

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

Кафедра технології виробництва літальних апаратів (№ 104)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Заступник Голови НМК

  
(підпис) М. В. Романов  
(ініціали та прізвище)

«01» 09 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Технології конструкційних матеріалів

**Галузь знань:** 13 Механічна інженерія

**Спеціальність:** 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

**Освітня програма:** Авіаційні двигуни та енергетичні установки, Безпілотні літальні комплекси, Випробування та сертифікація літальних апаратів, Літаки і вертольоти, Проектування та виробництво композитних конструкцій, Ракетні двигуни та енергетичні установки, Ракетні та космічні комплекси, Супутники, двигуни та енергетичні установки. Інженерно технічний переклад, Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок

**Галузь знань:** 14 Електрична інженерія

**Спеціальність:** 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, 142 Енергетичне машинобудування

**Освітня програма:** Енергетичний менеджмент та енергоефективність, Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії, Газотурбінні установки і компресорні станції

**Галузь знань:** 27 Електрична інженерія

**Спеціальність:** 274 Автомобільний транспорт

**Освітня програма:** Автомобілі та автомобільне господарство

**Форма навчання:** денна

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

**Харків 2021 рік**

Розробник: Застела О.М., доцент, канд. техн. наук, професор

Рогачов Є.П., доцент, канд. техн. наук, доцент



Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри № 104  
«Технологія виробництва літальних апаратів»

Протокол №   1   від «   26   »   08   2021 р.

Завідувач кафедри, д.т.н., ст.н.с.  Бичков І. В.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 3,0	<p><b>Галузь знань:</b> 13 Механічна інженерія  <b>Спеціальність:</b> 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка  <b>Освітня програма:</b> Авіаційні двигуни та енергетичні установки, Безпілотні літальні комплекси, Випробування та сертифікація літальних апаратів, Літаки і вертольоти, Проектування та виробництво композитних конструкцій, Ракетні двигуни та енергетичні установки, Ракетні та космічні комплекси, Супутники, двигуни та енергетичні установки. Інженерно технічний переклад, Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок</p> <p><b>Галузь знань:</b> 14 Електрична інженерія  <b>Спеціальність:</b> 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, 142 Енергетичне машинобудування  <b>Освітня програма:</b> Енергетичний менеджмент та енергоефективність, Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії, Газотурбінні установки і компресорні станції</p> <p><b>Галузь знань:</b> 27 Електрична інженерія  <b>Спеціальність:</b> 274 Автомобільний транспорт  <b>Освітня програма:</b> Автомобілі та автомобільне господарство</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 3		2021 / 2022
Індивідуальне завдання		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 40* / 90		5-й
		<b>Лекції*</b>
		24 годин
		<b>Практичні, семінарські*</b>
		16 годин
		<b>Лабораторні*</b>
	<b>Самостійна робота</b>	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,5/2,5самостійної роботи студента – 3,1/3,1	50 години	
	<b>Вид контролю</b>	
	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 40/50.

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

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** сформувати у студентів знання щодо вибору технологічних методів отримання та обробки заготовок і деталей машин в умовах сучасного металургійного і машинобудівного виробництв, а також дати уявлення про етапи життєвого циклу виробів, що випускаються.

**Завдання:** вивчити технологічні процеси виготовлення заготовок; методи обробки для отримання деталей машин; принципові схеми типового виробничого обладнання та інструменту; навчити студентів аналізу і основам розробки окремих методів обробки металів тиском та зварювання для отримання якісних деталей та їх заготовок високонавантажених конструкцій, вибір обладнання, розробка оснащення та устаткування, а також вибір режимів роботи обладнання.

