МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Методичні вказівки
до вивчення дисципліни для здобувачів другого (магістерського) рівня
вищої освіти за спеціальністю G19 «Будівництво та цивільна інженерія»
освітньо-професійної та освітньо-наукової програми
«Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

Київ 2026

УДК 693.552
Т38

Укладачі : М.В. Суханевич, д-р техн. наук, професор
О.П. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент

Рецензент К.О. Каверин, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск К.К. Пушкарьова, д-р техн. наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри будівельних матеріалів, протокол № 9 від 07 травня 2026 року.

Технологія будівельних композиційних матеріалів та виробів
Т38 спеціального призначення : методичні вказівки до вивчення дисципліни / уклад. : М.В. Суханевич, О.П. Бондаренко. – Київ : КНУБА, 2026. – *3*6 с.

Розглянуто зміст лекцій та практичних занять, наведено запитання для самоконтролю до кожної теми лекцій, зміст індивідуального завдання у вигляді курсового проєкту, перелік тем курсового проєкту, а також список рекомендованої навчально-методичної літератури.

Призначено для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія», які навчаються за освітньою-професійною та освітньо-науковою програмами «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів» денної та заочної форм здобуття освіти.

© КНУБА, 2026

ЗМІСТ

ЗААГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ..…… 4
Обсяг роботи студентів з вивчення дисципліни, види робіт і форми контролю……..... 7
Програма навчальної дисципліни …….. 7
Поради щодо вивчення навчальної дисципліни..... 10
Зміст практичних занять……..... 30
Зміст індивідуального завдання……..... 31
Методи для проведення поточного, модульного та підсумкового семестрового контролю……..... 34
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА…… 35

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Метою дисципліни є поглиблене вивчення наукових засад виробництва композиційних будівельних матеріалів і виробів, особливості проєктування їх складу, прогнозування та направлене регулювання їх властивостей, раціональне використання композиційних матеріалів у різних галузях промисловості та господарства.

Завданням є ознайомлення із загальними принципами створення композиційних матеріалів як матеріалів із заданими властивостями, в тому числі спеціального будівельного призначення; визначення галузей використання композиційних матеріалів; виявлення доцільності використання різних типів матриць (в'яжучих систем) і армувальних компонентів (наповнювачів) для отримання композиційних матеріалів спеціального будівельного призначення; встановлення раціонального використання відходів виробництва для одержання будівельних композиційних матеріалів; вибір раціональних технологічних схем і параметрів одержання будівельних композиційних матеріалів з використанням низькоенерго- та матеріалоємних технологій.

Електронне навчально-методичне забезпечення дисципліни розміщено на Освітньому сайті КНУБА (https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=1124).

Компетентності здобувачів освітньої програми, що формуються в результаті засвоєння освітньої компоненти

Код	Зміст компетентності
	Інтегральна компетентність
ІК	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані та науково-практичні задачі під час професійної діяльності у сфері будівництва та цивільної інженерії, що характеризуються комплексністю та передбачають проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог
	Загальні компетентності
ЗК 1	Знання спеціальних розділів фундаментальних дисциплін в обсязі, необхідному для освоєння професійно-орієнтованих дисциплін
ЗК 3	Здатність здійснювати пошук, аналізувати та критично оцінювати інформацію з джерел, які стосуються новітніх технологічних рішень у сфері виробництва будівельних матеріалів, виробів і

	конструкцій
ЗК 6	Уміння ефективно спілкуватися на професійному та соціальному рівнях
ЗК 7	Здатність до адаптації та дії в новій ситуації
ЗК 8	Наполегливість у досягненні мети
Фахові компетентності	
ФК 1	Здатність проєктувати технологічні лінії та їх елементи з виготовлення будівельних конструкцій, виробів та матеріалів.
ФК 3	Здатність створювати та використовувати нормативну і технічну документацію
ФК 4	Здатність аналізувати особливості конструкцій, виробів і матеріалів для прийняття технологічних рішень
ФК 6	Здатність застосовувати аналітичні методи, математичне моделювання та виконувати експерименти різного рівня складності для розв'язання інженерних задач та під час реалізації технологічних рішень
ФК 7	Здатність складати, оформляти і оперувати технічною документацією у процесі розв'язання конкретних інженерно-технічних завдань в технології виготовлення будівельних конструкцій, виробів і матеріалів за спеціальністю будівництво та цивільна інженерія
ФК 8	Здатність набуття знань щодо тенденцій розвитку і ефективних розробок в технології виробництва будівельних конструкцій, виробів і матеріалів
ФК 9	Здатність знаходити оптимальні рішення під час створення окремих видів будівельної продукції з урахуванням вимог довговічності, безпеки життєдіяльності і якості
ФК 10	Здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для створення нових прогресивних технологій виробництва будівельних конструкцій, виробів і матеріалів

Програмні результати здобувачів освітньої програми, що формуються в результаті засвоєння освітньої компоненти

Код	Програмні результати
ПР 1	Призначати методи регулювання технологічними процесами за мінімально можливих витрат матеріальних і енергетичних ресурсів у технологіях будівельних матеріалів, виробів та збірних і монолітних конструкцій
ПР 2	Вміти обирати раціональні напрями утилізації побічних продуктів

	промисловості, оцінювати властивості та економічну ефективність будівельних матеріалів і виробів із застосуванням техногенної сировини порівняно з аналогічними на основі традиційної сировини, виконувати технологічні розрахунки
ПР 3	Вміти визначати ефективні способи та технологічні параметри одержання будівельних матеріалів, виробів і конструкцій високої довговічності
ПР 4	Вибирати ефективні матеріали для ремонту, реконструкції та посилення будівель та споруд, враховуючи їх властивості та довговічність
ПР 6	Вміти самостійно планувати і виконувати промислові експерименти, оцінювати отримані результати для вирішення поставлених задач
ПР 8	Застосовувати під час проєктування технологічно-організаційних рішень процесів виробництва будівельних матеріалів, виробів і конструкцій сучасні технології і вміти впроваджувати їх у практичну діяльність
ПР 9	Здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел, що пов’язані з питаннями технології будівельних матеріалів, виробів і конструкцій
ПР 11	Вміти самостійно спроєктувати виробничу систему та її елементи з урахуванням усіх аспектів поставленої задачі
ПР 12	Аргументувати вибір методів розв’язування спеціальної задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення
ПР 13	Демонструвати здатність діяти одноосібно, беручи на себе відповідальність за прийняте рішення, так і працювати в команді, за необхідності керуючи нею, над комплексними проблемами в будівництві

ОБСЯГ РОБОТИ СТУДЕНТІВ З ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ВИДИ РОБІТ, ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Характеристика навчальної дисципліни		
Вид навчальної роботи	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
	Рік підготовки 1	Рік підготовки 1
	семестр 12	семестр 2
Лекції (год)	30	8

Практичні заняття (год)	30	12
Лабораторні заняття (год)	-	-
Самостійна робота (год)	120	160
Курсовий проєкт	1	1
Вид контролю (зал. чи екз.)	екзамен	екзамен
Усього (годин)	180	180

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1. Загальні поняття дисципліни. Класифікація та принципи композиційної побудови композиційних будівельних матеріалів.

Тема 1. Вступ. Загальні поняття дисципліни. Класифікація та принципи композиційної побудови композиційних будівельних матеріалів.

1. Вступ. Загальні поняття дисципліни.

2. Класифікація композиційних матеріалів за різними ознаками.

3. Принципи композиційної побудови композиційних матеріалів.

4. Прогнозування властивостей композиційних матеріалів з урахуванням складу, структури та властивостей.

Висновки.

Тема 2. Композиційні матеріали з різними армувальними компонентами.

1. Дисперсно-зміцнені композити.

2. Армовані зернами композити.

3. Армовані волокнами композити.

4. Ламінарні композиційні матеріали.

5. Сендвіч-структурні композиційні матеріали.

Висновки.

Змістовний модуль 2. Армовані волокнами та зернами різної дисперсності будівельні композиційні матеріали.

Тема 3. Дисперсно-зміцнені будівельні композиційні матеріал.

1. Загальні положення.

2. Композиційні цементи.

3. Полімерні композиційні матеріали.

3. Композитна арматура.

Висновки.

Тема 4. Армовані зернами будівельні композиційні матеріали з

цементною матрицею.

