

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

ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Polymer Matrix Composites

рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни: *обов'язкова*

мова викладання: *українська*

Робоча програма навчальної дисципліни «Полімерні композиційні матеріали» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G "Інженерія, виробництво та будівництво" спеціальності G12 "Авіаційна та ракетно-космічна техніка" освітньо-професійної програми «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів».

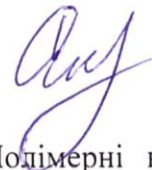
«25» 04 2025 року. – 22 с.

Розробник:

Соломонюк Н.С. – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Полімерні композиційні матеріали» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми, канд техн. наук, доцент



Наталя СОЛОМОНЮК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Полімерні композиційні матеріали» розглянуто на засіданні кафедри БМ та ККК.

Протокол № 9 від 13.05 2025 року.

Завідувач кафедри д.т.н, професор



Леонтій КОРОСТИЛЬОВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Полімерні композиційні матеріали» розглянуто Навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 6 від 20.05 2025 року.

Голова НМК КННІ, к.т.н., доцент



Олексій ЯСТРЕБА

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Полімерні композиційні матеріали» погоджено з навчальним відділом.

Голова відділу



Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Полімерні композиційні матеріали» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 6 від «25» 06 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.....	15
7 Форми поточного та підсумкового контролю.....	16
8 Критерії оцінювання результатів навчання.....	20
9 Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	21
10 Рекомендовані джерела інформації	21

ВСТУП

Анотація

У здобувачів формуються знання та вміння які потрібні для створення полімерних композиційних матеріалів та конструкцій з них.

При її вивченні здобувачі отримують уяву про структуру та особливості полімерних композиційних матеріалів (ПКМ), вплив фаз та міжфазного шару на властивості КМ, а також особливості утворення та комплекс експлуатаційних властивостей КМ різноманітного складу.

Після вивчення дисципліни здобувачі будуть знати структуру і склад різних типів ПКМ, фактори, що визначають міцність та деформативні характеристики ПКМ, особливості виготовлення виробів з ПКМ, комплекс експлуатаційних властивостей КМ різноманітного складу.

Вони зможуть проводити аналіз властивостей ПКМ в залежності від їх складу, оцінювати можливість застосування ПКМ в конструкціях, визначати склад ПКМ с урахуванням особливостей конструкцій виробів, технології виробництва і урахуванням умов експлуатації конструкцій.

Ключові слова: полімерний композиційний матеріал, склопластики, вуглепластики, органопластики, боропластики, ламінат.

Abstract

Students develop the knowledge and skills necessary to create polymer matrix composite and structures from them.

When studying this discipline, students get an understanding of the structure and characteristics of polymer matrix composites (PMC), the influence of phases and interfacial layer on the properties of PMC, as well as the formation and set of performance properties of PMC of various compositions.

After studying the discipline, students will know the structure and composition of various types of PMC, the factors that determine the strength and deformation characteristics of PMC, the features of manufacturing products from PCM, and the range of performance properties of PMC of various compositions.

They will be able to analyse the properties of PMC depending on their composition, evaluate the possibility of using PMC in structures, determine the composition of PMC taking into account the features of product designs, production technology and taking into account the operating conditions of structures.

Keywords: polymeric composite material, glass fibre-reinforced plastics, carbon fibre-reinforced plastics, organic fibre-reinforced plastics, boron fibre-reinforced plastics, laminate.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів –13	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» (0716 Motor vehicles, ships and aircraft)	Професійної підготовки
Модулів – 3		Рік підготовки:
Змістових модулів – 6		2-й, 3-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність G12 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» Освітня програма «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів»	Семестри
Індивідуальне науково-дослідне завдання <i>Курсова робота (6 семестр)</i>		4, 5, 6
Загальна кількість годин – 390		Лекції
Тижневих годин для денної форми навчання: • аудиторних 4 (4 семестр), 3 (5 та 6 семестри) • самостійної роботи 5 (4 семестр), 3 (5 та 6 семестри)		75 год.
		Практичні,
		45 год.
	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Лабораторні
		15 год
		Самостійна робота
		165 год.
		Індивідуальні завдання: 90 год.
		Форма контролю-комбінована:
		Екзамен (4,5 семестри), залік (6 семестр)

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Полімерні композиційні матеріали» є формування у здобувачів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

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.