**Компетентності, які набуваються:** ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК 5. Прогнозування наслідків своєї діяльності з позиції неприпустимості погіршення екологічної ситуації та виникнення небезпеки для здоров'я людей. ФК 3. Здатність постановки та рішення задач проектування параметрів виробів і процесів їх виробництва; ФК 11. Вміння розроблення типових технологічних процесів виробництва елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

### Очікувані результати навчання:

- ПРН 3. Знання основ будови металів та неметалів та методів модифікації їх властивостей та проводити кваліфікований вибір класу матеріалів для деталей і виробів авіакосмічної техніки.
- ПРН 11. Обізнаність в галузі теоретичного і інструментального забезпечення взаємозамінності деталей, точності і якості обробки поверхонь деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки.
- ПРН 12. Показувати вміння та навички щодо розробки технологічних процесів виробництва та вибору технологічного оснащення, розрахунку потреби у матеріалах для типових конструктивних елементів авіакосмічної техніки деталей.

№ з/п	Спеціальність	Очікувані результати навчання
1	2	3
1	6.134 Авіаційні двигуни та енергетичні установки.	РН12 - Описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх властивостей. Призначати оптимальні матеріали для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки з урахуванням їх структури, фізичних, механічних, хімічних та експлуатаційних властивостей, а також економічних факторів. РН15 - Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.
2	6.134 Безпілотні літальні комплекси.	РН11 - Володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу. РН 13 - Описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх властивостей. Обґрунтовано призначати матеріали для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки РН 17 - Пояснювати послідовність проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.. РН 21 - Показувати вміння та навички щодо розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва конструктивних елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

1	2	3
3	6.134 Випробування та сертифікація літальних апаратів	<p>PH1 - Знання і розуміння сучасних методів ведення науково-дослідних робіт, фізико-математичних методів, що застосовуються в інженерній і дослідницькій роботі, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.</p> <p>PH4. Володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної і ракетно-космічної техніки.</p> <p>PH10 - Знати та уміти застосовувати засоби сучасних інформаційних технологій для вирішення задач у сфері авіа- та ракетобудування.</p> <p>PH12 - Розуміти теоретичні принципи та практичні методи інструментального забезпечення взаємозамінності деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки.</p>
4	6.134 Літаки і вертольоти	<p>PH 13 – Описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх властивостей. Обґрунтовано призначати матеріали для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.</p> <p>PH 14 – Описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій.</p> <p>PH 21 – Показувати вміння та навички щодо розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва конструктивних елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.</p>
5	6.134 Проектування та виробництво композитних конструкцій	<p>PH 3 - Знання основ будови металів та неметалів та методів модифікації їх властивостей та проводити кваліфікований вибір класу матеріалів для деталей і виробів авіакосмічної техніки.</p> <p>PH 11 - Обізнаність в галузі теоретичного і інструментального забезпечення взаємозамінності деталей, точності і якості обробки поверхонь деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки.</p> <p>PH 12 - Показувати вміння та навички щодо розробки технологічних процесів виробництва та вибору технологічного оснащення, розрахунку потреби у матеріалах для типових конструктивних елементів авіакосмічної техніки деталей.</p>
6	6.134 Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки	<p>PH12 - Описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх властивостей. Призначати оптимальні матеріали для елементів та систем авіаційної техніки з урахуванням їх структури, фізичних, механічних, хімічних та експлуатаційних властивостей, а також економічних факторів</p> <p>PH15 - Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної техніки.</p> <p>PH21 - Мати навички розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням засобів автоматизованого комп'ютерного проектування, для виробництва конструктивних елементів та систем авіаційної техніки.</p>
7	6.134 Ракетні двигуни та енергетичні установки	<p>PH 13 - Описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх властивостей. Обґрунтовано призначати матеріали для елементів та систем авіаційної та ракетно- космічної техніки.</p> <p>PH 15 - Застосовувати сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.</p> <p>PH 21 - Показувати вміння та навички щодо розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва конструктивних елементів та систем авіаційної та ракетно- космічної техніки.</p>
8	6.134 Ракетні та космічні комплекси	<p>PH 13 – Описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх властивостей. Обґрунтовано призначати матеріали для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.</p> <p>PH 14 – Описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій.</p> <p>PH21 – Показувати вміння та навички щодо розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва конструктивних елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.</p>

