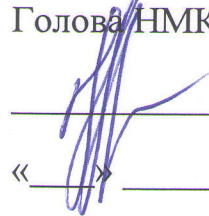


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра композиційних конструкцій і авіаційного матеріалознавства (№ 403)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК-1

 Сергій НИЖНИК

« » 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Контроль якості, ремонт та випробування композитних виробів

(назва навчальної дисципліни)

Major “Інженерія композитних конструкцій авіаційної та ракетно-космічної техніки”

(назва вибіркового блоку)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

(шифр і назва галузі знань)

Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

(шифр і назва спеціальності)

Освітня програма: «Ракетно-космічна техніка»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

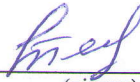
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2024 рік

Розробник:

доцент кафедри композиційних конструкцій
і авіаційного матеріалознавства (№ 403)

к.т.н., доцент


(підпис)

Олена ПОПОВА

Розробник:

доцент кафедри композиційних конструкцій
і авіаційного матеріалознавства (№ 403)

к.т.н., доцент

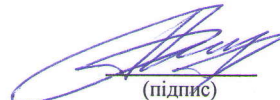

(підпис)

Світлана ПУРГІНА

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри композитних конструкцій і авіаційного матеріалознавства (№ 403) протокол № 1 від «27» 08. 2024 р.

В.о. завідувача кафедрою 403

к.т.н., доц.


(підпис)

Федір ГАГАУЗ

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і назва) Спеціальність: <u>134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»</u> , (шифр і назва) Рівень вищої освіти: <i>другий (магістерський)</i>	<i>Вибіркова (MAJOR)</i>
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 3		2024 / 2025
Індивідуальне завдання _____		Семестр
(назва)		2-й
Загальна кількість годин – 120		Лекції ²⁾
Кількість тижневих годин для денної форми навчання ¹⁾ : - аудиторних – 3; - самостійної роботи студента – 4,5		24 годин
		Практичні, семінарські ²⁾
		-
		Лабораторні ²⁾
	24	
	Самостійна робота	
	72 годин	
	Індивідуальні завдання	
	—	
	Вид контролю	
	іспит	

Примітки:

¹⁾ Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи для денної форми навчання становить 48/72.

²⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування у студентів комплексу знань про сукупність характеристик, які забезпечують потрібний рівень якості виробів із композиційних матеріалів (КМ) та ознайомлення з методами відновлення потрібної міцності та жорсткості. Знайомство студентів з сучасними методами дефектоскопії аерокосмічних композитних конструкцій. Вивчення основних типів дефектів, що виникають в конструкціях із КМ під час виробництва і в процесі експлуатації виробів, методів запобігання появи дефектів, а також їх усунення.

Завдання: надання навичок з визначення основних характеристик, які забезпечують потрібний рівень якості композитних виробів. Одержати певний досвід щодо вибору методів дефектоскопії аерокосмічних конструкцій, вироблених з КМ. Вивчення обладнання та устаткування для проведення ремонтних робіт композитних виробів з дефектами різного типу.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні вимоги, що пред'являють до якості конструкцій, вироблених з КМ;
- типові дефекти, що виникають в виробах з КМ, в процесі виробництва і експлуатації, методи упередження появи дефектів і їх ліквідації;
- методи контролю характеристик, які забезпечують потрібний рівень якості виробів;
- переваги і недоліки методів контролю якості виробів із КМ;
- галузі раціонального застосування методів контролю якості;
- нормативну базу, що регламентує рівень якості виробів із КМ;
- основні технологічні методи усунення дефектів різного типу.

вміти:

- формулювати основні вимоги щодо якості виробів із КМ;
- обґрунтовано вибирати методи контролю характеристик, що визначають якість виробів із КМ;
- визначити дефекти, які виникають в процесі виробництва та експлуатації виробів із КМ;
- оцінювати залишковий ресурс конструкцій, вироблених із КМ;
- оцінювати доречність ремонту;
- користуватись методиками і приладами, за допомогою яких досліджуються характеристики КМ та визначаються дефекти конструкції та структури КМ;
- користуватись методиками і приладами, за допомогою яких відбувається ремонт композитних конструкцій.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних програмних результатів навчання визначених стандартом

Пререквізити:

Вивчення курсу базується на загальних знаннях з таких дисциплін як «Фізика», «Матеріалознавство», «Технології конструкційних матеріалів»

Кореквізити:

Курс «Контроль якості, ремонт та випробування композитних виробів» є базою для вивчення курсів, які потребують знання методів визначення якості композитних виробів та її відновлення.