1. Загальні положення.

2. Будівельні розчини, сухі будівельні суміші.

3. Бетони загально будівельного та спеціального призначення.

Висновки.

Тема 5. Армовані зернами будівельні композиційні матеріали з полімервмісною матрицею.

1. Загальні положення.

2. Полімерцементні бетони.

3. Полімербетони.

4. Бетонополімери.

Висновки.

Тема 6. Армовані волокнами будівельні композиційні матеріали з матрицею на основі мінеральних в’яжучих речовин.

1. Загальні положення.

2. Фіброліти.

3. Арболіти.

4. Цементно-стружкові плити.

5. Гіпсоволокнисті листи.

6. Гіпсостружкові плити.

7. Ксилолитові плити.

Висновки.

Тема 7. Армовані деревними волокнами будівельні композиційні матеріали з матрицею на основі полімерів.

1. Загальні положення.

2. Деревностружкові плити.

3. Деревноволокнисті плити.

4. Орієнтовно-стружкові плити.

Висновки.

Тема 8. Армовані волокнами та зернами будівельні композиційні матеріали з матрицею на основі мінеральних в’яжучих речовин.

1. Загальні положення.

2. Фібробетони.

3. Сталефібробетони.

4. Бетони, армовані неметалевими волокнами (склофібробетони).

Висновки.

Змістовний модуль 3. Ламінарні та сендвіч-структурні

будівельні композиційні матеріали.

Тема 9. Ламінарні будівельні композиційні матеріали.

1. Загальні положення.
2. Клеєна фанера.
3. Ламінат.
4. Деревно-шаруваті пластики.

Висновки.

Тема 10. Сендвіч-структурні будівельні композиційні матеріали.

1. Загальні положення.
2. Сендвіч-панелі.

Висновки.

Тема 11. Принципи сталого розвитку в технології композиційних матеріалів.

1. Загальні положення.
2. Екологічні аспекти виробництва композиційних матеріалів.
3. Принципи циркулярної економіки в будівництві.
4. Технологічні рішення для зниження екологічного сліду.
5. Економічна та соціальна доцільність сталих технологій.

Висновки.

Тема 12. Інновації та перспективи в технології будівельних композиційних матеріалів.

1. Загальні положення.
2. Нанотехнології у створенні композиційних матеріалів.
3. Інтелектуальні (smart) та адаптивні матеріали.
4. 3D-друк та цифрові технології у виготовленні матеріалів.
5. Екологічні інновації у виробництві матеріалів.
6. Перспективи досліджень і комерціалізації інновацій.

Висновки.

ПОРАДИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1. Класифікація та принципи композиційної побудови композиційних будівельних матеріалів.

Тема 1. Вступ. Загальні поняття дисципліни*.* Принципи класифікації та композиційної побудови композиційних матеріалів.

Вивчення теми «Вступ. Загальні поняття дисципліни. Принципи класифікації та композиційної побудови композиційних матеріалів» є фундаментом для розуміння не лише специфіки будівельних матеріалів, а й загальної логіки їх створення та використання. Рекомендується почати з ознайомлення з основними поняттями, а саме: що таке композиційний матеріал, які функції він виконує, як формуються його властивості. Такий вступ дозволить закласти базис для подальшого вивчення складніших технологічних процесів.

Корисним буде зануритися в історичний контекст розвитку будівельних матеріалів, тобто як змінювались підходи до їх створення, які природні чи штучні матеріали використовувалися в давнину, а які – в сучасному будівництві. Такий аналіз дозволить побачити, що розвиток технологій – це логічне продовження пошуку оптимальних матеріалів для людини і середовища, в якому вона живе.

Особливу увагу слід приділити класифікації матеріалів за типом основи, функціональним призначенням та областю застосування. Створення композиційних матеріалів передбачає гнучке комбінування складових частин – матриць і армуювальних елементів – для досягнення заданих характеристик. Намагайтеся не просто запам’ятовувати групи, а встановлювати між ними причинно-наслідкові зв’язки.

Почніть із уважного вивчення зв’язку між складом матеріалу та його властивостями. Матриця, армувальний компонент – кожна з цих складових відіграє свою роль. Зміна навіть одного компонента може суттєво вплинути на міцність, морозостійкість або термостійкість матеріалу. Розуміння цього дозволить вам прогнозувати, як буде поводити себе композиція в реальних умовах експлуатації.

Не менш важливо враховувати структуру матеріалу – розмір зерен, характер пористості, розташування фаз. Вивчення мікро- та нанорівня дозволяє точніше передбачити макровластивості матеріалу. Зосередьтеся на тому, як мікроструктура матеріалу впливає на його фізико-механічні властивості. Розуміння будови – зернистої, пористої, шаруватої чи волокнистої – допомагає передбачити поведінку матеріалу в умовах навантаження, зносу, температурних змін. Це критично важливо під час вибору матеріалів для конкретних умов експлуатації.

Під час вивчення теми зверніть увагу на математичні та комп'ютерні методи прогнозування, які використовуються в матеріалознавстві. Методики моделювання, емпіричні рівняння, теорія ефективного середовища – усе це допомагає науковцям і інженерам обґрунтовувати вибір складу матеріалу під задані умови.

Особливу увагу варто приділити принципам композиційної побудови матеріалів. Композиційність передбачає цілеспрямоване поєднання двох або більше компонентів з метою отримання матеріалу з новими або покращеними властивостями. Знання про взаємодію матриці та наповнювача, механізми передачі навантажень і формування структури є критично важливими для інженера-матеріалознавця.

Не менш важливою є ідея «заданих властивостей»: сучасне матеріалознавство не лише описує, а й цілеспрямовано формує структуру для отримання прогнозованого результату. Тому звертайте увагу на моделі формування структури – це допоможе краще зрозуміти технологічну суть процесів. Вивчення прикладів успішних сучасних рішень – від армованого бетону до наномодифікованих цементів – також значно збагачує уявлення про можливості композицій.

Література: [1, с. 5 – 15]; [2, с. 4 – 16], [3,с.12 – 24].

Запитання для самоконтролю

1. Що таке композиційний матеріал? Які його основні структурні компоненти?
2. У чому полягає принципова відмінність між композиційними та традиційними матеріалами?
3. Які основні типи класифікації композиційних матеріалів ви знаєте? На яких критеріях вони базуються?
4. Що таке матриця в композиційному матеріалі і яку функцію вона виконує?
5. Що таке матриця і армувальний компонент у складі композиційного матеріалу?
6. Які властивості повинен мати армувальний компонент, щоб ефективно взаємодіяти з матрицею?
7. Як змінюються фізико-механічні властивості композиційного матеріалу під час зміни структури?
8. Як зв'язок між складом, структурою та властивостями впливає на процес прогнозування характеристик матеріалу?
9. Наведіть приклади сучасних будівельних композиційних матеріалів та їх переваг порівняно з традиційними.

10. У чому полягає принцип створення будівельного матеріалу із заданими властивостями?

Тема 2. Композиційні матеріали з різними армувальними компонентами.

Під час опрацювання теми слід насамперед зрозуміти загальні принципи формування структури композитів. У центрі уваги мають бути два ключові елементи: ***матриця,*** яка формує загальний об'єм матеріалу, та ***армувальний компонент***, що надає матеріалу механічну міцність, жорсткість, термостійкість або інші властивості. Уважне вивчення ролі кожного з цих елементів – перший крок до глибокого розуміння всієї системи.

Особливої уваги потребує група *дисперсно-зміцнених композитів*, у яких тверді наночастинки або мікрочастинки рівномірно розподілені в матриці. Необхідно проаналізувати, як дисперсна фаза впливає на механізми зміцнення, наприклад, шляхом перешкоджання руху дислокацій, та чому важливими є розміри, форма і хімічна сумісність дисперсних частинок із матрицею.

Композити, армовані зернами, демонструють зовсім інший механізм формування міцності. У таких системах окремі тверді включення можуть бути як ізотропними, так і анізотропними, і часто виконують подвійну функцію – як наповнювач, так і армувальний елемент. Студентам важливо вивчити типові приклади (наприклад, металокераміка) та зрозуміти особливості зчеплення між зернами й матрицею.

