ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-фізичний факультет
Кафедра фізичного матеріалознавства

СИЛАБУС
вибіркової навчальної дисципліни
ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ
Обсяг освітнього компоненту: 6 кредитів ЄКТС / 180 годин

Освітня програма «Матеріалознавство та термічна обробка металів»
другого (магістерського) рівня вищої освіти
Спеціальність – G8 «Матеріалознавство»

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Ткач Дар'я Володимирівна
завідувач кафедри фізичного матеріалознавства,
кандидат технічних наук, доцент

Контактна інформація:
- e-mail: darynka.odarkivna@gmail.com;
- кафедра фізичного матеріалознавства, ауд. 159а, вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063.

Час і місце проведення консультацій:
згідно з поточним графіком консультацій; ауд. 159а, за потреби – із застосуванням засобів дистанційного зв'язку.

ОПИС КУРСУ

Дисципліна «Властивості полімерних композиційних матеріалів» є вибірковим освітнім компонентом підготовки магістрів за освітньою програмою «Матеріалознавство та термічна обробка металів». Обсяг дисципліни становить 6 кредитів ЄКТС (180 годин), з них 32 години лекцій, 32 години практичних занять і 116 годин самостійної роботи. Форма підсумкового контролю – залік.

Дисципліна присвячена вивченню взаємозв'язку між складом, структурою та комплексом фізичних, механічних, теплофізичних і експлуатаційних властивостей полімерних композиційних матеріалів. Курс побудовано за послідовністю «склад – структура – властивості – умови експлуатації – оцінювання матеріалу». Основна увага приділяється впливу типу полімерної матриці, виду та кількості армувального компонента, орієнтації волокон, міжфазної взаємодії, пористості та структурних дефектів на поведінку композитів. Практична частина передбачає розрахунок характеристик, аналіз експериментальних даних і графічних залежностей, інтерпретацію результатів механічних та термічних випробувань і обґрунтований вибір матеріалу для заданих умов експлуатації. Технології виготовлення розглядаються лише настільки, наскільки це необхідно для пояснення походження структури, дефектів та властивостей, оскільки їх детальне вивчення здійснюється в окремій дисципліні.

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Мета курсу – сформувати у здобувачів системне розуміння взаємозв'язку між складом, структурою та властивостями полімерних композиційних матеріалів, навчити аналізувати результати їх досліджень, оцінювати вплив структурних і експлуатаційних факторів на характеристики матеріалу та обґрунтовано обирати полімерні композити для конкретних умов застосування.

Оскільки дисципліна є вибірковою, компетентності та результати навчання визначено відповідно до змісту освітнього компонента і наведено в послідовній внутрішній нумерації.

Компетентності:

К1. Здатність аналізувати взаємозв'язок між складом, структурою та властивостями полімерних композиційних матеріалів.

К2. Здатність оцінювати вплив типу полімерної матриці, виду, кількості та орієнтації армувального компонента на властивості композиційного матеріалу.

К3. Здатність кількісно оцінювати основні фізичні та механічні характеристики полімерних композиційних матеріалів за результатами розрахунків та експериментальних досліджень.

К4. Здатність аналізувати вплив пористості, структурних дефектів, температури, вологості, тривалості та характеру навантаження на поведінку полімерних композиційних матеріалів.

К5. Здатність обирати та застосовувати відповідні методи дослідження структури і властивостей полімерних композиційних матеріалів та правильно інтерпретувати отримані результати.

К6. Здатність порівнювати полімерні композиційні матеріали за комплексом характеристик та обґрунтовувати вибір матеріалу відповідно до заданих умов експлуатації.

Результати навчання:

РН1. Класифікувати полімерні композиційні матеріали за типом полімерної матриці, видом армувального компонента, структурою та функціональним призначенням.

РН2. Пояснювати роль полімерної матриці, армувальної фази, наповнювачів та межі поділу компонентів у формуванні властивостей композиційного матеріалу.

РН3. Визначати масові й об'ємні частки компонентів, розраховувати теоретичну густину та оцінювати пористість полімерного композиційного матеріалу.

