

**Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут**

Кафедра зварювання

Т8319



**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
Заступник директора з  
навчальної роботи

к.т.н., проф. Дудченко О.М.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Program of the Discipline**

**З'ЄДНАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ СТАЛЕЙ, СПЛАВІВ ТА ІНШИХ  
МАТЕРІАЛІВ**

**CONNECTION OF SPECIAL STEELS, ALLOYS AND OTHER MATERIALS**

рівень вищої освіти      *другий (магістерський)*

тип дисципліни          *обов'язкова*

мова викладання        *українська*

**Херсон – 2022**

Робоча програма навчальної дисципліни «З'єднання спеціальних сталей, сплавів та інших матеріалів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 132 «Матеріалознавство» освітня професійна програма «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»

«10» травня 2022 р. – 25 с.

Розробник: Матвієнко М.В., доцент кафедри зварювання, канд. техн. наук.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «З'єднання спеціальних сталей, сплавів та інших матеріалів» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»

к.т.н., доц.



М.В. Матвієнко

Проект робочої програми навчальної дисципліни «З'єднання спеціальних сталей, сплавів та інших матеріалів» розглянуто на засіданні кафедри зварювання

Протокол № 14 від «13» травня 2022 р.

Завідувач кафедри



Єрмолаєв Г.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «З'єднання спеціальних сталей, сплавів та інших матеріалів» затверджена методичною радою ХННІ НУК.

Протокол №10 від «19» травня 2022 р.

Голова МР ХННІ НУК



О.М. Дудченко

© ХННІ НУК, 2022

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	6
2. Мета навчальної дисципліни.....	7
3. Передумови для вивчення дисципліни .....	7
4. Очікувані результати навчання.....	7
5. Програма навчальної дисципліни.....	9
6. Засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	15
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	16
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	20
9. Засоби навчання.....	21
10. Рекомендовані джерела інформації.....	21

## Вступ

### Анотація

Дисципліною «З'єднання спеціальних сталей, сплавів та інших матеріалів» передбачено набуття студентами знань про особливості спеціальних сталей, сплавів, неметалічних матеріалів, які визначають область їх раціонального використання та з'єднання зварюванням або спорідненими процесами.

Програма навчальної дисципліни «З'єднання спеціальних сталей, сплавів та інших матеріалів» розрахована на студентів, які вивчили хімічні, структурні та фізичні процеси, що проходять при зварюванні й споріднених процесах.

Програма навчальної дисципліни «З'єднання спеціальних сталей, сплавів та інших матеріалів» передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язання прикладних задач, розробку, впровадження і супровід технологій у зварювальному виробництві. Опанування курсу надає професійні компетенції для подальшого вивчення дисциплін професійної підготовки.

Для вивчення дисципліни «З'єднання спеціальних сталей, сплавів та інших матеріалів» необхідні знання з таких дисциплін: «Теплові процеси зварювання», «Теорія процесів зварювання», «Технологія та устаткування зварювання плавленням та зварювальні матеріали», «Механіка зварних з'єднань», «Паяння матеріалів», «Спеціальні способи зварювання», «Інженерія поверхні», «Технологічні процеси зварювального виробництва».

Дисципліна «З'єднання спеціальних сталей, сплавів та інших матеріалів» носить міждисциплінарний характер, вона забезпечує підготовку студентів до вивчення навчальних дисциплін «Кваліфікаційна атестація», «Магістерська практика» та до написання магістерської роботи.

**Ключові слова:** *зварювання, паяння, спеціальні сталі, метали, неметали, технологічні процеси.*

### Annotation

The discipline "Connection of special steels, alloys and other materials" provides students with the acquisition of knowledge about the features of special steels, alloys, non-metallic materials, which determine the area of their rational use and joining by welding or related processes.

The program of the educational discipline "Connection of special steels, alloys and other materials" is designed for students who have studied the chemical, structural and physical processes that occur during welding and related processes.

The program of the discipline "Connection of special steels, alloys and other materials" provides a comprehensive application of the acquired competencies for solving applied problems, development, implementation and maintenance of technologies in welding. Mastering the course provides professional competencies for further study of training disciplines.

