

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ І ОСВІТИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ
ДЕРЖАВНОЇ (ВІЙСЬКОВОЇ) АДМІНІСТРАЦІЇ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ «ХАРКІВСЬКИЙ ФАХОВИЙ
КОЛЕДЖ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ДЕРЖАВНОГО БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ»**

**«ФІЗИКА – ОСНОВА ЦИФРОВІЗАЦІЇ
СУСПІЛЬСТВА ТА СТАЛОГО
ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ
ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ»**

**МАТЕРІАЛИ ІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ, З МІЖНАРОДНОЮ
УЧАСТЮ, МОЛОДІЖНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
ОНЛАЙН КОНФЕРЕНЦІЇ**

Харків, 2025

УДК 53+62]:004](06)

Ф 50

Редакційна група:

БОНДАРЕНКО О. М., САСІМОВА І. А., ФОМЕНКО О. Л.

Фізика – основа цифровізації суспільства та сталого інноваційного розвитку техніки і технологій : матеріали II Всеукраїнської, з міжнародною участю, молодіжної науково-практичної онлайн конференції / Бондаренко О. М., Сасімова І. А., Фоменко О. Л. – Харків : ВСП «ХФКХП ДБТУ», 2025. – 770 с.

До збірника включені матеріали за темою II Всеукраїнської, з міжнародною участю, молодіжної науково-практичної онлайн конференції, яка пройшла 04 квітня 2025 року у Відокремленому структурному підрозділі «Харківський фаховий коледж харчової промисловості Державного біотехнологічного університету».

Повну відповідальність за достовірність наведених у публікаціях фактів, дат, найменувань, прізвищ, імен, цифрових даних тощо несуть автори статей. Тези статей друкуються в авторській редакції мовою оригіналу. Редакційна група та організаційний комітет конференції не завжди поділяють погляди авторів. Збережено авторську орфографію.

© Відокремлений структурний підрозділ «Харківський фаховий коледж харчової промисловості Державного біотехнологічного університету», 2025

© Автори статей, 2025

ТКАЧЕНКО Вікторія.....	632
ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ: ЕФЕКТИВНІ ПІДХОДИ ТА СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ	
<i>ВСП «Роменський фаховий коледж Київського національного економічного університету імені Вадима Гетьмана»</i>	
ТКАЧУК Юліана, ГРИГОРЧУК Олександр.....	637
ТРАНСФОРМАТОР ТЕСЛА: РОЛЬ ЗМІННОГО СТРУМУ В СУЧАСНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ	
<i>Київський фаховий коледж архітектури, будівництва та управління</i> <i>Науковий керівник: Григорчук Олександр</i>	
ТОЛМАЧОВ Олександр.....	640
НОВА ТЕХНОЛОГІЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ELASTOCALORIC	
<i>Державний біотехнологічний університет</i> <i>Науковий керівник: Семенюк Дмитро</i>	
ТРОНЬКО Олексій.....	643
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИКЛАДАННЯ ФУНДОМЕНТАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ВІЙНИ	
<i>Харківський автомобільно-дорожній фаховий коледж</i>	
ТРУБЧАНИНОВ Ярослав.....	645
СИЛА ЗАКОНІВ ФІЗИКИ У ВІЙСЬКОВІЙ СПРАВІ	
<i>Харківський фаховий коледж транспортних технологій</i> <i>Науковий керівник: Головіна Олена</i>	
ТРУШ Михайло.....	647
ДРОНИ ТА БЕЗПЛОТНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ФІЗИЧНІ ОСНОВИ КЕРУВАННЯ ТА НАВІГАЦІЇ	
<i>Фаховий коледж Національного фармацевтичного університету</i> <i>Науковий керівник: Золотницька Ганна</i>	
УСІК Ірина.....	651
ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ІІІ НА УРОКАХ ФІЗИКИ: З ДОСВІДУ РОБОТИ ВИКЛАДАЧКИ ФІЗИКИ	
<i>ДПТНЗ «Сновське вище професійне училище лісового господарства»</i>	
УСТИМЧУК Євгеній, ГРИГОРЧУК Олександр.....	656
НАНОТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ	
<i>Київський національний університет архітектури та будівництва</i> <i>Науковий керівник: Григорчук Олександр</i>	
ФУР Микола, ЯКИМ Вадим.....	659
ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ КАПЛІЯРНИХ ЯВИЩ, ДИФУЗІЇ НА ПРИКЛАДІ ТАТУЮВАННЯ	
<i>Природничо-гуманітарний фаховий коледж Державного вищого навчального закладу «Ужгородський національний університет»</i> <i>Науковий керівник: Мишко Інна</i>	
ХАЛІН Данііл.....	661
ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНОСТІ КОМПРЕСОРНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН	
<i>Державний біотехнологічний університет</i> <i>Науковий керівник: Якушенко Євген</i>	

НАНОТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ

УСТИМЧУК Євгеній, студент I курсу,

ГРИГОРЧУК Олександр, викладач

ГРИГОРЧУК Олександр, науковий керівник, кандидат педагогічних наук,

доцент, доцент кафедри фізики

Київський національний університет архітектури та будівництва

Вступ

Ще недавно терміни «нанокристали», «нанотехнології» були відомі лише вузькому колу фахівців, а сьогодні вони стали звичними для всіх. Термін «нано» у перекладі з грецької означає «карлик». У широкому значенні слова під нанотехнологіями розуміють будь-які операції з об'єктами, що мають розмір $\approx 10^{-9}$ м. «Метричне» визначення нанооб'єктів пов'язане з тим, що зменшення розміру кристалів до деякого критичного значення призводить до значної зміни їх властивостей. Такі ефекти найвиразніше спостерігаються за розмірів 10 нм. Як свідчать численні дослідження, властивості нанокристалічних структур відрізняються як від властивостей окремих атомів і молекул, так і від властивостей масивних тіл, які складаються із величезного числа частинок.

