

*importance is due to the fact that the technological preparation of students was conditional on the existence of a contradiction between the manifestation of the new culture of scientific and technological development and the adequacy of their reflection in modern education.*

**Keywords:** *technology, technological development, technological training, technological culture, transforming activity.*

**Сізова В. І., Крот Г. В.**

**Сумський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти**

## **НАНОТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ І АРХІТЕКТУРІ**

*У статті розглянуті деякі нанотехнології, які використовуються в будівництві та архітектурі. Автори представили варіанти їх реалізації в навчальному процесі професійно-технічних навчальних закладів та 10-11 класах загальноосвітніх шкіл.*

**Ключові слова:** *нанотехнологія, наночастки, будівництво, архітектура, нанобетон, антисептик, нанофарба.*

Поняття нанотехнології пов'язане з такими відомими ученими як Річард Фейнман, Ерік Дрекслер, Норіо Танигучи та ін. які визначили нанотехнологію як технологію, працюючу в субмікронному діапазоні лінійних розмірів.

Термін "Нанотехнологія" можна віднести до будь-якої технології, що використовує при конструюванні і виготовленні продукту матеріали у вигляді порошку з наночасток розмірами не більше 100 нм. (1 нанометр рівний одній мільярдній долі метра).

Наночастки можуть бути отримані з будь-якого матеріалу і будь-яким способом. Це можуть бути наночастки металів, неметалів, карбідів, нітридів, карбонітридів та ін. На відміну від властивостей чистих металів наночастки мають механічні, фізичні, хімічні і інші властивості в сотні і тисячі разів більші, ніж у традиційних матеріалів з яких вони виготовлені.

За останні десятиліття ученими виявлені інші форми вуглецю окрім алмазу і графіту: вуглецеві нанотрубки, фулерени, фулерити, графен та ін., властивості яких наближаються до теоретичних.

Ученими і інженерами доведено, що якщо додавати наночастки в стандартні метали, неметали, пластмаси, кераміку, лаки і фарби та ін. матеріали, то властивості цих матеріалів змінюються іноді непередбачувано, а іноді виникають властивості відсутні у кристалічного елемента.

У зв'язку з розвитком в індустрії країни нових, так званих, "високих" технологій і "нанотехнологій" стає необхідним навчання учнів або хоч би знайомство з цими технологіями не лише в професійно-технічних учбових закладах, а й у старших класах загальноосвітніх шкіл.

Розвиток професійної технічної освіти України неможливий без введення в учбові програми будівельних професій новітніх досягнень в науці, техніці, технології виробництва, а також модернізації матеріально-технічної бази.

Нині розвиваються і удосконалюються буквально усі існуючі технології, оновлюється матеріальна база підприємств.

Проте можна виділити ряд технологій, які в першу чергу змінюють технологічне обличчя нашого світу. Сьогодні загальна увага акцентована на нанотехнології.

Одна з галузей промисловості, де нанотехнології розвиваються досить інтенсивно це будівництво. Природно, що і основні розробки, спрямовані на розвиток цієї галузі

мають бути в області створення нових, міцніших, легших і дешевших будівельних матеріалів, а також поліпшення властивостей вже наявних конструкційних сталей і неметалічних матеріалів, різних металоконструкцій і бетону за рахунок легування їх нанопорошками або іншими наночастками.

У Росії деякі успіхи в цьому напрямі вже досягнуті, наприклад, спеціальні добавки, так звані, наноініціатори, які значно покращують механічні властивості бетону, а саме: межа міцності збільшується в 1,5 рази, морозостійкість на 50%, зменшується вірогідність появи тріщин, приблизно, в 3,0 рази в порівнянні з існуючими марками бетону. При цьому вага бетонних конструкцій із застосуванням нанотехнологій знижується до 6 разів.

Економісти підраховали, що застосування подібного бетону у будівництві знижує кінцеву вартість бетонних конструкцій в 2,0-3,0 рази. Нанобетон використовують для ремонту і оновлення старих проржавілих металоконструкцій. При нанесенні нанобетону на залізобетонну конструкцію нанобетон заповнює усі мікропори і мікротріщини і полімеризується, відновлюючи міцність старої окисленої /проржавілої/ металевої конструкції; корозійний шар (оксиди на металевій арматурі), якій вступає з матеріалом бетону в хімічну реакцію, відновлюється і забезпечує міцне зчеплення бетону і арматури.

