

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра технології виробництва літальних апаратів (№ 104)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Голова НМЄ 1  
Сергій НИЖНИК  
(підпис) (ініціали та прізвище)  
« 29 » 08 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ЗВАРЮВАННЯ В АВІАЦІЇ»**

**Галузь знань:** 13 «Механічна інженерія»  
14 «Електрична інженерія»  
27 «Транспорт»

**Спеціальність:** 131 Прикладна механіка  
133 Галузеве машинобудування  
134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка  
141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
142 Енергетичне машинобудування  
144 Теплоенергетика  
272 Авіаційний транспорт  
274 Автомобільний транспорт

**Освітня програма:** за всіма освітніми програмами спеціальностей

**Форма навчання:** денна

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

**Харків 2023 рік**

Розробник: Вячеслав Нікічанов, кандидат технічних наук, доцент



Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Технології виробництва літальних апаратів

Протокол № 1 від «29» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри к.т.н.



Катерина МАЙОРОВА

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показника                                                                                    | Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Кількість кредитів<br>5,0                                                                                 | <b>Галузь знань</b><br>13 «Механічна інженерія»<br>14 «Електрична інженерія»<br>27 «Транспорт»<br><b>Спеціальність</b><br>131 Прикладна механіка,<br>133 Галузеве машинобудування,<br>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка,<br>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,<br>142 Енергетичне машинобудування,<br>144 Теплоенергетика,<br>272 Авіаційний транспорт,<br>274 Автомобільний транспорт.<br><b>Освітня програма</b><br>за всіма освітніми програмами спеціальностей<br><br><b>Рівень вищої освіти:</b><br>перший (бакалаврський) | Цикл професійної підготовки: вибіркова                      |
| Кількість модулів – 1                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Навчальний рік</b>                                       |
| Кількість змістових модулів – 2                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2023/2024                                                   |
| Індивідуальне завдання _____<br>(назва)                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Семестр</b>                                              |
| Загальна кількість годин – 64 / 150                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4-й (скороч.)<br>6-й (норм.)                                |
|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Лекції*</b>                                              |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4<br>самостійної роботи студента – 5,375 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 32 години                                                   |
|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Практичні, семінарські*</b>                              |
|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 32                                                          |
|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Лабораторні*</b>                                         |
|                                                                                                           | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                             |
|                                                                                                           | <b>Самостійна робота</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                             |
|                                                                                                           | 86 годин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                             |
| <b>Вид контролю</b>                                                                                       | модульний контроль, іспит                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                             |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

64 / 86

\*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** – надання студентам знання і вміння з основ зварювання, які необхідні інженеру при виробництві, ремонті авіа та автотранспорту, а також доцільність застосування різних видів зварювання.

**Завдання** – вивчення сучасних способів виробництва деталей, вузлів і агрегатів літальних апаратів та двигунів з застосуванням зварювання.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей (Пререквізити)**:

ЗК3. Навички здійснення безпечної діяльності, прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК5. Здатність працювати у команді.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ФК 6. Здатність розробляти і реалізовувати технологічні процеси виробництва елементів та об'єктів авіаційної техніки.

### **Програмні результати навчання (Кореквізит):**

ПРН2. Розуміти екологічно небезпечні та шкідливі фактори про-фесійної діяльності та корегувати її зміст з метою попередження негативного впливу на навколишнє середовище.

ПРН4. Пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахів-цям і нефахівцям в ясній і однозначній формі.

ПРН8. Дотримуватися вимог галузевих нормативних документів щодо процедур проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів авіаційної техніки на всіх ета-пах їх життєвого циклу.

### **Міждисциплінарні зв'язки:**

|   | Перелік дисциплін, які потрібні для вивчення дисципліни<br>«Зварювання в авіації» |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Фізика                                                                            |
| 2 | Хімія та основи екології                                                          |
| 3 | Електротехніка                                                                    |
| 4 | Матеріалознавство, Технології конструкційних матеріалів                           |
| 5 | Інженерна та комп'ютерна графіка                                                  |
| 6 | Механіка матеріалів та конструкцій                                                |

Дисципліни, вивчення яких спирається на дисципліну «Зварювання в авіації»

|   |                                              |
|---|----------------------------------------------|
| 1 | Технологія виробництва літаків і вертольотів |
|---|----------------------------------------------|

|   |                                                                         |
|---|-------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Система автоматизованого проектування технології підготовки виробництва |
| 3 | Проектування підприємств авіаційного виробництва                        |

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовний модуль 1. Зварювання плавленням.

