Міністерство освіти та науки України

КОМПОЗИТНІ ТА ДИСПЕРСНІ МАТЕРІАЛИ

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітніх програм «Матеріалознавство»,
«Індустріальний інжиніринг»
спеціальності G8 Матеріалознавство,
галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

УДК 621.762(07)
Д 90

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ
Директор бібліотеки _____ Н.П. Поліщук

Рекомендовано до видання вченою радою факультету митної справи, матеріалів, технологій та гостинності ЛНТУ,
протокол №___ від «___» _____2026 року.
Голова вченої ради факультету ММТГ _____ В.В. Ткачук

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри матеріалознавства ЛНТУ,
протокол №___ від «___» _____2026 року.

Завідувачка кафедри матеріалознавства _____ Н.Ю. Імбірович

Укладач: _____ О.Л. Садова, кандидат технічних наук, доцент кафедри матеріалознавства ЛНТУ.
Укладач: _____ Д.А. Гусачук, кандидат технічних наук, доцент кафедри матеріалознавства ЛНТУ.

Рецензент: _____ В.П. Кашицький, кандидат технічних наук, професор кафедри матеріалознавства ЛНТУ.

Відповідальний
за випуск: _____ Н.Ю. Імбірович, доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри матеріалознавства ЛНТУ.

К63 **Композитні та дисперсні матеріали** : методичні вказівки до виконання самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійних програм «Матеріалознавство», «Індустріальний інжиніринг» спеціальності G8 Матеріалознавство, галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» денної та заочної форм навчання / уклад. О.Л. Садова, Д.А. Гусачук – Луцьк : ЛНТУ, 2026. – 19 с.

Видання складене відповідно до діючої програми курсу «Композитні та дисперсні матеріали» та містить методичні вказівки до виконання самостійної роботи. Призначене для студентів спеціальності G8 Матеріалознавство, галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» денної та заочної форм навчання.

© Садова О.Л., Д.А. Гусачук 2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....4
РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ.....5
ЗМІСТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....9
ПИТАННЯ, ЯКІ ВИНОСЯТЬСЯ НА ЕКЗАМЕН.....16
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....17

ВСТУП

Сучасне приладобудування, електротехніка та транспортні системи переходять на новий рівень завдяки впровадженню мультифункціональних композитів і дисперсних систем. Спрямоване формування їхньої структури безпосередньо під час виготовлення деталі ліквідує технологічні обмеження традиційних матеріалів. Це гарантує адаптацію фізико-механічних, теплофізичних та антикорозійних властивостей виробів до роботи в екстремальних умовах експлуатації.

Мета і завдання дисципліни «Композитні та дисперсні матеріали».

Мета вивчення дисципліни.

Формування знань з основ теорії та технології отримання металевих порошків, методів виробництва композитних та порошкових виробів різного призначення, питань теорії процесів та обладнання порошкової металургії.

Завдання вивчення дисципліни

– ознайомлення з номенклатурою сучасних композитних матеріалів, їх структурою та властивостями;

– ознайомлення з основними властивостями металевих порошків та методами їх одержання;

– аналіз особливостей технологій формування та спікання порошкових сумішей;

– формування первинних навичок контролю якості продукції при виробництві виробів методом порошкової металургії;

– освоєння базових методів одержання виробів з де формівних композитних та порошкових матеріалів.

РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

№	Назва теми	Лекції денна/ заочна	Лаб. денна/ заочна	Самост. робота денна/ заочна	Разом	Методи навчання	Методи оцінювання
1	Тема 1. ПОНЯТТЯ ПРО КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ	4/2	4/2	13/20	21/24	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4, МО7
2	Тема 2. ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНІ МАТЕІРАЛИ	4/2	10/4	13/21	27/27	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4, МО7
3	Тема 3. МЕТАЛЕВІ КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ	4/–	4/–	13/21	21/21	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4, МО7
4	Тема 4. КЕРАМІЧНІ КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ	4/–	4/–	13/21	21/21	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4, МО7
5	Тема 5. ПОРОШКОВА МЕТАЛУРГІЯ	14/2	23/2	53/83	90/87	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4, МО7
	Разом	**30/6**	**45/8**	**105/166**	**180/180**		

ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ ТА МЕТОДИ ДЕМОНСТРУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі вивчення дисципліни «Композитні та дисперсні матеріали» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання.

