

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
Кораблебудівний навчально-науковий інститут
Кафедра будівельної механіки та конструкції корпусу корабля



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

PROGRAM OF THE DISCIPLINE

Контроль якості виробів із композиційних матеріалів

Quality control of composite materials products

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова викладання: українська

Дисципліна «Контроль якості виробів із композиційних матеріалів» належить до циклу дисциплін загальної підготовки ОПП.

Робоча програма навчальної дисципліни «Контроль якості виробів із композиційних матеріалів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 "Механічна інженерія" спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка «13» січня 2025 року. – 12 с.

Розробник:

Юреско Т.А. – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Контроль якості виробів із композиційних матеріалів» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми
кандидат технічних наук, доцент



Наталя СОЛОМОНЮК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Контроль якості виробів із композиційних матеріалів» розглянуто на засіданні кафедри на засіданні кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля "

Протокол № 6 від 14 січня 2025 року.

Завідувач кафедри



Леонтій КОРОСТИЛЬОВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Контроль якості виробів із композиційних матеріалів» розглянуто Навчально-методичною комісією Кораблебудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 2 від січня 2025 року.

/ Голова



Олександр БОНДАРЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Контроль якості виробів із композиційних матеріалів» погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу



Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Контроль якості виробів із композиційних матеріалів» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 1 від «29» січня 2025 р.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2025

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Опис навчальної дисципліни.....	5
2	Мета вивчення навчальної дисципліни.....	5
3	Передумови для вивчення дисципліни.....	5
4	Очікуванні результати навчання	6
5	Програма навчальної дисциплін	6
6	Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	9
7	Форми поточного та підсумкового контролю	9
8	Критерії оцінювання результатів навчання	11
9	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	11
10	Рекомендовані джерела інформації	11

ВСТУП

Анотація

Курс зорієнтований на отримання знань з основних принципів контролю якості продукції на різних етапах виробництва композиційних матеріалів та конструкцій з них.

У результаті вивчення курсу здобувач буде знати основні фізичні закони, які є підґрунтям принципу дії неруйнуючих методів контролю якості та типи дефектів, які можна виявити за їх допомогою; технічні характеристики неруйнівних методів контролю, їх переваги і обмеження; типи, конструкції, принцип дії дефектоскопів; вимоги до документації та звітності, згідно вимогам стандартів.

Курс також надає навички вибирати найбільш ефективний метод неруйнівного контролю в залежності від експлуатаційних умов і вимог до матеріалу; виявляти приховані дефекти та порушення в структурі матеріалу; аналізувати отримані результати контролю та виконувати перевірку продукції на всіх етапах виробничого процесу; приймати рішення про можливість та економічну ефективність впровадження системи контролю якості; розроблення методик та програм контролю для визначеного виробу з композиційних матеріалів.

Ключові слова: *дефект, дефектоскопія, акустичні методи контролю, капілярні методи контролю.*

Abstract

The course is focused on acquiring knowledge of the basic principles of product quality control at various stages of production of composite materials and structures made of them.

As a result of studying the course, the student will know the basic physical laws that underlie the principle of non-destructive testing and the types of defects that can be detected with their help; technical characteristics of non-destructive testing methods, their advantages and limitations; types, designs, principle of operation of flaw detectors; requirements for documentation and reporting in accordance with the requirements of standards.

The course also provides the skills to choose the most effective method of non-destructive testing depending on operating conditions and material requirements; detect hidden defects and irregularities in the material structure; analyse the results of control and perform product inspection at all stages of the production process; make decisions on the feasibility and cost-effectiveness of implementing a quality control system; develop control methods and programmes for a particular product made of composite and powder materials.