To study the discipline "Connection of special steels, alloys and other materials", knowledge of the following disciplines is required: "Thermal welding processes",

"Theory of welding processes", "Technology and equipment of fusion welding and welding materials", "Mechanics of welded joints", "Soldering of materials", "Special methods of welding", "Surface engineering", "Technological processes of welding production".

The discipline "Connection of special steels, alloys and other materials" is interdisciplinary, it prepares students to study the disciplines "Qualification Certification", "Master's practice" and to write a master's thesis.

**Key words:** *welding, soldering, special steels, metals, non-metals, technological processes.*

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 7	Галузь знань 13 - «Механічна інженерія»	Обов'язкова	
Модулів - 2		<b>Рік підготовки</b>	
Змістових модулів - 2		1-й	1-й
Електронний адрес на сайті ХННІ НУК: <a href="http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/applied-mechanics.html">http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/applied-mechanics.html</a>	Спеціальність 132 «Матеріалознавство»  Освітня програма «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»	<b>Семестри</b>	
		2-й	2-й
<b>Лекції</b>			
2-й семестр – 30 год.		16 год.	
<b>Лабораторні</b>			
2-й семестр – 15 год.		8 год.	
Індивідуальне науково-дослідне завдання - немає			
Загальна кількість годин - 210			
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 1-й семестр – 3 самостійної роботи студента: 1-й семестр – 11	Освітній рівень: <b>другий (магістерський)</b>	<b>Самостійна робота</b>	
		1-й семестр – 165 год.	122 год.
		<b>Індивідуальні завдання: год.</b>	
		-	-
		<b>Види контролю:</b> 1-й семестр – екзамен	
		<b>Форма контролю:</b> комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)	

## **2. Мета навчальної дисципліни**

2.1 Метою вивчення навчальної дисципліни «З'єднання спеціальних сталей, сплавів та інших матеріалів» є формування у студентів відповідно до освітньої програми таких компетентностей::

Інтегральна компетентність

– Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми, пов'язані з розробкою, застосуванням, виробництвом, випробуванням, атестацією, утилізацією неорганічних та органічних матеріалів та виробів на їх основі, що передбачає виконання досліджень, навчального процесу та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог;

Загальні компетентності:

КЗ.03 Здатність розробляти та управляти проектами.

КЗ.05 Здатність працювати автономно.

Фахові компетентності:

ФК.02 Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту.

ФК.04 Здатність оцінювати та забезпечувати якість робіт, що виконуються.

ФК.05 Здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробках (або у виробничих умовах).

ФК.10 Здатність організовувати та здійснювати комплексні випробування матеріалів і виробів.

## **3. Передумови для вивчення дисципліни**

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: основи технології металів і матеріалознавство, теорія процесів зварювання, технологія та устаткування зварювання плавленням та зварювальні матеріали, паяння матеріалів, спеціальні способи зварювання.

## **4. Очікувані результати навчання**

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

ПРН04 Застосовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач матеріалознавства.

ПРН05 ПРН 5 Приймати ефективні рішення в нових ситуаціях або непередбачених умовах з урахуванням їх можливих наслідків, оцінювати і порівнювати альтернативи, оцінювати технічні, економічні, екологічні та правові ризики.

ПРН06 Наукові навички у галузі інженерії для того, щоб успішно проводити наукові дослідження під як під керівництвом так і самостійно.

ПРН07 Розробляти та реалізовувати проекти у сфері матеріалознавства та з дотичних до матеріалознавства міждисциплінарних напрямів, визначати цілі та

потрібні ресурси, планувати роботи, організувати роботу колективу виконавців, здійснювати захист інтелектуальної власності.

ПРН 11 Використовувати сучасні методи- для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства.

ПРН 12 Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів.

ПРН 13 Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки.

ПРН 14 Обґрунтовано призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів.

ПРН15 Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів

ПРН16 Здатність ефективно використовувати на практиці теоретичні концепції менеджменту та ділового адміністрування.

ПРН17 Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів

ПРН18 Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.

ПРН19 Розробляти комплексний дизайн нових матеріалів і виробів на їх основі з урахуванням експлуатаційних властивостей та умов використання.