3.Програма навчальної дисципліни Змістовний модуль №1

Лекційні заняття:

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Контроль якості, ремонт та випробування композитних виробів». Предмет вивчення і задачі дисципліни.

ТЕМА 2. Характеристики якості композитних виробів. Одиничні, комплекси і узагальнені показники якості. Формування рівнів якості виробів із КМ. Організація служби контролю і забезпечення якості і надійності виробів на виробництві.

ТЕМА 3. Походження і види дефектів. Неруйнівні і руйнівні методи контролю КМ та їх складових.

Види дефектів КМ, обумовлені якістю вхідних матеріалів. Дефекти, що виникають в процесі виробництва конструкцій із КМ. Дефекти пов'язані з умовами експлуатації виробів. Контроль технологічного процесу за допомогою зразків-свідків. Прямі методи контролю, теплофізичних, електротехнічних, механічних та інших властивостей виробів із КМ.

ТЕМА 4. Методи технічної діагностики конструкції із КМ.

Основні задачі технічної діагностики та методи їх вирішування. Методи індикації втомного пошкодження конструкції.

ТЕМА 5. Стандарти методів неруйнівного контролю.

Стандарти на звукові, інфрачервоні, акустичні, електричні, рентгенівські, капілярні, тощо методи контролю.

Змістовний модуль № 2

Лекційні заняття

ТЕМА 6. Неруйнівні методи контролю якості виробів із КМ. Класифікація методів неруйнівного контролю.

Основні принципи класифікації методів неруйнівного контролю. Класифікація акустичних, теплових, мікрорадіохвильових, оптичних, електричних, рентгенівських методів контролю.

ТЕМА 7. Методи контролю якості за допомогою ультразвукової дефектоскопії.

Фізичні основи ультразвукових методів дефектоскопії. Визначення дефектів структури КМ за допомогою ультразвуку. Виявлення дефектів тіньовим та луна-методами. Контроль товщини виробів за допомогою ультразвуку.

Тема 8. Ультразвукова товщинометрія. Ультразвукові перетворювачі для товщинометрії.

Тема 9. Контроль якості виробів з КМ з допомогою капілярних методів. Методи капілярної дефектоскопії. Основні принципи капілярних методів виявлення дефектів. Види дефектів, які визначаються методами капілярної дефектоскопії.

ТЕМА 10. Метод акустичної емісії. Метод вільних коливань.

Метод акустичної емісії. Фізичні основи і головні характеристики методу акустичної емісії. Визначення координат дефекту за допомогою локації. Галузь застосування методу вільних коливань. Метод вільних коливань. Фізико-

математичні основи методу вільних коливань. Дисипація енергії і логарифмічний декремент затухання коливань.

ТЕМА 11. Імпедансний метод контролю якості. Рентгенівські методи виявлення дефектів.

Імпедансний метод контролю якості. Основні відомості про механічний імпеданс системи. Схема імпедансного дефектоскопу. Галузь застосування методу. Рентгенівські методи виявлення дефектів. Визначення дефектів в конструкціях КМ за допомогою рентгеноскопії, радіографії та рентгенотелевізійної інтроскопії.

ТЕМА 12. Електричні методи виявлення дефектів.

Електричні методи виявлення дефектів. Фізичні основи електричних методів контролю. Визначення характеристик ПКМ і дефектів за допомогою електричного методу.

Тема 13. Методи інфрачервоної дефектоскопії Методи інфрачервоної дефектоскопії. Основні відомості про властивості інфрачервоного випромінювання. Методи контролю якості виробів із КМ на основі інфрачервоної дефектоскопії.

ТЕМА 14. Голографічні методи контролю.

Голографічні методи контролю. Основні принципові схеми одержування голографічного зображення об'єктів. Метод подвійної експозиції. Визначення характеристик КМ і дефектів на основі інтерферограм, одержаних голографічними методами.

Тема 15. Оптичний метод виявлення дефектів.

Оптичний метод виявлення дефектів. Ендоскопи. Відеоендоскопи. Бороскопи. Модульний контроль.

Змістовний модуль № 3

Лекційні заняття

ТЕМА 16. Практичні аспекти оцінки впливу проведених ремонтів на вартість композитного виробу.