За останні десятиліття у будівельних конструкціях використовують полегшений пінобетон – бетон насичений газами, який добре зберігає тепло в приміщеннях.

Застосування, наприклад, нанопорошків у будівельних суспензіях, пінобетонів навіть звичайної сажі у кількості усього 0,001кг тобто 0,1%, сприяє значному підвищенню його експлуатаційних властивостей, таких як зниження усадки, забезпечує однорідну структуру матеріалу і рівну поверхню, повніший “залік” мікропор і мікротріщин при мінімальній щільності пінобетону. Вказані вище технології застосовуються у будівництві з 2007 року .

У будівельних конструкціях застосовується і пінометал. Пінометал отримують продуванням газом металевого розплаву. Зрештою виходить конструкційний матеріал, що містить 87% газу і усього 13% металу. Газ діє як дріжджі, метал виходить губчастий, із замкнутими осередками – плаває у воді як пробка, але має прекрасні характеристики міцності.

Нанопорошки застосовують і для зміни властивостей цементу. У 2008 році залізничникам запропонували новий матеріал керамічний наноцемент, так звану, фосфатну кераміку – порошкоподібну суміш фосфату і оксидів металів, які при з'єднанні з водою утворюють пастоподібний цементний розчин.

Такий матеріал має високу міцність і вогнестійкість, стійкий опір хімічному розкладанню і замерзанню.

На відміну від традиційного цементу він твердне навіть під водою і значно за своїми властивостями перевищує звичайний цемент.

Унікальних властивостей набуває асфальтове покриття автомобільних доріг при додаванні до суміші зміцнюючих часток у вигляді нанопорошків. За рахунок цього в декілька разів підвищується експлуатаційна стійкість та морозостійкість покриття.

Другий напрям практичного використання нанотехнологій, який знаходить також широке застосування, – це реалізація “лотос – ефекту” і біоцидних матеріалів, використовуваних в обробних роботах і захисних покриттях, при будівництві будівель і споруд.

В середині 70 -х років ХХ століття учені – ботаніки виявили, що листя і квітки деяких рослин в природі майже не забруднюються і на честь найбільш яскравого представника таких рослин квітки лотоса властивість цих рослин назвали “лотос – ефектом”.

Спрадавна квітка лотоса вважалася у буддизмі символом незаплямованої чистоти.

Відомо, що листя і ніжно-рожеві квітки лотоса розпускаються у брудній тині водою, але залишаються бездоганно чистими.

Після детальних досліджень цього природного феномену самоочищення відкрилися дивовижні можливості природи захищатися не лише від бруду, пилу, але і від різних мікроорганізмів. Цей ефект спостерігається і у деяких інших рослин, наприклад, в листі капусти, очерету, водозбору, тюльпана, а також у тварин і комах, наприклад, крила бабок, метеликів та ін., які наділені природними властивостями захисту від різних забруднень і мікроорганізмів /пил, сажа, спори грибів, мікробів і др./. Унікальні властивості рослин учені використовують і у будівництві, і в техніці, і у військовій справі, і в медицині, і так далі.

У будівельних, облицювальних роботах широко застосовується діоксид кремнію, наночастки якого мають дивовижні властивості, якщо їх нанести на будь-який матеріал, то вони вступають в реакцію з молекулами основного матеріалу і забезпечують відторгнення будь-яких чужорідних часток у тому числі і бруду, і води, тобто поверхня оброблена діоксидом кремнію стає такою, що самоочищається. Частки бруду не можуть прилигнути або проникнути в поверхню, що захищається, а вода легко стікає з неї, відносячи будь-які забруднення.

Можна собі уявити, що вікна Вашого будинку, зроблені із скла, що самоочищається, самостійно розщеплюють і видаляють бруд, що потрапляє на них, і пил, не вимагаючи ніяких зусиль від людини.

