

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова

Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра зварювання

T7311



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Заступник директора  
з навчальної роботи

к.т.н., проф. Дудченко О.М.

## ***РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ***

**Program of the Discipline**

**МЕХАНІКА ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ**

**MECHANICS OF WELDED JOINTS**

**рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)**

**тип дисципліни – обов'язкова**

**мова викладання – українська**

Херсон – 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Механіка зварних з'єднань» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньо-професійна програма «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»

“27” 08 2023 року. – 31 с.


Розробники: Єрмолаєв Г.В., професор НУК,  
Лой С.А., доцент НУК.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Механіка зварних з'єднань» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»

доцент \_\_\_\_\_  /Спіхтаренко В.В./

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Механіка зварних з'єднань» розглянуто на засіданні кафедри зварювання  
Протокол № 01 від “28” 08 2023 року.

Завідувач кафедри зварювання \_\_\_\_\_  /Єрмолаєв Г.В./

Робочу програму навчальної дисципліни «Механіка зварних з'єднань» затверджено методичною радою ХННІ НУК  
Протокол № 01 від “29” 08 2023 року.

Голова методичної ради \_\_\_\_\_  /Дудченко О.М./

© Єрмолаєв Г.В., 2023 рік  
© Лой С.А., 2023 рік  
© ХННІ НУК, 2023 рік

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни.....	7
4. Очікувані результати навчання.....	7
5. Програма навчальної дисциплін.....	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	22
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	22
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	25
9. Засоби навчання.....	27
10. Рекомендовані джерела інформації.....	27
Додаток.....	30

## ВСТУП

### Анотація

Дисципліна "Механіка зварних з'єднань" покликана допомогти здобувачам вищої освіти (ЗВО) отримати знання про термомеханічні процеси, що супроводжують процес зварювання і приводять до появи залишкових напружень та деформацій, шляхи підвищення точності виготовлення зварних конструкцій, фізичні основи і зміст методів розрахунку та оцінки міцності зварних з'єднань; ознайомити ЗВО з фізичними основами і змістом методів розрахунку та оцінки власних напружень та деформацій при зварюванні, методами регулювання їх на всіх етапах виготовлення зварних конструкцій, з сучасними методами розрахунку, проектування та механічних випробувань зварних з'єднань; впливом умов експлуатації на міцність, засобами її підвищення; розкрити сутність механізму утворення зварювальних напружень та деформацій, розрахункових методів їх визначення, та регулювання, інженерних методів та схем розрахунку міцності зварних з'єднань, основних характеристик та методів визначення механічних властивостей зварних з'єднань.

**Ключові слова:** деформації, властивості, зварні з'єднання, міцність, зварювальні напруження, розрахунок, методи визначення, конструкції.

### Abstract

The discipline "Mechanics of welded joints" is designed to help applicants of higher education (SHE) to gain knowledge about thermomechanical processes accompanying the welding process and leading to the appearance of residual stresses and strains, ways to improve the accuracy of manufacturing welded structures, physical bases and the content of methods for calculating and evaluating the strength of welded joints; familiarize students with the physical basics and content of methods for calculating and evaluating their own stresses and strains during welding, methods for regulating them at all stages of manufacturing welded structures, with modern methods for calculating, designing and mechanical tests of welded joints; influence of operating conditions on strength, means of its increase; disclose the essence of the mechanism of formation of welding stresses and strains, design methods for their determination, and regulation, engineering methods and schemes for calculating the strength of welded joints, basic characteristics and methods for determining the mechanical properties of welded joints.

**Keywords:** deformations, properties, welded joints, strength, welding stresses, calculation, methods of determination, constructions.

## 1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 8,0	Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»	Обов'язкова	
Модулів – 2		<b>Рік підготовки</b>	
Змістових модулів – 4		3-й	3-й
Електронний адрес РПНД на сайті ХННІ НУК: <a href="http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/bwelding-engineering-andrelated-processes.html">http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/bwelding-engineering-andrelated-processes.html</a>	Спеціальність: 131 «Прикладна механіка», освітня програма «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»	<b>Семестри</b>	
		5, 6-й	5, 6-й
		<b>Лекції</b>	
		5-й семестр - 30 год. 6-й семестр - 30 год.	10 год. 10 год.
		<b>Практичні</b>	
		5-й семестр - 15 год. 6-й семестр - 30 год.	6 год. 10 год.
		<b>Лабораторні</b>	
Загальна кількість годин – 240		5-й семестр - 30 год.	8 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 9; самостійної роботи ЗВО – 7	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <b>перший (бакалаврський)</b>	<b>Самостійна робота</b>	
		5-й семестр - 45 год. 6-й семестр - 60 год.	96 год. 100 год.
		<b>Вид контролю</b> 5, 6-й семестр – екзамен	
		<b>Форма контролю:</b> комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)	

## 2 Мета навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни «Механіка зварних з'єднань» – надати знання про термомеханічні процеси, що супроводжують процес зварювання і приводять до появи залишкових напружень та деформацій, шляхи підвищення точності виготовлення зварних конструкцій, фізичні основи і зміст методів розрахунку та оцінки міцності зварних з'єднань; ознайомити ЗВО з фізичними основами і змістом методів розрахунку та оцінки власних напружень та деформацій при зварюванні, методами регулювання їх на всіх етапах виготовлення зварних конструкцій, з сучасними методами розрахунку, проектування та механічних випробувань зварних з'єднань; впливом умов експлуатації на міцність, засобами її підвищення; розкрити сутність механізму утворення зварювальних напружень та деформацій, розрахункових методів їх визначення, та регулювання, інженерних методів та схем розрахунку міцності зварних з'єднань, основних характеристик та методів визначення механічних властивостей зварних з'єднань.