## **5. Програма навчальної дисципліни**

### **Змістовий модуль 1. Здатність металів до зварювання та зварювання спеціальних сталей**

**Тема 1** (4 год.) Предмет та зміст курсу. Процеси з'єднання матеріалів: зварювання плавленням, тиском, паяння. Особливості цих процесів, недоліки та переваги, застосування. Здатність металів до зварювання. Групи способів визначення здатності металів до зварювання плавленням. Гарячі та холодні тріщини в зварних з'єднаннях. Механізм утворення тріщин та способи їх попередження.

**Тема 2** (2 год.) Леговані сталі для низьких температур. Загальна характеристика сталей. Особливості зварювання.

**Тема 3** (2 год.) Леговані теплостійкі сталі. Загальна характеристика сталей. Характеристика зварюваності і рекомендації по зварюванню.

**Тема 4** (2 год.) Високолеговані корозійностійкі сталі. Загальна характеристика сталей. Хромисті сталі, хромонікелеві сталі. Характеристика зварюваності. Технологічні рекомендації по зварюванню.

**Тема 5** (2 год.) Високолеговані жароміцні й жаростійкі сталі. Загальна характеристика сталей. Характеристика зварюваності. Технологічні рекомендації по зварюванню.

**Тема 6** (2 год.) Різномірні сталі і особливості їх зварювання. Основні проблеми зварюваності різномірних сталей. Зварювання сталей одного структурного класу різного легування. Зварювання сталей різного структурного класу.

### **Змістовий модуль 2. Зварювання та паяння кольорових металів і сплавів та неметалів**

**Тема 7** (2 год.) Мідь та мідні сплави. Загальні відомості про зварюваність міді. Мідні сплави та особливості їх зварюваності. Технологічні особливості процесів й рекомендації по зварюванню міді і її сплавів. Підготовка під зварювання. Технологія зварювання міді та мідних сплавів.

**Тема 8** (2 год.) Нікель і його сплави. Основи виробництва і властивості нікелю і його сплавів. Зварюваність і способи зварювання. Технологічні рекомендації по зварюванню. Підготовка під зварювання, технологія зварювання та зварювальні матеріали.

**Тема 9** (2 год.) Алюміній і його сплави. Класифікація промислових сплавів алюмінію. Зварюваність алюмінію і його сплавів. Технологія зварювання, підготовка металу під зварювання і типи з'єднань. Способи та особливості зварювання.

**Тема 10** (2 год.) Магній та його сплави. Загальна характеристика сплавів, зварюваність і особливості технології. Основні проблеми зварюваності. Підготовка деталей під зварювання і типи з'єднань. Технологічні рекомендації по зварюванню.

**Тема 11** (2 год.) Титан та титанові сплави. Основні проблеми зварюваності та технологічні особливості зварювання.

**Тема 12** (2 год.) Зварювання різнорідних металів. Проблеми зварюваності. Зварювання плавленням сталі з кольоровими металами. Зварювання різнорідних кольорових металів і сплавів.

**Тема 13** (2 год.) Способи паяння за формуванням шва та джерелами нагрівання. Захисні газові середовища та вакуум. Припої для паяння хромонікелевих сталей та жароміцних нікелевих сплавів. Принципи розробки припоїв для паяння. Забезпечення властивостей запаяних з'єднань на рівні властивостей основного металу.

**Тема 14** (2 год.) Кераміка та графіти, їх застосування. Склад кераміки та проблеми паяння кераміки у однорідному сполученні та з металами. Власні напруження у з'єднаннях неметалів з металами. Способи паяння. Принципи проектування виробів з кераміки, графіту, скла і металу та розробки технологій паяння.