Методи навчання

МН1 словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо)

МН2 практичний метод (лабораторні та практичні заняття)

МН3 наочний метод (метод ілюстрацій і метод демонстрацій)

МН4 робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату)

МН5 відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп’ютерними засобами навчання (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо)

Методи оцінювання

МО1 екзамен

МО2 усне або письмове опитування

МО3 колоквіум

МО4 тестування

МО7 презентації результатів виконаних завдань та досліджень

Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Критерії оцінки практичних та лабораторних робіт:

90–100 балів отримує здобувач освіти, який застосовує системні знання практичного матеріалу, передбачені навчальною програмою;

85–89 балів отримує здобувач освіти, який застосовує узагальнені знання практичного матеріалу, передбачені навчальною програмою;

75–84 балів отримує здобувач освіти, який виконує практичні завдання в цілому правильно, але з незначними неточності;

65–74 балів отримує здобувач освіти, який припускається помилок через недостатнє розуміння програмного матеріалу;

60–64 балів отримує здобувач освіти, який припускається значних помилок; виконання завдань викликає значні труднощі; потребує допомоги викладача;

35–59 балів отримує здобувач освіти, який має фрагментарні знання щодо виконання практичного завдання.

1–34 балів отримує здобувач освіти, який не може виконати практичні завдання.

Критерії підсумкового оцінювання:

90–100 балів отримує здобувач освіти, який вільно володіє програмним обсягом матеріалу, виявляє і демонструє особисті творчі здібності, вміє самостійно здобувати нові знання, демонструє ґрунтовні знання, вміння та практичні навички; без допомоги вміє викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, вміє використовувати методи наукового обґрунтування власних рішень, самостійно розкриває власні обдарування й нахили.

85–89 балів отримує здобувач освіти, який вільно володіє програмним обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв’язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна, вміє обґрунтувати на аргументувати свою думку.

75–84 балів отримує здобувач освіти, який вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому, самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати окремі аргументи для підтвердження думок.

65–74 балів отримує здобувач освіти, який відтворює значну частину теоретичного матеріалу, демонструє знання і розуміння основних положень з допомогою викладача може поверхнево відтворювати і аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.

60–64 балів отримує здобувач освіти, який володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні або володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

35–59 балів отримує здобувач освіти, який володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

0–34 балів отримує здобувач освіти, який володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів, елементів, об’єктів.

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗВО	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
0–34		F (незадовільно з обов’язковим повторним курсом)

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з навчальної дисципліни визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікових кредитів:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3 (екзамен)	Разом (підсумкова семестрова оцінка)
30%	30%	40%	100

ЗМІСТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Питання, які виносяться на самостійне опрацювання

Модуль 1

Тема 1. Поняття про композитні матеріали.

1. Проблеми міжфазної адгезії: механізми руйнування КМ за умов незадовільної сумісності компонентів.

2. Екологічний слід та утилізація КМ: сучасні виклики рециклінгу багатокомпонентних систем наприкінці їхнього життєвого циклу.

Тема 2. Полімеркомпозитні матеріали ПКМ.

1. Наноструктурні наповнювачі у ПКМ: особливості застосування графену, вуглецевих нанотрубок та фулеренів для створення електропровідних пластиків.

2. Біодеградабельні ПКМ (зелені композити): використання полілактиду (PLA) та натуральних волокон (льон, коноплі, бамбук) в автомобільній промисловості.

3. Старіння та деструкція ПКМ: вплив ультрафіолетового випромінювання, вологи та температурних коливань на матрицю та міжфазну взаємодію «матриця-наповнювач».