Метою вивчення дисципліни є формування у ЗВО згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України № 865 від 20.06.2019 р., та освітньо-професійною програмою першого (бакалаврського) рівня вищої освіти «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів» таких компетентностей:

Інтегральна компетентність – здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми у зварюванні та споріднених процесах і технологіях або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК 02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 08. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК 13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Фахові компетентності

ФК 01. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК 02. 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.

ФК 05. Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в

процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.

ФК 06. Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

ФК 07. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.

ФК 08. Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проекційних креслень та тривимірних геометричних моделей.

ФК 09. Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

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

Передумовами для опанування ЗВО даної дисципліни є попередньо вивчені дисципліни програми: фізика, вища математика, опір матеріалів, теплові процеси зварювання

### **4 Очікувані результати навчання**

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

РН 03. Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин.

РН 04. Оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.

РН 07. Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам

РН 08. Знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень.

## 5 Програма навчальної дисципліни

### 5-й семестр

#### Модуль 1. Напруження та деформації при зварюванні Змістовий модуль 1. Загальні положення теорії зварювальних деформацій

**Тема 1.** Предмет і зміст дисципліни, її роль у формуванні бакалавра-зварювальника. Основні поняття і визначення теорії зварювальних деформацій.  
Джерела інформації: [1] - розділ 1, стор. 10 - 19.

**Тема 2.** Механізм та причини утворення напружень та деформацій при зварюванні, інженерні гіпотези теорії зварювальних деформацій, термомеханічна та деформаційна задачі.  
Джерела інформації: [1] - розділ 1, стор. 19 - 41.

**Тема 3.** Вирішення термомеханічної задачі для поздовжнього скорочення (роботи Ніколаєва Г.О., Окерблома М.О., Вінокурова В. О. та ін.). Усадкова сила, об'єм поздовжнього скорочення, зона пружно-пластичних деформацій.  
Джерела інформації: [1] - розділ 2, стор. 44 - 50.

**Тема 4.** Рішення деформаційної задачі для поздовжнього скорочення: розрахунок деформацій балок при зварюванні поздовжніх швів - неперервних, перервних, коротких. Визначення деформацій при зварюванні декількох швів. Приведення скорочення до спільної осі.  
Джерела інформації: [1] - розділ 2, стор. 50 – 54, 64 – 69.

**Тема 5.** Визначення напружень, що викликаються поздовжнім скороченням зварного з'єднання в різноманітних матеріалах. Вплив початкових напружень та багато прохідного (багатошарового) зварювання на поздовжнє скорочення.  
Джерела інформації: [1] - розділ 2, стор. 54 - 64.

**Тема 6.** Вирішення термомеханічної задачі для поперечного скорочення. Вплив конструктивних факторів на об'єм поперечного скорочення.  
Джерела інформації: [1] - розділ 3, стор. 86 - 93.

**Тема 7.** Вирішення деформаційної задачі для поперечного скорочення: розрахунок деформацій балок при зварюванні поперечних швів. Визначення деформацій при зварюванні декількох швів, у тому числі багатошарових.  
Джерела інформації: [1] - розділ 3, стор. 93 - 96.

**Тема 8.** Напруження, що викликаються поперечним скороченням у закріпленому та незакріпленому з'єднанні. Вибір раціональної послідовності зварювання.



Джерела інформації: [1] - розділ 3, стор. 96 - 105.

## **Змістовий модуль 2. Деформації та напруження в конструкціях**

**Тема 9.** Механізм і основні причини утворення кутових деформацій. Методи їх визначення при наплавленні валика та зварюванні стикових з'єднань.

Джерела інформації: [1] - розділ 4, стор. 112 - 117.

**Тема 10.** Кутові деформації при зварюванні таврових з'єднань, "ребристість" та "коробоватість" конструкцій внаслідок кутових деформацій.

Джерела інформації: [1] - розділ 4, стор. 117 - 122.

**Тема 11.** Деформації втрати стійкості тонколистових конструкцій. Основні причини, методи визначення, шляхи регулювання.

Джерела інформації: [1] - розділ 5, стор. 128 - 130.

**Тема 12.** Деформації крутіння балок відкритого та замкнутого профілю: основні причини, методи визначення, шляхи регулювання. Деформації при тепловому різанні.

Джерела інформації: [1] - розділ 5, стор. 130 - 133, 138 - 139.

**Тема 13.** Деформації тонкостінних і товстостінних оболонок. Особливості деформування, розрахунок та шляхи регулювання.

Джерела інформації: [1] - розділ 5 стор. 133 - 138.

**Тема 14.** Схема розрахунку загальних та місцевих зварювальних деформацій плоских полотен, плоских секцій з набором одного та двох напрямів, секцій з криволінійними обводами.

Джерела інформації: [1] - розділ 6, стор. 148 - 161.

**Тема 15.** Вплив зварювальних деформацій та напружень на зварну конструкцію. Загальні принципи регулювання зварювальних напружень та деформацій. Методи та засоби боротьби.

Джерела інформації: [1], розділ 8, стор. 206 - 219.