Німецькими і іспанськими ученими розроблені покриття, які використовуються при виробництві глазури для керамічних облицювальних плиток, як для облицювання внутрішніх приміщень, так і зовнішніх стін і фасадів будівель, які здатні самоочищуватися. Розроблена спеціальна фасадна силікатна фарба з унікальними характеристиками, наноструктура якої забезпечує високу адгезію покриття, як до мінеральних типів підкладок, так і органічним підставам. Дякуючи надмалим часткам в суспензії фарби /покриття/ досягається висока міцність плівки покриття і стійкість до зовнішніх дій в т.ч. до мокрого стирання.

Поєднання наноструктури поверхні і фотокаталітичної дії нанофарби забезпечує високу насиченість кольору, стійкість покриття до ультрафіолетового випромінювання. Покриття самоочищаються. Бруд на забарвленій нанофарбою поверхні, завдяки дії світла, розпадається, поверхня самоочищається, що дозволяє зберігати первозданний зовнішній вигляд фасаду будівель і споруд на довгий час.

Коефіцієнт вологопоглинання цих фарб дуже низький, що гарантує захист будівель від дощу. В той же час коефіцієнт пропорційності фарби рівний 0,001 забезпечує максимальну міру "дихання" стін будівлі, повністю підтримується природний режим вологості.

Наступна вирішена проблема із застосуванням нанотехнології, яка використовується у будівництві на основі біохімічного методу, це створення нанотехнології синтезу наночасток срібла в розчинах і в адсорбованому стані, які мають широкий спектр антимікробної /бактерицидної/ дії і можуть використовуватися для модифікування традиційних і створення нових матеріалів, дезінфікуючих і миючих засобів, а також косметичної продукції.

Наночастки срібла довго зберігають бактерицидні властивості після нанесення на багато твердих поверхонь /скло, дерево, папір, кераміка, оксиди металів та ін./ Це дозволяє створювати високоефективні дезінфікуючі аерозолі тривалого терміну дії для побутових приміщень.

На відміну від хлорки і інших хімічних засобів знезараження, аерозолі на основі наночасток не токсичні і не шкодять здоров'ю людей.

Бактерицидні фарби з використанням наночасток срібла широко застосовуються при фарбуванні стін в приміщеннях масового скупчення людей: на вокзалах, у в'язницях, в театрах, школах, дитячих садах, і інших службових приміщеннях.

Повітря в таких приміщеннях перенасичене патогенними мікроорганізмами зараженими людьми, що видихаються.

Традиційні способи профілактики не завжди справляються з цією проблемою. Як виявилось на пофарбованих фарбами, що містять наночастки срібла, стінах і стелях не можуть “жити” більшість патогенних мікроорганізмів.

Людська думка не залишається на місці! Вже досить давно металурги винайшли, так званий, “потіючий” метал для захисту промислових об'єктів від високих температур, це теж свого роду “розумний” матеріал є пористою сталю з укріпленнями множини нано– і мікрочасток міді. Оскільки температура плавлення міді менша, ніж сталі, то, як тільки зовнішня температура досягає деякої критичної межі, метал починає активно “потіти” мідь розширюється і крізь пори виходить на поверхню відносячи надлишок тепла з системи. При охолодженні крапельки міді знову “всмоктуються” сталевими капілярами і матеріал повертається в початковий стан.

Нанотехнології намагаються використовувати і в архітектурі.

Різноманіття властивостей наноматеріалів величезний. Учені Сполучених Штатів Америки працюють над створенням матеріалів що мають властивість “невидимості”. Сьогодні вже продемонстровані перші костюми – невидимки, створені за допомогою нанотехнологій. Вони доки ще далекі від досконалості, але роботи в цьому напрямі ведуться інтенсивно.

Технологія “невидимості” напевно буде задіяна у багатьох сферах людської діяльності. Застосування цих технологій, наприклад, в архітектурі вже цілком реально. Можна використовувати технології “невидимості” для маскуванню усього або частини висотної будівлі; і напевно “не за горами” той час, коли однотипні багатоповерхові “коробки” “кануть в лету”, а нашому погляду відкриються архітектурні ансамблі, буквально “ширяючі в повітрі”.

Архітектура майбутнього приголомшуватиме уяву красою, надійністю і індивідуальністю.