Вивчаючи *волокнисті композиційні матеріали*, слід зосередитися на орієнтації волокон, їх геометрії, механічних характеристиках і способах взаємодії з матрицею. Волокна (скляні, вуглецеві, полімерні) можуть надавати матеріалу надзвичайно високі показники міцності за незначної маси. Варто також порівняти різницю між односпрямованими та випадково орієнтованими армувальними структурами.

Ламінарні композиції потребують розуміння механіки багатошарових структур. Їхні властивості визначаються не лише матеріалами шарів, а й чергуванням, товщиною та типом з'єднання між шарами. Студентам рекомендується звернути увагу на приклади використання таких матеріалів у авіаційній, транспортній та будівельній галузях.

Окрема увага – *сендвіч-структурам*, які поєднують високу жорсткість зовнішніх оболонок із легким та функціональним осердям. Такі композиції мають виняткові експлуатаційні характеристики за мінімальної ваги. У процесі вивчення цього підрозділу важливо зрозуміти, як різні типи

осердя впливають на загальну міцність конструкції, а також як забезпечується ефективне з'єднання між шарами. Рекомендується вивчати приклади з енергоефективного будівництва, автомобіле- та літакобудування.

Література: [1, с. 5 – 15]; [2, с. 4 – 16], [3, с. 12 – 24], [8, с. 35 – 57], [9, с. 21 – 45].

Запитання для самоконтролю

1. Яка роль армувального компонента в композиційних матеріалах?
2. У чому полягає принцип зміцнення в дисперсно-армованих композитах?
3. Які основні особливості структури та властивостей композитів, армованих зернами?
4. Чим відрізняються волокнисті композиційні матеріали з односпрямованою і випадковою орієнтацією волокон?
5. Які типи волокон найчастіше використовуються у волокнистих композитах і чому?
6. Як будова та розташування шарів у ламінарних композитах впливають на їхню міцність?
7. Яка основна конструкція сендвіч-структурного композиційного матеріалу?
8. Які матеріали зазвичай використовуються як осердя в сендвіч-панелях?
9. У яких галузях найбільш доцільне використання сендвіч-структур і чому?
10. Як вибір типу армування впливає на кінцеві експлуатаційні характеристики композиційного матеріалу?

Змістовний модуль 2. Армовані волокнами та зернами різної дисперсності будівельні композиційні матеріали.

Тема 3. Дисперсно-зміцнені будівельні композиційні матеріали.

Ознайомлення з темою передбачає глибоке розуміння принципів, на яких ґрунтується зміцнення композицій шляхом введення дрібнодисперсних частинок. Ці матеріали відзначаються підвищеною міцністю, стійкістю до тріщиноутворення, зношування та корозії. Варто усвідомити основні фізико-хімічні механізми, що лежать в основі ефекту дисперсного зміцнення – зокрема, взаємодію між фазами, ефект гальмування дислокацій та роль міжфазного зчеплення.

У рамках підтематики «Композиційні цементи» важливо звернути

увагу на вплив активних мінеральних і нанодобавок (наприклад, мікрокремнезему, наноглини, метакаоліну) на структуру цементного каменю. Такі домішки не тільки ущільнюють мікроструктуру, а й активують гідратаційні процеси, що сприяють підвищенню довговічності та експлуатаційних характеристик матеріалу. Рекомендується розглянути приклади високотехнологічних композиційних цементів, зокрема для гідротехнічного, ядерного чи транспортного будівництва.

Окрему увагу слід приділити полімерним композиційним матеріалам, які широко застосовуються в системах із жорсткими чи гнучкими дисперсними наповнювачами. У контексті будівництва вони проявляють себе як універсальні матеріали з високою водостійкістю, стійкістю до УФ-випромінювання та агресивних середовищ. Важливо дослідити вплив співвідношення між полімерною матрицею та наповнювачем на жорсткість, міцність, термостійкість і адгезію композиту.

Розділ, присвячений композитній арматурі, слід вивчати з урахуванням актуальних змін у будівельному нормуванні та зростання інтересу до полімерної та базальтової арматури як альтернативи сталевій. Важливо з’ясувати, які дисперсні або волокнисті добавки використовуються для зміцнення таких матеріалів, які їхні переваги в умовах дії агресивного середовища, електромагнітного впливу або циклічного навантаження.

Порівнюючи різні типи дисперсно-зміцнених композицій, доцільно аналізувати їхні спільні характеристики, відмінності у механізмах зміцнення та сферу застосування. Особливу увагу варто приділяти залежності між складом, мікроструктурою та властивостями кінцевого матеріалу. Практичне вивчення технологій змішування, модифікації, формування та тверднення таких композитів допоможе краще зрозуміти їхню поведінку в умовах реального використання.

Узагальнюючи, можна сказати, що дисперсно-зміцнені композиційні матеріали відіграють ключову роль у сучасному матеріалознавстві, адже дозволяють створювати нові будівельні системи з прогнозованими характеристиками.

Література: [1, с. 5 – 15]; [2, с. 4 – 16], [15, с. 7 – 13], [16, с. 23].

Запитання для самоконтролю

1. Що таке дисперсне зміцнення і в чому його переваги у композиційних матеріалах?

2. Які типи дрібнодисперсних наповнювачів використовуються для зміцнення цементних композитів?

3. Як мікрокремнезем і метакаолін впливають на структуру цементного каменю?

4. Які основні переваги полімерних композиційних матеріалів у будівництві?

5. Як співвідношення між полімерною матрицею та наповнювачем впливає на властивості матеріалу?

6. У чому полягає відмінність між сталевою та неметалевою композитною арматурою?

7. Які матеріали використовуються для виготовлення композитної арматури?

8. У яких умовах застосування композитна арматура має переваги над сталевою?

9. Які основні механізми підвищення міцності під час використання дисперсних наповнювачів?

10. Як поєднання різних типів армування (дисперсного, волокнистого, зернистого) впливає на комплекс властивостей композиту?

Тема 4. Армовані зернами будівельні композиційні матеріали з цементною матрицею.

Під час вивчення теми рекомендується зосередитися на поняттях цементної матриці та крупнозернистого армування, розглядаючи їх не лише як конструктивні елементи, а як частину єдиної композиційної системи, де властивості визначаються не просто сумою компонентів, а їхньою взаємодією.

У процесі аналізу будівельних розчинів і сухих будівельних сумішей варто звернути увагу на підбір зернистого заповнювача: його розмір, фракційність, форму зерен, мінералогічний склад та чистоту поверхні. Саме ці параметри визначають щільність, водопотребу, пластичність, а в підсумку – міцність, усадку та довговічність матеріалу. Важливо також зрозуміти принципи попереднього змішування компонентів у сухих сумішах та роль хімічних добавок, які підвищують ефективність армування.

Що стосується загальнобудівельних бетонів, студентам слід опанувати не лише технологію приготування, а й механізми армування крупнозернистими наповнювачами. Такі заповнювачі можуть виступати як пасивною частиною структури, що несе навантаження, так і активним компонентом, що взаємодіє з цементною матрицею на мікрорівні. Дослідження границі розділу «зерно-матриця» є надзвичайно важливим для прогнозування тріщиностійкості, втомної міцності й довговічності.

У темі спеціальних бетонів з армуванням зернами рекомендується

детально опрацювати приклади жаростійких, хімічностійких, корозійностійких і радіаційно-захисних бетонів. Ці матеріали відрізняються особливою рецептурою, де підбір армувальних зерен відіграє ключову роль у формуванні властивостей. Необхідно ознайомитися з методиками підготовки заповнювачів і з умовами, які забезпечують ефективне зчеплення з матрицею навіть у агресивних середовищах.

Вивчення зазначеної теми потребує не лише засвоєння теоретичних знань, а й обов'язкового аналізу прикладних рішень у сучасному будівництві. Рекомендується опрацьовувати приклади з інженерної практики, а саме: мостобудування, гідротехнічні споруди, промислові підлоги, а також конструкції з підвищеними вимогами до термо- й морозостійкості. Виконання лабораторних робіт і моделювання складу бетонів у спеціалізованому програмному забезпеченні дозволить краще зрозуміти реальні можливості армованих зернами систем.

Література: [1, с. 134 – 145]; [2, с. 234 – 266], [6, с. 34 – 98].