### 5.1 Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	лаб	с.р.		л	лаб	с.р.
1	2	3	4	6	7	8	9	11
<b>Модуль 1</b>								
<b>Змістовий модуль 1. Здатність металів до зварювання та зварювання спеціальних сталей</b>								
<b>Тема 1</b> Предмет та зміст курсу. Процеси з'єднання матеріалів: зварювання плавленням, тиском, паяння. Особливості цих процесів, недоліки та переваги, застосування. Здатність металів до зварювання. Групи способів визначення здатності металів до зварювання плавленням. Гарячі та холодні тріщини в зварних з'єднаннях. Механізм утворення тріщин та способи їх попередження.	14	4	2	8	14	2	1	11
<b>Тема 2</b> Леговані сталі для низьких температур. Загальна характеристика сталей. Особливості зварювання.	10	2	2	6	10	1	1	8
<b>Тема 3</b> Леговані теплостійкі сталі. Загальна характеристика сталей. Характеристика зварюваності і рекомендації по зварюванню.	8	2	-	6	8	1	-	7
<b>Тема 4</b> Високолеговані корозійностійкі сталі. Загальна характеристика сталей. Хромисті сталі, хромонікелеві сталі. Характеристика зварюваності. Технологічні рекомендації по зварюванню.	10	2	2	6	10	1	1	8

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>11</b>
<b>Тема 5</b> Високолеговані жароміцні й жаростійкі сталі. Загальна характеристика сталей. Характеристика зварюваності. Технологічні рекомендації по зварюванню.	10	2	2	6	10	1	1	8
<b>Тема 6</b> Різномірні сталі і особливості їх зварювання. Основні проблеми зварюваності різномірних сталей. Зварювання сталей одного структурного класу різного легування. Зварювання сталей різного структурного класу.	8	2	-	6	8	2	-	6
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>60</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>38</b>	<b>60</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>48</b>
<b>Змістовий модуль 2. Зварювання та паяння кольорових металів і сплавів та неметалів</b>								
<b>Тема 7</b> Мідь та мідні сплави. Загальні відомості про зварюваність міді. Мідні сплави та особливості їх зварюваності. Технологічні особливості процесів й рекомендації по зварюванню міді і її сплавів. Підготовка під зварювання. Технологія зварювання міді та мідних сплавів.	6	2	-	4	6	1	-	7
<b>Тема 8</b> Нікель і його сплави. Основи виробництва і властивості нікелю і його сплавів. Зварюваність і способи зварювання. Технологічні рекомендації по зварюванню. Підготовка під зварювання, технологія зварювання та зварювальні матеріали.	6	2	-	4	6	1	-	5
<b>Тема 9</b> Алюміній і його сплави. Класифікація промислових сплавів алюмінію. Зварюваність алюмінію і його сплавів. Технологія зварювання, підготовка металу під зварювання і типи з'єднань. Способи та особливості зварювання.	10	2	3	5	10	1	1	8

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>11</b>
<b>Тема 10</b> Магній та його сплави. Загальна характеристика сплавів, зварюваність і особливості технології. Основні проблеми зварюваності. Підготовка деталей під зварювання і типи з'єднань. Технологічні рекомендації по зварюванню.	7	2	-	5	7	1	-	6
<b>Тема 11</b> Титан та титанові сплави. Основні проблеми зварюваності та технологічні особливості зварювання.	7	2	-	5	7	1	-	6
<b>Тема 12</b> Зварювання різнорідних металів. Проблеми зварюваності. Зварювання плавленням сталі з кольоровими металами. Зварювання різнорідних кольорових металів і сплавів.	7	2	-	5	7	1	-	6
<b>Тема 13</b> Способи паяння за формуванням шва та джерелами нагрівання. Захисні газові середовища та вакуум. Припої для паяння хромонікелевих сталей та жароміцних нікелевих сплавів. Принципи розробки припоїв для паяння. Забезпечення властивостей запаяних з'єднань на рівні властивостей основного металу.	7	2	-	5	7	1	-	6
<b>Тема 14</b> Кераміка та графіти, їх застосування. Склад кераміки та проблеми паяння кераміки у однорідному сполученні та з металами. Власні напруження у з'єднаннях неметалів з металами. Способи паяння. Принципи проектування виробів з кераміки, графіту, скла і металу та розробки технологій паяння.	10	2	4	4	10	1	1	8
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>37</b>	<b>60</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>50</b>
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>75</b>	<b>120</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>98</b>

