

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

Технологія виготовлення композиційних матеріалів

Manufacturing technology of composite materials

рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни: *обов'язкова*

мова викладання: *українська*

Робоча програма навчальної дисципліни «Технологія виготовлення композиційних матеріалів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 "Механічна інженерія" спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка освітня програма «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів»
«13» січня 2025 року. – 15 с.

Розробник:

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

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Технологія виготовлення композиційних матеріалів» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми
кандидат технічних наук, доцент



Наталя СОЛОМОНЮК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Технологія виготовлення композиційних матеріалів» розглянуто на засіданні кафедри «Кафедра будівельної механіки та конструкції корпусу корабля».

Протокол № 6 від 14 січня 2025 року.

Завідувач кафедри

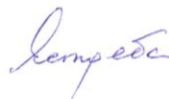


Леонтій КОРОСТИЛЬОВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Технологія виготовлення композиційних матеріалів» розглянуто Навчально-методичною комісією Кораблебудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 2 від січня 2025 року.

/ Голова



Олександр БОНДАРЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Технологія виготовлення композиційних матеріалів» погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу



Андрій
ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Технологія виготовлення композиційних матеріалів» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 1 від «29» січня 2025 р.

Голова НМР НУК



Сергій
СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Опис навчальної дисципліни.....	5
2	Мета вивчення навчальної дисципліни.....	5
3	Передумови для вивчення дисципліни.....	6
4	Очікуванні результати навчання	6
5	Програма навчальної дисциплін	6
6	Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	10
7	Форми поточного та підсумкового контролю	10
8	Критерії оцінювання результатів навчання	14
9	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	14
10	Рекомендовані джерела інформації	15

ВСТУП

Анотація

У здобувачів формуються знання та вміння необхідні для вибору та застосування відповідних технологічних процесів для виготовлення різноманітних виробів та конструкцій із композиційних матеріалів (КМ).

В результаті вивчення дисципліни здобувач буде знати основи технологічних процесів виготовлення виробів із КМ, властивості та застосовність матеріалів, що використовуються при їх виготовленні, конструкцію та технологію виготовлення оснащення для виготовлення конструкцій із КМ.

Зможе обґрунтовано вибирати технологію формування виробу із КМ та розробляти етапи технологічного процесу виготовлення виробів, створювати технологічну документацію.

Ключові слова: *технологія, композиційні матеріали, склопластик, оснащення, препрег.*

Abstract

Students develop the knowledge and skills necessary to select and apply appropriate technological processes for the manufacture of various products and structures from composite materials (CM).

As a result of studying the discipline, the student will know the basics of technological processes for the manufacture of products from CM, the properties and applicability of materials used in their manufacture, the design and technology of manufacturing tooling for the manufacture of CM structures.

He will be able to reasonably choose the technology of forming a product from CM and develop stages of the technological process of manufacturing products, create technological documentation.

Keywords: *technology, composite materials, fibreglass, tooling, prepreg.*

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 13 Механічна інженерія	Професійної підготовки	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		4-й	
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка	Семестри	
		8	
		Лекції	
Індивідуальне науково-дослідне завдання		30 год	
Курсова робота		Практичні	
		30 год.	
Загальна кількість годин – 180		Лабораторні	
	Освітня програма «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів»	15 год	
Тижневих годин для денної форми навчання:		Самостійна робота	
аудиторних – 5		105 год.	
самостійної роботи – 7		Індивідуальні завдання:	
		Форма контролю-письмова:	
	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	екзамен	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є забезпечити здобувачів знаннями та практичними навичками з різноманітними технологіями виготовлення конструкцій із КМ.

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

Передумовами для вивчення дисципліни є «Основи технології матеріалів», «Основи взаємозамінності», «Полімерні композиційні матеріали», «Фізико-хімічні основи композиційних матеріалів».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення дисципліни «Технологія виготовлення композиційних матеріалів» передбачає формування у здобувачів таких результатів навчання:

К16. Здатність розробляти технологічні процеси виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки (відповідно до спеціалізації).

