	7	1	-	-	-	6	8	-	-	-	0, 5	7,5
Тема 4. Ультразвукова обробка зварних з'єднань	10	2	-	-	-	8	16,4	0, 4	-	-	1	15
Тема 5. Проковка зварних з'єднань ударниковим інструментом	10	2	-	-	-	8	10,4	0, 4	-	-	1	9
Тема 6. Обкатування зварних з'єднань	7	1	-	-	-	6	6	-	-	-	0, 5	5,5
Тема 7. Дробострумин	10	2	-	-	-	8	10,4	0, 4	-	-	1	9



ний наклеп зварних з'єднань												
Тема 8. Вібраційна обробка зварних з'єднань	14	2	-	-	-	12	14,4	0, 4	-	-	1	13
Тема 9. Імпульсна обробка зварних з'єднань	8	2	-	-	-	6	8,2	0, 2	-	-	0, 5	7,5
Тема 10. Комбіновані технології обробки зварних з'єднань	10	2	-	-	-	8	10,1	0, 1	-	-	0, 5	9,5
Тема 11. Спеціальні способи обробки зварних з'єднань	7	1	-	-	-	6	8	-	-	-	0, 5	7,5
Тема 12. Механічна обробка зварних з'єднань	7	1	-	-	-	6	6,2	0, 2	-	-	0, 5	5,5
Разом за змістовим модулем 2	160	24	-	28	-	108	150,3	3, 3	-	2	9	141
Усього годин	180	28	-	28	-	124	180	4	-	2	10	164

### 5 Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
-	-	-

### 6 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
-	-	-

### 7 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин ден./заочн.
1	Дослідження особливостей процесу термічної обробки зварних з'єднань зі сталей перлітного класу	4/-
2	Дослідження особливостей процесу термічної обробки зварних з'єднань з теплостійких сталей	4/-
3	Дослідження міцності зварних з'єднань середньовуглецевих сталей виконаних точковим контактним зварюванням на різних режимах	2/-
4	Дослідження зміни залишкових напружень в зварному з'єднанні в залежності від виду післязварювальної обробки	4/4

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Тема	Кількість годин	
		Денна форма навч.	Заочна форма навч.
1	Призначення обробки зварних з'єднань	8	11,5
2	Класифікація способів обробки зварних з'єднань	8	11,5
3	Термічна обробка зварних з'єднань	22	29
4	Нагрів зварних з'єднань при термічній обробці	12	23
5	Аргонодугова обробка зварних з'єднань	6	7
6	Ультразвукова обробка зварних з'єднань	8	15
7	Проківка зварних з'єднань ударниковим інструментом	8	9
8	Обкатування зварних з'єднань	6	6
9	Дробоструминний наклеп зварних з'єднань	8	9
10	Вібраційна обробка зварних з'єднань	12	13
11	Імпульсна обробка зварних з'єднань	6	8
12	Комбіновані технології обробки зварних з'єднань	8	10
13	Спеціальні способи обробки зварних з'єднань	6	8
14	Механічна обробка зварних з'єднань	6	6
Усього годин		124	166

### 9 Індивідуальні завдання

За період вивчення дисципліни студенти заочної форми навчання виконують контрольну роботу.

## 10 Методи навчання

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання:

- лекція – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- консультація – для більш глибокого пояснення та розкриття сутності певного явища, закону, процесу та полегшення усвідомлення певних явищ та понять за допомогою діалогу;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення або відеоряд (рисунок, схеми, графіки, відеоролики за тематикою лекцій);
- лабораторна робота – для оцінки здатності студента використовувати набути знання на практиці, в ході експерименту;
- проблемний виклад матеріалу – для вирішення певного завдання щодо розробки нових технологічних процесів стосовно тематики матеріалу дисципліни, що викладається.

## 11 Методи контролю

Контроль знань студентів денної форми навчання регулярно відбувається при захисті лабораторних робіт, у вигляді модульного контролю та при проведенні екзамену.