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>11</b>
<b>Модуль 2 (Курсова робота)</b>								
Опис предметної галузі та розробка завдання	12	-	-	12	12	-	-	12
Розробка ескізного проекту ПЗ.	26	-	-	26	26	-	-	26
Розробка технічного проекту ПЗ.	26	-		26	26	-		26
Розробка робочого проекту ПЗ.	26	-	-	26	26	-	-	26
<b>Разом по курсовій роботі</b>	<b>90</b>	-	-	<b>90</b>	<b>90</b>	-	-	<b>90</b>
<b>Усього годин</b>	<b>210</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>165</b>	<b>210</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>188</b>

**Примітка.** Для студентів заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до таблиці.

## 5.2 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Моделювання дефектів кристалічної решітки і визначення структури зварних з'єднань	2	1
2	Оцінка схильності зварних з'єднань до гарячих тріщин	2	1
3	Структура і властивості зони термічного впливу при зварюванні сталей, що схильні до загартування	2	1
4	Оцінка впливу технології зварювання високолегованих сталей на схильність до міжкристалітної корозії зварних з'єднань	2	1
5	Дослідження процесів дугового зварювання кольорових металів та сплавів	3	1
6	Дослідження власних напружень і деформацій при паянні різнорідних матеріалів	4	1
<b>Разом</b>		<b>15</b>	<b>6</b>

## 5.3 Самостійна робота

### Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекцій	15	18
2	Підготовка до лабораторних робіт	20	20
3	Підготовка до поточного модульного контролю	20	-
4	Виконання контрольної роботи	-	30
5	Курсова робота	90	90
6	Підготовка до підсумкового контролю	20	30
<b>Разом</b>		<b>165</b>	<b>188</b>

## 6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, лабораторних занять, самостійної роботи студентів та контрольних тестових робіт програмованого типу.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та лабораторних заняттях словесними й наочними засобами.

2. Проблемний метод, коли на лабораторних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

Для зручної та ефективної організації навчального процесу, зроблено Classroom з навчальної дисципліни, де розташовані завдання до лабораторних робіт та супроводжувальні матеріали. Доступ до класу надається на першому лабораторному занятті за університетською електронною поштою.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання лабораторних завдань проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час карантину заняття повністю проводяться дистанційно у Classroom.

Засобами діагностики результатів навчання та методами їх демонстрування є:

- виконання завдань лабораторних робіт;
- оформлення звітів лабораторних робіт, захист лабораторних робіт;
- виконання курсової роботи, захист курсової роботи;
- контрольні тестові роботи програмованого типу.

## **7. Форми поточного та підсумкового контролю**

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань лабораторних робіт.

Курсова робота оцінюється за 100 бальною шкалою.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.



## 7.1 Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

### Критерії оцінювання лабораторних робіт

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася

### Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
<b>Бал (ПМК1)</b>	15	13-14	12	10-11	9	7-8	6	4-5	3	1-2
<b>Бал (ПМК2)</b>	15	13-14	12	10-11	9	7-8	6	4-5	3	1-2

### Критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми)

Бал	Критерії оцінювання
25	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
15	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, але частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
10	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно, більша частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент слабо орієнтується в матеріалах.
0	Роботу не виконано.

### Критерії оцінювання підсумкового контролю

Бал	Критерії оцінювання
40	Студент зробив роботу самостійно без помилок та відповідає на теоретичні питання без помилок
30	Студент зробив роботу самостійно без помилок, але відповіді на теоретичні питання не повні
20	Студент зробив роботу з незначними помилками, але відповідає на теоретичні питання без помилок
10	Студент зробив роботу з суттєвими помилками, але відповідає на теоретичні питання без помилок
0	Студент не зробив роботу і не відповідає на теоретичні питання без помилок

### Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	6 роб. × 5 балів = 30 балів	6 роб. × 5 балів = 30 балів
Поточний модульний контроль	1 МКР × 15 балів = 15 балів 2 МКР × 15 балів = 15 балів	-
Виконання контрольних робіт	-	1 роб. × 30 балів = 30 балів
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>60</b>

### 7.2 Критерії оцінювання курсової роботи

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	60	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність дослідження предметної галузі; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; відповідність висновків меті та завданням курсової роботи. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.
	50	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність дослідження предметної галузі; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; відповідність висновків меті та завданням курсової роботи. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.

