

Петрук В.Г., Кватернюк С.М., Васильківський І.В., Ковтонюк А. В. (Україна, Вінниця)

## ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРИ ЗАБРУДНЕННІ АТМОСФЕРИ ОКСИДАМИ АЗОТУ

Екологічна безпека є важливою складовою національної безпеки кожної держави. Відповідно до Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища”, екологічна безпека – це такий стан навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей. З поняттям екологічної безпеки пов'язане поняття екологічного ризику. Частіше розглядається техногенний аспект екологічного ризику ймовірність виникнення техногенних аварій, що здатні завдати істотної шкоди навколишньому середовищу або здоров'ю людей [1, 2].

У даній роботі здійснено оцінювання екологічних ризиків при забрудненні атмосфери оксидами азоту за результатами вимірювань забруднення атмосфери України.

Участь шкідливих речовин, які потрапили в навколишнє середовище, різна: одні вступають у хімічні реакції (при цьому можуть утворюватися небезпечні сполуки), інші зазнають трансформації або мігрують у водних потоках, ґрунті, атмосфері, акумулюються в коренях, листках, плодах і стеблах рослин, донних відкладах тощо. Безпосередньо в людський організм шкідливі речовини потрапляють в основному трьома шляхами: інгаляційно (через легені з повітрям), перорально (через рот та органи травлення — з питною водою, продуктами харчування), шкіро-резорбтивно (через поверхню шкіри — під час купання, приймання душу тощо).

Несприятливі зміни здоров'я людей, спричинені повсякденним або професійним контактом із токсичними речовинами, в загальному випадку мають імовірнісний характер. Це зумовлено значними варіаціями у фізичному стані людей, а також неможливістю точно контролювати такі визначальні для ризику параметри, як доза, тривалість контакту, специфіка надходження шкідливої речовини в організм і т.д. Для характеристики негативних змін у здоров'ї населення вживають термін “захворюваність”. Захворюваність – це статистичний показник, що визначається як відношення кількості осіб, які захворіли від певної причини, до середньої чисельності населення на території спостереження за період, якого стосується розрахунок цього показника.

В атмосферу викидається в основному діоксид азоту  $\text{NO}_2$  – безбарвний без запаху отруйний газ, який подразливо діє на органи дихання. Особливо небезпечні оксиди азоту в містах, де вони взаємодіють з вуглеводнями вихлопних газів і утворюють фотохімічний туман – смог. Отруєне оксидами азоту повітря починає діяти з легкого кашлю. При підвищенні концентрації  $\text{NO}_x$ , виникає сильний кашель, блювота, іноді головний біль. При контакті з вологою поверхнею слизової оболонки оксиди азоту утворюють кислоти  $\text{HNO}_3$  і  $\text{HNO}_2$ , які призводять до набряку легенів. У цьому випадку альвеоли і кровоносні капіляри стають настільки проникними, що пропускають сироватку крові в порожнину легень. Забруднення навколишнього середовища канцерогенними речовинами призводить до виникнення пухлин у різних класів живих організмів, включаючи людину, що відбувається на фоні зниження протипухлинної резистентності. Оксиди азоту належать до основних забруднювачів повітря з високим нітрозуючим потенціалом.

Оксид азоту  $\text{NO}$  і діоксид азоту  $\text{N}_2\text{O}$  у атмосфері зустрічаються разом, тому найчастіше оцінюють їхній спільний вплив на організм людини. Під час згоряння палива на автомобілях й у теплових електростанціях приблизно 90% оксидів азоту утворюється у вигляді монооксиду азоту. Решта 10% діоксид азоту. Проте під час хімічних реакцій значної частини  $\text{NO}$  перетворюється на  $\text{N}_2\text{O}$  – значно більше небезпечне поєднання. Монооксид азоту  $\text{NO}$  – це безбарвний газ. При вдиханні  $\text{NO}$ , як і  $\text{CO}$ , він пов'язується із гемоглобіном. У такому разі утворюється нестійке нітросполучення, яке швидко перетворюється на метгемоглобін, у свою чергу,  $\text{Fe}^{2+}$  перетворюється на  $\text{Fe}^{3+}$ . Іон  $\text{Fe}^{3+}$  неспроможний під час дихання з'єднуватися із  $\text{O}_2$ , отже і дихання уповільнюється. Концентрація метгемоглобіну у крові 60 – 70% вважається летальною.

$\text{NO}$  з часом перетворюється на  $\text{NO}_2$  – бурий, з характерним неприємним запахом газ, який називають «лисячий хвіст». Діоксид азоту сильно подразнює слизові оболонки дихальних шляхів. Вдихання отруйних парів діоксиду азоту може призвести для серйозного отруєння. Діоксид азоту викликає сенсорні, функціональні і патологічні ефекти. Розглянемо окремі. До сенсорним ефектів можна віднести нюхові і зорові реакції організму на вплив  $\text{NO}_2$ . Навіть при малих концентраціях всього  $0,23 \text{ мг/м}^3$ , людина відчуває присутність цього газу. Ця концентрація є порогом виявлення діоксиду азоту. Проте здатність організму виявляти  $\text{NO}_2$  пропадає після 10 хвилин вдихання, та заодно відчувається почуття сухості і подразнення в горлі. Хоча ці ознаки зникають при тривалому впливі газу концентрації, в 15 разів перевищує поріг виявлення. Отже,  $\text{NO}_2$  послаблює нюх. Але діоксид азоту впливає як на нюх, а й послаблює зір – здатність очі адаптуватися до темряви. Цей ефект ж спостерігається при концентрації  $0,14 \text{ мг/м}^3$ , що, відповідно, нижчі від межі виявлення. Функціональним ефектом, викликаним діоксидом азоту, є підвищений опір дихальних шляхів. Інакше кажучи,  $\text{NO}_2$  викликає збільшення зусиль, витрачених на подих. Ця реакція спостерігалася при концентрації  $\text{NO}_2$  всього  $0,056 \text{ мг/м}^3$ , що у в чотири рази нижчі від межі виявлення. А хронічні захворювання легень відчувають утрудненість дихання вже при концентрації  $0,038 \text{ мг/м}^3$ .