**Тема 1. Теоретичні основи зварювання.** Використання зварювальних процесів в літакобудуванні. Переваги та недоліки. Фізична сутність утворення зварного з'єднання при зварюванні плавленням і тиском. Класифікація способів зварювання за фізичною ознакою. Поняття теплового потоку, його потужності. Розрахункові схеми джерел нагріву. Закони теплопровідності конвективного і променистого теплообміну. Рівняння загальної теплопровідності. Схеми теплових полів при впливі точечного рухомого і нерухомого джерел нагріву в напівнескінченному тілі. Металургійні процеси при зварюванні. Способи підвищення якості зварних з'єднань. Кристалізація зварного шва. Структура шва і зони термічного впливу.

**Тема 2. Термічні типи зварювання.** Дугове зварювання. Зварювальна дуга та фізичні процеси, що протікають в ній. Будова зварювальної дуги, її характеристики. Вольт-амперна характеристика дуги. Джерела живлення зварювальної дуги. Вимоги до джерел живлення. Класифікація джерел живлення. Класифікація способів дугового зварювання за технічними і технологічними ознаками. Зовнішні характеристики джерел живлення, їх різновиди та призначення. Способи регулювання та керування зварювальним струмом. Ручна дугова зварка штучним електродом. Схема та сутність процесу. Особливості електродів та джерел живлення зварювальної дуги. Параметри процесу. Переваги та недоліки. Автоматичне зварювання під шаром флюсу. Схема та сутність процесу. Особливості процесу та обладнання. Параметри процесу. Переваги та недоліки. Типи та види зварних з'єднань, їх класифікація та позначення. Аргоно-дугове зварювання неплавким і плавким електродом. Схема та сутність процесу зварювання, особливості. Параметри процесу. Устаткування. Переваги і недоліки. Зварювання в середовищі вуглекислого газу. Схема та сутність процесу зварювання, особливості. Параметри процесу. Устаткування. Переваги і недоліки. Плазмове зварювання. Схема і сутність процесу зварювання. Параметри процесу. Устаткування. Переваги і недоліки. Електронно-променеве зварювання. Схема і сутність процесу зварювання. Параметри процесу. Переваги і недоліки. Лазерне зварювання. Схема і сутність процесу зварювання. Параметри процесу зварювання. Устаткування. Переваги і недоліки. Електрошлакове зварювання. Схема і параметри процесу. Види

обладнання. Переваги і недоліки. Галузь застосування. Газове зварювання. Горючі гази. Властивості ацетилену і кисню. Процес горіння ацетилену в кисні. Параметри процесу. Переваги і недоліки. Галузь застосування.

### **Модульний контроль**

## **Змістовний модуль 2. Зварювання тиском, та споріднені процеси.**

**Тема 1. Термомеханічні типи зварювання.** Контактне точкове зварювання. Схема і сутність процесу утворення з'єднання. Параметри зварної точки і процесу. Основні системи машини для точкового зварювання та їх призначення. Переваги і недоліки. Контактне шовне зварювання. Сутність процесу. Основні параметри. Устаткування. Переваги і недоліки. Контактне стикове зварювання. Сутність, особливості способу зварювання. Параметри процесу зварювання. Переваги і недоліки. Дифузійне зварювання. Машини для контактного і шовного зварювання. Контактне стикове зварювання. Схеми та сутність процесу. Головні параметри стикового опірного зварювання і стикового зварювання плавленням. Основні параметри. Особливості контактного зварювання різних металів і сплавів.

**Тема 2. Механічні способи зварювання.** Холодне зварювання. Схема і сутність процесу утворення з'єднання. Різновиди способу зварювання. Параметри процесу. Основні системи машин для холодного зварювання та їх призначення. Переваги і недоліки. Зварювання тертям. Схема і сутність процесу утворення з'єднання. Різновиди способу зварювання. Параметри процесу. Особливості утворення та його склад. Переваги і недоліки. Ультразвукове зварювання. Схема і сутність процесу утворення з'єднання. Різновиди ультразвукового зварювання. Параметри процесу зварювання. Переваги і недоліки. Галузь використання. Зварювання вибухом. Схема і сутність процесу утворення з'єднання. Параметри процесу. Особливості зварного з'єднання. Схема отримання багатошарових матеріалів. Переваги і недоліки.

