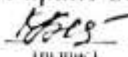


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра 403 «Композитних конструкцій та авіаційного матеріалознавства»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Гарант освітньої програми
 К. В. Безручко
(підпис) (підпис та прізвище)

«___» _____ 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Технологія виробництва виробів з композитів»
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і назва галузі знань)

Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
(шифр і назва спеціальності)

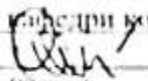
Освітня програма: «Супутники, двигуни та енергетичні установки»
(шифр і назва спеціальності)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків
2021 рік

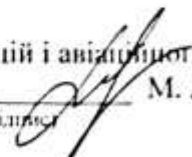
Розробник: Івановська О. В., к.т.н., доцент кафедри композитних конструкцій
і авіаційного матеріалознавства


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри композитних конструкцій
та авіаційного матеріалознавства.

Протокол № 1 від 28.08.2021 р.

Завідувач кафедри
композитних конструкцій і авіаційного матеріалознавства
к.т.н., професор


(підпис)

М. А. Шевцова

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр і назва) Спеціальність <u>«134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»</u> (шифр і назва) Освітня програма <u>«Супутники, двигуни та енергетичні установки»</u> Рівень вищої освіти <u>перший (бакалаврський)</u>	Цикл професійної підготовки (за вибором)
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 5		2021/2022
Індивідуальне завдання РГР «Розробка технології виготовлення панелі з КМ»		Семестр
Загальна кількість годин – 72*/150		7-й
		Лекції *
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи здобувача – 4,875		40 годин
		Практичні, семінарські роботи *
		16 годин
		Лабораторні роботи *
	16 годин	
	Самостійна робота	
	78 годин	
	Вид контролю	
	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 72/78.

* Аудиторне навантаження може бути зменшено або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: придбання фахових знань про основні технологічні методи виробництва двигунів та енергоустановок літальних апаратів з композитів.

Завдання: засвоєння теоретичних знань і практичних вмінь з обґрунтованого вибору та розрахунку параметрів технологічних процесів виробництва літальних апаратів.

Компетентності, які набуваються: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні задачі, пов'язані з розробкою, виробництвом та сертифікацією авіаційної та ракетно-космічної техніки, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерних наук, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов. Здатність розробляти і реалізовувати технологічні процеси виробництва елементів та об'єктів ракетно-космічної техніки.

Очікувані результати навчання:

знати:

- основні етапи та особливості технологічної підготовки виробництва виробів із КМ;
- класифікацію та загальну характеристику технологічних процесів виробництва деталей з КМ;
- технологічні процеси та обладнання для формоутворення, формування, механічної обробки деталей з КМ.

вміти:

- описати маршрутну технологію виготовлення типової деталі з КМ;
- вибрати раціональний технологічний процес формоутворення конкретної деталі ЛА, та обладнання;
- вибрати раціональний технологічний процес формування конкретної деталі та обладнання;
- вибрати раціональний технологічний процес механічної обробки конкретної деталі, інструмента та обладнання;
- розрахувати раціональні параметри технологічного процесу формування конкретної деталі з КМ;
- розрахувати трудомісткість виготовлення конкретної деталі з КМ;
- обґрунтувати раціональне КТР формоутворюючої оснастки.

Пререквізити – математика, авіаційне матеріалознавство, технології конструкційних матеріалів, інженерне матеріалознавство.

Кореквізити – конструювання ПП та ЕУ (КП), переддипломна практика, кваліфікаційна робота.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Допоміжні технологічні процеси.

Тема 1. Вступ. Специфічні особливості технології виробництва деталей ЛА з КМ.

Мета та задачі курсу. Специфічні особливості технології виробництва деталей ЛА з КМ. Основні етапи технологічної підготовки виробництва ЛА з КМ. Класифікація технологічних процесів виробництва деталей з КМ. Призначення, вимоги та загальна класифікація обладнання для виробництва виробів з композиційних матеріалів.