К08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

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

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є: дисципліни: «Вища математика І», «Вища математика ІІ», «Вища математика ІІІ», «Фізика І», «Фізика ІІ», «Хімія», «Полімерознавство».

4. Очікуванні результати навчання

Вивчення дисципліни «Полімерні композиційні матеріали» передбачає формування у студентів таких результатів навчання:

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.

ПР17. Обчислювати напружено-деформований стан, визначати несійну здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетно-космічної техніки

ПР20. Пояснювати особливості конструкції та основні аспекти робочих процесів в системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1 Теорія гетерогенного середовища

Змістовий модуль 1. Теорія гетерогенного середовища

Тема 1 Термодинаміка та будова поверхневого шару.

Мета, задачі курсу, головні поняття та визначення. Термодинамічні функції поверхні. Термодинамічна рівновага і стійкість гетерогенних систем.

Поверхнева енергія та поверхневий натяг тіл. Адсорбція та поверхнева енергія. Залежність поверхневого натягу рідини від температури.

Явища адгезії та когезії. Змочування та розтікання рідин. Подвійний електричний шар на міжфазних поверхнях. Адсорбційна рівновага.

Література: [1], с. 6 – 35, [6], с. 6 - 12.

Тема 2. Термодинамічні та кінетичні властивості дисперсних систем

Внутрішній тиск дисперсних часток. Вплив дисперсності на температуру фазового переходу Дисперсність та термодинамічна реакційна спроможність. Капілярні явища.

Диспергування та конденсація. Теоретичні основи седиментації Седиментаційний аналіз дисперсності. Молекулярно-кінетичні та електрокінетичні властивості вільнодисперсних систем.

Література [1], с. 36 - 82, 202 – 237, [6], с. 42 - 52.

Тема 3 Поверхневі явища в процесах структуроутворення

Термодинамічні основи створення стійких дисперсних систем. Класифікація дисперсних систем за структурно-механічними властивостями. Реологічні властивості дисперсних систем. Механізм дифузійно-грузлого плину. Механізм переносу речовини через газову фазу (механізм «випар- конденсація»). Дислокаційне спікання.

Література [1], с. 251 - 253, [2], с. 395 – 396.

Модуль 2 Структура КМ

Змістовий модуль 1. Загальні уявлення про полімерні композиційні матеріали

Тема 1 Поняття композиційного матеріалу (КМ).

Історія появи КМ та їх місце серед традиційних матеріалів. Основні особливості композиційних матеріалів КМ. Структура КМ. Розподіл фаз. Структурні елементи КМ.

Класифікація композиційних матеріалів. Класифікація КМ за типом матриці. Класифікація КМ за призначенням. Конструкційні ПКМ. Класифікація за типом наповнювача та форми наповнювача. Класифікація за технологією виготовлення.

Література: [1], с. 115 – 128, [2], с. 473 – 493, 482 – 524, [3], с. 473 – 493.

Тема 2 Теоретичні основи утворення КМ.

Взаємодія між фазами в полімерних композиційних матеріалів. Залежність властивостей ПКМ від взаємодії компонентів. Міжфазна границя. Процеси адсорбції компонентів сполучника на поверхні заповнювача. Структура міжфазного шару Вплив структури міжфазного шару на властивості ПКМ

Організація взаємодії між фазами в КМ. Модифікація поверхні наповнювачів. Вибір методу модифікації поверхні в залежності від типу наповнювача.

Принципи зміцнювання КМ. Зміцнювання полімерної матриці армованої неперервними волокнами. Критична довжина волокна. Зміцнювання полімерної матриці дискретними волокнами. Зміцнювання полімерної матриці частками.

Прогнозування коефіцієнту термічного лінійного розширення, коефіцієнту теплопровідності для ПКМ вздовж і поперек.

Література: [4], с. 36 – 61, [6], с. 19 - 21.

Змістовий модуль 2. Сполучники для полімерних композиційних матеріалів

Тема 3 Склад сполучників для полімерних композиційних матеріалів

Склад сполучників. Сполучники на основі термореактивних та термопластичних полімерів. Процеси твердіння. Типи добавок у сполучники. Технологічні добавки. Технологічні вимоги до сполучника в залежності від

обраного методу формування виробу з ПКМ. Структурні добавки. Системи твердіння: твердники, ініціатори, прискорювачі каталізатори, інгібітори. Експлуатаційні добавки: пластифікатори, пігменти, антипірени.