ПР16. Застосовувати сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки

5 Програма навчальної дисциплін

Денна форма навчання

Модуль 1

Змістовий модуль 1 Матеріали та технологічне забезпечення виготовлення КМ

Тема 1. Компоненти для виготовлення полімерних композиційних матеріалів

Особливості виробництва виробів із КМ. Класифікація технологічних процесів виготовлення конструкцій із реактопластів. Основні етапи технологічних процесів.

Смоли для виготовлення КМ. Технологія приготування сполучника.

Армування, види армуючого матеріалу, їх різновиди. Наповнювачі. Антиадгезиви, їх різновиди та технологія нанесення.

Література: [1], с. 53 – 116, [2], [електронний ресурс], [3], с. 19 – 88, 136 – 140. [4], с. 40 – 82.

Тема 2 Формообразуюче оснащення

Формообразуюче оснащення. Вимоги. Матеріали, технологія виготовлення майстер-моделей.

Поверхневі смоляні покриття, їх склад та дефекти. Технологія нанесення. Обладнання для нанесення сполучника та гелькоуту.

Література: [1], с.36 – 100, [2], [електронний ресурс], [4] с. 118–128.

Змістовий модуль 2 Технології виготовлення виробів із КМ

Тема 3 Контактне формування та метод наплення.

Контактне формування. Особливості технологічного процесу. Викладка пакету. Методи просочення армуючого матеріалу. Технологія приготування сполучника.

Метод напилення рубленого волокна. Калібрування установки.

Література: [1] с. 138–142, 204 – 208, [2], [електронний ресурс], [5] с. 58–91, 120 – 140.

Тема 4 Формування під тиском

Формування під тиском. Жорстке та пружне формування. Прескамерне та вакуумне формування. Схема викладання технологічного пакету.

Автоклавне формування. Промислові препреги, методи виготовлення. Особливості технологічного процесу.

Література: [1] с. 167 – 179, 211 – 218, [6] с. 75 – 76, 87 – 91.

Тема 5 Вакуумне формування

Вакуумна інфузія. Особливості технологічного процесу.

Вакуумна інжекція. Особливості технологічного процесу.

Література: [1] с. 204–209, [2], [електронний ресурс].

Тема 6 Технологія намотування

Технологія виготовлення виробів методом намотування. Особливості технологічного процесу.

Література: [7], с. 20 – 80.

Тема 7 Метод пултрузії

Технологія виготовлення виробів методом пултрузії. Особливості технологічного процесу. Види армуючого матеріалу.

Система контролю технологічних параметрів.

Література: [2], [електронний ресурс], [6], с. 5 – 9.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	у тому числі				
	усього	лекц	прак	лаб.	с.р.
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Матеріали та технологічне забезпечення виготовлення КМ					
Тема 1. Компоненти для виготовлення полімерних композиційних матеріалів	23	6	6	4	7
Тема 2. Формообразуюче оснащення	22	6	6	4	6
Разом за ЗМ1	45	12	12	8	13
Змістовий модуль 2. Технології виготовлення виробів із КМ					
Тема 3. Контактне формування та метод напилення.	12	4	2	3	4

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		лекц	прак	лаб.	с.р.
Модуль 1					
Тема 4. Формування під тиском	12	4	4	-	2
Тема 5. Вакуумне формування	16	4	6	2	4
Тема 6. Технологія намотування	8	2	2	-	2
Тема 7. Метод пултрузії	12	4	4	2	4
Разом за 3М2	60	18	18	7	17
Підготовка до екзамену	15	-	-	-	15
Підготовка курсової роботи	60	-	-	-	60
Усього годин по дисципліні	180	30	30	15	105