## **6 - й семестр**

### **Модуль 2. Міцність зварних з'єднань**

#### **Змістовий модуль 1. Розрахунки міцності та проектування зварних з'єднань при статичному навантаженні**

**Тема 1.** Предмет і зміст дисципліни. Основні проблеми міцності та проектування. Схеми розрахунків за граничним станом, допустимими напруженнями та Єврономами. Призначення допустимих напружень. Основні

типи задач розрахунку міцності, умова рівноміцності зварних з'єднань та основного металу.

Джерела інформації: [2], розділ 1, стор. 38 - 72.

**Тема 2.** Основні відомості з курсу "Опір матеріалів", на яких базується вивчення дисципліни. Геометричні характеристики перерізів.

Джерела інформації: [2], розділ 1, стор. 76 - 80.

**Тема 3.** Розрахунок міцності та проектування стикових з'єднань.

Джерела інформації: [2], розділ 2, стор. 82 - 92.

**Тема 4.** Розрахунок міцності та проектування таврових з'єднань без скосу крайок.

Джерела інформації: [2], розділ 2, стор. 98 - 110.

**Тема 5.** Розрахунок міцності та проектування таврових з'єднань зі скосом крайок.

Джерела інформації: [2], розділ 2, стор. 116 - 126.

**Тема 6.** Розрахунок міцності та проектування з'єднань внапусток.

Джерела інформації: [2], розділ 2, стор. 131 - 143.

**Тема 7.** Розрахунок міцності та проектування точкових контактних з'єднань.

Джерела інформації: [2], розділ 2, стор. 148 - 162.

**Тема 8.** Розрахунок міцності та проектування комбінованих з'єднань. Комбіновані клепаано-зварні з'єднання.

Джерела інформації: [2], розділ 2, стор. 167 - 172.

**Тема 9.** Особливості розрахунків міцності та проектування зварних з'єднань за Європейськими нормами.

Джерела інформації: [2], розділ 2, стор. 172 - 180.

**Тема 10.** Особливості проектування зварних з'єднань корпусу судна за Правилами Регістра судноплавства.

Джерела інформації: [2], розділ 2, стор. 182 - 185.

## **Змістовий модуль 2. Міцність зварних з'єднань у різноманітних умовах навантаження**

**Тема 11.** Механічні випробування металу шва і зварних з'єднань.

Джерела інформації: [2], розділ 4, стор. 215 - 230.

**Тема 12.** Концентрація напружень в зварних з'єднаннях.

Джерела інформації: [2], розділ 4, стор. 232 - 240.

**Тема 13.** Міцність при циклічному навантаженні.  
Джерела інформації: [2], розділ 4, стор. 241 - 253.

**Тема 14.** Загальні поняття механіки руйнування.  
Джерела інформації: [2], розділ 4, стор. 257 - 265.

**Тема 15.** Вплив температури на механічні властивості основного металу і зварних з'єднань.  
Джерела інформації: [2], розділ 4, стор. 266 - 277.

### 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	л.р.	пр	с.р.		л	л.р.	пр	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>5-й семестр</b>										
<b>Модуль 1. Напруження та деформації при зварюванні</b>										
<b>Змістовий модуль 1. Загальні положення теорії зварювальних деформацій</b>										
<b>Тема 1.</b> Предмет і зміст дисципліни, її роль у формуванні бакалавра-зварювальника. Основні поняття і визначення теорії зварювальних деформацій.	9	2	4	-	3	75	5	-	-	7
<b>Тема 2.</b> Механізм та причини утворення напружень та деформацій при зварюванні, інженерні гіпотези теорії зварювальних деформацій, термомеханічна та деформаційна задачі.	10	2	4	-	4			-	-	8
<b>Тема 3.</b> Вирішення термомеханічної задачі для поздовжнього скорочення (роботи Ніколаєва Г.О., Окерблома М.О., Вінокурова В. О. та ін.). Усадкова сила, об'єм поздовжнього скорочення, зона пружно-пластичних деформацій.	5	2	-	-	3			-	-	8
<b>Тема 4.</b> Рішення деформаційної задачі для поздовжнього скорочення: розрахунок деформацій балок при зварюванні поздовжніх швів - неперервних, перервних, коротких. Визначення деформацій при зварюванні декількох швів. Приведення скорочення до спільної осі.	12	2	4	2	4			-	2	9

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	л.р.	пр	с.р.		л	л.р.	пр	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Тема 5.</b> Визначення напружень, що викликаються поздовжнім скороченням зварного з'єднання в різноманітних матеріалах. Вплив початкових напружень та багато прохідного (багатошарового) зварювання на поздовжнє скорочення	14	2	6	2	4			-	-	8
<b>Тема 6.</b> Virішення термомеханічної задачі для поперечного скорочення. Вплив конструктивних факторів на об'єм поперечного скорочення.	5	2	-	-	3			-	-	7
<b>Тема 7.</b> Virішення деформаційної задачі для поперечного скорочення: розрахунок деформацій балок при зварюванні поперечних швів. Визначення деформацій при зварюванні декількох швів, у тому числі багатошарових.	12	2	4	2	4			4	2	8
<b>Тема 8.</b> Напруження, що викликаються поперечним скороченням у закріпленому та незакріпленому з'єднанні. Вибір раціональної послідовності зварювання.	8	2	-	2	4			-	-	7
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>75</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>29</b>	<b>75</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>62</b>
<b>Змістовий модуль 2. Деформації та напруження в конструкціях</b>										
<b>Тема 9.</b> Механізм і основні причини утворення кутових деформацій. Методи їх визначення при наплавленні валика та зварюванні стикових з'єднань.	11	2	4	2	3	45	5	4	2	5
<b>Тема 10.</b> Кутові деформації при зварюванні таврових з'єднань, "ребристість" та "коробоватість" конструкцій внаслідок кутових деформацій.	11	2	4	2	3			-	-	5