Література: [3], с. 304 – 307.

Тема 4 Сполучники, що працюють при нормальних температурах

Сполучники на основі епоксидних смол. Системи твердіння для епоксидних сполучників та особливості готових сполучників. Пластифікація епоксидних сполучників.

Сполучники на основі ненасичених поліефірних смол. Системи твердіння для поліефірних сполучників та особливості готових сполучників. Дівінілефірні сполучники

Література: [5], с. 19– 88, [6], с. 35 - 40.

Тема 5 Термостійкі сполучники

Термостійкі сполучники. Сполучники на основі кремній-органічних смол. Сполучники на основі формальдегідних смол. Фенолоформальдегідні сполучники. Мочевино- , аніліно- та меламіно-формальдегідні сполучники. Поліімідні сполучники, особливості смол та їх різновиди (поліконденсаційні, адитивні, PMR – смоли).

Література: [5], с. 89 – 114, [2], с. 469 - 474.

Тема 6 Сполучники на основі термопластів.

Сполучники на основі термопластичних полімерів. Полімери для 3D-друку. Класифікація методів 3D-друку та особливості полімерів, що застосовуються.

Література: [2], с. 445 – 465, [3], с. 31 – 49.

Модуль 3 Армовані пластики.

Змістовий модуль 1. Склопластики (СП).

Тема 1 Скляні волокнисті наповнювачі.

Скляні наповнювачі, які застосовуються для армування пластиків. Скляні волокна (СВ). Типи скла за хімічним складом. .Виготовлення волокон. Властивості скляних волокон.

Скляні структури для армування. Тканини. Стрічки. Скляні мати. Модифікація поверхні скляних наповнювачів. Апретування. Властивості скляних наповнювачів. Профільні волокна

Література: [2], с. 191 – 254, [5], с. 136 - 140.

Тема 2 Склопластики.

Класифікація склопластиків. Склопластики з орієнтованою структурою та хаотично армовані склопластики Вплив структури волокнистого наповнювача на властивості СП

Односпрямовані СП. Оптимальна ступінь наповнення. Анізотропія. Експлуатаційні властивості односпрямованих склопластиків. Фізико-механічні та теплофізичні характеристики односпрямованих СП. Атмосферостійкість. Вплив на властивості технологічних факторів.

Ортогонально-армовані СП. Вплив кута армування на механічні властивості СП. Вплив схеми армування на механічні властивості СП.

Склотекстоліти. Особливості руйнування. Вплив температури експлуатації на механічні властивості. СП на основі профільних волокон.

Хаотично армовані СП. Препреги та премікси. Напилені СП. СП на основі скломатів.

Література: [5], с. 141 – 160.

Змістовий модуль 2. Високомодульні полімерні композиційні матеріали

Тема 3 Вуглепластики (ВП).

Вуглецеві волокнисті наповнювачі. Виготовлення вуглецевих волокон (ВВ). Структура ВВ. Високоміцні та високомодульні вуглецеві волокна. Модифікація поверхні ВВ. Механічні та теплофізичні властивості ВВ.

Сполучники які застосовуються для виготовлення ВП. Анізотропія односпрямованих ВП. Схеми армування ВП.

Фізико-механічні та експлуатаційні властивості ВП. Втомні характеристики ВП. Теплофізичні властивості ВП. Вплив на властивості ВП зовнішніх дій.

Вплив модифікації поверхні армуючих волокон на властивості ВП. Застосування ВП

Література: [5], с. 196 – 270.

Тема 4 Органопластики (ОП).

Полімери для виготовлення органічних волокон (ОВ). Вплив деформаційних характеристик волокон що армують на властивості ОП. Особливості вибору полімерних матриць. Порівняльні характеристики ОВ.

Арамідні волокна. Особливості хімічної структури. Процес виготовлення. Структура арамідних волокон. Модифікація поверхні. Фізико-механічні властивості арамідних волокон. Вплив температури на їх властивості

ОП армовані арамідними волокнами. Вимоги до сполучників.. Ступінь наповнення. Механічні характеристики ОП. Вплив температури і вологи на властивості ОП. Порівняльні характеристики ОВ, ВП та СП.