Keywords: *defect, flaw detection, acoustic control methods, capillary control methods.*

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 13 Механічна інженерія	Професійної підготовки
Модулів – 1		Рік підготовки:
Змістових модулів – 2		3-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка	Семестри
Індивідуальне науково-дослідне завдання (назва)		6
Загальна кількість годин – 120		Лекції
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи – 3	Освітня програма «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів»	30 год
		Практичні
		15 год.
	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Лабораторні
		15 год
		Самостійна робота
		60 год.
		Індивідуальні завдання:
		Форма контролю-письмова:
		екзамен

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є забезпечити студентів знаннями та практичними навичками з виявлення і оцінки дефектів в матеріалах і конструкціях без їх пошкодження.

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані та практичні задачі і проблеми у сфері розробки, виробництва та сертифікації авіаційної та ракетно-космічної техніки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

К13. Здатність призначати оптимальні матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки.

К15. Здатність проектувати та здійснювати випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем (відповідно до спеціалізації).

3. Передумови для вивчення дисципліни

Навчальна дисципліна «Контроль якості виробів із композиційних матеріалів» є професійною дисципліною при підготовці спеціалістів з

проектування та виробництва конструкцій із композиційних матеріалів. Вивчення її методів розрахунку потребує певного рівня знань з дисциплін нормативної та професійної частини підготовки бакалаврів, таких як «Вища математика I, II, III», «Фізика I і II», «Хімія», «Електротехніка», підготовка за якими за навчальним планом проводиться у попередніх семестрах.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення дисципліни «Контроль якості виробів із композиційних матеріалів» передбачає формування у студентів таких результатів навчання:

ПР04. Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій в обсязі, достатньому для навчання та професійної діяльності.

ПР05. Пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і нефахівцям в ясній і однозначній формі.

ПР08. Володіти логікою та методологією наукового пізнання, що ґрунтується на розумінні сучасного стану і методології предметної області.

ПР09. Дотримуватися вимог галузевих нормативних документів щодо процедур проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів

ПР13. 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 (відповідно до спеціалізації).

ПР15. Описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій.

5 Програма навчальної дисциплін

Денна форма навчання

Модуль 1

Змістовий модуль 1 Дефекти у конструкціях

Тема 1 Класифікація дефектів

Різновиди дефектів. Класифікація за Смірновим. Класифікація за Кортелем. Дефекти в залежності від типу матеріалів.

Етапи виникнення дефектів. Вплив технологічних методів та технологічних параметрів на виникнення дефектів.

Література: [1], с.10 – 18, [2], с.5 – 14, [5], с.4 – 20.

Тема 2 Нормування дефектів

Безпечні та небезпечні дефекти. Параметри безпечності дефектів. Розробка технологічних інструкцій з нормування дефектів.

Нормування дефектів в склопластиковому суднобудівництві.

Література: [1], с.10 – 18, [2], с.5 – 14, [5], с.22 – 35.

Змістовий модуль 2 Методи дефектоскопії

Тема 3 Акустичні методи контролю

Луно–імпульсний, тіньовий ультразвукові методи. Призначення. Обмеження. Основні параметри контролю. Прилади.

Метод акустичної емісії. Призначення. Обмеження. Основні параметри контролю. Прилади.

Акустичний імпедансний метод. Призначення. Обмеження. Основні параметри контролю. Прилади.

Ревербераційний метод. Призначення. Обмеження. Основні параметри контролю. Прилади.

Імпульсний фазовий, велосиметричний методи. Призначення. Обмеження. Основні параметри контролю. Прилади.

Література: [2], с.15 – 35, [3], с.61 – 76, 101 – 110, 122 – 131, [5], с.161 – 182.

Тема 4 Магнітні методи контролю

Магнітні методи контролю. Різновиди. Призначення. Обмеження. Основні параметри контролю. Прилади.

Література: [1], с.10 – 18, [2], с.38 – 44, [5], с.74 – 103.

Тема 5 Радіохвильові методи контролю

Основні елементи радіохвильових приладів. Амплітудний метод контролю. Призначення. Обмеження. Основні параметри контролю. Прилади.

Фазовий, поляризаційний методи контролю. Призначення. Обмеження. Основні параметри контролю. Прилади.

Література: [1], с.10 – 18, [4], с.135 – 145.

