

УДК 539.2:541.1:620.1

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Болтянський О.В., к.т.н.,

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.*

Ключові технології і матеріали завжди відігравали велику роль в історії цивілізації, виконуючи не тільки вузько виробничі функції, але й соціальні. Досить згадати, як сильно відрізнялися кам'яний і бронзовий століття, століття пара і століття електрики, атомної енергії і комп'ютерів. На думку багатьох експертів, ХХІ ст. буде століттям нанонауки і нанотехнологій, які і визначать його обличчя. Вплив нанотехнологій на життя обіцяє мати загальний характер, змінити економіку і зворушити усі сторони побуту, роботи, соціальних відносин. За допомогою нанотехнологій ми зможемо економити час, отримувати більше благ за меншу ціну, постійно підвищувати рівень і якість життя [1-3].

Нанотехнології обіцяють цілий ряд вигод від широкомасштабного впровадження в масове виробництво автомобілів. Так буквально кожен вузол або компонент у конструкції автомобіля може бути значною мірою вдосконалено за допомогою нанотехнологій.

Одним з найбільш перспективних і багатообіцяючих напрямків застосування досягнень сучасної нанотехнології є область наноматеріалів і електронних пристроїв [4-6].

Вже існують і водовідштовхувальні покриття для матеріалів, що легко очищуються, засновані на використанні діоксиду кремнію.

У формі наночастинок це речовина набуває нових властивостей, зокрема, високу поверхневу енергію, що і дозволяє частинкам  $\text{SiO}_2$  при висиханні колоїдного розчину міцно приєднуватися до різних поверхонь, в першу чергу до родинному їм за складом скла, утворюючи, тим самим, суцільний шар нанорозмірних виступів.

Покриття з наночастинок кремнезему робить оброблену поверхню гідрофобною – на поверхні з плівкою з  $\text{SiO}_2$  крапля води торкається субстрату лише деякими точками, що у багато разів зменшує Ван-дер-ваальсові сили і дозволяє силам поверхневого натягу рідини стиснути краплю в кульку, яка легко скочується по нахиленому склу, несучи з собою бруд, що накопився [7-10].

В силу нанорозмірної товщини, такі покриття абсолютно невидимі, а завдяки біоінертності кремнезему – нешкідливі для людини і навколишнього середовища. Вони стійкі до ультрафіолету і

витримують температури до 400 °С, а дія водовідштовхувального ефекту триває протягом 4 місяців.

Кілька зарубіжних фірм вже випускають подібні покриття в промислових масштабах. На українському ринку їх продукцію представляє ексклюзивний дистриб'ютор – компанія Nanotechnology News Network.

Що стосується в прямому розумінні самоочисних поверхонь, то така технологія заснована на використанні діоксиду титану. Принцип дії матеріалу з таким покриттям полягає в наступному.

При попаданні ультрафіолетового випромінювання на нанопокриття з  $TiO_2$  відбувається фотокаталітична реакція. В ході цієї реакції випускаються негативно заряджені частинки – електрони, а на їх місці залишаються позитивно заряджені дірки. Завдяки появі комбінації плюсів і мінусів на поверхні, покритої каталізатором, що містяться в повітрі молекули води перетворюються в сильні окислювачі – радикали гідроксиду (НО), які в свою чергу окислюють і розщеплюють бруд, а також нейтралізують різні запахи і вбивають мікроорганізми.

Крім покриттів для скла також розроблені склади та випускаються з аналогічним дією для тканин, металу, пластику, кераміки – і всі вони мають потенціал для застосування в автомобільній промисловості.

З серійних моделей автомобілів гідрофобне покриття наноситься на бічні стекла Nissan Terrano II. Воно не створює повноцінний водовідштовхувальний ефект, але зменшує плями контакту поверхні з краплями води, завдяки чому під час дощу скло залишається цілком прозорим. Концерн BMW працює над створенням самоочисних покриттів на основі нанопорошків.