Органоетінакси. Механічні властивості. Сфери застосування органопластиків і органоетінаксів.

Література: [5], с. 272 – 320.

Тема 5 Боропластики (БП).

Виготовлення борних волокон (БВ). Особливості структури та модифікація поверхні БВ. Властивості БВ. Текстильні структури, що застосовуються для виготовлення. БП

Сполучники, які застосовуються для виготовлення БП. Особливості БП пов'язані з особливостями борних волокон. Вплив на властивості схем армування. Фізико-механічні та теплофізичні властивості БП.

Література: [5], с. 171 – 195.

Змістовий модуль 3. Гібридні полімерні композиційні матеріали (ГКМ)

Тема 6 ГКМ.

Необхідність гібридизації. Основні типи гібридних композиційних матеріалів. Гібридні полімерні композиційні матеріали на основі ВП. ГКМ на основі ОП і БП. Застосування ГКМ.

Сучасні проблеми створення ПКМ. Вдосконалення полімерних матриць. Пошук нових типів армуючих волокон та наповнювачів. Перспективи розвитку ПКМ. Інтелектуальні КМ.

Література: [4], с. 120 – 128.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
лекції		практ.	лаб.	с.р.	
Модуль 1. Теорія гетерогенного середовища (М1)					
Змістовий модуль 1. Теорія гетерогенного середовища (ЗМ1)					
Тема 1 Термодинаміка та будова поверхневого шару.	40	10	6	4	20
Тема 2. Термодинамічні та кінетичні властивості дисперсних систем	40	10	4	6	20
Тема 3 Поверхневі явища в процесах структуроутворення	40	10	5	5	20
Підготовка до заліку	15	—	—	—	15
Разом за ЗМ1	135	30	15	15	75
Разом за М1	135	30	15	15	75
Модуль 2. Структура КМ (М2)					
Змістовний модуль 1. Загальні уявлення про полімерні композиційні матеріали (ЗМ1)					
Тема 1. Поняття композиційного матеріалу (КМ)	11	4	2	—	5
Тема 2. Теоретичні основи утворення КМ	19	6	6	—	7
Разом за ЗМ1	30	10	8	—	12
Змістовний модуль 2. Сполучники для ПКМ (ЗМ2)					
Тема 3 Склад сполучників для полімерних композиційних матеріалів	10	4	2	—	4
Тема 4 Сполучники, що працюють при	13	6	2	—	5

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		лекції	практ.	лаб.	с.р.
нормальних температурах					
Тема 5 Термостійкі сполучники	13	6	2	—	5
Тема 6 Сполучники на основі термопластів.	9	4	1	—	4
Разом за 3М2	45	20	7	—	18
<i>Підготовка до екзамену</i>	15	—	—	—	15
Усього годин за М2	90	30	15	—	45
Модуль 3. Армовані пластики (М3)					
Змістовий модуль 1. Склопластики (3М1)					
Тема 1. Скляні волокнисті наповнювачі	6	2	2	—	2
Тема 2. Склопластики.	9	4	2	—	3
Разом за 3М1	15	6	4	—	5
Змістовий модуль 2. Високомодульні полімерні композиційні матеріали (3М2)					
Тема 3 Вуглепластики (ВП).	10	2	2	—	6
Тема 4 Органопластики (ОП).	10	2	2	—	6
Тема 5 Боропластики (БП)	10	2	2	—	6
Разом за 3М1	30	6	6	—	18
Змістовий модуль 3. Гібридні полімерні композиційні матеріали (ГКМ) (3М3)					
Тема 6 ГКМ.	15	3	4	—	8
Разом за 3М3	15	3	4	—	8
<i>Підготовка до заліку</i>	15	—	—	—	15
Усього годин за М3	75	15	15	—	45
Підготовка курсової роботи	90	—	—	—	90
Усього годин по дисципліні	390	75	15	45	255