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
1.	Визначення залежності в'язкості смоли, від температури (віскозиметр ВЗ 4), та від концентрації (пристрій ВБР - 1).	2
2.	Визначення залежності в'язкості смоли від концентрації (пристрій ВБР - 1).	2
3.	Визначення технологічних властивостей препрегів і преміксів	4
4.	Технологія виготовлення методом наплення рубленого волокна. Калібрування установки.	3
5.	Виготовлення зразків армованого пластику вакуумною інжекцією	4
Всього		15

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
1.	Визначення технологічних властивостей сполучників. Вибір смоли для виготовлення виробу із КМ.	2
2.	Вибір армуючого матеріалу для виготовлення виробу із КМ. Вибір антиадгезиву, гелькоуту.	4
3.	Вибір препрегів для виготовлення виробу із КМ.	2
4.	Розробка технологічного процесу виготовлення	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	оснащення.	
5.	Обладнання для нанесення сполучника та гелкоуту. Розробка технології приготування сполучника.	4
6.	Розробка технологічного процесу виготовлення виробу із КМ методом контактного формування.	6
7.	Розробка технологічного процесу виготовлення виробу із КМ методом пружного формування під тиском.	2
8.	Розробка технологічного процесу виготовлення виробу із КМ методом автоклавного формування.	2
9.	Розробка технологічного процесу виготовлення виробу із КМ методом намотування.	2
10.	Розробка технологічного процесу виготовлення виробу із КМ методом пултрузії.	2
Всього		30

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	7
2	Підготовка до практичних занять	8
3	Підготовка до лабораторних робіт	15
4	Підготовка до екзамену	15
5	Підготовка курсової роботи	60
Разом		105

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Курсова робота (КР) є результатом перевірки знань, засвоєних здобувачем впродовж викладання курсу. КР виконується здобувачем під керівництвом викладача. Тема КР видається здобувачу на початку семестру. Виконання КР створює умови для реалізації творчих можливостей здобувачів і має на меті поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які здобувачі одержують у процесі навчання, а також застосування знань на практиці. Викладач контролює виконання індивідуального завдання на консультаціях.

У КР вибирається будь-яка конструкція, що потребує вдосконалення, вивчаються умови її експлуатації, пропонується вдосконалення матеріалу та розробляються етапи технології виробництва.

Приклади тем на курсову роботу.

1. Розробка технологічного процесу виготовлення лопаті вітрогенератора з КМ.
2. Розробка технологічного процесу виготовлення підводного трубопроводу з КМ.
3. Розробка технологічного процесу виготовлення велосипедної рами із КМ
4. Розробка технологічного процесу виготовлення понтонного пішохідного мосту зі склопластика
5. Розробка технологічного процесу виготовлення автомобільної ресори з вуглепластику

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; відеометод.
- для практичних та лабораторних занять: вправа; практична робота, лабораторна робота, графічна перевірка.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- фронтальне опитування;
- лабораторні роботи; практичні роботи.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача оцінюється за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки при захисті звітів лабораторних і практичних робіт і оцінки заключного екзамену кінці семестру.

Питома вага заключного екзамену (заліку) складає 40 балів в загальній системі оцінок. Право здавати заключний екзамен (залік) надається здобувачу, 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.

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 здобувачів та їх оцінювання

Лабораторні і практичні роботи

Бал	Критерії оцінювання
4	Робота виконана у встановлений термін, самостійно, чітко сформований процес виконання лабораторної роботи. Застосовувалися коректні методи отримання результатів, виконаний їх аналіз.
2 – 3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач 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. Здобувач виконав роботу під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Робота не виконувалась.

Екзамен

Бал	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. Здобувач 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. Здобувач виконав завдання під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Завдання не виконувалося.