Запитання для самоконтролю

1. Що таке цементна матриця та яку функцію вона виконує в композиційному матеріалі?
2. Які властивості зернистих заповнювачів впливають на ефективність армування цементної матриці?
3. У чому полягає відмінність між будівельними розчинами та сухими будівельними сумішами?
4. Як фракційний склад заповнювача впливає на пластичність і щільність розчину або бетону?
5. Які механізми забезпечують підвищену міцність бетону, армованого зернами?
6. Які типи спеціальних бетонів передбачають використання зернистих армувальних компонентів?
7. Яким чином забезпечується ефективне зчеплення між зернами і цементною матрицею?
8. Як змінюються властивості бетонів із зернистим армуванням під дією агресивного середовища?
9. Які сучасні хімічні або мінеральні добавки використовують для покращення взаємодії між матрицею та заповнювачем?
10. У яких типах будівельних конструкцій найбільш доцільно застосовувати армовані зернами композиційні матеріали?

Тема 5. Армовані зернами будівельні композиційні матеріали з полімервмісною матрицею.

Вивчення теми потребує глибокого розуміння природи взаємодії полімерної складової з мінеральною фазою та механізмів формування композитної структури. Особливу увагу слід приділити порівнянню полімерцементних систем із традиційними цементними матеріалами.

У вивченні полімерцементних бетонів варто зосередитися на їхній будові як гібридних матеріалів, де полімерна дисперсія інтегрується в цементну матрицю. Рекомендується розглядати вплив полімерів на гідратаційні процеси, структуру гелеутворення та утворення мікропор. Слід усвідомити, що введення полімерів не лише підвищує адгезію до заповнювачів, а й забезпечує покращення водонепроникності, морозостійкості та знижує ризик усадкових тріщин.

Полімербетони, на відміну від полімерцементних, не містять гідравлічних в'яжучих, і їхня матриця складається переважно з термореактивних або термопластичних смол. Під час вивчення цього підрозділу варто звернути увагу на технологічні особливості виготовлення, швидкість тверднення, теплові ефекти полімеризації, а також – на обмеження щодо температурного та хімічного впливу. Такі композити є перспективними в антикорозійному захисті та для споруд спеціального призначення.

Бетонополімери – це матеріали, які створюються шляхом просочування традиційного бетону мономерами з подальшою полімеризацією в його поровому просторі. Важливо зрозуміти, як змінюється мікроструктура цементного каменю у процесі насичення полімером, як це впливає на характеристики міцності, стирання, адгезії й довговічності. Варто також дослідити обмеження цієї технології, зокрема, її складність, необхідність спеціального обладнання та обмежене поширення в масовому будівництві.

У процесі вивчення теми рекомендовано звертатися до прикладних прикладів, а саме: ремонтні матеріали, високонавантажені промислові покриття, бетонні елементи для агресивного середовища. Такий підхід дозволить не лише засвоїти теоретичні знання, а й сформувати уявлення про практичну доцільність застосування композитів із полімервмісною матрицею.

На завершення варто наголосити на важливості міждисциплінарного підходу – знання органічної хімії, полімерної фізики, технології бетонів та матеріалознавства, що має бути об'єднане у цілісне уявлення про інженерну суть цих матеріалів.

Література: [1, с. 147 – 158]; [2, с. 267 – 285], [3, с. 285 – 297], [6, с. 99 – 124].

Запитання для самоконтролю

1. Що таке полімервмісна матриця у складі будівельного

композиційного матеріалу?

2. У чому полягає основна відмінність між полімерцементними бетонами та полімербетонами?

3. Яку роль відіграє полімерна дисперсія у полімерцементному бетоні?

4. Як полімери впливають на процеси гідратації цементу?

5. У яких випадках доцільно застосовувати полімербетони замість традиційних цементних композитів?

6. Що таке бетонополімери і в чому полягає принцип їх створення?

7. Які основні переваги та недоліки бетонополімерів порівняно з іншими видами бетонів?

8. Які типи полімерів найчастіше використовуються в будівельних полімерних композитах?

9. Який вплив мають зернисті заповнювачі на властивості полімервмісних композиційних матеріалів?

10. У яких галузях будівництва найбільш ефективне застосування полімервмісних бетонів?

Тема 6. Армовані волокнами будівельні композиційні матеріали з матрицею на основі мінеральних в'яжучих речовин.

Вивчення теми має важливе значення для розуміння сучасних підходів до підвищення міцності, довговічності та функціональності матеріалів у будівництві. Студентам варто починати з загального огляду принципів армування волокнами: як природного, так і синтетичного походження. Волокна суттєво змінюють тріщиностійкість, ударну в'язкість і термічну стабільність композицій, особливо у поєднанні з мінеральними в'яжучими.

Окрему увагу слід приділити фібролітам – матеріалам, створеним на основі деревної шерсті, просоченої мінеральними розчинами. Вони поєднують теплоізоляційні та звукопоглинальні властивості, є екологічно безпечними й простими у виробництві. Рекомендується вивчати механізм зчеплення між деревним волокном і цементною матрицею, а також оцінювати їхню ефективність у каркасно-панельному домобудуванні.

Арболіти як матеріали на основі подрібненої деревини та вапняно-цементного зв'язуючого є прикладом композицій, в яких органічне армування забезпечує легкість і хорошу теплоізоляцію. До того ж їхня слабка водостійкість та біологічна нестійкість вимагає особливого технологічного контролю. Варто дослідити умови оптимального співвідношення між матрицею і волокнистим наповнювачем, а також

ефективні методи просочення для підвищення стійкості до вологи.

Цементно-стружкові плити – ще один важливий представник волокновмісних композитів, який використовується у сучасному будівництві як альтернатива ДСП та гіпсокартону. Рекомендується проаналізувати технологію виготовлення плит, їхню щільність, міцність, вологостійкість та вогнестійкість. Важливо усвідомити, чому саме мінеральна матриця в поєднанні з деревною стружкою створює універсальний і довговічний продукт.

Не менш актуальними є гіпсоволокнисті листи та гіпсостружкові плити, які поєднують у собі властивості гіпсу з армуючим ефектом органічного волокна. Ці матеріали відзначаються простотою обробки, стабільністю форми, високою поверхневою якістю. У навчанні слід звернути увагу на їхнє застосування у внутрішньому оздобленні, вплив волокнистого компонента на механічну міцність і технологію безвідходного виробництва.

На завершення, ксилолітові плити – маловідомий, але перспективний тип композиту на основі магнезіального в’яжучого – заслуговує на окрему увагу. Їхня вогнестійкість, біостійкість та здатність до акумулювання тепла роблять їх цінними в умовах сучасного сталого будівництва. Рекомендується інтегрувати знання з матеріалознавства, екології та технологій виробництва для комплексного розуміння властивостей волокновмісних композитів із мінеральною матрицею та їх застосування в будівельній практиці.

Література: [1, с. 159 – 172]; [2, с. 287 – 296], [3, с. 301 – 324], [6, с. 126 – 134].

Запитання для самоконтролю

1. Які основні функції виконує волокнисте армування в композиційних матеріалах?
2. У чому полягає технологічна особливість виготовлення фібролітів?
3. Які основні переваги та недоліки арболітів як будівельних матеріалів?
4. Чим цементно-стружкові плити відрізняються від традиційних деревостружкових плит?
5. Які характеристики гіпсоволокнистих листів роблять їх придатними для внутрішнього оздоблення?
6. Що таке ксилолітова плита і які її основні властивості?
7. Який вплив має тип волокна (мінеральне, органічне, синтетичне) на характеристики композиту?

8. Чому важливо дотримуватись точного співвідношення між волокном і мінеральною матрицею під час виготовлення композитів?

9. Як волокна впливають на тріщиностійкість та довговічність мінеральних композитів?

10. У яких конструктивних елементах найчастіше використовуються волокновмісні мінеральні матеріали?

Тема 7. Армовані деревними волокнами будівельні композиційні матеріали з матрицею на основі полімерів.

Опанування теми передбачає розуміння природи органічних волокон як армуючих компонентів у поєднанні з полімерними матрицями. Важливо насамперед осягнути основи класифікації полімерних зв'язуючих, які використовуються для створення плитних матеріалів із деревинною структурою, а також ознайомитися з екологічними та конструктивними перевагами таких матеріалів.

Деревностружкові плити (ДСП) є одним із найпоширеніших видів полімер-органічних композитів у будівництві. Вони виготовляються шляхом пресування деревної стружки з термореактивними смолами, що забезпечує добру механічну міцність і стабільність форми. У процесі вивчення цієї підтеми доцільно звернути увагу на типи смол (наприклад, карбамідоформальдегідні, меламінові, фенольні), їх вплив на довговічність і рівень емісії летких речовин.