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
Модуль І.		
Змістовий модуль 1. Теорія гетерогенного середовища (3М1)		
Тема 1. Термодинаміка та будова поверхневого шару.		
1.	Визначення поверхневого натягу рідини.	2
2.	Визначення змочувальної здатності рідини до різних поверхонь.	2
Тема 2. Термодинамічні та кінетичні властивості дисперсних систем		
3.	Вивчення впливу концентрації дисперсійної фази на в'язкість дисперсійного середовища	2
4.	Вивчення впливу температури на в'язкість олігомерів	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
5.	Утворення та руйнування піни	2
Тема 3. Поверхневі явища в процесах структуроутворення		
6.	Визначення питомої поверхні порошків	2
7.	Визначення температури структуроутворення кераміки	3
Разом		15

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
Модуль 1.		
Змістовий модуль 1. Теорія гетерогенного середовища (ЗМ1)		
Тема 1 Термодинаміка та будова поверхневого шару.		
1.	Методи визначення поверхневого натягу рідин.	3
2.	Залежність адсорбційних властивостей рідини від зовнішніх факторів (температура, тиск)	1
3.	Розрахунки енергій адгезії і когезії для різних рідин.	2
Тема 2. Термодинамічні та кінетичні властивості дисперсних систем		
4.	Вплив змочуваності рідини на капілярне підняття у циліндричній ємності та між двома близько розташованими пластинами	2
5.	Вивчення залежності внутрішнього тиску рідини від її дисперсності	2
Тема 3. Поверхневі явища в процесах структуроутворення		
6.	Застосування законів статистики для визначення питомої поверхні порошків	2
7.	Вивчення механізмів спікання кераміки в залежності від складу сировини.	2
Разом за М1		15
Модуль 2.		
Змістовий модуль 1. Загальні уявлення про ПКМ (ЗМ1)		
Тема 1. Поняття композиційного матеріалу (КМ).		
1.	Ознайомлення з виробами, які виготовлені з ПКМ. Вивчення принципів класифікації ПКМ.	2
Тема 2. Теоретичні основи утворення КМ.		
2.	Вивчення методів модифікації поверхні наповнювачів в залежності від їх поверхневої енергії.	2
3.	Розрахунки міцності та жорсткості ПКМ, армованого неперервними та дискретними волокнами	2
4.	Розрахунки коефіцієнтів термічного лінійного розширення та теплопровідності для одно напрямного ПКМ вздовж і поперек волокон	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 2. Сполучники для ПКМ (ЗМ2)		
<i>Тема 3. Склад сполучників для полімерних композиційних матеріалів</i>		
5.	Вивчення термореактивних смол, які застосовуються для виготовлення полімерних матриць, та добавок до них.	2
<i>Тема 4 Сполучники, що працюють при нормальних температурах</i>		
6.	Ознайомлення з системами твердіння для різних типів смол з розрахунком їх стехіометричного співвідношення.	2
<i>Тема 5 Термостійкі сполучники</i>		
7.	Вивчення можливостей застосування термостійких полімерів для різних температур експлуатації ПКМ	2
<i>Тема 6 Сполучники на основі термопластів.</i>		
8.	Вивчення технологічного процесу виготовлення ПКМ на основі термопластичних смол та процесу 3D – друку.	1
<i>Разом за М2</i>		15
Модуль 3.		
Змістовий модуль 1. Склопластики (СП) (ЗМ1)		
<i>Тема 1 Склані волокнисті наповнювачі.</i>		
1.	Ознайомлення з видами скляних волокнистих наповнювачів та можливостей їх застосування для ПКМ різного призначення	2
<i>Тема 2 Склопластики.</i>		
2.	Приклади застосування склопластиків в різних галузях народного господарства, їх переваги та недоліки	2
Змістовий модуль 2. Високомодульні полімерні композиційні матеріали		
<i>Тема 3 Вуглепластики (ВП).</i>		
3.	Ознайомлення з видами вуглецевих волокнистих наповнювачів та особливостей їх застосування для ПКМ різного призначення	2
<i>Тема 4 Органопластики (ОП).</i>		
4.	Ознайомлення з видами органічних волокнистих наповнювачів та особливостей їх застосування для ПКМ різного призначення	2
5.	Особливості волокна кевлар, його переваги і недоліки.	2
<i>Тема 5 Боропластики (БП).</i>		
6.	Особливості застосування БП з різними матрицями.	2
Змістовий модуль 3. Гібридні композиційні матеріали		
<i>Тема 6 Гібридні композиційні матеріали.</i>		
7.	Вивчення принципів гібридизації для покращення властивостей основного ПКМ.	2
8.	Ознайомлення з сучасними проблемами створення КМ та перспективами їх розвитку.	1
<i>Разом за М3</i>		15
Разом		45

Самостійна робота

Самостійна робота передбачає підготовку до лекційних, практичних та лабораторних занять; самостійне поглиблення знання за темами дисципліни; підготовку до захисту лабораторних робіт і екзамену; виконання та підготовку до захисту курсової роботи.