Тема 2 . Підготовчі технологічні процеси.

Підготовчі процеси для армуючих матеріалів. Вхідний контроль АМ. Снування, розшліхтування. Селекція. Підготовчі процеси для зв'язуючих. Типи зв'язуючих. Основні компоненти. Вхідний контроль компонентів. Приготування зв'язуючих. Вхідний контроль зв'язуючих. Обладнання для приготування зв'язуючого. Схема реактора. Призначення основних елементів реактора. Обладнання для приготування твердих компонентів

зв'язуючого. Типи машин, що подрібнюють тверді компоненти. Щоківні подрібнювачі. Основні елементи. Основні розрахункові параметри що характеризують роботу подрібнювача. Конусні подрібнювачі. Молоткові подрібнювачі. Валкові подрібнювачі. Бігуни. Пальцеві подрібнювачі. Шарові та стержневі подрібнювачі. Вібраційні подрібнювачі. Колоїдні подрібнювачі. Переваги та недоліки різних подрібнювачей. Класифікація подрібнених матеріалів та класифікуючи пристрої. Технологічні процеси приготування препрегів. Види просочення. Просочення армуючих матеріалів. Обладнання для просочення армуючих матеріалів розчинами та розплавами зв'язуючого. Операція сушки. Контроль якості. Визначення складу зв'язуючого та летучих. Розкрій заготовок. Технологічне обладнання.

Змістовний модуль 2. Технологічні процеси формоутворення

Тема 3. Загальна характеристика процесів формоутворення.

Класифікація процесів формоутворення. Технологічне обладнання для процесів формоутворення.

Тема 4. Ручне викладання

Механізоване та автоматизоване викладання. Формоутворююча оснастка для технологічного процесу викладання. Типи оснастки. Конструктивні та кінематичні схеми станків з ЧПК для механізованого викладання виробів з КМ. Норми часу на виготовлення оснастки.

Тема 5. Технологічний процес намотування.

Типи намотування. Технологічні параметри намотування. Вибір раціональних параметрів намотування. Технологічні оправки для процесів намотування. Намотувальне обладнання. Типи намотувальних верстатів. Методи додаткового ущільнення намотаних структур. Матеріали шарів що герметизують конструкції та технологія їх виготовлення. Рекомендації що до вибору матеріалу шару.

Тема 6. Техпроцес напилення.

Сутність ТП напилення. Технологічне обладнання для процесів напилення.

Тема 7. Протягання профілів – пултрузії.

Пултрузійне обладнання та принцип роботи. Вибір технологічних параметрів формоутворення протяганням.

Модульний контроль 1.

Змістовний модуль 3. Технологічні процеси формування.

Тема 8. Основні методи та види формування.

Принципові особливості та структура технологічних процесів формування. Вибір технологічних параметрів формування. Типові режими формування.

Тема 9. Контактне формування.

Вільне формування. Контактне з використанням УЗ. Контактне з опроміненням.

Тема 10. Пружне формування.

Вакуумне формування. Вакуумне з використанням 5аповн. Термокомпресійне формування. Термокомпресійне формування з використанням еластичного елемента що формує. Автоклавне та гідроклавне формування.

Тема 11. Формування у жорстких формах.

Пресування з литтям, та пряме пресуванням. Просочування під тиском. Просочування під вакуумом. Особливості конструювання деталей з урахуванням технології пресування.

Тема 12. Обладнання для технологічних процесів формування.

Сушильні камери, термопечі, автоклави та гідроклави. Вакуумне обладнання. Технічні характеристики обладнання. Преси та пресове обладнання. Особливості формоутворювальної оснастки та її розрахунок.

Змістовий модуль 4. Технологічні процеси механічної обробки деталей.

Тема 13. Технологічні процеси механічної обробки деталей.

