

## ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО РЕГУЛЮВАННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ, ЗАСТОСУВАННІ ТА УТИЛІЗАЦІЇ НАНОЧАСТОК І НАНОМАТЕРІАЛІВ

*Г.М. Балан, професор, Н.Н.Бубало*

*Інститут екологієни і токсикології ім. Л.І.Медведя, м.Київ*

Останнє десятиліття ознаменувалося бурхливим розвитком досліджень в галузі наноматеріалів і нанотехнологій. Значно зросла кількість компаній та фірм, дослідних інститутів, що займаються вивченням і виробництвом нанопродуктів. У найближчі роки прогнозується створення до 20 млн. робочих місць у сфері виробництва, пов'язаного з нанотехнологіями. За такого швидкого зростання кількості працівників у nanoіндустрії особливої актуальності набуває проблема створення безпечних умов праці на виробництві та охорона здоров'я людей даного підприємства. На осіб, які займаються дослідженнями, розробками, виробництвом, пакуванням, навантаженням, транспортуванням, використанням та утилізацією наноматеріалів, найбільше справлятиме негативний вплив ця продукція, є ймовірність нанесення шкоди їхньому здоров'ю.

Відомо, що хімічні речовини в нанометровому діапазоні набувають принципово нових властивостей, зокрема унікальної механічної міцності, особливих спектральних, електричних, магнітних, хімічних, біологічних характеристик. У даний час основні напрямки застосування наночастинок — це створення високоміцних конструкційних матеріалів в мікроелектроніці та оптиці, енергетиці, хімічних технологіях, медицині та біології, охороні навколишнього середовища. Наноматеріали мають зовсім інші фізико-хімічні властивості, біологічну і токсичну дію, ніж речовини в звичайному фізико-хімічному стані, тому необхідно вивчати їхній потенційний ризик для здоров'я працюючих, населення і стану навколишнього середовища. Вже доведено, що більшість наночастинок представляють потенційний ризик для здоров'я робітників, що контактують з ними в процесі виробництва і застосування, а також для населення і довкілля. Наночастки володіють більш високою токсичністю, ніж звичайні мікрочастинки, здатні накопичуватися в органах і тканинах, викликаючи пролонгований оксидативний стрес, запалення, фіброз, а в окремих випадках — канцерогенний ефект. У зв'язку з

цим особливої актуальності набувають дослідження безпеки нанотехнологій та наноматеріалів з оцінкою можливої експозиції людини наночастинками на всіх стадіях їх життєвого циклу, включаючи виробництво, транспортування, зберігання, використання та утилізацію відходів. Пріоритетними завданнями є при цьому не тільки визначення ступеня токсичності нанопродуктів та оцінка віддалених наслідків їх впливу на здоров'я людини і навколишнє середовище, а й гігієнічне регламентування санітарно-гігієнічних показників виробничого середовища для встановлення ступеня безпеки виробництва і потенційної шкідливості для працюючого персоналу і стану екосистем.

В Україні дослідження з проблеми нанобезпеки знаходиться на стадії формування і розвитку. Основним принципом нанобезпеки має стати положення про те, що наноматеріали в усіх випадках відносяться до нових видів матеріалів та продукції, для яких обов'язкова характеристика потенційного ризику для здоров'я людини та стану довкілля середовища. Вважаємо, що для забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя працюючих і населення в умовах використання нанотехнологій і наноматеріалів необхідно створити державну програму з нанобезпеки, основними напрямками якої повинні стати:

- державне регулювання основ безпеки наноматеріалів для здоров'я працюючих, населення і стану навколишнього середовища; державна реєстрація підприємств, які використовують нанотехнології, і обов'язкова експертиза, реєстрація та маркування продукції, яка містить наноматеріали і яка не тільки випускається в країні, але й ввозиться з-за кордону;
- розробка стандартизованих методів виявлення, ідентифікації та кількісного визначення наноматеріалів в об'єктах виробничого та навколишнього середовища, харчових продуктах і біологічних середовищах;
- пріоритетна оцінка безпеки наноматеріалів, що використовуються в продуктах харчування, пакувальних матеріалах, при ство-

ренні лікарських, дезінфекційних засобів та вакцин, парфюмерно-косметичної продукції, засобів побутової хімії та захисту рослин, а також очищення питної води;

- розробка гігієнічних нормативів, що визначають безпечні рівні пріоритетних видів наноматеріалів і наночасток у повітрі робочої зони, населених пунктів та житлових приміщень, питній воді, продуктах харчування та об'єктах довкілля;
- регламентація процесів виробництва наноматеріалів, транспортування, використання та утилізації.

Як відомо, ГДК для наночастинок не визначені як в Україні, так і в інших країнах світу. Через це існують певні труднощі щодо моніторингу експозиції на робочому місці. У ряді країн запропоновано використання коефіцієнтів безпеки з метою розрахунку тимчасових гранично допустимих рівнів впливу наночастинок на працюючих залежно від характеристик вихідних речовин. У США використовується коефіцієнт 0,066 для розрахунку граничного рівня масової концентрації нерозчинних наноматеріалів. В якості умовного контрольного рівня пропонується використовувати концентрації в забруднених районах 20000 наночастинок / м<sup>3</sup>, для волокнистих наноматеріалів — 10000 волокон / м. Але враховуючи,

що на сьогоднішній день гігієнічні регламенти для нанотехнологій та наноматеріалів практично відсутні, вимоги до технології їхнього виробництва мають бути більш жорсткими. Основні підходи до регулювання нанобезпеки повинні включати:

- виявлення небезпечних етапів технологічного процесу і робочих місць;
- забезпечення герметизації технологічного процесу;
- використання витяжної вентиляції, водяної завіси;
- систематичне вологе прибирання приміщень;
- інструктаж і тренінг для персоналу;
- використання засобів індивідуального захисту (окуляри, респіратор, комбінезон та рукавички);
- профвідбір і динамічний контроль за станом здоров'я персоналу;
- санітарно-гігієнічний моніторинг повітря робочої зони.

Таким чином, для гарантування нанобезпеки пріоритетними завданнями на майбутнє для гігієністів і токсикологів є розробка критеріїв гігієнічного нормування безпечних умов виробництва, застосування, використання, зберігання, транспортування та утилізації наноматеріалів.

Надійшла до редакції 10.07.2012 р.