1	2	3
9	6.134 Супутники, двигуни та енергетичні установки	PH13 - Описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх властивостей. Призначати оптимальні матеріали для елементів та систем ракетно-космічної техніки з урахуванням їх структури, фізичних, механічних, хімічних та експлуатаційних властивостей, а також економічних факторів. PH15 - Описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій PH22 - Мати навички розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва конструктивних елементів та систем ракетно-космічної техніки
10	6.134 Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок	PH12 - Описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх властивостей. Призначати оптимальні матеріали для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки з урахуванням їх структури, фізичних, механічних, хімічних та експлуатаційних властивостей, а також економічних факторів. PH15 - Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.
11	6.141 Енергетичний менеджмент та енергоефективність	PH5 – Здатність продемонструвати знання та розуміння методологій проектування, відповідних нормативних документів, чинних стандартів і технічних умов. PH9 – Застосовувати знання і розуміння для ідентифікації, формулювання і вирішення технічних задач спеціальності, використовуючи відомі методи. PH16 – Ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу систем і їх складових.
12	6.141 Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії	PH5 – Здатність продемонструвати знання та розуміння методологій проектування, відповідних нормативних документів, чинних стандартів і технічних умов. PH9 – Застосовувати знання і розуміння для ідентифікації, формулювання і вирішення технічних задач спеціальності, використовуючи відомі методи. PH16 – Ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу систем і їх складових.
13	6.142 Газотурбінні установки і компресорні станції	PH 2 - Демонструвати знання і розуміння інженерних наук нарівні, необхідному для досягнення головних результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях. PH 4 - Застосовувати процеси, системи, обладнання, інженерні технології відповідно до потреб газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій; обирати і застосовувати придатні типові розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати досліджень. PH 5 - Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до потреб газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень. PH 13 - Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси при вирішенні професійних завдань в галузі газотурбобудування та машинобудування енергетичного обладнання компресорних станцій з урахуванням наявності обмежень та розумінням їх природи.
14	6. 274 Автомобілі та автомобільне господарство	PH 12 - Розробляти та впроваджувати технологічні процеси, технологічне устаткування і технологічне оснащення, засоби автоматизації та механізації під час виробництва, експлуатації, ремонті та обслуговуванні дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, їх систем та елементів. PH 18 - Розробляти технології виробничих процесів

- **Пререквізити** – Фізика; Механіка матеріалів і конструкцій; Інженерна графіка; Інженерне матеріалознавство, Технології конструкційних матеріалів.
- **Кореквізити** - Технологія виробництва конструкцій. Дипломне проектування

### 3. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1.

##### **Змістовний модуль 1.** *Способи та технологія обробки металів тиском*

**Тема 1.** Роль обробки металів тиском (ОМТ) у сучасному машинобудуванні та підготовка метала до кування та штампування.

Роль обробки металів тиском (ОМТ) у сучасному машинобудуванні, класифікація методів ОМТ. Основні характеристики процесів виготовлення напівфабрикатів та обладнання для реалізації цих процесів. Прокатка, волочіння, пресування, кування, об'ємне та листове штампування.

Підготовка метала до кування та штампування. Розкрій прутків на мірні заготовки, співставлення їх по техніко-економічних показниках.

**Тема 2.** Нагрівання металу перед ОМТ.

Нагрівання металу перед ОМТ. Температурний інтервал гарячої обробки. Способи нагрівання металу перед пластичним деформуванням та їх співставлення

**Тема 3.** Устаткування для пластичної обробки металів.

Класифікація устаткування для пластичної обробки металів. Молоти для кування та штампування, їх основні характеристики. Безшаботні молоти. Коротка характеристика пресового ковальсько-штампувального устаткування. Гідравлічні, кривошипні, ексцентрикові, кривошипно-колінні преси. Горизонтально-кувальні машини. Машини та устаткування спеціального призначення. Кувальні вальці, ротаційно-кувальні машини, вертикально-кувальні машини, електровисаджувальні машини.