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин
		Денна форма
Модуль 1		
1	Підготовка до лекцій	10
2	Підготовка до лабораторних робіт	30
3	Підготовка до практичних занять	20
4	<i>Підготовка до заліку</i>	15
<i>Разом за М1</i>		<i>75</i>
Модуль 2		
1	Підготовка до лекцій	10
2	Підготовка до практичних занять	20
3	<i>Підготовка до екзамену</i>	15
<i>Разом за М2</i>		<i>45</i>
Модуль 3		
1	Підготовка до лекцій	10
2	Підготовка до практичних занять	20
3	<i>Підготовка до заліку</i>	15
4	<i>Підготовка до курсової роботи</i>	90
<i>Разом за М3</i>		<i>135</i>
Всього		255

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 студентів 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 її умови експлуатації, технології і матеріали та запроваджується вдосконалення матеріалу або заміна на ПКМ для конструкції з урахуванням нової технології виробництва.

Приклади тем на курсову роботу:

1. Вдосконалення конструкції крила екраноплана лонжероном з вуглепластику.
2. Розробка складу та структури полімерного композиційного матеріалу для трапу літака.
3. Вибір складу теплоізолюючого матеріалу для трубопроводів у критичних умовах роботи.
4. Застосування склопластику для понтону пішохідного мосту.
5. Виготовлення автомобільної ресори з вуглепластику.
6. Виготовлення деаераторів атмосферного тиску з ПКМ.
7. Вибір гібридного ПКМ для лопаті вітрогенератора.
8. Застосування ПКМ для 3D-друку блоків теплоізоляції.
9. Вибір ПКМ для хвостового оперення планера.
10. Гібридний ПКМ для дошки для віндсерфінгу олімпійського класу.

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;
- екзамен (4, 5 семестри);
- залік (6 семестр).

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюється за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки при захисті практичних робіт за результатами практичного заняття і оцінки заключного екзамену (або заліку).

Питома вага заключного екзамену (заліку) складає 40 балів в загальній системі оцінок (4 питання по 10 балів). Питома вага заліку – 40 балів. Залік проводиться у тестовій формі, якій 7 питань з варіантами відповідей та 3 «відкритих» питання (10 питань по 4 бали). Право здавати заключний екзамен (або залік) надається студенту, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 40 балів за семестр.

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

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

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

7. Форми контролю результатів навчальної дисципліни студентів та їх оцінювання

Лабораторні роботи	Критерії оцінювання
8 – 9	Робота виконана у встановлений термін, самостійно, чітко сформований процес виконання лабораторної роботи. Застосовувалися коректні методи отримання результатів, виконаний їх аналіз.
6 – 7	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.
4 – 5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконав роботу під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Робота не виконувалась.

Практичні роботи	Критерії оцінювання
7 – 8	Робота виконана у встановлений термін, самостійно, чітко сформований процес розв'язування завдання. Застосовувалися коректні методи отримання результатів, виконаний їх аналіз.
5 – 6	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.
3 – 4	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконав роботу під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Робота не виконувалась.

Екзамен	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

Екзамен	Критерії оцінювання
	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.

Залік* (1 питання)	Критерії оцінювання «відкритих» питань
4	Вірно і чітко сформована відповідь питання. Застосовано коректний методи для розрахунку.
3	Завдання у питанні виконане в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат
2	Завдання виконане після консультації викладача в цілому правильно, але містить помилки, які впливають на кінцевий результат.
0	Завдання не виконувалося.

**Залік складається з 10 питань тестового і відкритого типу*

Оцінювання виконання курсової роботи

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою
Пояснювальна аписка	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.