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	л.р.	пр	с.р.		л	л.р.	пр	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Тема 11.</b> Деформації втрати стійкості тонколистових конструкцій. Основні причини, методи визначення, шляхи регулювання.	5	2	-	1	2			-	-	4
<b>Тема 12.</b> Деформації крутіння балок відкритого та замкнутого профілю: основні причини, методи визначення, шляхи регулювання. Деформації при тепловому різанні.	3	2	-	-	1			-	-	5
<b>Тема 13.</b> Деформації тонкостінних і товстостінних оболонок. Особливості деформування, розрахунок та шляхи регулювання.	4	2	-	-	2			-	-	5
<b>Тема 14.</b> Схема розрахунку загальних та місцевих зварювальних деформацій плоских полотен, плоских секцій з набором одного та двох напрямів, секцій з криволінійними обводами.	7	2	-	2	3			-	-	5
<b>Тема 15.</b> Вплив зварювальних деформацій та напружень на зварну конструкцію. Загальні принципи регулювання зварювальних напружень та деформацій. Методи та засоби боротьби.	4	2	-	-	2			-	-	5
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>45</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>45</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>34</b>
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>120</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>96</b>
<b>6-й семестр</b>										
<b>Модуль 2. Міцність зварних з'єднань</b>										
<b>Змістовий модуль 1. Розрахунки міцності та проектування зварних з'єднань при статичному навантаженні</b>										
<b>Тема 1.</b> Предмет і зміст дисципліни. Основні проблеми міцності та проектування. Схеми розрахунків за граничним станом, допустимими	4	2	-	-	2	63	6	-	-	6

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	л.р.	пр	с.р.		л	л.р.	пр	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
напруженнями та Єврономами. Призначення допустимих напружень. Основні типи задач розрахунку міцності.										
<b>Тема 2.</b> Основні відомості з курсу "Опір матеріалів", на яких базується вивчення дисципліни. Геометричні характеристики перерізів.	10	2	-	4	4			-	-	7
<b>Тема 3.</b> Розрахунок міцності та проектування стикових з'єднань.	11	2	-	4	5			-	2	8
<b>Тема 4.</b> Розрахунок міцності та проектування таврових з'єднань без скосу крайок.	11	2	-	4	5			-	2	8
<b>Тема 5.</b> Розрахунок міцності та проектування таврових з'єднань зі скосом крайок.	11	2	-	4	5			-	2	8
<b>Тема 6.</b> Розрахунок міцності та проектування з'єднань внапусток.	9	2	-	2	5			-	2	8
<b>Тема 7.</b> Розрахунок міцності та проектування точкових контактних з'єднань.	11	2	-	4	5			-	-	8
<b>Тема 8.</b> Розрахунок міцності та проектування комбінованих з'єднань. Комбіновані клепаано-зварні з'єднання.	6	2	-	-	4			-	-	7
<b>Тема 9.</b> Особливості розрахунків міцності та проектування зварних з'єднань за Європейськими нормами.	9	2	-	2	5			-	-	8
<b>Тема 10.</b> Особливості проектування зварних з'єднань корпусу судна за Правилами Регістра судноплавства.	8	2	-	2	4			-	-	8
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>90</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>26</b>	<b>44</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>76</b>

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	л.р.	пр	с.р.		л	л.р.	пр	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Змістовий модуль 2. Міцність зварних з'єднань у різноманітних умовах навантаження</b>										
<b>Тема 11.</b> Механічні випробування металу шва і зварних з'єднань.	5	2	-	-	3		4	-	-	5
<b>Тема 12.</b> Концентрація напружень в зварних з'єднаннях.	5	2	-	-	3			-	-	4
<b>Тема 13.</b> Міцність при циклічному навантаженні.	10	2	-	4	4			-	2	6
<b>Тема 14.</b> Загальні поняття механіки руйнування.	5	2	-	-	3			-	-	4
<b>Тема 15.</b> Вплив температури на механічні властивості основного металу і зварних з'єднань.	5	2	-	-	3			-	-	5
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>24</b>
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>Разом з дисципліни</b>	<b>240</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>105</b>	<b>240</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>196</b>

**Примітка.** Для студентів заочної форми навчання читаються 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
<b>5-й семестр</b>			
1.	Вивчення методів виміру деформацій з оцінкою їх точності. Джерела інформації: [3], робота № 1.	4	-
2.	Температурні та залишкові деформації і напруження при нагріванні стрижня. Джерела інформації: [3], робота № 2.	4	-
3.	Поздовжні зварювальні деформації та напруження при наплавленні валика на крайку пластини. Джерела інформації: [3], робота № 3.	4	-
4.	Експериментальне визначення зварювальних напружень магнітним методом. Джерела інформації: [3], робота № 9.	6	-
5.	Поперечна усадка при наплавленні валика на пластину. Джерела інформації: [3], робота № 4.	4	4
6.	Визначення кутової деформації при наплавленні валика на пластину. Джерела інформації: [3], робота № 5.	4	4
7.	Визначення кутової деформації в тавровому з'єднанні. Джерела інформації: [3], робота № 6.	4	-
<b>Разом з дисципліни :</b>		<b>30</b>	<b>8</b>

