

ПЕРСПЕКТИВНІ НАНОМАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Пропонується застосування перспективних нанобетону та наноматеріалів для використання на залізничному транспорті.

Предлагается использование перспективных нанобетона и наноматериалов для использования на железнодорожном транспорте.

The use of promising nanoconcrete and nanomaterials for needs of railway transport is offered.

Транспорт – одна з найважливіших галузей матеріального виробництва, яка забезпечує потреби народного господарства і населення в усіх видах перевезень. Більша частина національного вантажообігу припадає на залізничний транспорт. Також треба зауважити, що досягнення в області обчислювальної техніки та інформаційних технологій дозволять упроваджувати логістичні принципи в процесах перевезень вантажів залізничним транспортом, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності залізниць на ринку транспортних послуг. Але розвиток технологічного аспекту українських залізниць порівняно з іншими країнами ще не на достатньому рівні, що пов'язано з тим, що в нашій державі поки що приділяють мало уваги новітнім технологіям, зокрема нанотехнологіям.

Нанотехнологія – це галузь прикладної науки та техніки, яка займається вивченням властивостей та розробкою пристроїв, розміри яких близькі до нанометра (10^{-9} м) і яка оперує речовинами на рівні окремих атомів та молекул і створює нові речовини із запрограмованими властивостями. Об'єкти нанотехнології – подрібнені до нанорозмірів метали, нові сполучення вуглецю, вирощені у спеціальних умовах пластмаси. Нанотехнології знаходяться зараз на початковій стадії свого розвитку, це пов'язане з тим, що їх теоретичні основи поки що не розроблені, але проведені дослідження вже дають результати [1]. Зараз вже існують розробки, використання яких вже за короткий проміжок часу може дати залізничному транспорту доволі великий техніко-економічний та соціальний ефекти, підвищити рівень практично на всіх стадіях процесу перевезень. Розглянемо деякі розробки.

Насамперед, це розробка нанобетону, який являє собою класичний бетон, модифікований вуглецевими нанотрубками. При цьому треба

відмітити дві найважливіші технологічні особливості виготовлення нанобетонів. Перша полягає в тому, що в усіх нанобетонах в якості армуючого матеріалу використовують промислові відходи базальтової фібри, яка виготовляється з розплаву базальтових порід і подрібленої на спеціальному пелюстковому млині.

Друга – це та, що перед упакуванням подрібненої базальтової фібри в паперові мішки в її склад вводять їдкий натр 0,05...0,1 %, воду 0,3...0,5 % та фулероїдний матеріал, який отримав назву «Астрален». В залежності від того, який нанобетон треба виготовити, концентрація астралена змінюється від 0,0001 до 0,01 % від маси фібри (рис. 1).

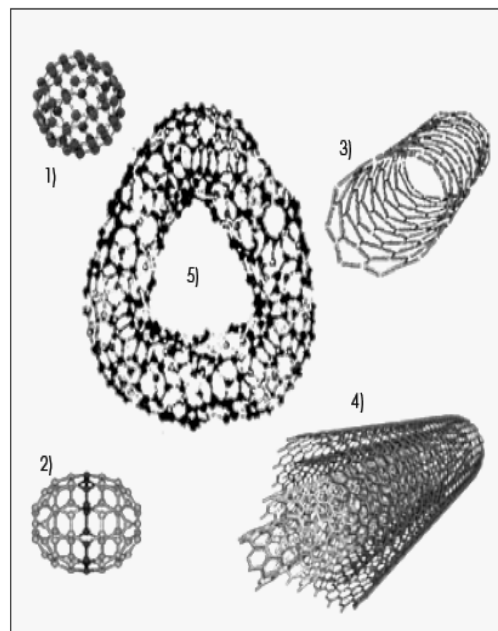


Рис. 1. Структури найбільш поширених фулероїдів: 1 – фулерен C-60; 2 – фулерен C-70; 3 – одностінна нанотрубка; 4 – багатостінна нанотрубка; 5 – багатослойна поліедральна наночастинка-астрален

Термін «нанобетон» поєднує в собі цілий клас спеціалізованих бетонів (табл. 1):

- легкі нанобетони для індивідуального будівництва;
- нанобетони середньої густини, які мають підвищений рівень механічної міцності та інші властивості, які роблять їх перспективними в будівництві залізничних мостів;
- нанобетони високої та надвисокої міцності для всіх несучих конструкцій.

Таблиця 1

Класифікація бетонів

Клас	Густина, т/м ³	Міцність на стиск, МПа	Додаткові характери- стики	Рівень ціни дол./м ³ (листопад 2007 р.)
Легкі нанобетони	0,4... 0,9	2,0..3,5	Стійкість до утво- рень трі- щин та вогне- стійкість до 800 °С	100
	1,0	30		450
Нанобетони середньої густини	1,5... 1,8	30	Стійкі до утворень тріщин	60
	2,3	50		65
	2,1	60		80
	2,1	90		130
Густі нанобе- тони	2,5	150	Куленеп- робив- ність та вогне- стійкість	700

Вже у найближчому майбутньому буде введено використання нанобетонів і на Укрзалізницю, яке дозволить значно покращити економічний ефект, оскільки при збільшенні споживчих характеристик нанобетонів у 4...6 разів їх вартість більша звичайних не більш, ніж на 10...20 % [2]. Зокрема, використання в транспортному будівництві бетонів, модифікованих вуглецевими нанотрубками, дає можливість покращити міцність та теплоізоляційні характеристики споруд на 15...30 %.