**Тема 4.** Задачі теорії ОМТ.

Характер задач, які розглядаються в теорії обробки металів тиском. Визначення енергосилових параметрів процесів ОМТ. Аналітичні методи. Використання ЕОМ в теоретичному аналізі.

**Тема 5.** Кування.

Область його раціонального використання в сучасному машинобудуванні, основні ковальські операції. Основні етапи розробки технологічного процесу кування. Проектування поковки. Припуски, допуски та напуски. Оформлення креслень поковок. Вибір устаткування для ковальської обробки заготовок.

**Тема 6** Об'ємне штампування.

Область використання та основні визначальні особливості об'ємної штамповки. Відкрита та закрита об'ємна штамповка. Порівняння кованої та штампованої поковки. Проектування об'ємноштампованої поковки. Вибір площини рознімання. Штампувальні уклони, радіуси закруглення гострих кромки. Облой при об'ємному штампуванні та його призначення. Багаторівчачова об'ємна штамповка. Види рівчаків молотового штампа та їх характеристика. Визначення кількості та видів заготівельних рівчаків для реалізації багаторівчачового штампування.

Проектування молотового штампа. Загальні принципи розташування рівчаків на дзеркалі штампа. Компенсація зсувних зусиль при штампуванні у відкритому рівчаку. Технологічні процеси виготовлення молотового штампа. Завершальні операції об'ємного штампування поковок : обрізка облоя та прошивка перемички; правка та калібровка поковок; очищення поковок; контроль якості продукції.

**Тема 7.** *Імпульсна обробка металів.* Імпульсна обробка металів тиском. Фізика та механіка процесу обробки металів. Основні переваги імпульсної обробки в порівнянні з статичною.

#### Модульний контроль

## **Модуль 2.**

### **Змістовний модуль 2.** *Способи та технологія зварювання*

**Тема 1.** Фізико-хімічні, металургійні та теплові процеси при зварюванні.

Класифікація видів зварювання. Фізичні процеси при зварюванні плавленням і тиском. Металургійні процеси при зварюванні. Оцінка технологічної зварюваності різних матеріалів. Теплові процеси при зварюванні. Типові характеристики зварювальних джерел тепла. Характерні зони зварних з'єднань. Напруження та деформації у з'єднаннях, що зварюються. Дефекти зварних швів.

**Тема 2.** Способи та технологія зварювання термічного класу.

Дугове зварювання. Дуга, як джерело нагріву. Енергетичні параметри дуги. Статична вольт-амперна характеристика дуги. Джерела живлення перемінного і постійного струму для дугового зварювання. Вимоги до зварювальних джерел живлення. Ручне дугове зварювання. Електроди для дугового зварювання. Трансформатори для РДС. Автоматичне дугове зварювання під шаром флюсу. Дугове зварювання в середовищі вуглекислого газу. Схема обладнання, вимоги до джерел живлення дуги. Аргоно - дугове зварювання. Зварювання плавким і вольфрамовим електродом. Плазмове зварювання. Особливості зварювання плавленням сталей аустенітного, мартенситного, феритного класів. Особливості зварювання алюмінієвих, магнієвих, мідних сплавів. Особливості зварювання титанових сплавів та тугоплавких металів. Електронно – променеве зварювання. Принцип дії квантових генераторів (лазерів). Лазерне зварювання. Лазерно-дугове зварювання.

**Тема 3.** Способи та технологія зварювання термомеханічного класу.

Контактне точкове зварювання. Схема процесу і утворення зварного з'єднання. Машина для точкового зварювання. Контактне шовне зварювання. Головні параметри режиму шовного зварювання. Контактне стикове зварювання. Схеми та головні параметри стикового опірною зварювання й стикового зварювання опаленням. Дифузійне зварювання. Умови дифузійного зварювання. Схеми процесу, основні параметри. Переваги, недоліки та область застосування.