Багатофакторна оцінка доцільності ремонтних робіт композитного виробу. Матеріали, що застосовуються для ремонту, вимоги до них. Реалізація технологічних процесів та необхідне обладнання та режими для реалізації ремонту. Підвищення якості ремонту.

Тема 17. Технологічні процеси ремонту композитних виробів ламінарного типу.

Усунення поверхневих дефектів: подряпини, тріщини, відшарування, вм'ятини. Наскрізні пробойни, особливості використання накладок та припрегів. Усунення внутрішніх дефектів багатошарового ламінату: розшарування та непроклеї.

Тема 18. Технологічні процеси ремонту композитних конструкцій сендвічного типу.

Особливості ремонту сендвічної конструкції. Видалення вологи з стільникових конструкцій. Усунення відшарувань обшивки від заповнювача. Відновлення обшивки з припрегів з одночасним її приклеюванням до заповнювача.

ТЕМА 19. Відновлення проблемних зон конструкцій з композитних виробів.

Ремонт закінцівок агрегатів. Ремонт клейового з'єднання в залежності від конфігурації. Усунення відшарування обшивки від каркасу. Ремонт відшарування в повітрязбірних каналах звукопоглинаючих конструкцій. РР.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	лаб	пр	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Семестр 9						
Змістовий модуль 1. Походження і види дефектів.						
Тема 1 Вступ до навчальної дисципліни «Контроль якості виробів із КМ».	1	1				
Тема 2. Характеристики якості продукції.	3	1				2
Тема 3. Походження і види дефектів. Неруйнівні і руйнівні методи контролю КМ та їх складових.	3	1				2
Тема 4. Методи технічної діагностики конструкції із КМ.	3	1				2
Тема 5. Стандарти методів неруйнівного контролю.	4					4
Разом за змістовим модулем 1	14	4				10
Змістовий модуль 2. Неруйнівні методи контролю якості виробів із КМ.						
Тема 6. Неруйнівні методи контролю якості виробів із КМ. Класифікація методів неруйнівного контролю.	2	2				
Тема 7. Методи контролю якості за допомогою ультразвукової дефектоскопії.	7	1	2			4
Тема 8. Ультразвукова товщинометрія	6	1	2			3
Тема 9. Контроль якості виробів з КМ за допомогою капілярних методів	6	1	2			3
Тема 10. Метод акустичної емісії. Метод вільних коливань.	3	1				2
Тема 11. Імпедансний метод контролю якості. Рентгенівські методи виявлення дефектів.	5	2				3
Тема 12. Електричні методи виявлення дефектів.	6	1	2			3
Тема 13. Методи інфрачервоної	4	1				3

дефектоскопії.						
Тема 14. Голографічні методи контролю.	4	1				3
Тема 15. Оптичний метод виявлення дефектів в КМ.	3	1				2
Разом за змістовим модулем 2	46	12	8			26
Змістовий модуль 3. Ремонт композитних виробів.						
ТЕМА 16. Практичні аспекти оцінки впливу проведених ремонтів на вартість композитного виробу.	9	1	2			6
Тема 17. Технологічні процеси ремонту композитних виробів ламінатного типу.	15	3	6			6
Тема 18. Технологічні процеси ремонту композитних конструкцій сендвічного типу.	12	2	4			6
ТЕМА 19. Відновлення проблемних зон конструкцій з композитних виробів	12	2	4			6
РР за темами змістовного модулю 3: Оцінка залишкової міцності композитної конструкції	12					12
Разом за змістовим модулем 3	60	8	16			36
Усього годин	120	24	24			72

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення дефектів в виробах з КМ за допомогою ультразвукового методу.	2
2	Визначення товщини виробів з КМ за допомогою ультразвуку.	2
3	Дослідження характеристик композиційних матеріалів за допомогою електричного методу.	2
4	Визначення дефектів в виробах з КМ капілярним методом.	2
5	Визначення робочих параметрів конструкції з дефектом	2

	ламініатного типу	
6	Перевірка робочих параметрів відновленої конструкції ламініатного типу	2
7	Дослідження методів відновлення міцності багатошарової композитної конструкції	4
8	Перевірка якості компонентів тришарової конструкції	2
9	Визначення відновлювальних характеристик сендвічевої конструкції з дефектом	2
10	Дослідження з'єднань композитних конструкцій, опрацювання відновлення ресурсу кріплень	4
	Разом	24