4. Особливості технології ПКМ для 3D-друку.

Тема 3. Металеві композитні матеріали (МКМ)

1. Анізотропія властивостей МКМ: як напрямок орієнтації волокон чи дискретних часток впливає на механічні характеристики деталей авіакосмічної техніки.

2. Проблема хімічної взаємодії на межі фаз: методи бар'єрного капсулювання наповнювачів для запобігання утворенню крихких інтерметалідів при спіканні чи литті.

Тема 4. Керамічні композитні матеріали (ККМ).

1. Кермети у триботехніці: оптимізація складу різального інструменту та зносостійких покриттів (системи WC-Co, TiC-Ni).

2. Геополімери як екологічна альтернатива портландцементу: процеси твердіння, утилізація промислових шлаків та золи, перспективи застосування у будівництві 3D-друком.

3. ККМ для теплового захисту космічних апаратів: поведінка карбон-карбонових композитів в умовах високошвидкісного окиснювального тертя в атмосфері.

Модуль 2.

Тема 5. Порошкова металургія.

1. Властивості порошків для металевого 3D-друку (SLM, EBM, Binder Jetting): вимоги до сферичності, текучості, гранулометричного складу та чистоти поверхні частинок порівняно з традиційним пресуванням.

2. Безпека при роботі з дрібнодисперсними порошками: явище пірофорності (самозаймання), вибухонебезпечність металевого та методи захисту.

3. Процеси, які відбуваються між частинками під час спікання: термодинамічні рушійні сили процесу (зменшення вільної поверхневої енергії) та стадії усадки пресовки.

4. Сучасні методи інтенсифікації спікання: технологія іскрового плазмового спікання (SPS), мікрохвильове спікання та гаряче ізостатичне пресування (HIP) для отримання безпористих матеріалів.

5. Екологічні та економічні переваги порошкової металургії: концепція безвідходного виробництва (Zero Waste) та зниження енергоємності порівняно з класичним литвом та механічною обробкою.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИКОНАННЯ

01. Композитні матеріали за геометрією армуючих елементів поділяють на:

1. Порошкові, пластинчасті, волокнисті.
2. Склопластики, вуглепластики, металопластики.
3. Каркасні, матричні, пошарові.
4. Ізотропні, анізотропні.
5. Полімерні, металеві, керамічні.

02. Комплекс технологічних і конструктивних параметрів, що досягаються в процесі створення матеріалу і конструкції, які забезпечують максимальну ефективність процесу виготовлення при мінімальних затратах – …

1. Це експлуатаційність.
2. Це тиксотропія.
3. Це седиментація.
4. Це технологічність.
5. Це надійність.

03. Адгезією називають…

1. Однакові властивості в усіх просторових напрямках.
2. Прилипання однорідних речовин.
3. Різні властивості в усіх просторових напрямках.
4. Прилипання двох різнорідних речовин.
5. Вибіркове поглинання речовини з газового чи рідкого середовища усім об'ємом твердого тіла чи рідини.

04. Матеріали, що складаються з тканини, що просочена термореактивною синтетичною смолою, називають…

1. Металопласт.
2. Текстоліт.

3. Гетинакс.

4. Ретинакс.

5. Поліамід.

05. Кермети відносять до…

1. Полімеркомпозитів.

2. Металокомпозитів.

3. Керамічних композитів.

4. Псевдосплавів.

5. Дисперсно-зміцнених композитів.

06. Властивість порошків до самозапалювання при контакті з повітрям називають…

1. Пірофірністю.

2. Гідрофобністю.

3. Гігроскопічністю.

4. Седиментацією.

5. Тиксотропією.

07. Діапазон розмірів частинок між їх максимальним і мінімальним значеннями називають…

1. Фракцією порошку.

2. Гранулометричним складом порошку.

3. Насипною густиною.

4. Пористістю.

5. Середнім діаметром частинок порошку.