РН4. Визначати та аналізувати основні пружні й міцнісні характеристики полімерних композиційних матеріалів за результатами механічних випробувань.

РН5. Аналізувати діаграми «напруження – деформація» та визначати за ними модуль пружності, міцність і деформаційні характеристики матеріалу.

РН6. Пояснювати причини анізотропії армованих полімерних композитів та оцінювати вплив напрямку армування на їх механічні властивості.

РН7. Розпізнавати та пояснювати основні механізми накопичення пошкоджень і руйнування полімерних композиційних матеріалів.

РН8. Аналізувати вплив температури, вологості, старіння, тривалого та циклічного навантаження на властивості полімерних композитів.

РН9. Обирати методи дослідження відповідно до властивостей матеріалу, які необхідно визначити, та інтерпретувати отримані експериментальні дані.

РН10. Порівнювати полімерні композиційні матеріали за комплексом фізичних, механічних та експлуатаційних характеристик і обґрунтовувати вибір матеріалу для конкретної інженерної задачі.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Для успішного опанування дисципліни здобувач повинен мати базові знання з матеріалознавства, фізики та механіки матеріалів, розуміти основні поняття структури матеріалу, напруження, деформації, міцності та пружності. Поглиблені знання з хімії полімерів або механіки композиційних конструкцій не є обов'язковими. Для виконання практичних робіт достатньо базових навичок роботи з електронними таблицями, побудови графіків та виконання нескладних математичних розрахунків.

ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Таблиця 1 – Загальний тематичний план аудиторної роботи

Номер тижня	Теми лекцій, год.	Теми практичних робіт, год.
Змістовий модуль 1. Склад, структура та базові властивості полімерних композиційних матеріалів		
1	Полімерні композиційні матеріали: поняття, структура, класифікація та сфери застосування, (2 год.)	Пр. № 1. Класифікація полімерних композиційних матеріалів за складом, структурою та призначенням, (2 год.)
2	Полімерна матриця та її роль у формуванні властивостей композиційного матеріалу, (2 год.)	Пр. № 2. Порівняння властивостей термопластичних і термореактивних полімерних матриць, (2 год.)
3	Армувальні компоненти та наповнювачі полімерних композиційних матеріалів, (2 год.)	Пр. № 3. Порівняльний аналіз скляних, вуглецевих, арамідних і базальтових армувальних волокон, (2 год.)
4	Склад і структура полімерних композиційних матеріалів. Взаємозв'язок «склад – структура – властивості», (2 год.)	Пр. № 4. Розрахунок масової та об'ємної частки компонентів полімерного композиту, (2 год.)
5	Густина, пористість і структурні дефекти полімерних композиційних матеріалів, (2 год.)	Пр. № 5. Розрахунок теоретичної густини та оцінювання пористості полімерного композиційного матеріалу, (2 год.)
Змістовий модуль 2. Механічні властивості та руйнування полімерних композиційних матеріалів		
6	Пружні властивості та жорсткість полімерних композиційних матеріалів, (2 год.)	Пр. № 6. Розрахунок і порівняння пружних характеристик полімерних композитів, (2 год.)
7	Міцність полімерних композиційних матеріалів при розтягу та стиску, (2 год.)	Пр. № 7. Аналіз діаграм «напруження – деформація» та визначення механічних характеристик, (2 год.)
8	Властивості полімерних композиційних матеріалів при згині, зсуві та міжшаровому навантаженні, (2 год.)	Пр. № 8. Оброблення та аналіз результатів випробувань полімерних композитів на згин, (2 год.)
9	Анізотропія властивостей армованих полімерних композиційних матеріалів, (2 год.)	Пр. № 9. Оцінювання впливу орієнтації армувальних волокон на механічні властивості композиту, (2 год.)
10	Пошкодження, ударна поведінка та руйнування полімерних композиційних матеріалів, (2 год.)	Пр. № 10. Аналіз характерних механізмів пошкодження та руйнування полімерних композиційних матеріалів, (2 год.)
Змістовий модуль 3. Фізичні та експлуатаційні властивості полімерних композиційних матеріалів		