Ідея подібних конструкцій не нова і при розвитку нанотехнологій, створення “розумних” будівельних матеріалів цілком здійсненне. Правда деякі матеріали поводяться зовсім не так, як їм належить з точки зору класичної науки. Використання нових будівельних конструкційних матеріалів з експлуатаційними властивостями на порядок або два вище існуючих в корені переверне будівельну індустрію великих міст. Надміцні і легкі наноматеріали дозволять створювати величезні хмарочоси і принесуть в архітектуру раніше недосяжні форми, які будучи побудовані з існуючих матеріалів просто б розвалилися.

Стіни будівель зможуть мати програмований колір і текстуру і навіть створювати ілюзію “невидимості” будівель і споруд в цілому або окремих поверхів. Будівлі з наноматеріалів будуть невразливі для пожеж і терористів, а біосенсиори виявлять щонайменші ознаки біологічної або іншої загрози.

Розвиток виробництва наноматеріалів і інших нанокомпозитів дозволить зробити реальним багатоповерхові дороги і кілометрові хмарочоси.

Матеріали, що самоочищаються, зроблять будь-яке місто чистіше, а тонкоплівкові сонячні батареї скоротять витрати на електроенергію і дозволять зробити освітлення вулиць міст і сіл. Тонкоплівкові сонячні батареї вже сьогодні розташовуються на дахах будинків. Товщина плівкового покриття сонячних батарей, що забезпечує відповідні властивості, не перевищує товщини аркуша обгорткового паперу. Нове покоління

сонячних батарей докорінно відрізняється від існуючих аналогічних джерел живлення незмірно меншою вагою, більшою гнучкістю і довговічністю і встановлюється на дахах будинків під час будівництва.

Трубопроводи підведення води і відведення каналізації також будуть виготовлені з нових наноматеріалів. Оболонки цих трубопроводів, що самовідновлюються, позбавлять місто від необхідності утримувати десятки тисяч працівників обслуговуючого персоналу ЖЕКів. Ультрагідрофобні нанопокриття на внутрішніх поверхнях каналізаційних труб зроблять їх такими, що самоочищаються, а зовнішні покриття – нержавіючими.

У Росії, США і в усіх Європейських ВНЗ читається учбовий курс “Нантехнології XXI століття”. У Росії в передових ВНЗ відкрита підготовка фахівців із спеціальностей “Нанотехнологія”, “Наноматеріали”, “Нанотехнології в електроніці”.

Закінчуючи статтю хотілося б відмітити, що в нашій країні нічого подібного немає. Але ж потрібно з чогось і колись починати!

Ймовірно, було б корисно у варіативну частину учбових планів ВНЗ країни ввести курс “Нанотехнології XXI століття” і “Матеріали високих технологій”, читати подібні курси в інститутах підвищення кваліфікації, для педагогів усіх спеціальностей, читати для аспірантів і наукових працівників.

У середньотехнічних учбових закладах і загальноосвітніх школах можна знайомити учнів з нанотехнологіями у відповідних розділах хімії, фізики, біології, технології і трудовому навчанні або ввести окремо учбову дисципліну “Введення в нанотехнологію”

#### **Використана література:**

1. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru)
2. Балабанов В. И. Нанотехнологии – наука будущего, М. Эксмо, 2009. -256с.
3. Сігова В. І., Пчелинцев В. І., Будник А. Ф., Любич О.Й. Система технологій. Навчальний посібник. – Суми: РВВ СУМДУ, 2008.– 200 с.

#### **Сігова В. И., Крот Г. В. Нанотехнологии в строительстве и архитектуре.**

*В статье рассмотрены некоторые нанотехнологии, используемые в строительстве и архитектуре. Авторы представили варианты их реализации в учебном процессе профессионально-технических учебных заведений и старших классах общеобразовательных школ.*

**Ключевые слова:** нанотехнология, наночастицы, строительство, архитектура, нанобетон, антисептик, нанокраска.

#### **Сігова В. И., Крот Г. В. Nanotechnology in construction and architecture.**

*The article discusses some of nanotechnology which are used in construction and architecture. The authors present the options of their implementation in teaching vocational and technical schools and upper secondary schools.*

**Keywords:** Nanotechnology, nanoparticles, engineering, architecture, nanoconcrete, antiseptic, nanopaint.