

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

Кафедра «Технології виробництва літальних апаратів» (№ 104)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи/
Голова НМК

 Сергій НИЖНИК
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2024 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології конструкційних матеріалів
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма: Динаміка і міцність машин

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2024 року

Харків – 2024 р.

Розробники: Застела О.М., професор каф. 104, к.т.н.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Нікічанов В.В., доцент каф. 104, к.т.н.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри технологій виробництва літальних апаратів (№ 104)

Протокол № 1 від « 30 » серпня 2024 р.

Завідувач кафедри 104 к.т.н., доцент

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

К. В. Майорова

(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

(підпис)

(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача

| | |
|--|--|
|  | <p>Застела Олександр Миколайович, к.т.н. З 1993 року викладає в університеті наступні дисципліни:</p> <ul style="list-style-type: none">– Технології конструкційних матеріалів;– Управління якістю, контроль та випробування у авіавиробництві– Технологія виробництва АТ; <p>Напрями наукових досліджень: високоенергетичне деформування металевих заготовок.</p> |
|  | <p>Нікічанов Вячеслав Володимирович, к.т.н. з 2021 року викладає в університеті наступні дисципліни:</p> <ul style="list-style-type: none">– Технології конструкційних матеріалів (Technologies of Engineering Materials);– Зварювання в авіації (Welding in Aircraft Manufacturing);– Основи технології виробництва та ремонту повітряних суден;– Fundamentals of Aircraft Manufacturing and Maintenance |

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 4 семестр.

Обсяг дисципліни:

3,5 кредити ЄКТС (105 годин), у тому числі аудиторних – 48 годин, самостійної роботи здобувачів – 57 годин.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна, дуальна, заочна

Дисципліна – обов'язкова.

Види навчальної діяльності – лекції, практичні роботи, самостійна робота здобувача.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (залік або іспит).

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – Фізика; Механіка матеріалів і конструкцій; Інженерна графіка; Інженерне матеріалознавство, Технології конструкційних матеріалів..

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – дисципліни за спеціальністю.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Сформувати у студентів знання щодо вибору технологічних методів отримання та обробки заготовок і деталей машин в умовах сучасного металургійного і машинобудівного виробництва, 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

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні **компетентності**:

-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.

Очікується, що після опанування дисципліни здобувач будуть досягнуті наступні **результати навчання** і він буде:

–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. |

| | | |
|---|--|---|
| | | PH15 - Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки. |
| 2 | 6.134 Проектування та виробництво композитних конструкцій | 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. PH 11 - Обізнаність в галузі теоретичного і інструментального забезпечення взаємозамінності деталей, точності і якості обробки поверхонь деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки. 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. |
| 3 | 6.134 Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки | 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 PH15 - Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної техніки. PH21 - Мати навички розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням засобів автоматизованого комп'ютерного проектування, для виробництва конструктивних елементів та систем авіаційної техніки. |
| 4 | 6.134 Ракетні двигуни та енергетичні установки | 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. PH 15 - Застосовувати сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки. 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. |
| 5 | 6.134 Ракетні та космічні комплекси | 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. PH 14 – Описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій. 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. |
| 6 | 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 |
| | 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

4. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Способи та технологія обробки металів тиском

Модуль 1.

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

Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.

Практична робота: «Розкрій пруткового матеріалу на мірні частини перед об'ємним штампуванням»

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.

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

- Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2 година.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Нагрівання металу перед ОМТ.

Нагрівання металу перед ОМТ.

Форма занять: лекція, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 3 годин.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.

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

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Вивчення термінів та визначень.

Тема 3. Устаткування для пластичної обробки металів.

Форма занять: лекція, практичні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 4 годин.

Практична робота: «Виготовлення заготовок холодним видавлюванням.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 3 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень.

Тема 4. Задачі теорії ОМТ.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*

- *Обов'язкові предмети та засоби: матеріали, комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.*

Визначення енергосилових параметрів процесів ОМТ. Аналітичні методи. Використання ЕОМ в теоретичному аналізі.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 7 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 5. Кування.

- *Форма занять: лекція, практичні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 годин.*

Практична робота: «Осаджування заготовок плоскими паралельними плитами».

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти), комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.*

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.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 3 годин.*

Тема 6 Об'ємне штампування.

- *Форма занять: лекція, практичні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 годин.*

Практична робота: «Об'ємне штампування вісесиметричних поковок».