**Тема 3. Пайка металів.** Пайка. Фізична сутність процесу утворення паяного з'єднання. Припої. Переваги і недоліки. Класифікація способів пайки за технологічними ознаками. Припої та їх класифікація.

### **Модульний контроль**

## **4. Структура навчальної дисципліни**

| Назва змістовного модуля і тем                                       | Кількість годин |              |           |      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------|------|-----------|
|                                                                      | Усього          | У тому числі |           |      |           |
|                                                                      |                 | л            | п         | лаб. | с. р.     |
| 1                                                                    | 2               | 3            | 4         | 5    | 6         |
| <b>Модуль 1</b>                                                      |                 |              |           |      |           |
| <b>Змістовний модуль 1. Термічні способи зварювання.</b>             |                 |              |           |      |           |
| Тема 1. Теоретичні основи зварювання.                                | 20              | 6            |           |      | 14        |
| Тема 2. Термічні способи зварювання.                                 | 36              | 8            | 16        |      | 16        |
| Модульний контроль                                                   | 2               | 2            |           |      |           |
| <b>Разом за змістовим модулем 1</b>                                  | <b>58</b>       | <b>16</b>    | <b>16</b> |      | <b>30</b> |
| <b>Змістовий модуль 2. Зварювання тиском, та споріднені процеси.</b> |                 |              |           |      |           |
| Тема 1. Термомеханічні способи зварювання.                           | 32              | 8            | 10        |      | 14        |
| Тема 2. Механічні способи зварювання                                 | 22              | 6            | 2         |      | 14        |
| Тема 3. Пайка металів.                                               | 6               |              |           |      | 6         |
| Модульний контроль                                                   | 2               | 2            |           |      |           |
| <b>Разом за змістовним модулем 2</b>                                 | <b>62</b>       | <b>16</b>    | <b>12</b> |      | <b>34</b> |
| <b>Разом з дисципліни</b>                                            | <b>150</b>      | <b>32</b>    | <b>32</b> |      | <b>86</b> |

#### 5. Теми семінарських занять

| № п/п | Назва теми                      | Кількість годин |
|-------|---------------------------------|-----------------|
|       | Непередбачені навчальним планом |                 |
|       | <b>Разом</b>                    |                 |

#### 6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми                                          | Кількість годин |
|-------|-----------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Ручне дугове зварювання на апаратах змінного струму | 4               |
| 2     | Автоматичне дугове зварювання під шаром флюсу       | 4               |
| 3     | Аргоно-дугове зварювання неплавким електродом       | 4               |
| 4     | Плазмове зварювання металу малої товщини            | 4               |
| 5     | Електроконтактне точкове зварювання                 | 4               |
| 6     | Електроконтактне шовне зварювання                   | 4               |
| 7     | Електроконтактне стикове зварювання                 | 4               |
| 8     | Холодне зварювання пластичних металів               | 4               |
|       | <b>Разом</b>                                        | <b>32</b>       |

#### 7. Теми лабораторних занять.

| № з/п    | Назва теми                       | Кількість годин |
|----------|----------------------------------|-----------------|
| <b>1</b> | <b>2</b>                         | <b>3</b>        |
|          | не передбачено навчальним планом |                 |
|          | <b>Разом</b>                     | <b>-</b>        |

### 8. Самостійна робота

| № з/п    | Назва теми                                                                                                                                     | Кількість годин |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>1</b> | <b>2</b>                                                                                                                                       | <b>3</b>        |
| 1        | Суть зварювання металів і класифікація способів. Напруги і деформації при зварюванні. Холодні та гарячі тріщини. Види зварних з'єднань і швів. | 6               |
| 2        | Зварюваність сталей та вплив на властивості зварних конструкцій.                                                                               | 6               |
| 3        | Особливості формування зварних швів в різних просторових положеннях.                                                                           | 6               |
| 4        | Вплив джерела нагріву на властивості зварних конструкцій.                                                                                      | 6               |
| 5        | Зварювання плавленням. Зварювальні матеріали. Особливості зварювання у різних просторових положеннях.                                          | 6               |
| 6        | Газове зварювання конструкційних сталей                                                                                                        | 6               |
| 7        | Способи підвищення продуктивності ручного дугового зварювання.                                                                                 | 6               |
| 8        | Позначення у маркуванні електродів та проволоки. (за ISO)                                                                                      | 4               |
| 9        | Зварювання під тиском. Види контактного зварювання.                                                                                            | 6               |
| 10       | Особливості контактного точкового зварювання кольорових сплавів. Види продукції.                                                               | 8               |
| 11       | Особливості контактного стикового зварювання. Види продукції.                                                                                  | 6               |
| 12       | Особливості контактного шовного зварювання сплавів. Види продукції.                                                                            | 6               |
| 13       | Холодне зварювання металів. Особливості технології. Обладнання.                                                                                | 6               |
| 14       | Пайка металів та сплавів. Особливості технологій. Припої. Застосування в аерокосмічній галузі.                                                 | 8               |
|          | <b>Разом</b>                                                                                                                                   | <b>86</b>       |