Деревноволокнисті плити (ДВП), які утворюються з дрібнодисперсного деревного волокна, поєднаного з полімерною матрицею або з частковим використанням природних в'яжучих, мають кращу щільність і гладкість поверхні. Слід розуміти різницю між твердими та м'якими ДВП, технологію «мокрого» та «сухого» пресування, а також сфери застосування кожного типу – від будівельних конструкцій до декоративних облицювань.

Орієнтовано-стружкові плити (ОСП або OSB) вирізняються просторовою орієнтацією стружки, що значно покращує міцнісні характеристики в певних напрямках. Рекомендовано вивчати багатошарову будову цих плит, особливості полімерного зв'язування та методи гарячого пресування. Особливо важливо звернути увагу на вологозахищені та конструкційні варіанти плит OSB, які використовуються в каркасному домобудуванні.

Важливо також зосередитися на аспектах технологічності та переробки цих матеріалів. Дослідження методів подрібнення, змішування, пресування й оптимального поєднання полімеру з органічним армуванням

дозволяє краще зрозуміти процес формування структури, що відповідає за міцність, жорсткість й інші експлуатаційні характеристики матеріалів.

На завершення слід критично оцінювати екологічні переваги й недоліки полімерних деревних композицій. Знання про вміст формальдегіду, рівень вторинної переробки, біостійкість та вплив на мікроклімат приміщень дозволяють комплексно осмислити місце таких матеріалів у сучасному сталому будівництві.

Література: [1, с. 176–192]; [2, с. 297–316], [3, с. 334–366], [5, с. 56–89].

Запитання для самоконтролю

1. Що таке армування деревними волокнами в контексті будівельних композиційних матеріалів?
2. Які основні компоненти входять до складу деревностружкових плит і яка їх роль?
3. Чим відрізняються деревноволокнисті плити, виготовлені за «мокрою» і «сухою» технологією?
4. Які смоли найчастіше застосовуються як полімерна матриця в деревинних композиційних матеріалах?
5. У чому полягає структурна особливість орієнтовано-стружкових плит (ОСП) і як це впливає на їх властивості?
6. Які основні переваги плит на основі деревних волокон з полімерною матрицею перед традиційною деревиною?
7. Який вплив на навколишнє середовище мають полімерні в’яжучі у складі ДСП, ДВП та ОСП?
8. У яких галузях будівництва найчастіше застосовуються деревноволокнисті та орієнтовано-стружкові плити?
9. Як змінюються механічні характеристики плит у разі зміни орієнтації волокон у композиції?
10. Які фактори визначають вибір типу деревного композиту (ДСП, ДВП, ОСП) для конкретного будівельного призначення?

Тема 8. Армовані волокнами та зернами будівельні композиційні матеріали з матрицею на основі мінеральних в’яжучих речовин.

Основна увага в цій темі приділяється поєднанню традиційної цементної матриці з армуючими компонентами – волокнами чи твердими зернами – для покращення фізико-механічних характеристик матеріалу. Слід розуміти, що волокна виконують роль мікроарматури, що запобігає росту тріщин, а зерна – зміцнюють матеріал на структурному рівні.

Фібробетони є класом матеріалів, у яких до цементної матриці

вводяться дискретні волокна, розподілені рівномірно по всьому об’єму. Завдяки цьому досягається значне підвищення тріщиностійкості, ударної в’язкості, зносостійкості. У процесі вивчення фібробетонів важливо ознайомитися з типами волокон (металеві, полімерні, мінеральні), методами їх введення та впливом на технологічні властивості сумішей. Рекомендується опрацювати методики визначення міцності, деформаційної здатності та тривалості служби цих матеріалів.

Сталефібробетони відрізняються високою несучою здатністю та придатністю до роботи в умовах динамічних навантажень. Включення металевих волокон дозволяє значно підвищити опірність бетону на розтягування і вигинання, що робить такий матеріал незамінним у дорожньому, промисловому та гідротехнічному будівництві. Доцільно дослідити типи сталевих волокон, параметри їх довжини й форми, а також ефекти взаємодії з цементною матрицею.

Окрему увагу слід приділити бетонним композиціям, армованим неметалевими волокнами, зокрема скляними. Склофібробетони мають високу міцність за порівняно низької густини, стійкі до корозії і мають привабливий зовнішній вигляд. Водночас, важливо звернути увагу на хімічну взаємодію скловолокна з лужним середовищем цементного каменю, а також на застосування спеціальних модифікаторів або алкалестійкого волокна.

Під час аналізу цих композицій необхідно застосовувати міждисциплінарні знання, а саме: розглядати не лише матеріали і методи їх отримання, але й технології формування структури, приклади конструктивного використання, методики моделювання і прогнозування властивостей. Порівняння між різними типами армувальних компонентів дозволяє зробити усвідомлений вибір у процесі проєктування матеріалів зі специфічними вимогами.

У підсумку, глибоке розуміння механізмів армування на мікро- та макрорівнях дозволяє майбутнім інженерам приймати обґрунтовані рішення щодо доцільності використання того чи іншого виду волокон або зерен. Такий підхід є основою для впровадження інноваційних композитів у практику сталого будівництва.

Література: [1, с. 137 – 155]; [2, с. 248 – 276], [6, с.101 – 134], [13, с. 45 – 165].

Запитання для самоконтролю

1. Що таке армування у будівельних композиційних матеріалах і яку роль відіграють волокна та зерна?

2. Які основні переваги фібробетонів порівняно з традиційними бетонними сумішами?

3. Які типи волокон застосовують у фібробетонах і як вони впливають на властивості матеріалу?

4. У чому полягають особливості сталефібробетонів і де їх найбільш ефективно використовують?

5. Які характеристики мають неметалеві волокна, зокрема скляні, у бетонних композиціях?

6. Які проблеми можуть виникати під час використання скловолокон у цементній матриці і як їх усувають?

7. Як армування волокнами впливає на тріщиностійкість і довговічність бетонних матеріалів?

8. Які технологічні особливості виготовлення бетонів з волокнистим армуванням?

9. У яких будівельних конструкціях застосовують сталефібробетони і чому?

10. Як визначають оптимальний тип армування для конкретних умов експлуатації будівельного матеріалу?

Змістовний модуль 3. Ламінарні та сендвіч-структурні будівельні композиційні матеріали.

Тема 9. Ламінарні будівельні композиційні матеріали.

Вивчення теми є важливим для розуміння сучасних технологій створення матеріалів зі складною багатошаровою структурою, що забезпечує високі механічні характеристики, довговічність і спеціальні функціональні властивості. Основним акцентом цієї теми є вивчення принципів формування ламінарних систем, де шари матеріалів поєднуються з використанням клеїв, полімерів або інших сполучних, створюючи нові якісні властивості, які відсутні у вихідних компонентів.

Клеєна фанера – один із найпоширеніших прикладів ламінарних композиційних матеріалів. Вона складається із тонких шарів шпону, склеєних під пресом із застосуванням спеціальних клеїв. Варто звернути увагу на технологічні особливості виробництва фанери, вплив кількості шарів, напрямку волокон у кожному шарі та типу клею на механічну міцність, гнучкість і вологостійкість виробу. Розуміння цих аспектів є ключовим для вибору фанери у конкретних конструктивних рішеннях.

Ламінат – це багатошаровий матеріал, де поверхневий шар виконує захисну або декоративну функцію, а основні шари – несучі. Для вивчення цього матеріалу рекомендується ознайомитися з видами покриттів, які

використовуються в ламінатах, технологією їх нанесення, а також із механізмами адгезії між шарами. Особливо важливо розуміти фактори, що впливають на зносостійкість, стійкість до вологи і температурних коливань ламінатних матеріалів.

Деревно-шаруваті пластики (ДШП) представляють собою складні композити, де натуральні деревні волокна чи частинки поєднані з полімерними матрицями в багатошаровій структурі. Вони поєднують у собі переваги обох компонентів – естетику деревини та технологічну міцність полімерів. Під час вивчення ДШП важливо дослідити типи полімерів, методи формування шарів, а також механічні і фізичні властивості отриманих матеріалів, що визначають їх використання в будівництві.