Патологічні ефекти виявляється у тому, що  $\text{NO}_2$  робить людину більш сприйнятливою до патогенних змін, що викликають хвороби дихальних шляхів. Люди, які піддалися впливу високих концентрацій діоксиду азоту, частіше хворіють на катар верхніх дихальних шляхів, бронхіти, запалення легень. З іншого боку, діоксид азоту сам собою дає підстави для захворювань дихальних шляхів. Тривалий вплив оксидів азоту викликає

розширення клітин на корінцях бронхів (тонких розгалуженнях повітряних шляхів альвеол), погіршення опірності легень до згубної дії бактерій, і навіть розширення альвеол.

Постійне надходження в організм надмірних концентрацій оксидів азоту та його ендogenous утворення в організмі в нормі і при деяких патологічних процесах може спричинити виникнення нітрозативного стресу. На клітинному рівні, нітрозативний стрес може бути пов'язаний з регуляцією росту клітин та інгібуванням апоптозу і, таким чином, бути задіяним в патогенезі як онкологічних, так і багатьох інших захворювань людини. Внаслідок цього виникають нітросаміни, що мають у своїй будові нітрозогрупи, з'єднану з атомом азоту. Вони утворюються в результаті взаємодії нітритів з вторинними і третинними амінами. Нітросаміни можуть утворюватися в шлунку з неканцерогенних попередників, що містяться в харчових продуктах, – нітратів і нітриту з одного боку і амінів – з іншого боку. Нітрати і нітрити надходять в організм людини з рослин. Аміни утворюються в процесі спиртового бродіння. При високій разовій дозі нітросамінів в крові легко утворюють метгемоглобін – речовина, яка порушує транспорт кисню еритроцитами. Тому, накопичення метгемоглобіну приводить організм до кисневого голодування [3].

Проведемо оцінювання екологічних ризиків при забрудненні атмосфери оксидами азоту. Для розрахунку екологічного ризику забруднення атмосферного повітря оксидами азоту використовуємо формулу

$$R_1 = \frac{n}{N}, \quad (1)$$

де  $n$  – кількість днів, коли гранично допустима концентрація перевищувала норму;  $N$  – загальна кількість днів спостережень.

Для розрахунку ризику виникнення онкологічних захворювань ми використовували дані по кількості населення за областями та за кількість онкологічних захворювань в цих областях. Ці дані були взяті із статистичного щорічника України.

$$R_2 = \frac{k}{K}, \quad (2)$$

де  $k$  – кількість людей які хворіють на онкологічні захворювання;  $K$  – загальна кількість людей.

На основі розрахунків екологічних ризиків забруднення атмосфери оксидами азоту та ризиків виникнення онкологічних захворювань побудовано кореляційну залежність між двома ризиками (рис.1).

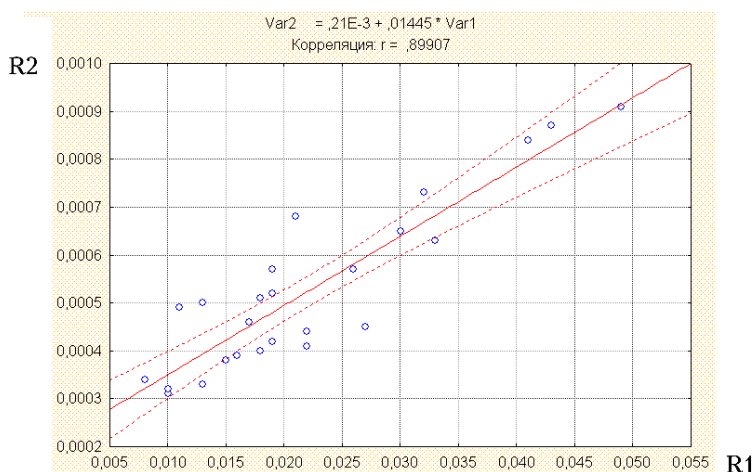


Рис. 1. Взаємозв'язок екологічних ризиків забруднення атмосфери оксидами азоту і ризиками онкозахворювань

### Висновки

Підтверджено взаємозв'язок екологічних ризиків забруднення атмосфери оксидами азоту, обчислених, як апостеріорна ймовірність перевищення ГДК та ризиками онкозахворювань. Розрахунки показують, що при зростанні екологічних ризиків забруднення атмосфери оксидами азоту від 0,01 до 0,05 (тобто перевищення ГДК оксидами азоту збільшується від 4 до 18 днів на рік) ризики онкозахворювань зростають від 0,00034 до 0,0009 (тобто від 34 до 90 чоловік на 100000) лише за рахунок впливу оксидів азоту.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Балюк Г.І. Юридична природа екологічної безпеки // Екологічне право України. Академічний курс: Підручник/ За заг. ред. Ю.С. Шемчушенка. – К.: ТОВ “Видавництво “Юридична думка”, 2005. – 848 с.
2. Фролов М. Екологічний ризик у регулятивних правовідносинах екологічної безпеки // Право України. – 2000. – № 9. – С. 94–98.
3. Вплив забруднення атмосфери оксидами азоту на репарацію ДНК ферментом Об-Метилгуанін-ДНК Метилтрансферази / Михайленко В.М. // I-й Всеукраїнський з'їзд екологів: міжнар. наук.-техн. конф.: тези допов. – С. 260.