## 5.3 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<b>5-й семестр</b>			
1.	Розрахункове визначення напружень і деформацій штаби при наплавленні поздовжніх валиків. Джерела інформації: [1] - стор. 76.	2	2
2.	Розрахункове визначення напружень і деформацій штаби при наплавленні поздовжнього валика з урахуванням початкових напружень. Джерела інформації: [1] - стор. 80.	2	-
3.	Розрахункове визначення загальних поздовжніх деформацій в балках. Джерела інформації: [1] - стор. 83.	2	-

4.	Розрахункове визначення деформацій штаби при наплавленні поперечних валиків. Джерела інформації: [1] - стор. 109.	2	2
5.	Визначення напружень і деформацій при наплавленні поперечних валиків в закріпленій пластині. Джерела інформації: [1] - стор. 109 – 110.	2	-
6.	Визначення кутових деформацій при наплавленні валика та зварюванні стикових й таврових з'єднань. Джерела інформації: [1] - стор. 125 – 126.	2	2
7.	Визначення деформацій втрати стійкості тонколистових конструкцій. Джерела інформації: [1] - стор. 144.	1	-
8.	Визначення зварювальних деформацій суднових конструкцій. Джерела інформації: [1] - стор. 173 – 174.	2	-
<b>Разом за 5-й семестр :</b>		<b>15</b>	<b>6</b>
<b>6-й семестр</b>			
1.	Визначення геометричних характеристик плоских перерізів: положення центру ваги, статичних моментів, моментів інерції, моментів опору. Джерела інформації: [2] - стор. 80 – 81.	4	-
2.	Розрахунок міцності та проектування стикових з'єднань при дії поздовжніх (осьових) та поперечних сил, згинальних та крутних моментів. Джерела інформації: [2] - стор. 92 – 97.	4	2
3.	Розрахунок міцності та проектування таврових з'єднань без скошу крайок при дії поздовжніх (осьових) та поперечних сил, згинальних та крутних моментів. Джерела інформації: [2] - стор. 110 – 115.	4	2
4.	Розрахунок міцності та проектування таврових з'єднань зі скосом крайок при дії поздовжніх (осьових) та поперечних сил, згинальних та крутних моментів. Джерела інформації: [2] - стор. 126 – 130.	4	2
5.	Розрахунок міцності та проектування з'єднань внапусток: при дії поздовжніх (осьових) та поперечних сил, згинальних та крутних моментів. Джерела інформації: [2] - стор. 144 – 147.	2	2
6.	Розрахунок міцності та проектування точкових з'єднань при дії поздовжніх (осьових) та поперечних сил, згинальних та крутних моментів. Джерела інформації: [2] - стор. 162 – 166.	4	-
7.	Розрахунок міцності та проектування зварних з'єднань за Європейськими нормами. Джерела інформації: [2] - стор. 180.	2	-
8.	Проектування зварних з'єднань корпусу судна за	2	-

	Правилами Регістра судноплавства. Джерела інформації: [2] - стор. 185 – 188.		
9.	Розрахунок міцності та проектування з'єднань при дії циклічного навантаження. Джерела інформації: [2] - стор. 253 – 256.	4	2
<b>Разом за 6-й семестр :</b>		<b>30</b>	<b>10</b>
<b>Разом з дисципліни :</b>		<b>45</b>	<b>16</b>

#### 5.4 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми для самостійного вивчення	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
<b>5-й семестр</b>			
1.	Предмет і зміст дисципліни, її роль у формуванні бакалавра-зварювальника. Основні поняття і визначення теорії зварювальних деформацій.	3	7
2.	Механізм та причини утворення напружень та деформацій при зварюванні, інженерні гіпотези теорії зварювальних деформацій, термомеханічна та деформаційна задачі.	4	8
3.	Вирішення термомеханічної задачі для поздовжнього скорочення (роботи Ніколаєва Г.О., Окерблома М.О., Вінокурова В. О. та ін.). Усадкова сила, об'єм поздовжнього скорочення, зона пружно-пластичних деформацій.	3	8
4.	Рішення деформаційної задачі для поздовжнього скорочення: розрахунок деформацій балок при зварюванні поздовжніх швів - неперервних, перервних, коротких. Визначення деформацій при зварюванні декількох швів. Приведення скорочення до спільної осі.	4	9
5.	Визначення напружень, що викликаються поздовжнім скороченням зварного з'єднання в різноманітних матеріалах. Вплив початкових напружень та багато прохідного (багатошарового) зварювання на поздовжнє скорочення	4	8
6.	Вирішення термомеханічної задачі для поперечного скорочення. Вплив конструктивних факторів на об'єм поперечного скорочення.	3	7
7.	Вирішення деформаційної задачі для поперечного скорочення: розрахунок деформацій балок при зварюванні поперечних швів. Визначення деформацій при зварюванні декількох швів, у тому числі багатошарових.	4	8
8.	Напруження, що викликаються поперечним скороченням у закріпленому та незакріпленому з'єднанні. Вибір раціональної послідовності зварювання.	4	7