Номер тижня	Теми лекцій, год.	Теми практичних робіт, год.
11	Температурні та теплофізичні властивості полімерних композиційних матеріалів, (2 год.)	Пр. № 11. Аналіз температурних залежностей властивостей та результатів термічних досліджень полімерних композитів, (2 год.)
12	Вологопоглинання та вплив експлуатаційного середовища на властивості полімерних композитів, (2 год.)	Пр. № 12. Розрахунок водопоглинання та оцінювання зміни властивостей полімерного композиту під дією вологи, (2 год.)
13	Старіння полімерних композиційних матеріалів та зміна їх властивостей під дією зовнішніх факторів, (2 год.)	Пр. № 13. Аналіз зміни властивостей полімерних композиційних матеріалів у процесі старіння, (2 год.)
14	Втома, повзучість і тривала міцність полімерних композиційних матеріалів, (2 год.)	Пр. № 14. Аналіз експериментальних кривих повзучості та втоми полімерних композитів, (2 год.)
Змістовий модуль 4. Методи дослідження та комплексна оцінка властивостей		
15	Методи дослідження структури та властивостей полімерних композиційних матеріалів, (2 год.)	Пр. № 15. Вибір методів дослідження структури та властивостей полімерного композиційного матеріалу, (2 год.)
16	Комплексна оцінка властивостей і вибір полімерного композиційного матеріалу для заданих умов експлуатації, (2 год.)	Пр. № 16. Комплексний вибір полімерного композиційного матеріалу для заданої інженерної задачі, (2 год.)

САМОСТІЙНА РОБОТА

1–4 тижні – опрацювання основ класифікації полімерних композиційних матеріалів, особливостей термопластичних і термореактивних матриць, властивостей основних типів армувальних волокон; підготовка та оформлення практичних робіт № 1–4.

5–8 тижні – опрацювання питань густини, пористості, структурних дефектів, пружних і міцнісних характеристик; аналіз особливостей випробувань при розтягу, стиску та згині; підготовка та оформлення практичних робіт № 5–8.

9–12 тижні – опрацювання питань анізотропії, механізмів пошкодження і руйнування, температурних властивостей, впливу вологи та експлуатаційного середовища; підготовка та оформлення практичних робіт № 9–12.

13–16 тижні – опрацювання закономірностей старіння, повзучості й втоми полімерних композиційних матеріалів, методів дослідження та принципів комплексного вибору матеріалу для заданих умов експлуатації; підготовка та оформлення практичних робіт № 13–16 (практична робота № 15 передбачає формулювання мети дослідження, вибір показників, що визначаються, обґрунтування методів випробування, вибір обладнання або нормативного методу, опрацювання результатів і формулювання висновків щодо властивостей матеріалу).

Загальний обсяг самостійної роботи – 116 годин. Загальний обсяг дисципліни – 180 годин (6 кредитів ЄКТС).

РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

Для опрацювання курсу використовуються підготовлені викладачем конспекти лекцій, методичні вказівки до практичних робіт, базові навчальні видання та стандарти з визначення властивостей полімерних композиційних матеріалів.

Навчально-методичні матеріали:

1. Конспект лекцій з дисципліни «Властивості полімерних композиційних матеріалів» (електронний курс / навчальна платформа університету).
2. Методичні матеріали до практичних робіт з дисципліни «Властивості полімерних композиційних матеріалів».

Літературні джерела:

1. Chawla K. K. Composite Materials: Science and Engineering. Springer.
2. Gibson R. F. Principles of Composite Material Mechanics. CRC Press.
3. Mallick P. K. Fiber-Reinforced Composites: Materials, Manufacturing, and Design. CRC Press.
4. Campbell F. C. Structural Composite Materials. ASM International.
5. Callister W. D., Rethwisch D. G. Materials Science and Engineering: An Introduction. Wiley.