	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	30	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	20	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	10	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати виконання роботи, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи, належно обґрунтовує положення роботи, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Студент невпорядковано викладає основні результати виконання роботи, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.

	15	Студент неупорядковано викладає основні результати виконання роботи, робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	Студент демонструє задовільні знання з теми виконання роботи, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії та належно обґрунтувати положення роботи
	5	Студент неупорядковано викладає основні результати виконання роботи, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

### 7.3 Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену

Бал	Критерії оцінювання
40	Студент зробив роботу самостійно без помилок та відповідає на теоретичні питання без помилок
30	Студент зробив роботу самостійно без помилок, але відповіді на теоретичні питання не повні
20	Студент зробив роботу з незначними помилками, але відповідає на теоретичні питання без помилок
10	Студент зробив роботу з суттєвими помилками, але відповідає на теоретичні питання без помилок
0	Студент не зробив роботу і не відповідає на теоретичні питання без помилок

### 8. Критерії оцінювання результатів навчання

№№ змістового модуля і теми	Денна форма		Заочна форма		
	Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали	
ЗМ 1	T1	Лабораторна робота № 1	5	Лабораторна робота № 1	5
	T2	Лабораторна робота № 2	5	Лабораторна робота № 2	5
	T3 - T4	Лабораторна робота № 3	5	Лабораторна робота № 3	5
	T5	Лабораторна робота № 4	5	Лабораторна робота № 4	5
	T1- T6	Поточний модульний контроль	15		

№№ змістового модуля і теми		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ 2	T7- T9	Лабораторна робота № 5	5	Лабораторна робота № 5	5
	T10-T14	Лабораторна робота № 6	5	Лабораторна робота № 6	5
	T7- T14	Поточний модульний контроль	15		
ЗМ 1- ЗМ 2	T1- T14			Контрольна робота	30
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
<b>Сума</b>			<b>100</b>		<b>100</b>

### Критерії оцінювання курсової роботи

Пояснювальна записка	Захист роботи	Сума
до 60	до 40	100

### 9. Засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання (у період карантину та воєнного стану) використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технологій (Moodle, Google Classroom, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, соціальні мережі тощо).

### 10. Рекомендовані джерела інформації

#### Базова

1. Квасницкий В.Ф. Сварка и пайка жаропрочных сплавов в судостроении. – Л.: Судостроение, 1984. – 224 с.
2. Сварка и свариваемые материалы: Справочник. Т.1, Свариваемость материалов / Под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Металлургия, 1991. – 528 с.

3. Сварка в машиностроении: Справочник, т.2., под ред. А.И. Акулова. – М.: Машиностроение, 1978. – 462 с.
4. Лашко С.В., Лашко Н.Ф. Пайка металлов. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.
5. Лебедев Б.Д., Перемитько В.В. Расчетные методы в сварке плавлением. – Днепропетровск: Из-во ДГТУ, 1998. – 285 с.
6. Расчеты в дипломных проектах по технологии и оборудованию сварочного производства., под ред. В.Ф. Квасницкого, – Николаев: НКИ, 1991. – 58с.
7. Квасницький В.В. Теорія зварювальних процесів. – Миколаїв, 2002. – 184 с.
8. Квасницький В.В. Спеціальні способи зварювання: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 437 с.
9. Теория, технология и оборудование диффузионной сварки Бачин В.А., Квасницкий В.Ф., Котельников В.И. и др. М.: Машиностроение, 1991.–353с.
10. Матвієнко М.В. З'єднання спеціальних сталей, сплавів та інших матеріалів: Методичні вказівки до лабораторних занять для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 132 "Матеріалознавство". – Херсон: ХФ НУК, 2018. – 39 с.
11. Лебедев Ю.М., Лебедева В.Ф., Самохин С.М. Расчеты тепловых процессов сварки. – Николаев: НКИ, 1991. – 32 с.