9.	Механізм і основні причини утворення кутових деформацій. Методи їх визначення при наплавленні валика та зварюванні стикових з'єднань.	3	5
10.	Кутові деформації при зварюванні таврових з'єднань, "ребристість" та "коробоватість" конструкцій внаслідок кутових деформацій.	3	5
11.	Деформації втрати стійкості тонколистових конструкцій. Основні причини, методи визначення, шляхи регулювання.	2	4
12.	Деформації крутіння балок відкритого та замкнутого профілю: основні причини, методи визначення, шляхи регулювання. Деформації при тепловому різанні.	1	5
13.	Деформації тонкостінних і товстостінних оболонок. Особливості деформування, розрахунок та шляхи регулювання.	2	5
14.	Схема розрахунку загальних та місцевих зварювальних деформацій плоских полотен, плоских секцій з набором одного та двох напрямів, секцій з криволінійними обводами.	3	5
15.	Вплив зварювальних деформацій та напружень на зварну конструкцію. Загальні принципи регулювання зварювальних напружень та деформацій. Методи та засоби боротьби.	2	5
<b>Разом за 5-й семестр</b>		<b>45</b>	<b>96</b>
<b>6-й семестр</b>			
1.	Схеми розрахунків за граничним станом, допустимими напруженнями та Єврономами. Призначення допустимих напружень.	2	6
2.	Геометричні характеристики перерізів.	4	7
3.	Розрахунок міцності та проектування стикових з'єднань	5	8
4.	Розрахунок міцності та проектування таврових з'єднань без скосу крайок.	5	8
5.	Розрахунок міцності та проектування таврових з'єднань зі скосом крайок.	5	8
6.	Розрахунок міцності та проектування з'єднань внапусток.	5	8
7.	Розрахунок міцності та проектування точкових контактних з'єднань.	5	8
8.	Розрахунок міцності та проектування комбінованих з'єднань.	4	7
9.	Особливості розрахунків міцності та проектування зварних з'єднань за Європейськими нормами.	5	8
10.	Особливості проектування зварних з'єднань корпусу судна за Правилами Регістра судноплавства.	4	8
11.	Механічні випробування металу шва і зварних з'єднань.	3	5
12.	Концентрація напружень в зварних з'єднаннях.	3	4
13.	Міцність при циклічному навантаженні.	4	6
14.	Коефіцієнт інтенсивності напружень, його визначення для	3	4

	дефектів зварних з'єднань. Критичний коефіцієнт інтенсивності напружень (в'язкість руйнування), методи його визначення.		
15.	Вплив температури на механічні властивості основного металу і зварних з'єднань.		
<b>Разом за 6-й семестр :</b>		<b>60</b>	<b>100</b>
<b>Разом з дисципліни :</b>		<b>105</b>	<b>196</b>

### 5.5 Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<b>5-й семестр</b>			
1	Підготовка до лекцій	10	20
2	Підготовка до лабораторних робіт	7	15
3	Підготовка до практичних робіт	8	12
4	Підготовка до поточного модульного контролю	10	-
5	Виконання контрольної роботи	-	20
6	Самостійне вивчення тем, що не входять до лекційного курсу	5	14
7	Підготовка до підсумкового контролю	5	15
<b>Разом за 5-й семестр :</b>		<b>45</b>	<b>96</b>
<b>6-й семестр</b>			
1	Підготовка до лекцій	10	20
2	Підготовка до практичних робіт	15	20
3	Підготовка до поточного модульного контролю	10	-
4	Виконання контрольної роботи	-	20
5	Самостійне вивчення тем, що не входять до лекційного курсу	15	25
7	Підготовка до підсумкового контролю	10	15
<b>Разом за 6-й семестр :</b>		<b>60</b>	<b>100</b>
<b>Разом з дисципліни :</b>		<b>105</b>	<b>196</b>

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

Методи навчання:

для всіх видів занять:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмій і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної освіти;

для лекційних занять:

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- відеометод - використання відеоматеріалів для активізації наочнотуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості;

для лабораторних занять:

- лабораторна робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом дослідження питань, що розглядаються в роботі;

для практичних занять:

- практичне заняття - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом виконання розрахунків та оцінювання їх результатів.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

– звіти з виконання лабораторної роботи та презентації результатів виконаних робіт на комп'ютері (або письмовий контроль результатів);

– звіти з виконання практичної роботи та презентації результатів виконаних практичних робіт (письмовий контроль результатів);

– усні відповіді на лабораторних та практичних заняттях;

– поточні модульні контрольні роботи у формі тестування (тестовий контроль);

– екзамен.

## **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 й практичному 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 практичних завдань та лабораторних робіт. 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 здобувачів вищої освіти та їх оцінювання

#### Критерії оцінювання лабораторних робіт

Кількість балів	Критерії оцінювання
2	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів
1,6	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач вищої освіти виконує роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача в цілому правильно складає звіт та робить висновки
1,2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки
0,8	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки
0,4	Здобувач вищої освіти складає скорочену умову завдання, робить виконання роботи частково
0	Здобувач вищої освіти не виконав роботу

#### Критерії оцінювання практичних робіт

Кількість балів	Критерії оцінювання
3/4	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів
2,4/3,2	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач вищої освіти виконує роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача в цілому правильно складає звіт та робить висновки
1,8/2,4	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки

1,2/1,6	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки
0,6/0.8	Здобувач вищої освіти складає скорочену умову завдання, робить виконання роботи частково
0/0	Здобувач вищої освіти не виконав роботу

\* - Бал 5-го семестру/бал 6-го семестру

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

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал (ПМК1)	10	9	8	7	4	5	4	3	2	1
Бал (ПМК2)	10	9	8	7	4	5	4	3	2	1

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

Бал	Критерій оцінювання
47/36	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Під час захисту роботи ЗВО вільно орієнтується в матеріалах
30/23	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, але частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи ЗВО вільно орієнтується в матеріалах
10/10	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 ЗВО слабо орієнтується в матеріалах
0	Роботу не виконано