Компанія Mercedes-Benz з кінця 2003 року випускає моделі А, З, Е, S, CL, SL, SLK покритих новим поколінням прозорих лаків, виготовлених з використанням нанотехнології. До складу верхнього шару такого лакофарбового покриття вводять наноскопічні керамічні частинки. За твердженням творців, нове лакофарбове покриття захищає кузов від подряпин в три рази ефективніше, ніж звичайний лак.

За результатами випробувань виявилось, що покриті лаком нового типу машини зберігають блиск на 40% сильніше, ніж пофарбовані звичайною фарбою. Нове лакове покриття не тільки захищає кузов від механічних пошкоджень, але ще й повністю відповідає вимогам Mercedes щодо стійкості до впливу хімічних елементів, що знаходяться в повітрі.

В даний час з використанням нанотехнологічних підходів вже виробляються високоефективні антифрикційні і протизносні покриття для автотранспорту.

Великі перспективи є у поліпшенні електронних компонентів автомобіля за допомогою нанотехнологій. Так Мікроелектромеханічні

системи (MEMS) вже розширюють стандартну технологію мікроелектроніки, що дозволяє об'єднувати в одній мікросхемі елементи, що забезпечують як механічне переміщення фізичних частин, так і електронів в електричній схемі. Це дозволяє замість роздільного виробництва мікроактуаторів і сенсорів, робити їх у вигляді інтегрованого в мікросхему єдиного виробу. При цьому для їх виробництва використовується вже апробована традиційна технологія виробництва інтегральних мікросхем і напівпровідників.

Ідею рухомого кремнію (ще так називають MEMS) чудово ілюструють MEMS-акселерометри, які вже широко використовуються в якості сенсорів автомобільних подушок безпеки.

Оберткові акселерометри також використовуються для розширення можливостей антиблокувальних систем автомобіля (ABS). Крім того, в автомобілях MEMS знаходять застосування в датчиках поздовжніх і поперечних прискорень, датчиках крену і т. д. Визначаючи положення кузова, вони служать джерелом інформації для роботи різних електронних систем стабілізації та контролю курсової стійкості. Також MEMS представляють інтерес для створення датчиків тиску, температури.

У дорогих автомобілях кількість датчиків і сенсорів на основі MEMS-технології може становити до декількох десятків штук. Крім вимірювання прискорень і детектування переміщень, MEMS використовується в системах GPS-навігації.

Розвиток нанотехнологій обіцяє масове поширення нових конструкційних матеріалів з часом унікальними властивостями і характеристиками. Найбільший інтерес для інженерів і дослідників представляють вуглецеві матеріали, з яких в даний час найбільш вивченими, а також найбільш перспективними для цілей практичного застосування є вуглецеві нанотрубки (ВНТ).

Вони володіють самим широким набором унікальних властивостей, що роблять їх надзвичайно перспективними для використання в автомобілебудуванні. Балістичний характер електропровідності ВНТ (електрони рухаються, як би ковзаючи по поверхні, не зустрічаючи перешкод) дозволить створювати високоефективні електропровідні вузли різних машин і механізмів, у тому числі автомобілів.

Вуглецеві нанотрубки вже знаходять застосування в конструкції сучасних автомобілів. Наприклад, інженери компанії Toyota додають композиційний матеріал на основі ВНТ в пластикові бампери і дверні панелі своїх автомобілів. Крім підвищення міцності і зниження маси, пластик зі смолою з ВНТ стає електропровідним, і його можна покривати тими ж фарбами з електричним нанесенням, що і металеві деталі.

Електронні системи все більш тісно інтегруються в конструкцію автомобіля. Існує тенденція подальшого розширення використання електроніки в автомобілях з одночасним удосконаленням самої напівпровідникової техніки і появи наноелектроніки та молекулярної електроніки. Нанотранзистори, у тому числі з нанотрубками в конструкції будуть володіти рядом поліпшених характеристик і безперечних переваг порівняно з традиційними кремнієвими:

- підвищена швидкодія;
- термо – і радіаційна стійкість;
- мініатюрність;
- низьке енергоспоживання і, як наслідок – незначне тепловиділення при роботі.