### **Допоміжна**

12. Касаткин Б.С., Мусяченко В.Ф. Низколегированная сталь высокой прочности. – К.: Техника, 1970. – 188 с.
13. Квасницкий В.Ф. Специальные способы сварки и пайка в судостроении. – Л.: Судостроение, 1984. – 224 с.
14. Хорн Ф., Атлас структур сварных соединений. М.: Металлургия, 1977. – 288 с.
15. Каховский Н.И. Сварка нержавеющей сталей. – Киев: Техніка, 1978.– 312с.
16. Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов. – Киев: Наукова думка, 1981. – 408 с.
17. Schumann H. Metallographie. – Leipzig: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1990. – 764 s.
18. Журнали "Автоматическая сварка", "Сварочное производство", "Збірник наукових праць НУК", "Welding journal" за останні 10 років.

## **12. Інформаційні ресурси**

Сайт ХФ НУК: <http://kb.nuos.edu.ua>

Розробник  
к.т.н., доцент



Матвієнко М.В.

**Питання для модульного контролю****Модуль 1****Змістовий модуль 1**

1. Здатність металів до зварювання та методи її оцінки.
2. Механізм утворення гарячих тріщин.
3. Способи запобігання утворенню гарячих тріщин.
4. Визначення стійкості зварного з'єднання проти гарячих тріщин.
5. Механізм утворення холодних тріщин.
6. Закономірності сповільненого руйнування металу.
7. Способи попередження холодних тріщин.
8. Фактори, що впливають на утворення гарячих тріщин.
9. Фактори, що впливають на утворення холодних тріщин.
10. Визначення стійкості зварних з'єднань проти холодних тріщин за хрестовою пробою.
11. Методика Кіровського заводу визначення стійкості металу проти тріщин.
12. Розрахункові методи визначення стійкості зварних з'єднань проти холодних тріщин.
13. Окрихчування металу при зварюванні.
14. Визначення критичних напружень при сповільненому руйнуванні металу.
15. Діаграми анізотермічного розпаду аустеніту (АРА).
16. Розрахунки термічних циклів, максимальних температур та швидкостей охолодження при зварюванні.
17. Розрахунки критичних швидкостей охолодження за хімічним складом сталей.
18. Розрахунки механічних властивостей за хімічним складом сталей.
19. Розрахунок температур структурних перетворень та структури гартованих сталей.
20. Вплив напружень на утворення гарячих та холодних тріщин
21. Високлеговані сталі. Діаграми Маурера та Шеффлера.
22. Вплив структури високолегованих сталей на здатність до зварювання.
23. Високохромисті сталі, їх структура і застосування.
24. Особливості зварювання високохромистих мартенситних сталей.
25. Особливості зварювання високохромистих феритних сталей.
26. Особливості зварювання високохромистих мартенситно-феритних сталей.
27. Хромонікелеві аустенітні сталі, їх застосування та особливості зварювання.
28. Способи попередження гарячих тріщин при зварюванні хромонікелевих аустенітних сталей.
29. Способи зварювання хромонікелевих аустенітних сталей та забезпечення стійкості з'єднань проти загальної та міжкристалітної корозії.
30. Сігматизація та 475 °С – крихкість хромонікелевих сталей, способи забезпечення стійкості проти окрихчування.
31. Властивості зварних з'єднань хромонікелевих сталей та вплив структури металу шва.

32. Розрахунок часу перебування хромонікелевих сталей при температурах виділення карбідів та вплив вмісту вуглецю на  $t_{кр}$ .
33. Аустенітно-феритні (дуплексні) сталі, їх властивості та застосування.
34. Технологія зварювання дуплексних сталей.
35. Вплив температури термічної обробки на пластичність дуплексних сталей.
36. Аустенітно-мартенситні сталі, їх хімічний склад та властивості.
37. Особливості зварювання аустенітно-мартенситних сталей.
38. Зварювальні матеріали, післязварювальна термічна обробка та властивості зварних з'єднань аустенітно-мартенситних сталей.
39. Мартенситно-старіючі сталі, їх хімічний склад, властивості та особливості зварювання.
40. Технологія зварювання мартенситно-старіючих сталей та властивості з'єднань.