**Тема 4.** Способи та технологія зварювання механічного класу.

Холодне зварювання. Схеми та види холодного зварювання. Головні параметри процесу. Обладнання до холодного зварювання. Зварювання тертям. Зварювання тертям з перемішуванням. Виділення тепла при терті. Ультразвукове зварювання. Зварювання вибухом. Магнітно-імпульсне зварювання.

## **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. Способи та технологія обробки металів тиском</b>					
Тема 1. Роль (ОМТ) у сучасному машинобудуванні та підготовка металу до кування та штампування.	4	1	2	-	1
Тема 2. Нагрівання металу перед ОМТ.	3	1	-	-	2
Тема 3. Устаткування для пластичної обробки металів.	8	2	2	-	4
Тема 4. Задачі теорії ОМТ.	6	1	-	-	5
Тема 5. Кування.	8	2	2	-	4
Тема 6. Об'ємне штампування.	10	2	2	-	6
Тема 7. Імпульсна обробка металів.	4	1	-	-	3
<b>Модульний контроль</b>	2	2		-	
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>45</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>25</b>
<b>Змістовний модуль 2. Способи та технологія зварювання</b>					
Тема 1. Фізико-хімічні, металургійні та теплові процеси при зварюванні.	9	2	-	-	7
Тема 2. Способи та технологія зварювання термічного класу.	12	3	2	-	7
Тема 3. Способи та технологія зварювання термомеханічного класу.	13	3	4	-	6
Тема 4. Способи та технологія зварювання механічного класу.	9	2	2	-	5
<b>Модульний контроль</b>	2	2		-	
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>45</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>25</b>
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>50</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	Кільк. годин
1	Осаджування заготовок плоскими паралельними плитами.	2
2	Виготовлення заготовок холодним видавлюванням.	2
3	Об'ємне штампування вісесиметричних поковок.	2
4	Розкрій пруткового матеріалу на мірні частини перед об'ємним штампуванням.	2
5	Електроконтактне точкове зварювання.	2
6	Ручне дугове зварювання на апаратах змінного струму.	2
7	Холодне зварювання пластичних металів.	2
8	Контактне стикове зварювання	2
	<b>Разом</b>	<b>16</b>

## 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	2	3
	<b>Разом</b>	-

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	2	3
1	Роль (ОМТ) у сучасному машинобудуванні та підготовка металу до кування та штампування. Основні характеристики процесів виготовлення напівфабрикатів та обладнання для реалізації цих процесів. Розкрій прутків на мірні заготовки, співставлення їх по техніко-економічних показниках.	1
2.	Нагрівання металу перед ОМТ. Температурний інтервал гарячої обробки. Способи нагрівання металу перед пластичним деформуванням та їх співставлення	2
3	Устаткування для пластичної обробки металів. Гідравлічні, кривошипні, ексцентрикові, кривошипно-колінні преси. Горизонтально-кувальні машини. Машини та устаткування спеціального призначення. Вертикально-кувальні машини, електровисаджувальні машини.	4
4	Задачі теорії ОМТ. Визначення енергосилових параметрів процесів ОМТ. Аналітичні методи. Використання ЕОМ в теоретичному аналізі	5
5	Кування. Основні етапи розробки технологічного процесу кування. Проектування поковки. Припуски, допуски та напуски. Вибір устаткування для ковальської обробки заготовок.	4
6	Об'ємне штампування. Порівняння кованої та штампованої поковок. Проектування об'ємноштампованої поковки. Багаторівчачова об'ємна штамповка. Види ривчаків молотового штампа та їх характеристика. Технологічні процеси виготовлення молотового штампа.	6
7	Імпульсна обробка металів. Фізика та механіка процесу обробки металів. Основні переваги імпульсної обробки в порівнянні з статичною.	3