Тема 6 Радіаційні методи контролю

Основні елементи приладів радіаційного контролю. Радіоскопічний метод контролю. Призначення. Обмеження. Основні параметри контролю. Прилади.

Радіометричний, радіографічний методи контролю. Призначення. Обмеження. Основні параметри контролю. Прилади.

Література: [1], с.89 – 144.

Тема 7 Капілярні методи контролю

Основні параметри капілярних методів та методів течія-пошук. Класифікація методів. Дефектоскопічні матеріали. Візуалізація дефектів. Прилади для візуалізації дефектів. Призначення та обмеження методів.

Література: [2], с.45 – 50, [5], с.53 – 74.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		лекц.	прак.	лаб.	с.р.
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Дефекти у конструкціях (ЗМ1)					
Тема 1. Класифікація дефектів	14	4	2	0	8
Тема 2. Нормування дефектів	16	4	2	0	10
Разом за ЗМ1	30	8	4	-	18
Змістовий модуль 2. Методи дефектоскопії (ЗМ2)					
Тема 3. Акустичні методи контролю	22	10	2	5	5
Тема 4. Радіохвильові методи контролю	15	4	3	2	6
Тема 5. Магнітні методи контролю	13	2	-	6	5
Тема 6. Радіаційні методи контролю	12	4	2	-	6
Тема 7. Капілярні методи контролю	13	2	4	2	5
Разом за ЗМ2	75	22	11	15	27
Підготовка до заліку	15	-	-	-	15
Усього годин по дисципліні	120	30	15	15	60

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
1	Визначення дефектів у заданої конструкції та їх нормування	2
2	Складання технологічної інструкції з нормування дефектів	3
3	Різновиди п'єзодатчиків. Маркування.	3
4	Елементна база радіохвильових приладів контролю.	3
5	Визначення глибини дефектів зварних з'єднань за рентгенівськими знімками	2
6	Візуалізація капілярного контролю та опис проявлених дефектів.	2
Всього		15

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
1	Ультразвукові датчики на п'єзоелементах.	2
2	Контроль якості луно-імпульсним методом.	4
3	Контроль якості приладом акустичної емісії	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
4	Визначення товщини діелектричних плівок та покриттів магнітним товщиноміром	2
5	Визначення дефектів магнітними методом контролю	3
6	Капілярний контроль якості виробів з композиційних матеріалів.	4
Всього		15

Самостійна робота

Самостійна робота передбачає підготовку до лекційних та практичних занять; самостійне поглиблення знання за темами дисципліни.

№ з/п	Вид роботи	К-ть годин
1	Підготовка до лекцій	15
2	Підготовка до практичних занять	15
3	Підготовка до лабораторних робіт	15
4	<i>Підготовка до поточного модульного контролю</i>	<i>15</i>
Разом		60

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

Для всіх видів навчання: робота з літературою, пояснення, дискусія, демонстрування.

для лекційних занять: лекція, бесіда, ілюстрування, відео метод.

для практичних занять: вправа, лабораторна робота, графічна перевірка.

Методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;
- виконання практичних робіт;
- виконання лабораторних робіт;
- контрольне тестування.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюється за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки при захисті звітів практичних робіт і оцінки заключного екзамену (заліку) в кожному семестрі.

Питома вага заключного екзамену (заліку) складає 60 балів в загальній системі оцінок. Право здавати заключний екзамен (залік) надається студенту, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 40 балів.

Підсумкова оцінка за навчальний курс в семестрі є сумою проміжних оцінок і екзамену (заліку).

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному та практичному занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувача із зазначеної теми.

Оцінювання курсової роботи виконується окремо за 100 бальною шкалою.

Зарахування кредитів навчального курсу дисципліни можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок передбаченим чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної дисципліни студентів та їх оцінювання

Лабораторні та практичні роботи	Критерії оцінювання
4 – 5	Робота виконана у встановлений термін, самостійно, чітко сформований процес виконання дослідів або розв'язування завдання. Застосовувалися коректні методи отримання результатів, виконаний їх аналіз.
2 – 3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання після консультації викладача. Робота виконана в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат.
1 – 2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконав роботу під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Робота не виконувалась.