## Змістовий модуль 2

1. З'єднання різнорідних металів, що утворюють крихкі прошарки. Вибір способів з'єднання.
2. З'єднання високолегованих сталей різних структурних класів. Визначення структури металу шва.
3. Зварювання вуглецевих та низьколегованих сталей з високолегованими. Особливості технології.
4. Зварювання вибухом сталі з алюмінієвими сплавами.
5. Зварювання тертям сталі з алюмінієвими сплавами.
6. Дифузійне зварювання сталі з твердими сплавами.
7. Дифузійне зварювання скла з металами.
8. Дифузійне зварювання кераміки з металами.
9. Жароміцні нікелеві сплави, їх хімічний склад та властивості.
10. Способи зміцнення нікелевих сплавів. Роль легуючих елементів.
11. Особливості зварювання однофазних та дисперсійно-зміцнених сплавів.
12. Деформовані нікелеві сплави та сплави для відливок. Способи їх з'єднання.
13. Нікелеві жароміцні сплави зі спрямованою кристалізацією та способи їх з'єднання.
14. Жароміцні композиційні матеріали на основі нікелю.
15. Гарячі тріщини при зварюванні жароміцних нікелевих сплавів та способи їх попередження.
16. Забезпечення стійкості зварних з'єднань проти високотемпературної сольової корозії.
17. Стійкість зварних з'єднань проти тріщин повторного нагрівання та після термічної обробки.
18. Окрихчування жароміцних нікелевих сплавів та способи його попередження.
19. Способи зварювання нікелевих сплавів. Захисні середовища та вакуум.
20. Зварювальні матеріали, стійкість проти гарячих тріщин та властивості зварних з'єднань.
21. Електронно-променево та лазерне зварювання нікелевих сплавів.
22. Способи та режими електронно-променевого зварювання різних товщин.



23. Вплив структури нікелевих сплавів на здатність до зварювання.
24. Особливості дифузійного зварювання жароміцних нікелевих сплавів.
25. Розрахунок режимів дифузійного зварювання жароміцних нікелевих сплавів.
26. Способи інтенсифікації дифузійного зварювання жароміцних нікелевих сплавів.
27. Дифузійне зварювання нікелевих сплавів з прокладками.
28. Дифузійні зварно-паяні з'єднання.
29. Припої для паяння хромонікелевих сталей.
30. Припої для паяння нікелевих жароміцних сплавів.
31. Принципи розробки припоїв для хромонікелевих сплавів.
32. Депресанти припоїв для хромонікелевих сталей.
33. Депресанти припоїв для жароміцних нікелевих сплавів.
34. Принципи розробки припоїв для жароміцних нікелевих сплавів.
35. Способи паяння, що забезпечують властивості з'єднань на рівні властивостей основного металу.
36. Паяння жароміцних нікелевих сплавів з тиском.
37. Способи паяння жароміцних нікелевих сплавів за формуванням шва та джерелом теплоти.
38. Захисні середовища та вакуум при паянні нікелевих сплавів.
39. Паяння нікелевих сплавів з локальним нагріванням.
40. Паяння жароміцних нікелевих сплавів композиційними припоями.
41. Розчинення припоями основного металу та фактори, що впливають на процес розчинення.
42. Капілярне паяння жароміцних сплавів.
43. Контактно-реактивне паяння жароміцних сплавів.
44. Вплив хімічного складу припоїв на їх стійкість проти високотемпературної сольової корозії жароміцних сплавів.
45. Композиційні жароміцні матеріали на основі нікелю, їх властивості і застосування.
46. Проблеми змочування припоями композиційних матеріалів.
47. Адгезійно-активні припої для композиційних матеріалів.
48. Кераміка, графіти, скло та особливості їх паяння.
49. Адгезійно-активні припої для неметалічних матеріалів.
50. Проблеми паяння неметалічних матеріалів з металами
51. Принципи проектування деталей та вузлів з металів та неметалічних матеріалів.
52. Способи паяння металів с неметалами.
53. Проблема власних напружень при паянні металів з неметалами та її вплив на технологію паяння.
54. Активне паяння металів з неметалами.
55. Паяння з металізацію неметалу.