Особливості механічної обробки деталей із КМ. Критерій баповнювачембі. Режими обробки типових КМ. Вимоги до обладнання, різальних інструментів, та режимів механічної обробки. Якість поверхні КМ як комплексний показник їх властивостей.

Тема 14. Різання.

Типи різання. Переваги та недоліки різних типів різання. Абразивні круги. Режими різання. Обладнання.

Тема 15. Точіння.

Чорнове та чистове точіння. Схеми точіння. Інструмент. Розрахунок режимів точіння. Обладнання.

Тема 16. Свердління.

Вибір марки інструментального матеріалу та геометричних параметрів свердла. Режими обробки. Обладнання.

Тема 17. Фрезерування.

Особливості різального інструмента. Види фрез. Обладнання.

Змістовий модуль 5. Спеціальні КМ.

Тема 18. Стільникові конструкції.

Види та характеристика стільникових заповнювачів (СЗ). Технологія виготовлення стільникових баповнювачем. Механічна обробка стільникових заповнювачів. Збирання тришарових стільникових конструкцій.

Тема 19. Контроль якості та технологічні процеси усунення дефектів.

Контроль якості підготовки армуючих матеріалів, зв'язуючого та полуфабрикатів. Ремонтно-відновлювальні технологічні процеси (РВ ТП) після підготовчих процесів. РВ ТП під час ТП формоутворення та формування. Джерела виникнення дефектів під час викладки, намотування, та напилення а також засоби їх усунення. РВ ТП після механообробки. Причина дефектів та засоби уникнення браку. РВ ТП під час та після експлуатації виробу. Види браку. РВ ТП під час та після експлуатації виробу.

Тема 20. Оформлення технологічної документації виготовлення виробів з КМ.

Технологічні та виробничі інструкції. Стадії розробки технологічної документації. Види та комплектність документів. Правила заповнення технологічних форм.

Модульний контроль 2.

Модуль 2.

Виконання РГР.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1.					
Тема 1. Вступ. Специфічні особливості технології виробництва деталей ЛА з КМ.	4	2	-	-	2
Тема 2. Підготовчі технологічні процеси.	20	2	4	4	10
Разом за змістовним модулем 1	24	4	4	4	12
Змістовний модуль 2.					
Тема 3. Загальна характеристика процесів формоутворення. Класифікація процесів формоутворення. Технологічне обладнання для процесів формоутворення.	6	2	-	-	4
Тема 4. Ручне викладання	14	2	2	4	6
Тема 5. Технологічний процес намотування.	12	2	4	-	6
Тема 6. Техпроцес напилення.	4	2	-	-	2
Тема 7. Протягання профілів – пултрузія.	3	1	-	-	2
Модульний контроль 1	1	1			
Разом за змістовним модулем 2	20	10	6	4	20
Змістовний модуль 3. Технологічні процеси формування					
Тема 8. Основні методи та види формування.	6	2	-	-	4
Тема 9. Контактне формування.	10	2	2	2	4
Тема 10. Пружне формування.	10	2	2	2	4
Тема 11. Формування у жорстких формах.	10	2	2	2	4
Тема 12. Обладнання для технологічних процесів формування.	8	2	-	-	6
Разом за змістовним модулем 3	44	10	6	6	22
Змістовний модуль 4. Технологічні процеси механічної обробки деталей.					
Тема 13. Технологічні процеси механічної обробки деталей.	8	2	2	2	2
Тема 14. Різання.	4	2	-	-	2
Тема 15. Точіння.	4	2	-	-	2
Тема 16. Свердління.	4	2	-	-	2
Тема 17. Фрезерування.	4	2	-	-	2
Разом за змістовним модулем 4	24	10	2	2	10
Змістовний модуль 5. Спеціальні КМ.					
Тема 18. Стільникові конструкції.	6	2	-	-	4