Слід акцентувати увагу не лише на технологічних аспектах виробництва ламінарних композицій, а й на міждисциплінарних зв'язках з матеріалознавством, хімією полімерів та інженерією конструкцій. Комплексне розуміння принципів формування структури та взаємодії шарів дозволяє прогнозувати поведінку матеріалу в реальних умовах експлуатації та підбирати оптимальні рішення для конкретних завдань.

Література: [1, с. 198–232]; [2, с. 316–342], [3, с. 367–396], [5, с. 232–253].

Запитання для самоконтролю

1. Що таке ламінарні будівельні композиційні матеріали і які основні принципи їх побудови?
2. Які особливості структури клеєної фанери визначають її механічні властивості?
3. Як напрямок волокон у шарах фанери впливає на її міцність і деформаційні характеристики?
4. Які типи клеїв застосовуються у виробництві клеєної фанери і як вони впливають на її експлуатаційні властивості?
5. Що таке ламінат і які шари включає ця композиція?
6. Які основні функції виконує поверхневий шар ламінату?
7. Як забезпечується адгезія між шарами у ламінатах і які чинники впливають на її міцність?
8. Що таке деревно-шаруваті пластики (ДШП) і як вони відрізняються від традиційних деревних матеріалів?
9. Які переваги полімерної матриці в деревно-шаруватих пластиках?
10. В яких будівельних та оздоблювальних конструкціях

найчастіше застосовують ламінарні композиційні матеріали?

Тема 10. Сендвіч-структурні будівельні композиційні матеріали.

Тема охоплює важливий напрямок сучасного матеріалознавства, що поєднує легкість і високу міцність конструкцій за рахунок багатошарової структури. Сендвіч-матеріали мають унікальні механічні та теплоізоляційні властивості, що робить їх незамінними у будівництві, енергетиці та промисловому виробництві. Важливо усвідомити, що принцип сендвіч-конструкції базується на розташуванні міцних зовнішніх шарів і легкого, але жорсткого внутрішнього заповнювача.

Перш за все, рекомендується ретельно опрацювати загальні положення, які пояснюють будову, функції та переваги сендвіч-структур. Необхідно звернути увагу на співвідношення маси та міцності, а також на особливості вибору матеріалів для зовнішніх і внутрішніх шарів, що впливає на експлуатаційні характеристики конструкції. Важливо розуміти роль кожного шару в розподілі навантажень і захисті від зовнішніх впливів.

На особливу увагу заслуговують сендвіч-панелі як найбільш поширений тип сендвіч-структурних композиційних матеріалів у будівництві. Варто вивчити різноманітність панелей за типами внутрішнього наповнювача, матеріалами зовнішніх обкладок і способами їх з’єднання. Знання про технології виробництва та стандарти якості допоможуть краще зрозуміти переваги та обмеження сендвіч-панелей у різних конструктивних рішеннях.

У процесі вивчення рекомендується звернути увагу на методи оцінки властивостей сендвіч-матеріалів, зокрема механічну міцність, тепло- та звукоізоляцію, стійкість до вологи та хімічних впливів.

Не менш важливо розглядати приклади практичного застосування сендвіч-структур у будівництві житлових, комерційних та промислових об’єктів, а також в інженерних системах. Аналіз конкретних кейсів сприятиме розумінню технічних вимог і економічних переваг таких матеріалів у реальних умовах.

Література: [1, с. 176–192]; [2, с. 297–316], [4, с. 337–386], [8, с. 342–367], [9, с. 342–361], [10, с. 342–364], [14, с. 36–47].

Запитання для самоконтролю

1. Що таке сендвіч-структурні будівельні композиційні матеріали і які їх основні складові?
2. Які функції виконують зовнішні шари сендвіч-матеріалів?
3. Яке призначення внутрішнього заповнювача в сендвіч-

структурах?

4. Які матеріали найчастіше використовують для зовнішніх обкладок сендвіч-панелей?

5. Які види внутрішніх наповнювачів застосовують у сендвіч-панелях?

6. Як сендвіч-структура впливає на механічні властивості будівельного матеріалу?

7. Які тепло- і звукоізоляційні властивості мають сендвіч-панелі?

8. Які основні технології виробництва сендвіч-панелей?

9. У яких будівельних конструкціях і для яких цілей найчастіше використовують сендвіч-панелі?

10. Які методи контролю якості застосовують для перевірки властивостей сендвіч-структурних матеріалів?

Тема 11. Принципи сталого розвитку в технології композиційних матеріалів.

Вивчення теми є надзвичайно актуальним у сучасному світі, де збереження природних ресурсів і мінімізація екологічного впливу стають ключовими завданнями. Важливо усвідомити, що сталий розвиток передбачає баланс між економічним зростанням, екологічною безпекою і соціальним добробутом. Застосування цих принципів у технології композиційних матеріалів дозволяє створювати продукцію, що відповідає сучасним вимогам екологічної безпеки та ефективності.

Особливу увагу слід приділити екологічним аспектам виробництва композиційних матеріалів. Варто розуміти, як процеси видобутку сировини, її обробки та утилізації впливають на навколишнє середовище. Вивчення способів зменшення викидів шкідливих речовин, раціонального використання ресурсів і повторного застосування відходів дозволить зрозуміти важливість екологічно відповідального підходу у виробництві.

Принципи циркулярної економіки, що активно впроваджуються в будівництві, заслуговують окремої уваги. Вони базуються на ідеї максимального повторного використання матеріалів і мінімізації відходів. Рекомендується вивчити концепції замкнутого циклу виробництва, рециклінгу та повторного використання компонентів композиційних матеріалів як ключові кроки до сталого розвитку галузі.

Технологічні рішення для зниження екологічного сліду включають застосування енергоефективних методів виробництва, використання альтернативних і відновлюваних матеріалів, а також інноваційних процесів, які зменшують вплив на довкілля. Для глибшого розуміння важливо

ознайомитися з прикладами таких технологій і оцінити їх ефективність у реальних виробничих умовах.

Не менш важливим є розгляд економічної та соціальної доцільності впровадження сталих технологій. Необхідно усвідомлювати, що інвестиції у екологічно чисті матеріали та технології можуть сприяти не лише збереженню довкілля, а й підвищенню конкурентоспроможності підприємств, створенню нових робочих місць та поліпшенню якості життя населення.

Підсумовуючи, ефективне вивчення теми вимагає комплексного підходу, який поєднує теоретичні знання, аналіз сучасних технологій та розуміння глобальних викликів у сфері екології та економіки.

Література: [1, с. 5–15]; [2, с. 4–16], [4, 35–68], [8. С.76–98], [9, с.78–96], [10, с.231–271].

Запитання для самоконтролю

1. Що розуміють під сталим розвитком у контексті технології композиційних матеріалів?
2. Які основні складові сталого розвитку слід враховувати під час створення композиційних матеріалів?
3. Як екологічні аспекти впливають на вибір технологій виробництва композиційних матеріалів?
4. Що таке циркулярна економіка і яку роль вона відіграє в будівництві?
5. Які основні принципи циркулярної економіки застосовуються у виробництві композиційних матеріалів?
6. Назвіть приклади технологічних рішень, що сприяють зниженню екологічного сліду у виробництві композиційних матеріалів.
7. Як використання відновлюваних матеріалів впливає на екологічну безпеку будівельних конструкцій?
8. Які економічні переваги має впровадження сталих технологій у виробництві композиційних матеріалів?
9. Як соціальні аспекти пов’язані зі сталим розвитком у будівельній індустрії?
10. Чому важливо інтегрувати принципи сталого розвитку у підготовку майбутніх інженерів і технологів?

Тема 12. Інновації та перспективи в технології будівельних композиційних матеріалів.

У процесі вивчення теми акцент робиться на передові технології та

інновації, що змінюють підходи до створення будівельних матеріалів, підвищуючи їх ефективність, екологічність і функціональність.

Одним із найбільш перспективних напрямів є застосування нанотехнологій у створенні композиційних матеріалів. Наноматеріали надають будівельним сумішам унікальних властивостей, а саме: – підвищену міцність, стійкість до зносу, поліпшену теплоізоляцію та інші функціональні характеристики. Вивчення впливу наноструктур на властивості матеріалів допоможе студентам краще розуміти механізми покращення характеристик композиційних систем.