### 9. Індивідуальні завдання

Не передбачено

### 10. Методи навчання



**Лекції** є інформаційно-словесними з використанням електронних дидактичних демонстраційних матеріалів (презентацій). Застосовуються на лекції такі методи, як бесіда та евристична бесіда, під час яких використовується чітка система, заздалегідь визначених запитань, які сприяють активному засвоєнню студентами системи фактів, нових понять та закономірностей.

**Підготовка до лекції** передбачає опрацювання матеріалу попередньої лекції за конспектом, підручником (П.14 [1 – 11]).

**Практичні заняття** починаються з пояснення з використанням електронних дидактичних демонстраційних матеріалів (презентації). Далі виконують тренувальні вправи за певним зразком. Обов'язковим елементом лабораторного заняття є складання звіту.

**Підготовка до практичних занять** передбачає опрацювання лекційного матеріалу та матеріалу в практикумі в (П.13 [1, 2]).

**Опрацювання розділів програми**, які не розглядаються під час лекцій, передбачає підготовку студентами конспекту відповідних тематичних питань. Для цього використовуються підручники (П.14 рекомендовані [1 – 11] та допоміжні [1 – 4]), мережеві інтернет-ресурси (П.15).

Підготовка до модульного контролю передбачає опрацювання теоретичних питань, перелік яких розміщений для самоконтролю.

## 11. Методи контролю

Модульний контроль, іспит.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

### 12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

| Складові навчальної роботи          | Бали за одне заняття | Кількість занять | Сумарна кількість балів |
|-------------------------------------|----------------------|------------------|-------------------------|
| <b>Змістовний модуль 1</b>          |                      |                  |                         |
| Робота на лекціях                   | 0...1                | 8                | 0...8                   |
| Виконання і захист практичних робіт | 0...2                | 6                | 0...12                  |
| Модульний контроль                  | 0...30               | 1                | 0...30                  |
| <b>Змістовний модуль 2</b>          |                      |                  |                         |
| Робота на лекціях                   | 0...1                | 8                | 0...8                   |
| Виконання і захист практичних робіт | 0...2                | 6                | 0...12                  |
| Модульний контроль                  | 0...30               | 1                | 0...30                  |
| <b>Усього за семестр</b>            |                      |                  | <b>0...100</b>          |

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента

від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати

Білет для іспиту/заліку складається з двох питань, максимальна кількість балів за перше питання -30 балів, друге -30 балів, за семестрові лабораторні роботи -40 балів (сума – 100 балів).

#### 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- фізико-хімічних процесів, що виникають при зварюванні;
- принципів дії і технологічних можливостей сучасних видів зварювання;
- особливостей зварювання основних конструкційних матеріалів різними способами зварювання;
- можливих дефектів і методів контролю якості зварювання.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- проектувати зварні деталі, вузли і агрегати літальних апаратів, які виробляються з застосуванням різних видів зварювання;
- розробляти технологічні процеси виготовлення конструкції із застосуванням зварювання та контролю якості зварювання;
- вибирати режими зварювання з'єднань, які одержують з застосуванням різних видів зварювання, для різних конструкційних матеріалів.

#### 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Студент знає значну частину теоретичного матеріалу, передбаченого робочою програмою, проявляє знання та вміння основних положень, проте глибина знань недостатня. І лише за допомогою викладача студент може аналізувати учбовий матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих помилок.

**Добре (75 - 89).** Твердо знать мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти проектувати засоби технологічного студент вільно володіє вивченим об'ємом учбового матеріалу, передбаченого робочою програмою та вміло використовує його на практиці, самостійно вирішує задачі в стандартних ситуаціях та виправляє допущені помилки, кількість яких незначна.

**Відмінно (90 - 100).** Студент твердо та досконало знає матеріал робочої програми, при цьому проявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно без допомоги викладача знаходити та обробляти необхідну інформацію. Вміє

грамотно використовувати отримані знання та вміння для прийняття рішень в нестандартних ситуаціях, переконливо та логічно аргументувати рішення.