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Характеристики якості продукції.	2
2	Походження і види дефектів. Неруйнівні і руйнівні методи контролю КМ та їх складових.	2
3	Методи технічної діагностики конструкції із КМ.	2
4	Стандарти методів неруйнівного контролю.	4
5	Методи контролю якості за допомогою ультразвукової дефектоскопії.	4
6	Ультразвукова товщинометрія	3
7	Контроль якості виробів з КМ за допомогою капілярних методів	3
8	Метод акустичної емісії. Метод вільних коливань.	2
9	Імпедансний метод контролю якості. Рентгенівські методи виявлення дефектів.	3
10	Електричні методи виявлення дефектів.	3
11	Методи інфрачервоної дефектоскопії.	3
12	Голографічні методи контролю.	3
13	Оптичний метод виявлення дефектів в КМ.	2
14	Практичні аспекти оцінки впливу проведених ремонтів на вартість композитного виробу.	6
15	Технологічні процеси ремонту композитних виробів ламініатного типу.	6
16	Технологічні процеси ремонту композитних конструкцій сендвічного типу.	6
17	Відновлення проблемних зон конструкцій з композитних виробів	6
	Разом	72

9. Індивідуальні завдання

10. Методи навчання

Проведення лекцій, лабораторних робіт, індивідуальних консультацій (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, що видані на кафедрі (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді тестів, здачі лабораторних робіт, здачі РР, 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			
Виконання і захист лабораторних робіт	3-5	4	0-20
Модульний контроль			0-30
Модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	1-3	12	0-36
Виконання і захист РР			0-12
Усього за семестр			0...100

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 максимум 100 балів. Білет для іспиту складається з 25 тестових питань за кожне з яких студент може отримати до 4 бали (сума – 100 балів).

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні вимоги, що пред'являють до якості конструкцій, вироблених з КМ;
- типові дефекти, що виникають в виробах з КМ, в процесі виробництва і експлуатації, методи упередження появи дефектів і їх ліквідації;
- методи контролю характеристик, які забезпечують потрібний рівень якості виробів;
- переваги і недоліки методів контролю якості виробів із КМ;
- галузі раціонального застосування методів контролю якості;

- нормативну базу, що регламентує рівень якості виробів із КМ;
- основні технологічні аспекти виконання ремонту багатошарової конструкції.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- визначати основні функціональні властивості матеріалів,
- сформулювати основні вимоги щодо якості виробів із КМ;
- обґрунтовано вибирати методи контролю характеристик, що визначають якість виробів із КМ;
- визначити дефекти, які виникають в процесі виробництва та експлуатації виробів із КМ;
- оцінювати залишковий ресурс конструкцій, вироблених із КМ;
- користування методиками і приладами, за допомогою яких досліджуються характеристики КМ та визначаються дефекти конструкції та структури КМ;
- оцінювати доцільність ремонту конструкції з дефектом;
- користуватись приладами та методиками для відновлення ресурсу композитних конструкцій ламінатного типу;
- відновлювати працездатність сендвічевих конструкцій;
- підбирати та реалізовувати оптимальне рішення для усунення дефектів з'єднань композитних деталей.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі лабораторні завдання та здати модульні заняття задовільно.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, добре захистити всі лабораторні завдання, здати модульний контроль та РР.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів за всі види навчальної діяльності	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. Єременко В.Є., Попова О.Г., Івановська О.В., Самойлов В.Я. Неруйнівні методи контролю конструкцій аерокосмічної техніки з композиційних матеріалів. Навчальний посібник з лабораторного практикуму. Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2005, 79 с.

14. Рекомендована література

1. Технологія виробництва літальних апаратів із композиційних матеріалів/ С.А. Бичков, О.В. Гайдачук, В.Є. Гайдачук, В.Д. Гречка, В.М. Кобрін. Під ред. професора В.Є. Гайдачука. – К.: ІСДО, 1995. – 376 с.
2. Механіка руйнування і міцність матеріалів: Довідн. Посібник / Під заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: Вид-во «Сполом», 2007. – 1068 с.
3. Експлуатація та ремонт бойової авіаційної техніки / О. Г. Водчиць, Ю. А. Дорошенко, М. В. Тапол. – К.: НАУ, 2015. – 176 с.
4. Барановський М.Й. Ремонтуйте самі / М.Й. Барановський М.Й. – К.: Будівельник, 1984. – 144 с.

15. Інформаційні ресурси

1. сайт кафедри www.k407.khai.edu.