Тема 19. Контроль якості та технологічні процеси усунення дефектів.	6	2	-	-	4
Тема 20. Оформлення технологічної документації виготовлення виробів з КМ. Технологічні та виробничі інструкції.	5	1	-	2	2
Модульний контроль 2	1	1			
Разом за змістовим модулем 5	22	6	-	2	14
Усього годин	146	40	16	16	78
Модуль 2					
Виконання РГР	4	–	–	–	4
Усього годин	150	40	16	16	78

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Процес виготовлення препрегів, розрахунок параметрів	2
2	Побудова обводів шаблону розкрою.	2
3	Виготовлення виробів з композиційних матеріалів методом намотування.	2
4	Розрахунок необхідних параметрів формування	2
5	Вибір оптимальних технологічних параметрів процесу термокомпресійного формування.	2
6	Контроль якості та технологічні процеси усунення дефектів.	2
7	Розробка маршрутної технології виробництва виробу з КМ	2
8	Контроль якості та технологічні процеси усунення дефектів.	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вхідний контроль АМ.	2
2	Вхідний контроль зв'язуючих.	2
3	Викладання плоских панелей с закладними елементами.	2
4	Контроль викладеної панелі	2

5	Контактне формування	2
6	Вакуумне формування.	2
7	Автоклавне формування.	2
8	Порівняння міцнісних характеристик від різних процесів формування	2
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Вступ. Специфічні особливості технології виробництва деталей ЛА з КМ.	2
2	Тема 2. Підготовчі технологічні процеси.	10
3	Тема 3. Загальна характеристика процесів формоутворення. Класифікація процесів формоутворення. Технологічне обладнання для процесів формоутворення.	4
4	Тема 4. Ручне викладання	6
5	Тема 5. Технологічний процес намотування.	6
6	Тема 6. Техпроцес напилення.	2
7	Тема 7. Протягання профілів – пултрузія.	2
8	Тема 8. Основні методи та види формування.	4
9	Тема 9. Контактне формування.	4
10	Тема 10. Пружне формування.	4
11	Тема 11. Формування у жорстких формах.	4
12	Тема 12. Обладнання для технологічних процесів формування.	6
13	Тема 13. Технологічні процеси механічної обробки деталей.	2
14	Тема 14. Різання.	2
15	Тема 15. Точіння.	2
16	Тема 16. Свердління.	2
17	Тема 17. Фрезерування.	2
18	Тема 18. Стільникові конструкції.	4
19	Тема 19. Контроль якості та технологічні процеси усунення дефектів.	4
20	Тема 20. Оформлення технологічної документації виготовлення виробів з КМ. Технологічні та виробничі інструкції.	2
21	Виконання РГР	4
	Разом	78

9. Індивідуальні завдання

Передбачено виконання РГР тему «Розробка технології виготовлення панелі з КМ» за індивідуальним варіантом.

10. Методи навчання

Проведення лекцій та практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники, конспекти лекцій).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю на лекціях та практичних заняттях, письмового

модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

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
Модуль 1			
Модульний контроль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	2...3	4	8...12
Виконання і захист практичних робіт	2...3	4	8...12
Модульний контроль	10...15	1	5...10
Модульний контроль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	2...3	4	8...12
Виконання і захист практичних робіт	2...3	4	8...12
Модульний контроль	10...15	1	5...10
Модуль 2			
РГР			18...32
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту/заліку. При складанні семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з 4 питань (2 теоретичних питання по 25 балів; 2 практичних по 25 балів).