Великий інтерес представляють нанотехнології для створення перспективних автомобілів на паливних елементах. З допомогою нанотрубок передбачається вирішити проблему надійного та безпечного зберігання водню на борту транспортного засобу, так як поряд з металами і рідинами вуглецеві нанотрубки можуть заповнюватися газоподібними речовинами і зв'язувати велику його кількість.

Зараз конструктори гібридних автомобілів вже стикаються з потребою в компактних, легких і високоемких акумуляторних батареях. Варто нагадати, що кислотні акумулятори, що стали традиційними, не годяться, в силу великої маси, громіздкості, екологічної «небездоганності». Із зростанням парку гібридів, а також з масовою появою водневих автомобілів на ТЕ потреба в автономних джерелах зберігання електричної енергії зросте ще більше. Нанотехнології пропонують ряд рішень даної проблеми.

В силу того, що більшість автомобілів майбутнього буде працювати на електричній тязі, набагато більший інтерес представлятиме використання фотоелементів в конструкції автомобіля. В цьому відношенні нанотехнологія дозволяє створювати довговічні, тонкі і гнучкі перетворювачі сонячного світла. Крім того, використання нанотехнологічних принципів дозволить отримувати сонячні панелі з ККД до 80–90%. Крім конструкції автомобіля, зміниться структура самої автомобільної промисловості. Так з появою автоматизованої молекулярної нанотехнології отримає розвиток нова тенденція – поділ функцій розробки/проектування автомобілів та їх виробництва з остаточним закріпленням пріоритету за першою з названих двох функцій. Власне, в майбутньому автомобільні концерни будуть розробляти конструкції тих чи інших моделей автомобілів для подальшого продажу права на їх виробництво методами поатомного складання стороннім організаціям. Тим самим не автомобіль буде товаром, а інформація про особливості його конструкції, що буде

повністю відповідати моделі нової економічної формації, де єдиним предметом обміну стане інформація.

### *Список літератури.*

1. Болтянська Н.І. Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування. *Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК»*. Київ. 2014. Вип.196, ч.1. С. 239–245.

2. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Аналіз основних тенденції розвитку світової та вітчизняної сільськогосподарської техніки для рослинництва. *Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК»*. Київ. 2011. Вип.166, ч.1. С. 255–261.

3. Boltyansky V., Boltyansky O., Boltyanska N. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol.16. No.2. 49–54.

4. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» НУБіП*. 2015. С. 54–55.

5. Болтянський О.В. Використання нанотехнологій при безрозбірному сервісі автотракторної техніки. *Праці ТДАТУ*. 2011. Вип.11. Т.2. С. 97–102.

6. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Аналіз основних тенденції розвитку світової та вітчизняної сільськогосподарської техніки для рослинництва. *Науковий вісник НУБіП України. Серія Техніка та енергетика АПК*. 2011. Вип.166, ч.1. С. 255–261.

7. Болтянська Н.І. Зміни техніко-експлуатаційних показників МЕЗ під впливом на них надійності. *Вісник ХНТУСГ*. 2009. Вип.89. С. 106–111.

8. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Аналіз шляхів підвищення ефективності використання машинотракторного парку. *Праці ТДАТУ*. 2014. Вип. 14. Т.4. С. 204–209

9. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Науковий вісник НУБіП. Серія Техніка та енергетика АПК*. 2015. Вип.212, ч.1. С. 275–283.

10. Болтянська Н.І. Підвищення довговічності вузлів тертя мобільної сільськогосподарської техніки застосуванням нанотехнологій. *Вісник ХНТУСГ*. 2012. Вип.128. С. 132–137.