Окрім наукового інтересу, наноматеріали викликають великий прикладний технологічний інтерес, зокрема використанням нанотехнологій у будівельних матеріалах дає змогу як створювати нові види продукції, так і підвищувати ефективність існуючих матеріалів.

Основні переваги використання наноматеріалів у будівництві

Будівельна галузь є одним з найбільших споживачів наноматеріалів: наночастинки вже застосовуються для поліпшення властивостей цементу, бетону, гіпсу, скла, кераміки, ізоляцій, металів, фарб та інших матеріалів. Переваги від впровадження наночастинок у будівництві величезні – вони надають будівельним матеріалам унікальні фізико-хімічні властивості. Серед найбільш поширених наноматеріалів, що використовуються у сучасному будівництві, можна виокремити діоксид титану (TiO_2), вуглецеві нанотрубки,

діоксид кремнію (нано-SiO₂), наночастинки міді, наноглину та оксид алюмінію. У сукупності нанотехнології відкривають шлях до створення новітніх наномодифікованих будівельних матеріалів з поліпшеними характеристиками, що істотно впливають на прогрес будівельної галузі. Наноматеріали в будівництві охоплюють широкий спектр інноваційних матеріалів і добавок. Нижче розглянуто основні типи таких матеріалів, їх властивості, переваги та сучасні тенденції використання.

Нанобетони та цементні композити

Бетон – один із найпоширеніших будівельних матеріалів. Запровадження нанододатків (наприклад, нано-SiO₂) у цементні композиції дозволяє значно ущільнити структуру цементного каменю та поліпшити зчеплення цементу із наповнювачем [3]. Наприклад, у Великій Британії вже впроваджуються бетонні конструкції із додаванням наночастинок кремнезему, що забезпечує довговічність мостів та доріг. У Дубаї при будівництві хмарочосів застосовують нанобетони, що дозволяє зробити будівельні конструкції легшими, підвищити їхню стійкість до вологи та температурних коливань. Наночастинки кремнезему виконують роль нанопоповнювача для гідратів силікату кальцію у цементі та одночасно є в'язучим, підвищуючи зчеплення між цементною пастою та заповнювачем [3]. Це призводить до пришвидшення гідратації цементу і скорочення часу тверднення бетону [3]. Додавання наночастинок також зменшує пористість бетону і перешкоджає проникненню води та агресивних речовин, що підвищує довговічність конструкцій [3].

Наномодифікована цегла та кераміка

Традиційні керамічні матеріали (цегла, черепиця, кераміка) теж отримують вигоду від нанотехнологій. Основна проблема звичайної цегли – недостатня міцність на стиск, а кераміки – крихкість і схильність до руйнування при появі тріщин [3]. У Німеччині вже використовується цегла із наночастинками оксиду титану (нано-TiO₂), що має самоочисні властивості – така цегла не вбирає забруднення і зберігає свій вигляд навіть у мегаполісах. Додавання наночастинок дозволяє суттєво підвищити ці показники. Зокрема, встановлено, що введення

~5 % наноглини у глиняну суміш збільшує міцність цегли на стиск у ~4,8 рази порівняно зі звичайною глиною [3]. Така наноцегла є значно довговічнішою та стійкішою за традиційну [3].

Висновки

Нанотехнології у будівництві відкривають матеріали із унікальними властивостями – від надміцних бетонів і сталей та самоочисних покриттів до «розумних» конструкцій. Сьогодні нанотехнології активно використовуються у будівництві висотних будівель і споруд, мостів, доріг, фасадних систем та інфраструктурних об'єктів. Наприклад, в Японії застосовуються нанопокриття, які захищають будівлі від руйнування під впливом кислотних дощів. У США дорожні покриття із вуглецевими нанотрубками підвищують стійкість асфальту до навантажень та деформацій від температурних коливань. Очікується, що нанотехнології зумовлять прорив у галузі будівельних матеріалів, що дозволить створювати легші, міцніші, енергоефективні та довговічні конструкції.

Список використаної літератури

1. Балан О.С. Нанотехнології в будівництві // *Український журнал будівництва та архітектури*. – 2021. – № 5 (005). – С. 7–11.
2. Голик Й.М., Кайнц Д.І., Вантюх Д.Е. Різновиди наноматеріалів та можливості їх використання у будівництві // *Містобудування та територіальне планування*. – 2023. – Вип. 82. – С. 95–113.
3. Мельніков В.Ю. Нанотехнології у будівництві // *Матеріали XII Всеукр. студент. наук.-техн. конф. «Сталий розвиток міст»* (м. Харків, 2019). – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. – С. 242–243.