08. Властивість компонентів знаходитись в стані метастабільної рівноваги внаслідок адсорбції, дифузії та інших хімічних реакцій називають:

1. Кінетичною сумісністю.

2. Термодинамічною сумісністю.

3. Хімічною сумісністю.

4. Механічною сумісністю.

5. Фізичною сумісністю.

09. До технологічних властивостей порошків відносять…

1. Форму та розмір частинок, густину порошку.

2. Насипну густину, густину утруски, текучість.

3. Величину проникності частинок, адсорбційність порошку.

4. Хімічний склад порошку, форму та розмір частинок.

5. Хімічний склад порошку, густину порошку.

10. З якою метою проводять відпал на стадії підготовки порошків?

1. Для підвищення міцності.

2. Для підвищення твердості.

3. Для підвищення пружності.

4. Для підвищення пластичності.

5. Для зниження пластичності.

11. Яка добавка забезпечує самозатухання полікарбонату без підтримки горіння?

1. Мікросфери.

2. Діоксид титану.

3. Антипірени.

4. Термотабілізатори.

5. Пластифікатори

12. Сферичну форму частинок отримують за допомогою…

1. Електролізу водяних розчинів і розплаві солей.

2. Подрібнення в млині.

3. Конденсації з парової фази.

4. Відновлення оксидів.

5. Розпилення розплаву з кристалізацією частинок у вільному польоті.

13. Що собою являє шлікер?

1. Суміш різнорідних порошків.

2. Суміш однорідних порошків.

3. Суміш порошків з карбідами.

4. Суміш порошків з оксидами.

5. Суміш порошків з рідиною.

14. Який максимальний діапазон температур тривалої експлуатації характерний для чистого Фторопласту-4?

1. Від -50 °С до +50 °С

2. Від 0 °С до +100 °С

3. Від -100 °С до +150 °С

4. Від -269 °С до +260 °С

5. Від +100 °С до +500 °С

15. Які волокна використовуються для виробництва бронежилетів?

1. Скловолокно.

2. Арамідні волокна.

3. Вуглецеві волокна.

4. Ацетатні волокна.

5. Базальтові волокна.

16. Що відбувається з матеріалом у процесі повної біодеградації еко-паковання?

1. Матеріал повністю розчиняється у воді, абсолютно не змінюючи своєї

хімічної структури.

2. Мікроорганізми повністю розщеплюють молекули на воду, вуглекислий газ та безпечну біомасу.

3. Пакет просто розпадається на стійкий мікропластик, який накопичується в довкіллі та їжі.

4. Виріб стає крихким і механічно розсипається на дрібні шматки виключно під дією тертя.

5. Речовини повністю випаровуються в атмосферу у вигляді шкідливих хімічних газів.

ПИТАННЯ, ЯКІ ВИНОСЯТЬСЯ НА ЕКЗАМЕН

1. Поняття про композитні матеріали

Історичний розвиток композитних матеріалів та приклади застосувань.

Загальні відомості про композитні матеріали.

Класифікація композитних матеріалів.

Критерії сумісності композитних матеріалів.

Зв'язки, які утворюються в композитних матеріалах.

2. Полімеркомпозитні матеріали.

Класифікація наповнювачів. В'яжучі, їх властивості та класифікація. Термопластичні в'яжучі (полімери). Термореактивні в'яжучі (олігомери). Біополімерні в'яжучі. Властивості наповнювачів. Дисперсні наповнювачі. Волокнисті наповнювачі. Листові наповнювачі. Методи виготовлення полімеркомпозитних матеріалів.

3. Металеві композитні матеріали

Поняття про металеві композитні матеріали. Методи виготовлення металевих композитних матеріалів

4. Керамічні композитні матеріали

Поняття про керамічні композитні матеріали. Карбон-вуглецеві керамічні матеріали. Кермети. Геополімери.