\* - Бал 5-го семестру/бал 6-го семестру

### 7.4 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



## 7.5 Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	денна форма	заочна форма
<b>5-й семестр</b>		
Виконання і захист лабораторних робіт	7 роб. × 2 бала = 14 балів	2 роб. × 2 бала = 4 бала
Виконання і захист практичних робіт	6 роб. × 3 бала = 18 балів *2 роб. × 4 бала = 8 балів	3 роб. × 3 бала = 9 балів
Поточний модульний контроль (ЗМ1 і ЗМ2)	2 МКР × 10 балів = 20 балів	-
Виконання контрольної роботи	-	1 роб. × 47 балів = 47 балів
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
<b>6-й семестр</b>		
Виконання і захист практичних робіт	5 роб. × 4 бала = 20 балів **4 роб. × 5 балів = 20 балів	1 роб. × 4 бала = 4 бала **4 роб. × 5 балів = 20 балів
Поточний модульний контроль (ЗМ1 і ЗМ2)	2 МКР × 10 балів = 20 балів	-
Виконання контрольної роботи	-	1 роб. × 36 балів = 36 балів
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>60</b>

\*Практичні роботи № 2, 8 в 5-му семестрі оцінюються в 4 бали.

\*\*Практичні роботи № 2, 3,4,5 в 6-му семестрі оцінюються в 5 балів.

## 8 Критерії оцінювання результатів навчання

Змістовий модуль	Тема	Денна форма		Заочна форма		
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали	
1	2	3	4	5	6	
<b>5-й семестр</b>						
ЗМ 1	T1	Лабораторна робота № 1	2	-	-	
	T2	Лабораторна робота № 2	2	-	-	
	T4	Лабораторна робота № 3 Практична робота № 1	2 3	Практична робота № 1		3
	T5	Лабораторна робота № 4 Практична робота № 2	2 4	-	-	

Змістовий модуль	Тема	Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
1	2	3	4	5	6
	T7	Лабораторна робота № 5 Практична робота № 3	2 3	Лабораторна робота № 5 Практична робота № 3	2 3
	T8	Практична робота № 4	3	-	-
	T1-T8	Поточний модульний контроль	10	-	-
ЗМ 2	T9	Лабораторна робота № 6 Практична робота № 5	2 3	Лабораторна робота № 6 Практична робота № 5	2 3
	T10	Лабораторна робота № 7 Практична робота № 6	2 3	-	-
	T11	Практична робота № 7	3	-	-
	T14	Практична робота № 8	4	-	-
	T9-T15	Поточний модульний контроль	10	-	-
	T1-T15	-	-	Контрольна робота	47
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
<b>Сума</b>			<b>100</b>		<b>100</b>
<b>6-й семестр</b>					
ЗМ 1	T2	Практична робота № 1	4	-	-
	T3	Практична робота № 2	5	Практична робота № 2	5
	T4	Практична робота № 3	5	Практична робота № 3	5
	T5	Практична робота № 4	5	Практична робота № 4	5
	T6	Практична робота № 5	5	Практична робота № 5	5
	T7	Практична робота № 6	4	-	
	T9	Практична робота № 7	4	-	

Змістовий модуль	Тема	Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
1	2	3	4	5	6
	T10	Практична робота № 8	4	-	
	T1-T10	Поточний модульний контроль	10	-	-
ЗМ 2	T13	Практична робота № 9	4	Практична робота № 9	4
	T11-T15	Поточний модульний контроль	10	-	-
	T1-T15	-	-	Контрольна робота	36
Підсумковий контроль	Екзамен		40	Екзамен	40
<b>Сума</b>			<b>100</b>		<b>100</b>

## 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 військового стану) використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

## 10 Рекомендовані джерела інформації

### Основна література

1. Напруження та деформації при зварюванні і паянні : підручник / Л. М. Лобанов, Г. В. Єрмолаєв, В. В. Квасницький, О. В. Махненко, Г. В. Єгоров, А. В. Лабарткава ; за заг. ред. Л. М. Лобанова. – Миколаїв : НУК, 2016. – 246 с.
2. Міцність зварних та спаяних з'єднань : підручник / В. В. Квасницький, Г. В. Єгоров, Г. В. Єрмолаєв, М. В. Матвієнко ; за загальною редакцією

академіка НАН України, доктора технічних наук, професора Л. М. Лобанова. – Миколаїв : НУК, 2019. – 294 с.

3. Збірник лабораторних робіт з дисципліни “ Механіка зварних з’єднань ”/ Г.В. Єрмолаєв, С.А. Лой, А.В. Лабарткава. – Миколаїв: НУК, 2018. – 64 с.

#### Допоміжна

4. Касаткин, Б.С. Напряжения и деформации при сварке [Текст] /Б.С. Касаткин, В.М. Прохоренко, И.М. Чертов. - К.: Вища школа, 1987. - 246 с.

5. Чертов, І.М. Зварні конструкції [Текст]: підручник / І.М. Чертов. – К.: Арістей, 2006. - 376 с.

#### Інформаційні ресурси

1. Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. – Режим доступу: <http://www.kb.nuos.edu.ua> (дата звернення: 25. 10.2023 р.).

2. Електронні інформаційні ресурси НБУВ. – Режим доступу: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua> (дата звернення: 25. 10.2023 р.).