1	2	3
8	Фізико-хімічні, металургійні та теплові процеси при зварюванні. Оцінка технологічної зварюваності різних матеріалів. Теплові процеси при зварюванні. Типові характеристики зварювальних джерел тепла Характерні зони зварних з'єднань. Напруження та деформації у з'єднаннях, що зварюються. Дефекти зварних швів.	7
9	Способи та технологія зварювання термічного класу. Особливості зварювання плавленням сталей аустенітного, мартенситного, феритного класів. Особливості зварювання алюмінієвих, магнієвих, мідних сплавів. Особливості зварювання титанових сплавів та тугоплавких металів.	7
10	Способи та технологія зварювання термомеханічного класу. Машина для точкового зварювання. Контактне шовне зварювання. Контактне стикове зварювання. Дифузійне зварювання. Умови дифузійного зварювання.	6
11	Способи та технологія зварювання механічного класу. Зварювання тертям. Зварювання тертям з перемішуванням. Виділення тепла при терті. Ультразвукове зварювання. Зварювання вибухом. Магнітно-імпульсне зварювання	5
	<b>Разом</b>	<b>50</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Індивідуальна робота передбачає поглиблене вивчення студентом питань, що розглядаються на лекційних та практичних заняттях.

## 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 [1, 2, 4], системою дистанційного навчання [9].

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

**Підготовка до практичних занять** передбачає опрацювання лекційного матеріалу та матеріалу з лабораторної роботи.

**Опрацювання розділів програми**, які не розглядаються під час лекцій, передбачає самостійну підготовку студентами відповідних тематичних питань. Для цього використовуються підручники [1, 2, 4], мережеві інтернет-ресурси [2, 7, 8].

**Підготовка до модульного контролю** передбачає опрацювання теоретичних питань, перелік яких розміщений для самоконтролю [1, 2, 4].

## 11. Методи контролю

Поточний контроль під час проведення лабораторних робіт шляхом письмової відповіді за контрольними питаннями. Модульний контроль.

Семестровий 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 (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист практичних робіт	3,75...5	4	15...20
Модульний контроль	15...24	1	15...24

<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист практичних робіт	3,75...5	4	15...20
Модульний контроль	15...25	1	11...18
<b>Усього за семестр</b>			<b>60...100</b>

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати білет. Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань, які відносяться до модулю 1 та модулю 2, максимальна кількість балів за перше питання -30 балів, друге -30 балів, за семестрові практичні роботи -40 балів (сума – 100 балів).

## 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Знати:

- границі застосування методів оброблення металів тиском та зварювання у технології виробництва деталей і їх заготовок;
- вплив методів та параметрів оброблення металів тиском або зварювання на властивості деталей та конструкцій;
- класифікацію обладнання та устаткування для методів обробки металів тиском і зварювання.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- проектувати деталі конструкцій та їх заготовки, які виготовляються з застосуванням різних видів зварювання та оброблення металів тиском;
- вибирати методи, обладнання та параметри оброблення під матеріали, вихідні заготовки для виготовлення деталей обробкою металів тиском і зварюванням;
- вказувати на пріоритетні методи оброблення, які покращують технологічність виробу, зменшують вплив на властивості матеріалів заготовки, покращують фізико-механічні характеристики деталей.

Мати уявлення:

- про принцип дії класичних та сучасних видів зварювання та оброблення металів тиском;
- про співвідношення між розрахунковими та експериментальними методами дослідження;

## 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Вміти самостійно давати характеристику основному складу операцій

сучасних технологічних способів виготовлення заготовок і деталей. Вміти складати технічну документацію на оброблення деталей зварюванням та методами ОМТ.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти проектувати засоби технологічного оснащення з урахуванням технічних вимог до деталі та виробничих умов. Вміти правильно вибирати способи вироблення заготовки в залежності від умов виробництва і конструкції деталі.

– **Відмінно (90 - 100).** Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі технології, які використовуються при проектуванні деталей конструкцій, які є важко навантаженими. Вміти використовувати склад стандартів, довідників і методичної літератури, що регламентують проектування технологічних процесів, інструмента, штампів та підбір обладнання.