### **Шкала оцінювання: бальна і традиційна**

| Сума балів | Оцінка за традиційною шкалою  |               |
|------------|-------------------------------|---------------|
|            | Іспит, диференційований залік | Залік         |
| 90 – 100   | Відмінно                      | Зараховано    |
| 75 – 89    | Добре                         |               |
| 60 – 74    | Задовільно                    |               |
| 0 – 59     | Незадовільно                  | Не зараховано |

### **13. Методичне забезпечення**

1. Зварювання пластичним деформуванням [Текст]: навч. посіб. / О.К. Горлов, Є.П. Рогачов, О.В. Келеберда. – Харків. нац. аерокосм. ун-т ім. М.Э. Жуковського «Харків. авіацій. ін.-т», 2021. – 104 с.

2. Основні види дугового зварювання [Текст]: навч. посіб. / О.К. Горлов, Є.П. Рогачов, О.В. Келеберда. – Харків. нац. аерокосм. ун-т ім. М.Э. Жуковського «Харків. авіацій. ін.-т», 2018. – 104 с.

### **14. Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Горлов О. К., Рогачов Є.П., Лашко С. М. Основи технології зварювання в аерокосмічній техніці. Ч1. навч. посібник. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т „ХАІ”, 2007. – 72 с.

2. Горлов О. К., Рогачов Є.П., Лашко С. М. Основи технології зварювання в аерокосмічній техніці. Ч2. навч. посібник. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т „ХАІ”, 2008. – 66 с.

3. Горлов О. К., Лашко С. М. Основы технологии аргонодуговой сварки и наплавки алюминиевых сплавов. навч. посібник. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», 2008. – 72 с.

4. Горлов О. К., Рогачов Є.П., Лашко С. М. Фізико-хімічні основи технологічних процесів зварювання. Ч1. навч. посібник– Х.: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», 2010. – 72 с.

5. Тарасов Н. М. Процессы нагрева при сварке. Харків, ХАІ, 1990 г. – 44с.

7. Варуха Н. А., Слесарев Б. А. Механические виды сварки. Харків, ХАІ, 1989 г. – 28с.

8. Варуха Н. А. Контроль качества сварных соединений. Харків, ХАІ, 1988 г. – 31с.

9. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів :навч. пос. для студ. вищ. навч. закл Київ : Кондор, 2006. 528 с.

10. Теорія процесів зварювання. Ч.2. Фізико-хімічні та металургійні процеси при зварюванні. Текст лекцій. / В. М. Коперсак. – Х.: ННТУ «КПІ», 2011. – 252 с.

11. Теоретичне дослідження, математичне моделювання, обчислювальний експеримент: 36. статей і доповідей під ред. акад. НАН України І.В. Кривцун. – Київ: Міжнародна Асоціація «Зварювання», 2018. – 642 с. ISBN 978-617-7015-74-0.

12. Ахонін С.В., Білоус В.Ю., Селін Р.В. Аргонодугове та електроннопроменеве зварювання псевдо- $\beta$  титанового сплаву ВТ19 Київ: Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, 2022. – 128 с

13. Биковський О. Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. – К.: Основа, 2021. – 400 с. ISBN 978-966-984-057-8

### **Допоміжна**

1. ДСТУ EN ISO 9692-1:2019 Зварювання та споріднені процеси. Рекомендації щодо підготування зварних з'єднань. Частина 1. Ручне дугове зварювання, зварювання в захисному газі, газове зварювання, TIG - зварювання та променеве зварювання сталей. Вид. офіц. Київ : Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 2014. 20 с.

2. ДСТУ ISO 15609-1:2018 Технічні умови й атестація технології зварювання металевих матеріалів. Технологічна інструкція зі зварювання. Частина 1. Дугове зварювання. Вид. офіц. Київ : Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, 2010. 10 с.

3. Квасницький В. В. Теорія зварювальних процесів. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. -181 с.

4. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки / В.С. Кривцов, Я.С. Карпов, М.М. Федотов: підручник для вищих навчальних закладів (напряму «Авіація і космонавтика»). В 2 ч.– Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», 2002. – Ч.1. – 468 с., – Ч. 2. – 723 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

Електронна бібліотека каф.104: [//DOMIK/SHARED/Методичні матеріали](http://DOMIK/SHARED/Методичні_матеріали).