Розробники:

професор НУК

Г.В. Єрмолаєв

доцент НУК

С.А. Лой

**Питання для модульного контролю**

5-й семестр

**Модуль 1**

**Контрольні питання до 1-го змістового модуля**

1. Основні причини утворення зварювальних напружень і деформацій
2. Які види напружень і напружених станів розглядаються в теорії зварювальних деформацій?
3. Власні напруження та їх особливості.
4. Які види деформацій розглядаються в теорії зварювальних деформацій?
5. Основні параметри, що визначають деформації поздовжнього скорочення в інженерних розрахунках
6. Залежність між усадочною силою і об'ємом поздовжнього скорочення.
7. Параметри, що впливають на величину усадочної сили після зварювання.
8. Властивості основного металу, що визначають усадочну силу в інженерних розрахунках.
9. Властивості основного металу, що визначають обсяг поздовжнього скорочення в інженерних розрахунках.
10. Параметри режиму, що визначають обсяг поздовжнього скорочення в інженерних розрахунках
11. Зона, у межах якої зосереджені усі пластичні деформації, що виникають в процесі зварювання.
12. Основні причини утворення поперечного скорочення при зварюванні.
13. Основні фактори, що впливають на величину поперечного скорочення при зварюванні.
14. Властивості основного металу, що визначають поперечне скорочення в інженерних розрахунках.
15. Параметри режиму, що визначають обсяг поперечного скорочення в інженерних розрахунках.
16. Геометричні параметри конструкції, що впливають на обсяг поперечного скорочення в інженерних розрахунках.
17. Причина утворення "будиночків" по кінцях шва при зварюванні "напрохід" полотнини з довгих листів .
18. Причина утворення "опуклості" у середній частині шва при зварюванні "напрохід" полотнини з довгих листів.
19. Причина утворення тріщини після вварюванні фланця в плоску секцію.

## **Контрольні питання до 2-го змістового модуля**

1. Основні причини утворення кутових деформацій при зварюванні.
2. Параметри режиму та фактори, що впливають на кутові деформації.
3. Геометричні параметри конструкції та параметри режиму зварювання, що впливають на кутові деформації в інженерних розрахунках.
4. Основні причини утворення деформацій втрати стійкості при зварюванні.
5. Параметри режиму, властивості матеріалу і конструктивні фактори, що впливають на деформації втрати стійкості.
6. Основні причини утворення деформацій закручування при зварюванні таврових балок.
7. Основні причини утворення деформацій закручування при зварюванні коробчатих балок.
8. Основні причини утворення деформацій закручування при зварюванні балок хрестоподібного профілю.
9. Основна причина деформації зламу осі товстостінних оболонок при зварюванні кільцевих швів.
10. Основна причина деформації зламу твірної товстостінних оболонок при зварюванні кільцевих швів.
11. Основна причина деформації зламу кола товстостінних оболонок при зварюванні подовжніх швів.
12. Основна причина деформації зламу твірної тонкостінних оболонок при зварюванні кільцевих швів.
13. Основна причина деформації зламу кола тонкостінних оболонок при зварюванні поздовжніх швів.
14. Шкідливий вплив зварювальних напружень та деформацій на конструкцію.
15. Основні принципи, на яких ґрунтуються усі методи регулювання зварювальних напружень та деформацій.
16. Методи зменшення зварювальних напружень та деформацій.

6-й семестр

## **Модуль 2**

### **Контрольні питання до 1-го змістового модуля**

1. Схема розрахунку міцності зварних з'єднань за допустимими напруженнями
2. Схема розрахунку міцності зварних з'єднань за граничним станом
3. Схема розрахунку міцності зварних з'єднань за Європейськими нормами
4. Призначення допустимих напружень в зварних з'єднаннях
5. Геометричні характеристики плоского перерізу та схема їх розрахунку

6. Схеми розрахунку стикового з'єднання на осьову та поперечну сили, на згинальний та крутний моменти, по еквівалентним напруженням

7. Схема розрахунку таврового з'єднання без розроблення крайок на осьову та поперечну сили, на згинальний та крутний моменти, по еквівалентним напруженням

8. Схема розрахунку таврового з'єднання з розробленням крайок на осьову та поперечну сили, на згинальний та крутний моменти, по еквівалентним напруженням

9. Схема розрахунку з'єднання внапусток на осьову та поперечну сили, на згинальний та крутний моменти, по еквівалентним напруженням

10.Схема розрахунку точкового з'єднання на осьову та поперечну сили, на згинальний та крутний моменти, по еквівалентним напруженням

11.Схема розрахунку комбінованого з'єднання, що складається зі швів різного типу.

### **Контрольні питання до 2-го змістового модуля**

12.Характеристики міцності, пластичності, тріщиностійкості металу шва та методи їх визначення

13.Характеристики міцності, пластичності, тріщиностійкості зварного з'єднання та методи їх визначення

14.Концентрація напружень в зварних з'єднаннях. Теоретичний коефіцієнт концентрації

15.Міцність зварних з'єднань при циклічному навантаженні. Ефективний коефіцієнт концентрації

16.Границя витривалості зварного з'єднання, фактори, що впливають на її величину

17.Діаграма граничних напружень

18.Засоби підвищення міцності при циклічному навантаженні

19.Коефіцієнт інтенсивності напружень, методи його визначення

20.Критичний коефіцієнт інтенсивності напружень, методи його визначення

21.Вплив низької температури на механічні властивості основного металу та зварних з'єднань

Вплив високої температури на механічні властивості основного металу та зварних з'єднань