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Основні поняття і принципи виготовлення композитної конструкції; початкові та основні технологічні операції, різновид методів формотворення, основне обладнання. різновиди і правила формування композитного пакету; різновиди формування, обладнання для реалізації; різновиди механічного оброблення композиту; контролюючі операції; експериментальне дослідження, методики проведення, різновиди, обчислення.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

Вхідні операції перевірки, розрахунок необхідної кількості сполучного, побудова схем розкрою; обчислення параметрів формування; обчислення параметрів для вибору обладнання для механооброблення, проведення контролю відповідності конструкції необхідним параметрам; обчислення експериментальних параметрів.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Розуміти принцип створення композитної конструкції: розділяти методи

формотворення; формування; оброблення та контролю. Підбирати необхідні залежно від форми конструкції, та її призначення.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи та домашнє завдання в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Розуміти принцип створення композитної конструкції: розділяти методи формотворення; формування; оброблення та контролю. Підбирати необхідні залежно від форми конструкції, та її призначення.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Досконально знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Домашнє завдання має бути виконано своєчасно, та захищено з презентацією.

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

Обов'язкові складові:

- робоча програма дисципліни;
 - конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
 - методичні вказівки та рекомендації для виконання курсових робіт та проектів, розрахункових та розрахунково-графічних робіт, лабораторних та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
 - тематики індивідуальних завдань;
 - приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
 - питання, тести для контрольних заходів;
 - каталоги інформаційних ресурсів;
- Додаткові складові НМКД(за необхідністю):
- збірники ситуативних завдань (кейсів);
 - комп'ютерні презентації;
 - ілюстративні матеріали (плакати, таблиці тощо).

14. Рекомендована література

1. Технология производства конструкций летательных аппаратов из композиционных материалов. Учеб.пособие /В.Е. Гайдачук, В.Д.Гречка, В.Н. Кобрин, А.Н. Рукавишников.-Харьков, Харьк. авиац. ин-т, 1985. -106 с.
2. Технологія виробництва літальних апаратів із композиційних матеріалів. / С.А. Бичков, О.В. Гайдачук, В.С. Гайдачук, В.М. Кобрин, В.Д. Гречка.- Київ, 1995.- 376 с.

3. Степанов А.А. Обработка резанием высокопрочных композиционных полимерных материалов. Л., Машиностроение, 1987 –176 с.
4. Калинин В.А., Макаров М.С. Намотанные стеклопластики. М.: Химия, 1986.
5. Оборудование для переработки пластмасс. Под редакцией В.К. Завгороднего. М.: Машиностроение, 1976.
6. Технология производства летательных аппаратов. Учебное пособие / В.Е.Гайдачук, В.Д. Гречка, В.Н. Кобрин, Г.А. Молодцов.-Х. ХАИ, 1989. -332 с.
7. Технология производства трехслойных сотовых конструкций Учеб.пособие./ Сливинский В.И., Шевцова М.А.- Харьков, Харьк.авиацион-т, 1997,-58с.
8. Композиционные материалы: Справочник/ В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.; Под общ. ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. - М.: Машиностроение, 1990. - 512 с.

Допоміжна

9. Брагинский Л.Н., Бегачев В.И., Барабаш В.М. Перемешивание в жидких средах. Л.: Химия, 1984.
10. Росато Д.В., Грове К.С. Намотка стеклонитью. М.: Машиностроение, 1969.
11. Буланов И.М., Воробей В.В. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов: Учеб. для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э Баумана, 1998. - 516 с.
12. Конев Д.Г. Приборы контроля показателей качества химических волокон. М.: Химия, 1985.
13. Технология производства изделий и интегральных конструкций из композиционных материалов в машиностроении / Научные редакторы А.Г. Братухин, В.С. Боголюбов, О.С. Сироткин. М.: Готика, 2003. - 516 с.
14. Композиционные материалы: Справочник/ Л.Р. Вишняков, Т.В. Грудина, В.Х. Кадыров и др.; Под общ. ред. Г.М. Ледяева, З.П. Чернюк. - К.: «Наукова думка», 1985. - 592 с
15. Композиционные материалы: В 8-ми т. Пер. с англ. К 63 / Под ред. Л. Браутмана и Р. Крока. -М.: Машиностроение, 1978. Т.4. Композиционные материалы с металлической матрицей / Под ред. К.Крейдера. 1978. - 503с., ил.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри: k403.khai.edu