Безпомилково виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

### 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. Теорія процесів зварювання. Ч.2. Фізико-хімічні та металургійні процеси при зварюванні. Текст лекцій. / В. М. Коперсак. – Х.: ННТУ «КП», 2011. – 252 с.
2. Теория сварочных процессов: учебник для вузов/ Под ред. В. В. Фролова – М.: Высшая школа, 1988. – 559 с.
3. Горлов О. К. Фізико-хімічні основи технологічних процесів. Зварювання: навч. посібник / О. К. Горлов, Є. П. Рогачов, С. М. Лашко. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2010. – Ч.1. – 72 с.
4. Обработка металлов давлением. Прокатка, ковка, штамповка/ Под общей редакцией А.И. Долматова, В.С. Кривцова. Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт", 2002. Кн. 1, - 419 с.
5. Технології конструкційних матеріалів: навч. посібн. / Бичков І.В., Борисевич В.В., Застела О.М., Заклинський С.О., Шипуль О.В. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіа. ін-т», 2019. – 80 с.
6. Технології конструкційних матеріалів: навч. посібн. (конспект лекцій) / Бичков І.В., Борисевич В.В., Застела О.М. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіа. ін-т», 2020. – 87 с.
7. Брюханов А.Н. Ковка и объемная штамповка. - М.: Машиностроение, 1975. – 408 с.
8. Сторожев М.В. Теория обработки металлов давлением. – М.:Машиностр., 1977. – 327 с.
9. Технологія конструкційних матеріалів. / М.А. Сологуб, І.О.Рожнецький, О.І.Некоз та ін. – К.: Вища школа, 1993. – 300 с.

10. Данченко В.М. Теорія процесів обробки металів тиском / В.М. Данченко , В.О. Гришкович, О.М. Головка. – Дніпропетровськ: “Пороги”, 2008. – 370 с.
11. О. К. Горлов, Є. П. Рогачов, С. М. Лашко. Основи технології зварювання в аерокосмічній техніці: навч. посіб. В 2-х ч. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т „Харк. авіац. ін-т” – 2007. – Ч.1. – 74 с. – 2008. – Ч. 2. – 72 с.
12. Фізико-хімічні основи технологічних процесів /Кривцов В.С., Застела О.М., Мещеряков О.М. та ін. // . - Х.: Нац.аерокосм. ун-т „Харк. авіац. ун-т”, 2009. - 107 с.
13. Физико-химические основы технологических процессов / А.Н. Застела, В.В. Борисевич, Л.Х. Ахназарянц. – Учеб. пособие для студентов заочного факультета. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т „Харк. авиац. ин-т”, 2003. – 40 с.

#### **Допоміжна**

1. Квасницький В. В. Теорія зварювальних процесів. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посібник. – Миколаєв: УДМТУ, 2002. -181 с.
2. Сварка в машиностроении: справочник в 4-х т. / Редкол.: Г. А. Николаев (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978. – Т. 1 /Под ред. Н. А. Ольшанского. – 1978. – 504 с.
3. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки / В.С. Кривцов, Я.С. Карпов, М.М. Федотов: підручник для вищих навчальних закладів (напряв «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.
4. Скрыбин С.А. Изготовление поковок из алюминиевых сплавов горячим деформированием, К КВИЦ, 2004 - 346 с.
5. Технологія виробництва ракетно-космічних літальних апаратів: навч. посібник / Ю.С. Алексеев, О.Є. Джур, О.В. Кулик та ін. / Під ред. д-ра техн. наук Є.О. Джура. – Д.: АРТ-ПРЕС, 2007. – 480 с.
6. Застела О.М., Борисевич В.В. Теорія пластичності. Конспект лекцій. Ротапринт ХАІ, 2000- 77с

#### **Інформаційні ресурси**

Електронна бібліотека каф.104: //DOMIK/SHARED/Методические материалы