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; проблема чітко сформульована; адекватно сформульовано об'єкт, предмет, мета та задач 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	Студент 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.
Ілюстративна частина	20	презентація організована послідовно згідно КР, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висувуються.
	15	презентація організована згідно КР, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями;

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою
	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	доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	студент 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	студент спроможний чітко викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	студент спроможний чітко викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	студент невпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання.

Сумарна кількість балів по формах проміжного контролю

Форма контролю	Максимальна кількість балів		
	Денна форма		
	4	5	6
Виконання лабораторних робіт	60	—	—
Виконання практичних робіт	—	60	60
Залік	40	—	40
Екзамен	—	40	—
Всього	100	100	100
<i>Курсова робота</i>	—	—	100

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Змістові модулі, теми		Денна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів
Модуль 1			
ЗМ1	Т1	ЛР1	8
		ЛР2	8
	Т2	ЛР3	9
		ЛР4	9
		ЛР5	8
	Т3	ЛР6	9
		ЛР7	9
Семестровий контроль		залік	40
Разом за семестр			100
Модуль 2			
ЗМ1	Т1	ПР1	10
	Т2	ПР2	10
ЗМ2	Т3	ПР3	10
	Т4	ПР4	10
	Т5	ПР5	10
	Т6	ПР6	10
Семестровий контроль		екзамен	40
Разом за семестр			100
Модуль 3			
ЗМ1	Т1	ПР1	10
	Т2	ПР2	10
ЗМ2	Т3	ПР3	10
	Т4	ПР4	10
	Т5	ПР5	10
ЗМ3	Т6	ПР6	10
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 мережі;
 - Програмне забезпечення для підтримки дистанційного навчання,
- Бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Пилипенко О. І. Поверхневі явища та дисперсні системи.— Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 276 с.
2. Композиційні матеріали. Довідник /Під ред. Д.М. Карпіноса. К, «Наукова думка» 1995. - 592 с.
3. Marine Composites. Design and Performance. Edited by Richard Pemberton, John Summerscales, Jasper Graham-Jones – The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, OX5 1GB, United Kingdom. 2019. – 530 p.
4. Копань В. С. Композиційні матеріали: навч. посібник. — К. : Пульсари, 2004. – 196 с.
5. Handbook of Composites. Editors: George Lubin Publisher: Springer New York, NY. 1982. – 784 p.
6. Н. С. Соломонюк. Лабораторні роботи з курсу «Полімерні композиційні матеріали»:методичні вказівки, – Миколаїв: НУК, 2017. – 65с.

Допоміжна література

1. І.С.Суббота, Л.М. Спасьонова. Теоретичні основи технології кераміки та скла. Процеси і методи керамічної технології: навч. посіб. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 124 с.
2. Джур Є.О. Полімерні матеріали в ракетно - космічній техніці: Підручник: – К.: Вища освіта, 2003. – 279 с.
3. Birdi, K. S. (2016). Handbook of Surface and Colloid Chemistry. Boca Raton : Taylor & Francis
4. Handbook of Polymer Synthesis, Characterization, and Processing. Editor(s):Enrique Saldívar-Guerra, Eduardo Vivaldo-Lima First published:22 February 2013. |DOI:10.1002/9781118480793
5. Колосов О. Є. Технології композиційних матеріалів. Конспект лекцій з навчальної дисципліни. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2018 – 255 с.
6. Буренніков Ю.А, Сівак І.О., Сухоруков С.І. Нові матеріали та композити: навчальний посібник. — Вінниця: ВНТУ, 2013. — 158 с.
7. ДСТУ 2241-93 Матеріали композитні. Склопластики. Терміни та визначення
8. ISO 527-4:1997, ISO 527-5:2009. Polymeric composites. Test methods. Tensile test methods

Інформаційні ресурси в інтернет

1. Електронна бібліотека кафедри "БМ та ККК".
2. Електронні журнали "Journal of Mechanical Engineering", "Reinforced plastics", "Composites Fabrication".
3. Сайти (WEB-adresses):
 - <http://ela.kpi.ua/handle/>
 - <http://bib.convdocs.org/>
 - <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams>
 - <http://posibnyky.vntu.edu.ua/>
 - <https://esu.com.ua/article-60246>

Розробник

Соломонюк Н.С.