Інтелектуальні та адаптивні матеріали (*smart materials*) – це ще один напрям, що заслуговує на особливу увагу. Такі матеріали можуть змінювати свої властивості у відповідь на зовнішні подразники, що відкриває нові можливості для створення конструкцій із самовідновлювальними чи регулюючими характеристиками. Ознайомлення з принципами дії та сферами застосування таких матеріалів розширить кругозір студентів.

Важливим аспектом є впровадження 3D-друку та цифрових технологій у виготовленні будівельних композиційних матеріалів. Ці технології дозволяють створювати складні за формою та структурою елементи з високою точністю, мінімізувати відходи сировини і скоротити терміни виробництва. Розуміння цифрових методів виробництва є необхідним для сучасного інженера та дослідника.

Не менш значущими є екологічні інновації, спрямовані на зменшення впливу виробництва будівельних матеріалів на довкілля. Це включає застосування екологічно чистих компонентів, зниження викидів шкідливих речовин і використання відновлюваних ресурсів. Вивчення таких технологій допомагає інтегрувати екологічні принципи у майбутні проєкти.

Підсумовуючи, важливо наголосити на перспективності досліджень і комерціалізації інновацій у сфері будівельних композиційних матеріалів. Знання сучасних трендів і технологій відкриває широкі можливості для наукової діяльності та впровадження новітніх рішень у промисловість. Це сприяє розвитку конкурентоспроможності та сталості будівельної галузі в цілому.

Перш за все, зверніть увагу на унікальність цементних композиційних матеріалів, призначених для 3D-друку. Розуміння їх складу та особливостей формування є ключовим для подальшого вивчення технології. Зосередьтеся на тому, як властивості цих матеріалів впливають на процес друку та які параметри визначають якість готових виробів.

Вивчаючи технологію виготовлення цементних композиційних

матеріалів для 3D-друку, приділяйте увагу різноманітним компонентам суміші – від типу цементу до різних добавок і наповнювачів. Розуміння їх ролі допоможе краще збалансувати склад для отримання необхідних характеристик, таких як міцність, пластичність та швидкість тужавлення.

Особливу увагу приділіть механізмам контролю реологічних властивостей сумішей, що безпосередньо впливають на процес екструзії та формування шарів. Розуміння поведінки матеріалу під час подачі і твердіння допоможе передбачити можливі проблеми і оптимізувати технологічний процес.

Не менш важливим є вивчення сучасних методів модифікації цементних композицій, які підвищують їх функціональні властивості. Ознайомтеся з типами добавок, що покращують адгезію, зменшують усадку чи збільшують довговічність виробів. Ці знання розширять ваше розуміння можливостей матеріалів у 3D-друці.

У процесі вивчення не забувайте про особливості обладнання для 3D-друку цементних матеріалів. Розберіться в основних принципах роботи екструдерів, систем подачі суміші та контролю параметрів друку. Це допоможе вам комплексно сприймати технологічний ланцюг – від підготовки матеріалу до готового виробу.

Нарешті, акцентуйте увагу на практичних аспектах застосування цементних композиційних матеріалів у 3D-друці. Аналізуйте реальні приклади та перспективи розвитку технології у будівництві, а також можливості її впровадження для створення складних і ефективних конструкцій. Це дозволить пов’язати теоретичні знання з майбутньою професійною діяльністю.

Література: [13, с. 56–78]; [14, с. 48–86], [8. с. 99–148], [9, с. 104–136], [10, с. 281–297], [13, с, 143–152], [14, с. 587–645].

Запитання для самоконтролю

1. Що розуміють під інноваціями у технології будівельних композиційних матеріалів?
2. Які основні переваги надають нанотехнології у створенні композиційних матеріалів?
3. Що таке інтелектуальні (smart) матеріали і як вони функціонують у будівництві?
4. Які можливості відкриває застосування адаптивних матеріалів у будівельних конструкціях?
5. Як 3D-друк змінює процес виготовлення будівельних матеріалів?
6. Які цифрові технології використовують у виробництві

композиційних матеріалів?

7. Які екологічні інновації застосовують для зменшення впливу будівельних матеріалів на довкілля?

8. Які перспективи розвитку має використання наноматеріалів у будівельній індустрії?

9. Чому комерціалізація інновацій є важливою для розвитку технології будівельних композиційних матеріалів?

10. Як інноваційні технології впливають на конкуренто-спроможність будівельної галузі?

ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Теми практичних занять

Змістовний модуль 1. Класифікація та принципи композиційної побудови композиційних будівельних матеріалів.

Змістовний модуль 2. Армовані волокнами та зернами різної дисперсності будівельні композиційні матеріали.

Змістовний модуль 3. Ламінарні та сендвіч-структурні будівельні композиційні матеріали.

Практичне заняття 1.

Аналіз класифікації та структурних принципів композиційних будівельних матеріалів.

Видача курсового проєкту за відповідними темами.

Практичне заняття 2.

Дослідження властивостей композиційних матеріалів з різними типами армування. Порівняльна характеристика дисперсно-зміцнених, волокнистих, зернистих, ламінарних та сендвіч-композитів.

Практичне заняття 3.

Вивчення дисперсно-зміцнених композиційних матеріалів на мінеральній та полімерній основі. Аналіз ролі мікро- і нанонаповнювачів у підвищенні експлуатаційних властивостей.

Практичне заняття 4.

Дослідження армованих зернами композицій на основі цементних матриць. Визначення впливу фракційного складу заповнювачів на міцність і щільність матеріалів.

Практичне заняття 5.

Вивчення властивостей полімерцементних і полімербетонних матеріалів. Порівняння показників міцності, морозостійкості та хімічної стійкості.

Практичне заняття 6.

Ознайомлення з будівельними композиціями на основі мінеральних в'яжучих речовин та волокнистих наповнювачів. Аналіз властивостей фібролітів, арболітів, цементно-стружкових плит та інших волокнистих композитів.

Практичне заняття 7.

Дослідження властивостей композицій з полімерною матрицею, армованих деревними волокнами. Порівняльний аналіз деревностружкових, деревноволокнистих і орієнтовано-стружкових плит.

Практичне заняття 8.

Характеристика фібробетонів і склофібробетонів як комбінованих композиційних матеріалів. Вивчення впливу типу волокон на тріщиностійкість і деформаційні властивості бетону.

Практичне заняття 9.

Аналіз структури та властивостей ламінарних композиційних матеріалів. Дослідження багатошарових систем, а саме: фанери, ламінатів, пластиків на основі деревини.

Практичне заняття 10.

Ознайомлення з конструкцією та функціональними можливостями сендвіч-панелей. Аналіз впливу типу серцевини і обшивки на механічні характеристики панелей.

Практичне заняття 11.

Оцінка екологічної ефективності та сталості композиційних матеріалів. Аналіз життєвого циклу, вуглецевого сліду, вторинної переробки, економічної та соціальної доцільності використання сталих технологій.

Практичне заняття 12.

Огляд інновацій та перспектив розвитку композиційних матеріалів для будівництва. Вивчення можливостей 3D-друку, нанотехнологій, smart-матеріалів, новітніх методів виробництва.

Доповіді за темами курсового проєктування студентів та їх обговорення.

ЗМІСТ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ (КУРСОВОГО ПРОЄКТУ)

Змістовний модуль 2. Армовані волокнами та зернами різної

дисперсності будівельні композиційні матеріали.

Змістовний модуль 3. Ламінарні та сендвіч-структурні будівельні композиційні матеріали.

Метою виконання індивідуального завдання у вигляді курсового проєкту є поглиблення знань з дисципліни у частині технології виготовлення композиційних матеріалів та виробів, а також технології укладання матеріалу в конструкцію. Індивідуальне завдання відповідно до виданих тем виконується у формі курсового проєкту, який складається з пояснювальної записки, обсягом 25 – 30 аркушів, та графічної частини (аркуш формату А1 або 2 аркуша формату А2).

Пояснювальна записка складається із вступу, де висвітлюється актуальність теми; огляду літератури на основі інформаційного пошуку та аналізу джерел з визначеної теми, безпосередньо проєктування складу та технології одержання композиційних матеріалів, опис їх властивостей та галузей застосування; висновків; переліку використаної літератури. Слід звернути увагу на технологію виробництва, властивості композиту та можливість направленого регулювання структури матеріалу та поліпшення його властивостей, шляхи впровадження безвідходної та екологічно безпечної технології виробництва, напрями зменшення викидів вуглекислого газу та підвищення екологічності виробів.

