

ренні інновацій та виведенні інноваційної продукції на ринок. У багатьох країнах світу ефективність функціонування елементів національних інноваційних систем забезпечується за рахунок діяльності різноманітних державних і недержавних форм підтримки науки та інновацій, зокрема венчурних фондів. В Україні ж ліквідовано Державний інноваційний фонд, можливості Державного фонду фундаментальних досліджень зведено нанівець, а дієвих венчурних фондів практично не існує. І це також можна розглядати як серйозний фактор гальмування процесу формування посправжньому ефективної національної інноваційної системи.

Ю.І. КУНДІЄВ,
академік НАН України,
віце-президент Академії медичних наук України

Останнім часом у світі простежується справжній бум навколо нанотехнологій і наноматеріалів, на них витрачають величезні кошти, від їх широкого впровадження у виробництво та медицину очікують фантастичних результатів. Але науковці, розробники цих матеріалів і технологій, інколи нехтують досить простою істиною — у світі немає нічого ідеального. З діалектики природи добре відомо, що кожне відкриття має не тільки позитивні, а й негативні наслідки, які не завжди своєчасно передбачають.

Ризики для здоров'я та навколишнього середовища, пов'язані з впливом індустріальних наноматеріалів, уже доведені в багатьох провідних лабораторіях. Так, у Кембриджському університеті дослідили поведінку нанотрубок у клітинах людини. Було встановлено, що вони проникають крізь мембрану, накопичуються в цитоплазмі та ядрі і, зрештою, призводять до загибелі клі-

Тільки шляхом створення відповідних умов для фінансування наукових розробок бізнесом, шляхом зацікавлення бізнесменів брати на себе венчурні ризики можна досягти потрібного рівня фінансового забезпечення, а також ефективного використання коштів науково-технічних досліджень. Потрібно також враховувати, що темпи впровадження розробок у світі скоротилися до 1–2 років, тому ми також маємо обмежити цей термін у пріоритетних галузях максимум до 3–4 років.

Отже, не руйнуючи все позитивне, створене за останні роки, ми будемо реалізовувати поставлені урядом завдання з максимальною ефективністю і виваженістю.

Також вони здатні викликати мезотеліому плеври. Японські вчені в цьому році опублікували результати, які свідчать про те, що довгі й товсті карбонові нанотрубки зумовлюють більш значні пошкодження ДНК порівняно з короткими і тонкими. Карбонові трубки, а також діоксиди титану та діоксиди кремнію досить ретельно вивчені, їхня небезпека сумнівів не викликає.

Отримані дані дали поштовх для розвитку нових галузей науки — нанобезпеки та нанотоксикології. Тут величезний обсяг роботи. Справа в тому, що всі методичні підходи, раніше встановлені закономірності щодо механізмів дії звичайних матеріалів треба переглядати. Вони, здебільшого, не можуть застосовуватися до наноматеріалів. На відміну від існуючих уявлень, токсична дія наночастинок зумовлена розміром, великою площею питомої поверхні, каталітичною активністю та ін.

У нашій лабораторії було доведено, що біологічна активність ультрадисперсних частинок суттєво варіює в залежності від їхнього розміру. Так, частинки кремнію діоксиду з аеродинамічним діаметром 6–7 нм зумовили більш виражені патологічні зміни в організмі тварин, ніж частинки цієї ж речовини з діаметром 54–55 нм. Наші дані певною мірою співпадають з результатами досліджень німецьких учених, які на прикладі того ж кремнію діоксиду показали, що наночастинки за кілька хвилин можуть проникати в цитоплазму клітини, а щоб дістатися ядра, їм потрібно близько двох годин. Накопичуючись у ньому, наночастинки призводять до утворення білкових агрегатів, і клітина перестає функціонувати. Треба згадати, що утворення внутрішньоклітинних білкових агрегатів у нервових клітинах є типовим для таких нервових захворювань, як хорея Хентінгтона, паркінсонізм та інших нейродегенеративних хвороб. Досить несподіваним виявився механізм надходження наночастинок до головного мозку — це транслокація через нюховий нерв (*Nervus olfactorius*). Саме такий принцип доведено щодо марганцевого паркінсонізму.

У нашому інституті отримано результати, які мають надзвичайно важливе практичне значення. Так, до останнього часу вважалося, що попри наявність у твердій складовій зварювального аерозолю частинок менших від 100 нм, у зоні дихання зварювальника є лише аерозолі інтеграції або агломерації, тому розмір частинок досить великий. Зараз доведено, що там знаходяться і наночастинки металів. Це дає підстави з нових позицій трактувати патологічні зміни в організмі працівників, які контактують з ультрадисперсними аерозолями, зокрема запальні процеси у стінках судин. Тепер стає зрозумілою етіологія васкулітів у електрозварювальників молодого віку, описаних у дослідженнях Д.Д. Зербіно.

Отримані результати також означають, що ми повинні докорінно змінити систему індивідуального захисту робітників. З'ясовано, що майже всі фільтраційні матеріали, які використовуються для виготовлення респіраторів, інших засобів індивідуального захисту органів дихання, неспроможні затримувати наночастинки.

Отримано дані, які свідчать про те, що після закінчення зварювання в повітрі виробничих приміщень досить тривалий час (більше місяця) знаходяться аерозолі металів у нанорозмірних величинах. Звідси випливає потреба враховувати ці факти при проектуванні вентиляційних систем цехів.

Оскільки токсичність наночастинок не можна порівнювати з їхніми аналогами в макродисперсній фазі, тому що вона зумовлена не тільки хімічним складом, а й такими особливостями, як розмір, маса, поверхня, форма та ін., постає питання про принципово новий підхід до встановлення безпечних рівнів впливу. Насамперед, треба відповісти на досить складне питання: чи існує поріг токсичної дії для наночастинок? Якщо буде доведено, що його не існує, то гігієнічне нормування треба буде здійснювати за принципом прийнятного ризику, як для радіонуклідів.

Ми усвідомлюємо, що розвиток нанотехнологій сприяє прогресу науки і техніки, тому медико-біологічні дослідження з нанобезпеки потрібно проводити своєчасно, у повному обсязі. А для цього важливо об'єднати зусилля токсикологів, гігієністів та матеріалознавців. Саме це ми маємо намір здійснити в рамках українсько-російської програми в галузі нанотехнологій. Передбачено розроблення експрес-методів визначення наявності та концентрацій наночастинок у повітрі виробничих приміщень, апробація цих методів на електрозварювальному та азбоцементному виробництвах.