Для студентів заочної форми навчання: захист контрольної роботи та лабораторних робіт, екзамен.

## 12 Розподіл балів, які отримують студенти

Навчальна діяльність складається з наступних видів робіт:

- відвідування лекцій;
- ведення конспекту;
- виконання та захист лабораторних робіт.

Підсумкова оцінка визначається як сума балів отриманих за семестрову атестацію  $R_e$  та стартових балів отриманих під час навчальної діяльності студента протягом семестру  $R_c$ .

### 13 Критерії оцінювання

Приклад для екзамену

Поточне тестування та самостійна робота											Підсумковий тест (екзамен)	Сума	
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2				Змістовий модуль 3				100		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11			T12
10	20	20	12	12	16	10							

T1, T2 ... T12 – 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 Методичне забезпечення

1. Файли до лекційного курсу.
2. Відеоролики до лекційного курсу.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Обробка зварних з'єднань»: Запоріжжя: ЗНТУО, 4 лабораторних роботи.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Обробка зварних з'єднань» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технологія та устаткування зварювання» / Укл.: Р.А. Куликовський, О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 78 с.

## 15 Рекомендована література

### Базова

1. Ефименко Л.А. Металловедение и термическая обработка сварных соединений / Л.А. Ефименко, А.К. Прыгаев, О.Ю. Елагина. – М.: Логос, 2007. – 456 с.
2. Земзин В.Н. Термическая обработка и свойства сварных соединений / В.Н. Земзин, Р.З. Шрон. – Л.: Машиностроение. Ленигр. отделение, 1978. – 367 с.
3. Корольков П.М. Современные методы термической обработки сварных соединений / П.М. Корольков, М.В. Ханпетов. – М.: Высшая школа, 1987. – 112 с.
4. Лащенко Г.И. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций / Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. – К.: Экотехнология, 2008 – 168 с.
5. Хрупкие разрушения сварных конструкций / В. Холл, Х. Кихара, В. Зут, А.А. Уэлс. – М.: Машиностроение, 1974. – 320 с.

### Допоміжна

1. Винокуров В.А. Отпуск сварных конструкций для снижения напряжений / В.А. Винокуров. – М.: Машиностроение, 1973. – 213 с.
2. Лащенко Г.И. Вибрационная обработка сварных соединений / Г.И. Лащенко. – К.: Экотехнология, 2001. – 55 с.
3. Лившиц Л.С. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений / Л.С. Лившиц, А.Н. Хакимов. – М.: Машиностроение, 1989. – 336 с.
4. Лясоцкая В.С. Термическая обработка сварных соединений титановых сплавов / В.С. Лясоцкая. – М.: Экомет, 2003. – 352 с.
5. Сагалевич В.М. Методы устранения сварочных деформаций и напряжений / В.М. Сагалевич. – М.: Машиностроение. – 1974. – 248 с.
6. Сагалевич В.М. Стабильность сварных соединений и конструкций / В.М. Сагалевич, В.Ф. Савельев. – М.: Машиностроение, 1986. – 264 с.
7. Хромченко Ф.А. Технология и оборудование для термической обработки сварных соединений / Ф.А. Хромченко, П.М. Корольков. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 200 с.
8. Хрупкие разрушения сварных конструкций / В. Холл, Х. Кихара, В. Зут, А.А. Уэлс. – М.: Машиностроение, 1974. – 320 с.

## 16 Інформаційні ресурси

1. Журнал «Автоматическая сварка». Вид. ІЕЗ ім. Е.О. Патона. Київ.  
<http://patonpublishinghouse.com/rus/journals/as>
2. Журнал «Сварщик». Вид. ІЕЗ ім. Е.О. Патона. Київ.  
<http://welder.stc-paton.com/ru/>
3. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/> – 19.10.2018. Заголовок з

екрану.

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

5. 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.