Тематика індивідуального завдання (курсового проєкту)

Тема 1. Технологія покрівельних полімерних композиційних матеріалів.

Тема 2. Технологія полімерних стінових композиційних матеріалів.

Тема 3. Технологія фібробетонів для дорожнього будівництва.

Тема 4. Технологія сталефібробетонів для мостового будівництва.

Тема 5. Технологія дорожніх бетонів з використанням відходів металургії.

Тема 6. Технологія гідротехнічних бетонів з використанням відходів паливної промисловості.

Тема 7. Технологія лужних композиційних матеріалів для корозійностійких конструкцій.

Тема 8. Технологія жаростійких бетонів з підвищеними фізико-механічними характеристиками.

Тема 9. Технологія бетонів на основі сірки для корозійностійких конструкцій.

Тема 10. Технологія наномодифікованих цементних бетонів для висотного будівництва.

Тема 11. Технологія бетонополімерів з підвищеною корозійною стійкістю.

Тема 12. Технологія електротехнічних бетонів для конструкцій спеціального призначення.

Тема 13. Технологія надважких бетонів для захисту від іонізуючого випромінювання.

Тема 14. Технологія важких бетонів, здатних до самоущільнення, для монолітного будівництва.

Тема 15. Технологія важких бетонів, модифікованих вуглецевими нанотрубками, для конструкцій з підвищеними механічними та деформативними властивостями.

Тема 16. Технологія композиційних бетонів, здатних пропускати світло («прозорих» бетонів) для інтер'єрів громадських споруд.

Тема 17. Технологія композиційних бетонів, які містять бактерії та здатних до самозаліковування.

Тема 18. Технологія композиційних бетонів, укладених з використанням адитивних технологій будівництва (технологія 3D-друку).

Тема 19. Технологія композиційних легких бетонів з використанням органічних заповнювачів (арболіт).

Тема 20. Технологія композиційних стінових матеріалів на основі відходів деревини (ОСП- плит).

Тема 21. Технологія полімерцементних розчинів для відновлення бетонних поверхонь.

Тема 22. Технологія композиційних виробів для підлоги на основі відходів деревини (ламіновані листи).

Тема 23. Технологія лужних бетонів для компаундування радіоактивних рідких відходів.

Тема 24. Технологія ніздрюватих бетонів, армованих фіброю, для огороджувальних конструкцій.

Тема 25. Технологія композиційних оздоблювальних матеріалів на основі гіпсової в'яжучої речовини (гіпсокартонні листи).

Тема 26. Технологія композиційних металопластикових труб для інженерних мереж.

Тема 27. Технологія геосинтетичних композиційних матеріалів на основі поліпропіленових волокон (геотекстиль).

Тема 28. Технологія об'ємних геосинтетичних матеріалів для ландшафтного будівництва (георешітка).

Тема 29. Технологія плівкових матеріалів на основі поліетилену для ландшафтного та гідротехнічного будівництва (геомембрана).

Тема 30. Технологія органо-мінеральних фарб для вогнезахисту будівельних конструкцій.

МЕТОДИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПОТОЧНОГО, МОДУЛЬНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

Загальне оцінювання здійснюється через вимірювання результатів навчання у формі проміжного (модульного) та підсумкового контролю (екзамен, захист курсового проєкту тощо) відповідно до вимог зовнішньої та внутрішньої систем забезпечення якості вищої освіти.

Контроль здійснюється з дотриманням вимог об'єктивності, індивідуального підходу, систематичності і системності, всебічності та професійної спрямованості.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і під час виконання індивідуального завдання під контролем викладача.

Модульний контроль полягає у відповідях на контрольні запитання з відповідної теми і захисту індивідуального завдання та практичних робіт.

Відповіді на контрольні запитання до модулів 1, 2, 3 подаються у письмовій формі у вигляді тестів на практичних заняттях.

Студенти денної форми здобуття освіти отримують допуск до екзамену з навчальної дисципліни за умови виконання всіх видів навчальної роботи, передбачених робочою програмою. Поточне оцінювання знань студентів за змістовним модулем № 1 дозволяє отримати максимальну кількість балів – 10 балів, за змістовним модулем № 2 – 10 балів, за змістовним модулем № 3 – 10 балів, за виконання індивідуального завдання (курсового проєкту) – 30 балів. Таким чином, максимальна кількість балів за допуск до екзамену становить 60 балів.

Підсумковий семестровий контроль (залік) – оцінювання рівня знань студентів здійснюється у формі тестового, що складається із запитань до семестрового контролю. На екзамені студенту може бути нараховано максимальну кількість балів – 40 балів і разом з поточним оцінюванням за змістовний модуль № 1, 2 та 3 отримати максимальну кількість балів – 100.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. *Сучасні* композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали / П.В. Захарченко, Е.М. Долгий, Ю.О. Галаган та ін. – Київ : Інтертехнологія, 2005. – 511 с.

2. *Будівельне* матеріалознавство : підручник / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, В.Б. Барановський та ін. – Київ : Ліра-К, 2012. – 624 с.
3. *Будівельне* матеріалознавство : підручник / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, В.Б. Барановський та ін. – Київ : ТОВ УВПК «ЕксОб», 2010. – 704 с.
4. *Матеріалознавство* (для архітекторів та дизайнерів) : підручник/ за ред. К.К. Пушкарьової. – Київ : Видавництво Ліра-К, 2012. – 592 с.
5. *Сучасні* технології в будівництві : підручник / за ред. проф. О.І. Менейлюка. – Київ : Освіта України, 2011. – 534 с.
6. *Бетони* і будівельні розчини : підручник / В.І. Гоц. – Київ : ТОВ УВПК «ЕксОБ», Київ : КНУБА, 2003. – 472 с.
7. *Наноматеріалознавство :* підручник / Є.Г. Афтанділянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. – 550 с.
8. *Charles* M. Gilmore. Materials Science and Engineering Properties. Cengage Learning, 2015. – 722 p.
9. *Donald R*. Askeland, Wendelin J. Wright. The Science and Engineering of Materials. Cengage Learning, 2016. – 870 p.
10. *Основи* нанотехнологій : навч-метод. посібник / О.М. Завражна, А.І. Пасько. – Суми : СДПУ, 2016. – 184 с.
11. *Сучасні* українські будівельні матеріали, вироби та конструкції : Науково-практичний довідник / за ред. д-ра техн. наук, проф. К.К. Пушкарьової. – Київ : Асоціація «ВСВБМВ», 2012. – 664 с.
12. *Конспект* лекцій з дисципліни «Технологія будівельних композиційних матеріалів та виробів спеціального призначення» / уклад. : М.В. Суханевич. – Київ : КНУБА, 2018. – 48 с.
13. *Конспект* лекцій з дисципліни «Технологія композиційних будівельних матеріалів та виробів спеціального призначення» (частина 1) для магістрів спеціальності 192 «Б і ЦІ» ТБКВМ / М.В. Суханевич. – Київ : КНУБА, 2019. – 42 с.
14. *Конспект* лекцій з дисципліни «Технологія композиційних будівельних матеріалів та виробів спеціального призначення» (частина 2) для магістрів спеціальності 192 «Б і ЦІ» ТБКВМ / М.В. Суханевич. – Київ : КНУБА, 2020. – 42 с.
15. *Технологія* будівельних композиційних матеріалів та виробів спеціального призначення : методичні вказівки до виконання курсового проекту / М.В. Суханевич. – Київ : КНУБА, 2018. – 32 с.
16. http://library.knuba.edu.ua/
17. http://org.knuba.edu.ua/, web-сторінка кафедри будівельних матеріалів.

Навчально-методичне видання

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Методичні вказівки
до вивчення дисципліни для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю G19 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної та освітньо-наукової програми «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

Укладачі: **Суханевич** Марина Володимирівна,
Бондаренко Олена Петрівна

Випусковий редактор *Л. С. Тавлуй*
Комп'ютерне верстання *К. А. Мавроді*

Підписано до друку 25.09.2026. Формат 60 x $84_{1/16}$
Ум. друк. арк. 2,09. Обл.-вид. арк. 2,25.
Електронний документ. Вид. № 33/III-26

Видавець і виготовлювач:
Київський національний університет будівництва і архітектури

Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів

видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002