Використання при будівництві рухомого складу нових конструкційних матеріалів покращить швидкість руху потягів, підвищить безпеку руху. Виготовлення якісно нових рейок та колісних пар на основі нанодисперсного перліту з підвищеною міцністю з одночасним збереженням потрібної в'язкості продовжить термін служби верхньої будови колії. Використання в депо ремонтівідновлюючих порошків

дозволяє покращити характеристики вузлів тертя локомотивів та вагонів в два та більше разів, підвищити їх міжремонтний ресурс, а в деяких випадках – замінити капітальний ремонт планово-попереджувальною обробкою нанопорошками. Спеціальні технології підвищують зносостійкість металоріжучого інструменту в 5...7 разів. Нарешті, питання забезпечення біологічної безпеки, особливо актуальне для місць масової концентрації людей (пасажирські вагони, вокзали), можливо успішно вирішити, обробивши ці місця наночастками срібла, які володіють високими бактерицидними властивостями [3].

Що стосується нанопокриттів, то їх висока твердість та зносостійкість відкриває також широкі можливості для використання на залізницях. При нанесенні нанопокриттів значно покращуються термодинамічні характеристики двигунів. В бензинових та дизельних двигунах внутрішнього згоряння відбувається збільшення та вирівнювання компресії в усіх циліндрах, значно зменшується токсичність вихлопних газів, а також шум від роботи двигуна.

Високодисперсний нанопорошок надійно захищає від зносу машини, обладнання та двигуна. В ньому повністю відсутні компоненти і мінерали природного походження, а також органічні сполуки. Це дозволяє ефективно використовувати його для антифрикційних покриттів тертьових поверхонь любых кінематичних пар [4].

Треба зазначити, що склад та властивості зносостійких покриттів значною мірою залежать від технологій їх нанесення, які за видом осадження поділяються на фізичні та хімічні.

При фізичному осадженні матеріал покриття переходить з твердої в газову фазу в результаті випаровування під дією теплової енергії або в результаті розплаву за рахунок кінетичної енергії зіштовхування частинок матеріалу. Цей метод дозволяє селективно наносити покриття, чого не дозволяє хімічний метод.

Метод хімічного осадження практично не має меж по хімічному складу покриттів: усі частки можуть бути осаджені на поверхню матеріалу. Які покриття при цьому утворюються, залежить від комбінації матеріалів та параметрів процесу. Таким чином, завжди можливо підібрати установку, яка реалізує той метод отримання покриття, який є найбільш оптимальним для заданих умов використання і заданого матеріалу покриття.

Як відомо, тертя – це проблема кожної машини, бо деталі, які труться, мають тенденцію

знос з плином часу. Ось у такому випадку і слід використовувати такі нанопокриття, як, наприклад, бор-алюміній-магнієві керамічні шари (AlMgB₁₄) [5].

Ще однією розробкою, яка може знайти використання для ліквідації карстових пустот під полотном залізниці, є гель. Частки полімерного нанопорошку набухають під дією води і перетворюються на гель, який щільно прилягає до стінок, зупиняючи розростання порожнин. Заповнення карстових пустот, за думкою деяких спеціалістів, простіше, ефективніше та дешевше технологій, що сьогодні використовуються.

Висновок

Практичне використання на залізничному транспорті розробок наноматеріалів може дати значний ефект в галузі збільшення ресурсу техніки, енергозбереження та підвищення міцнісних характеристик матеріалів, що використовуються.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Зубко, А. П. Тематический обзор возможности внедрения высоких технологий на железнодорожном транспорте [Текст] / А. П. Зубко //

Заліз. трансп. України. – 2007. – № 5. – С. 16-17.

2. Пабрикеев, Л. Нанобетоны [Электрон. ресурс] / Л. Пабрикеев // Наноиндустрия. – 2008. – № 2. – Режим доступа: <http://www.nanoindustry.su/issue/2008/2>.
3. Гриднева, Е. Технология точности и чистоты [Электрон. ресурс] / Е. Гриднева // Наноиндустрия. – 2007. – № 1. – Режим доступа: <http://www.nanoindustry.su/issue/2007/1>.
4. Гульбин, В. Наноконпоненты покрытия для снижения трения [Электрон. ресурс] / В. Гульбин, В. Попов, И. Севастьянов // Промышленные нанотехнологии – 2007. – № 1. – Режим доступа: <http://www.nanoindustry.su/issue/2007/1>.
5. Кондратьев, Д. Применение нанотехнологий для создания композитных упругих элементов [Электрон. ресурс] / Д. Кондратьев, В. Жуковский, В. Гольдин // Наноматериалы. – 2007. – № 6. – Режим доступа: <http://www.nanotech.ru/journal/word/cont07-6.pdf>.

Висловлюємо вдячність за увагу до роботи та практичну допомогу КОЛЕСОВУ Святославу Миколайовичу.

Надійшла до редколегії 14.12.2008.