5. Порошкова металургія

Загальні відомості про одержання порошкових виробів. Методи отримання порошків. Механічні методи отримання порошків. Фізико-хімічні методи отримання порошків. Властивості металевих порошків. Технологія формування порошків. Процеси, що відбуваються при пресуванні. Спікання порошкових сумішей.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Композитні та порошкові матеріали: навч. посібник / П.П. Савчук, В.П. Кашицький, М.Д. Мельничук, О.Л. Садова; за заг. ред. П.П. Савчука. – Луцьк : Видавець: ФОП Теліцин О.В., 2017. – 368 с. ISBN 978-617-7070-88-6.
2. Дисперсні матеріали та композити / О.Л. Садова, В.П. Кашицький // Електронний навчальний посібник для студентів спеціальності 132 Матеріалознавство. - Луцьк, Луцький НТУ. – 2019.
3. Дисперсні матеріали та Композити: Методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Матеріалознавство» галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 132 Матеріалознавство денної та заочної форм навчання / уклад. О.Л. Садова, В.П. Кашицький – Луцьк : Луцький НТУ, 2022. – 24 с.
4. Дисперсні матеріали та Композити: Методичні вказівки до виконання курсової роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Матеріалознавство» галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 132 Матеріалознавство денної та заочної форм навчання / уклад. О.Л. Садова, В.П. Кашицький – Луцьк : Луцький НТУ, 2022. – 32 с.
5. Композитні та дисперсні матеріали: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійних програм «Матеріалознавство», «Індустріальний інжиніринг» спец. G8 Матеріалознавство, галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» денної та заоч. форм навч. / уклад. О. Л. Садова. Луцьк: ЛНТУ, 2026. 114 с. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/3408
6. Долгов О. М. Д64 Композиційні матеріали : *Електронний ресурс+ : навч. наоч. посіб. / О. М. Долгов ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» . – Дніпро : НТУ « Дніпровська політехніка » , 2024. – 126 с.

7. 3. Композиційні матеріали : монографія за матеріалами XII Міжнародної науково-практичної WEB-конференції (квітень 2023 р.) / укладач: Л. І. Мельник. – Львів – Торунь : Liha-Pres, 2023. – 216 с. ISBN 978-966-397-305-0

8. Krishan K. Chawla/ Composite Materials. Science and Engineering. Springer Cham. – 2019. – 540p. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28983-6

9. T. W. Clyne. Materials science. 2019. – 360 p. https://doi.org/10.1017/9781139050586

10. Frank R. Jones. Composites Science, Technology, and Engineering. Cambridge University Press. – 2022. https://doi.org/10.1017/9781139565943

11. Xiao-Su Yi, Shanyi Du, Litong Zhang. Composite Materials Engineering, Volume 1. Fundamentals of Composite Materials. Springer Singapore. – 2018. 765 p. 978-981-10-5696-3

12. Конспект лекцій з вивчення дисципліни «Нові матеріали та композити» для студентів спеціальності 131 - Прикладна механіка освітня програма Комп'ютеризовані технології та механотронні системи в машинобудуванні / Уклад. С.І. Сухоруков. – Вінниця: ВНТУ, 2020.

К63

Композитні та дисперсні матеріали [текст]: методичні вказівки до виконання самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійних програм «Матеріалознавство», «Індустріальний інжиніринг» спеціальності G8 Матеріалознавство, галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» денної та заочної форм навчання / уклад. О.Л. Садова, Д.А. Гусачук – Луцьк : ЛНТУ, 2026. – 19 с.

Видання складене відповідно до діючої програми курсу «Композитні та дисперсні матеріали» та містить методичні вказівки до виконання самостійної роботи. Призначене для студентів спеціальності G8 Матеріалознавство, галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» денної та заочної форм навчання.

Комп’ютерний набір О.Л. Садова, Д.А. Гусачук

Редактор О.Л. Садова

Підп. до друку 11.11.2026 р.
Формат 60х84/16. Папір офс. Гарнітура Times New Roman
Ум. друк. арк. 1,0 Обл.-вид. арк. 0,5