Оцінювання виконання курсової роботи

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; проблема чітко сформульована; правильно виділено мета та задачі дослідження, функції об'єкта і умови його експлуатації; визначено ступень розробленості проблеми дослідження; наявні посилання на використану літературу. Оформлення роботи відповідає стандарту; грамотно використані методи дослідження; висновки відповідають меті та завданню дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно була подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; проблема чітко сформульована; адекватно сформульовано об'єкт, предмет, мета та задачі роботи; наявні посилання на використану літературу та оформлення роботи відповідає стандарту; адекватно обрано методи дослідження об'єкту; висновків відповідають меті та завданням дослідження. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи
	30	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	20	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	15	Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	5	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою
Ілюстративна частина	20	презентація організована послідовно згідно КР, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	презентація організована згідно КР, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями;
	10	ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість
	5	ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	довідь логічно побудована, здобувач чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	здобувач спроможний чітко викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	здобувач спроможний чітко викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	здобувач невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	здобувач невпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	здобувач демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	здобувач невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання.

Поточний контроль

Форма контролю	Максимальна кількість балів
	Денна форма
Виконання практичних робіт	10 практичних×4 = 40
Виконання лабораторних робіт	5 лабораторних×4 = 20
Всього	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Змістові модулі, теми		Денна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	Т1	ПР 1	4
		ПР 2	4
		ЛР 1	4
	Т2	ПР 3	4
		ПР 4	4
		ЛР 2	4
ЗМ2	Т3	ПР 5	4
		ЛР 3	4
	Т4	ПР 6	4
		ПР 7	4
	Т5	ЛР 4	4
		ПР 8	4
	T6	ПР 9	4
	Т7	ПР 10	4
		ЛР 5	4
Разом			60
Семестровий контроль		екзамен	40
Разом за семестр			100

Виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
До 40	До 20	До 40	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;
- Програмне забезпечення для підтримки дистанційного навчання;
- Бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Технологія виготовлення суднових конструкцій із полімерних композиційних матеріалів : підручник /С. П. Гейко, Є. Т. Бурдун. –Миколаїв : НУК, 2015. – 255 с.
2. «Технологія виготовлення виробів із композиційних матеріалів» : методичні розробки /С.П.Гейко, Т.А.Юреско. – Миколаїв: НУК, 2018. (електронний ресурс)
3. Handbook of Composites. Editors: George Lubin Publisher: Springer New York, NY. 1982. – 784 p.
4. Marine Composites: Design and Performance Jasper Graham-Jones, John Summerscales, Richard Pemberton Elsevier Science 2018. – 528 p.
5. Manufacturing Processes for Advanced Composites by Flake C Campbell Jr Publisher: Elsevier Science | January 1, 2004 | ISBN: 1856174158 | Pages: 532
6. British standard aerospace series BS EN 4408-1:2005 Technical drawings Representation of parts made of composite materials. Part 1: General rules, 12p.
7. Peters, S.T. Composite Filament Winding / S.T. Peters – ASM International. 2011. – 167 p.

Допоміжна література

1. Sanjay Mazumdar Composites Manufacturing: Materials, Product, and Process Engineering 1st Edition, CRC Press 2001 416p.
2. Hugo du Plessis Fibreglass Boats Construction, Gel Coat, Stressing, Blistering, Repair, Maintenance, Adlard Coles 2006. - 296p
3. Handbook of Polymer Synthesis, Characterization, and Processing. Editor(s): Enrique Saldivar-Guerra, Eduardo Vivaldo-Lima First published:22 February 2013. |DOI:10.1002/9781118480793
4. Колосов О. Є. Технології композиційних матеріалів. Конспект лекцій з навчальної дисципліни. – К.: КПІ ім. Ігоря Сикорського. 2018 – 255 с.
5. Буренніков Ю.А, Сівак І.О., Сухоруков С.І. Нові матеріали та композити: навчальний посібник. — Вінниця: ВНТУ, 2013. — 158 с.

Інформаційні ресурси

1. Електронна бібліотека кафедри "БМ та ККК".
2. Електронні журнали "Journal of Mechanical Engineering ", "Reinforced plastics", "Composites Fabrication".
3. Особливості технології виготовлення композиційних матеріалів. Режим доступу:
https://stud.com.ua/73787/tehnika/osoblivosti_tehnologiyi_vigotovlennya_kompozitsiynih_materialiv

Розробник к.т.н, доцент

Юреско Т.А.