Залік	Критерії оцінювання
35 – 40	Завдання виконане у встановлений термін, самостійно, чітко сформоване розв'язання питань. Застосовувалися коректні методи для виконання завдань.
30– 34	Завдання виконане у встановлений термін. Завдання виконане в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат
25– 29	Завдання виконане з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання після консультації викладача. Завдання виконане в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат
15-24	Завдання виконане з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Завдання не виконувалося.

Поточний контроль

Форма контролю	Максимальна кількість балів
	Денна форма
Виконання практичних робіт	6 робіт × 5 = 30
Виконання лабораторних робіт	6 робіт × 5 = 30
Всього	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Змістові модулі, теми		Денна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	T1	ПР 1	5
	T2	ПР 2	5
ЗМ3	T3	ПР 3	5
		ЛР 1	5
		ЛР 2	5
		ЛР 3	5
	T4	ПР 4	5
	T5	ЛР 4	5
		ЛР 5	5
	T6	ПР 5	5
	T7	ПР 6	5
		ЛР 6	5
Семестровий контроль		залік	40
Разом за семестр			100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Технічні засоби

- Мультимедіа- та проекційна апаратура;
- Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережи;
- Лабораторне устаткування;
- Програмне забезпечення для підтримки дистанційного навчання;

Бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Писаренко Л.Д., Михайлов С.Р. Електронні системи контролю якості та діагностики: навч. посіб./ КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 200 с.

2. Соломонюк Н.С., Копійка С.В. Лабораторні роботи з курсів «Контроль якості виробів із композиційних матеріалів», «Діагностика та дефектоскопія»: методичні вказівки. – Миколаїв: НУК, 2021. – 55.с.
3. Галаган Р.М., Богдан Г.А. Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю: лабораторний практикум: навч. посіб. для студ.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 145 с.
4. Клименко С.В., Кисельов П.Г., Кулик О.В. Ультразвуковий неруйнівний контроль якості виробів з полімерних композитних матеріалів ракетно-космічної техніки. «Системні технології» 3 (134) 2021 «System technologies» - DOI 10.34185/1562-9945-3-134-2021-15. – с.135 – 145.
5. Сусліков Л.М., Студеняк І.П. Неруйнівні методи контролю: Навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ, 2016. - 192 с.

Допоміжна література

1. International standart ISO/FDIS 18251-1:2016(E). Non-destructive testing – infrared thermography. – Part. 1: Characteristics of system and equipment. 17 p.
2. Контроль неруйнівний. Терміни та визначення: ДСТУ 2865-94. – [Чинний від 1996–01–01]. – К.: Держстандарт України, 1995. – 52 с. – (Національний стандарт України).
3. Троїцький В.О., Бондаренко О.Г., Глуховський В.Ю. Спосіб дистанційної пасивної теплової діагностики важкодоступних та потенційно небезпечних промислових об'єктів. Україна. Патент на винахід № 122355. МКП G 01 N 25/72. Заявл. 27.06.2018. Опубл. 26.10.2020. Бюл. № 20.
4. Чернишов П. М. Технічна електродинаміка: навчальний посібник. - Харків: НТУ «ХПІ», 2006. - 272 с.
5. Камель Г.І. Контроль якості зварювання. Т. 1. Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник – Кам'янське: ДДТУ, 2018. — 241 с.
6. Jess M. Waller and Regor L. Saulsberry NASA-JSC White Sands Test Facility «Development of Standards for Nondestructive Evaluation of COPVs Used in Aerospace Applications» S.2 – 2012.

Інформаційні ресурси

1. Електронна бібліотека кафедри "БМ та ККК".
2. Електронні журнали "Journal of Mechanical Engineering", "Reinforced plastics", "Composites Fabrication".
3. Сайти (WEB-adresses):
 - <https://technology.ukrintei.ua/>
 - <https://www.researchgate.net/>
 - <https://nau.edu.ua/>