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти), комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.*

Область використання та основні визначальні особливості об'ємної штамповки. Відкрита та закрита об'ємна штамповка. Порівняння кованої та

штампованої поковок. 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.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6 годин.*

Тема 7. Імпульсна обробка металів.

- *Форма занять: лекція, практичні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 годин.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти), комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.*

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів 6 години.*

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

Змістовний модуль 2. Способи та технологія зварювання. Модуль 2

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

Форма занять: лекція, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.

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.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень.

Тема 2. Способи та технологія зварювання термічного класу.

Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 7 годин.

Практична робота: «Ручне дугове зварювання на апаратах змінного струму».

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.

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.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень.

Тема 3. Способи та технологія зварювання термомеханічного класу.

Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.

*Практична робота: «Електроконтактне точкове зварювання.»,
«Контактне стикове зварювання»*

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.

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.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 7 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 4. Способи та технологія зварювання механічного класу.

Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 5 години.

Практична робота: «Холодне зварювання пластичних металів»

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.

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.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 5 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Модульний контроль 2

Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).

Обсяг аудиторного навантаження: 2 години

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.

Підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

| Складові навчальної роботи | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Змістовний модуль 1 | | | |
| Виконання і захист практичних робіт | 3,75...5 | 4 | 15...20 |
| Модульний контроль | 15...30 | 1 | 15...30 |
| Змістовний модуль 2 | | | |
| Виконання і захист практичних робіт | 3,75...5 | 4 | 15...20 |
| Модульний контроль | 15...30 | 1 | 15...30 |
| Усього за семестр | | | 60...100 |

Прийнята шкала оцінювання

| 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 |

Іспит проводиться у вигляді тестування. Тест складається з 50 питань закритого типу (за правильну відповідь на одне питання здобувач отримує 2 балів).

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача 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.

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. 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. 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.

3. 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.

4. 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.

5. Технологія конструкційних матеріалів. / М.А. Сологуб, І.О.Рожнецький, О.І.Некоз та ін. –К.: Вища школа, 1993. – 300 с.

6. Данченко В.М. Теорія процесів обробки металів тиском / В.М. Данченко, В.О. Гришкович, О.М. Головка. – Дніпропетровськ: “Пороги”, 2008. – 370 с.

7. 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.

8. 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.

11. Рекомендована література

Базова

9. 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.

10. 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.

11. Данченко В.М. Теорія процесів обробки металів тиском / В.М. Данченко , В.О. Гришкович, О.М. Головка. – Дніпропетровськ: “Пороги”, 2008. – 370 с.

12. Serope Kalpakjian and Steven R. Schmid, Manufacturing Engineering and Technology, 4 th ed., Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, 2001, 1148p. (https://www.academia.edu/38175528/Manufacturing_Engineering_and_Technology_6th_Edition_Serope_Kalpakjian_Stephen_Schmid_pdf)

13. ASM Metals HandBook Volume 14 - Forming and Forging [Електронний ресурс] / ASM Metals HandBook. – Режим доступа: <http://products.asminternational.org/hbk/index.jsp>. – 3.09.2015 г.

14. E. Mielnik. Metalworking Science and Engineering, McGraw-Hill, Inc. USA, 1991, 976 p.

15. 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.

16. ASM Handbook, Vol. 6A, Welding Fundamentals and Processes, 2011. 1049 p.

17. AWS A3.0M/A3.0:2010 An American National Standard. Standard Welding Terms and Definitions, 2009. 148 p.

18. EN ISO 9692-1:2013 Welding and allied processes - Types of joint preparation - Part 1: Manual metal arc welding, gas-shielded metal arc welding, gas welding, TIG welding and beam welding of steels. 15 p.

19. ISO 15609-1:2018 Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 1: Arc welding, Published in Switzerland. 7 p.

Допоміжна

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

21. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки / В.С. Кривцов, Я.С. Карпов, М.М. Федотов: підручник для вищих навчальних закладів (напрямок «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.

22. Технологія виробництва ракетно-космічних літальних апаратів: навч. Посібник / Ю.С. Алексєєв, О.Є. Джур, О.В. Кулик та ін. / Під ред. д-ра техн. наук Є.О. Джура – Д.: АРТ-ПРЕС, 2007. – 480 с.

23. Застела О.М., Борисевич В.В. Теорія пластичності. Конспект лекцій. Ротапринт ХАІ, 2000- 77с

12. Інформаційні ресурси

Електронна бібліотека каф.104: //DOMIK/SHARED/Методичні матеріали