Нормативні та довідкові джерела:

1. ASTM D3039/D3039M. Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials.
2. ASTM D790. Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.
3. ASTM D2344/D2344M. Standard Test Method for Short-Beam Strength of Polymer Matrix Composite Materials and Their Laminates.
4. ASTM D570. Standard Test Method for Water Absorption of Plastics.
5. ASTM D3479/D3479M. Standard Test Method for Tension-Tension Fatigue of Polymer Matrix Composite Materials.
6. ASTM D2990. Standard Test Methods for Tensile, Compressive, and Flexural Creep and Creep-Rupture of Plastics.

ОЦІНЮВАННЯ

Поточний контроль передбачає оцінювання теоретичної підготовки та результатів виконання практичних робіт. Рекомендований розподіл балів: практичні роботи № 1–16 – сумарно 60 балів (за чотирма змістовими модулями по 15 балів); короткі модульні контрольні заходи – 20 балів; підсумковий інтегрований контроль – 20 балів. Загальна кількість – 100 балів. Під час оцінювання практичної роботи враховуються правильність розрахунків та оброблення даних, коректність побудованих графічних залежностей, розуміння фізичного змісту визначених характеристик, здатність пояснити вплив складу, структури й умов випробування на властивості матеріалу та обґрунтованість висновків. Умови допуску до підсумкового контролю: виконання і захист обов’язкових практичних робіт та набір мінімальної кількості балів, установленої чинними нормативними документами університету. Вид підсумкового контролю – залік.

ПОЛІТИКИ КУРСУ

Організація навчання та комунікація. Основні навчальні матеріали, завдання для самостійної роботи, критерії їх оцінювання та терміни виконання розміщуються в системі Moodle. Консультації проводяться відповідно до графіка консультацій викладача, а за необхідності — із застосуванням засобів дистанційного зв’язку.

Відвідування занять. Відвідування навчальних занять є важливою складовою опанування дисципліни. У разі пропуску заняття здобувач самостійно опрацьовує відповідний навчальний матеріал та за потреби може отримати консультацію викладача.

Оцінювання здійснюється на підставі досягнення визначених результатів навчання та виконання передбачених програмою контрольних завдань.

Дедлайни та повторне виконання робіт. Терміни виконання навчальних завдань повідомляються здобувачам заздалегідь та зазначаються в Moodle. За наявності обґрунтованих обставин термін виконання може бути змінений за погодженням із викладачем. Роботи, за які отримано результат нижчий від мінімально встановленого рівня, можуть бути доопрацьовані та повторно подані відповідно до встановленого порядку.

Академічна доброчесність. Здобувачі зобов'язані дотримуватися Кодексу академічної доброчесності та інших чинних нормативних документів НУ «Запорізька політехніка». Не допускаються академічний плагіат, фабрикація або фальсифікація даних, списування, виконання оцінюваної роботи іншою особою, недоброчесне використання результатів, згенерованих штучним інтелектом, та інші порушення академічної доброчесності.

Використання генеративного штучного інтелекту. Використання технологій генеративного штучного інтелекту здійснюється відповідно до чинних нормативних документів НУ «Запорізька політехніка». Допустимий рівень використання ШІ визначається умовами конкретного навчального завдання. У разі його використання здобувач повинен дотримуватися встановлених вимог щодо зазначення такого використання та самостійно перевіряти достовірність використаної інформації.

Оскарження результатів оцінювання. Здобувач має право отримати від викладача пояснення щодо результатів оцінювання та оскаржити результати контрольного заходу відповідно до нормативних документів НУ «Запорізька політехніка».

Академічна взаємодія. Учасники освітнього процесу дотримуються принципів взаємної поваги, академічної етики, недискримінації та толерантності. Цифрові пристрої можуть використовуватися під час занять у навчальних цілях за умови, що це не перешкоджає освітньому процесу.

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ

Для роботи на курсі необхідні персональний комп'ютер або ноутбук з доступом до Інтернету та університетської навчальної платформи. Практичні завдання можуть виконуватися у Microsoft Excel, Google Sheets або іншому програмному середовищі, що забезпечує виконання базових математичних операцій, оброблення табличних даних і побудову графіків. Для окремих завдань можуть використовуватися доступні засоби перегляду та аналізу мікроструктур і експериментальних даних. Спеціалізоване платне програмне забезпечення для виконання обов'язкових завдань не потрібне.