
УДК 504.3.054

А. В. Гриценко, д-р геогр. наук, **Т. Ф. Жуковський**, канд. техн. наук,

В. І. Юхно, **О. Л. Проценко**

(УкрНДІЕП),

В. Є. Мошковський, **О. В. Демецька**, **В. О. Мовчан**

(ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ)

ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАХОРОНЕННІ ВІДХОДІВ АЗБЕСТОЦЕМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ПРИ СТАРІННІ АЗБЕСТОЦЕМЕНТНИХ ВИРОБІВ (ШИФЕРУ)

У статті наведено огляд чинних нормативно-правових актів України щодо контролю вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Відображено умови проведення інструментальних вимірювань при старінні азбестоцементних виробів (шиферу) та при захороненні відходів азбестоцементного виробництва в теплий та холодний періоди року; наведено перелік засобів вимірювальної техніки та допоміжного обладнання. На підставі результатів вимірювань проведено санітарно-гігієнічні дослідження відібраних проб (фільтрів) та визначено в них зліченні концентрації хризотилового азбесту. Виконано оцінку потенційного ризику для здоров'я населення від забруднення навколишнього середовища хризотилевим азбестом.

Ключові слова: забруднення, атмосферне повітря, житлова забудова, хризотилевий азбест, ризик, здоров'я, населення.

Азбест — один з найважливіших видів неметалевої мінеральної сировини, який використовується в Україні у процесі виробництва азбестоцементних, азбестотехнічних та ізоляційних матеріалів. Це узагальнене найменування, яким позначають шість волокнистих природних силікатних мінералів серпентинової (хризотил) та амфіболової (актиноліт, амозит, антофіліт, крокидоліт і тремоліт) груп, які складаються з гідросилікатів магнію, кальцію, заліза та інших елементів, здатних ділитися на тонкі міцні волокна [1].

Азбест відноситься до I класу небезпеки. Він чинить канцерогенний вплив на організм людини. У неконтрольованих умовах вплив волокон азбесту може збільшувати ризик розвитку бронхолегеневих захворювань. Вкрай важливо встановити різновид азбесту, пил якого присутній в атмосферному повітрі, та визначити його кількість.

Такі дослідження необхідні для впровадження заходів з метою зменшення ризику для здоров'я населення.

В Україні відсутні видобуток і збагачення азбесту. Основними споживачами азбесту в нашій державі є азбестоцементна та азбестотехнічна галузі. Підприємства, які використовують азбест, імпортують його в кількості 85-100 тис. тонн на рік.

Необхідно підкреслити, що Україна використовує лише хризотилевий азбест — гідросилікат магнію ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), основними складовими якого є діоксид кремнію та оксид магнію (до 45% і 42% відповідно). Інші компоненти представлені в слідових кількостях або їх вміст не перевищує 1-2%.

Відходи, які утворюються внаслідок використання матеріалів та виробів, що містять хризотил, піддаються переробці шляхом включення до технологічного процесу. У випадку неможливості або недоцільності використання чи переробки відходів, що містять хризотил, з ними поводяться з урахуванням вимог Державних санітарних правил та норм «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення» ДСанПіН 2.2.7.029-99, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.07.1999 р. № 29 [2].

Відповідно до Державних санітарних норм та правил «Про безпеку і захист працівників від шкідливого впливу азбесту і азбестовмісних матеріалів» ДСанПіН 3.5-179-2012, затверджених наказом МОЗ України від 01.10.2012 р. № 762, до хризотилвмісних відходів можна віднести азбоцементний пил, відходи азбоцементу кускової форми, азбестовий пил і волокно, відходи азбесту в кусковій формі, відходи азбестового паперу, відходи азбестової крихти, азбестовий шлам, не забруднений небезпечними речовинами, гумоазбестові відходи (пароніт та вироби з нього), інші відходи підприємств, установ, організацій, які використовують та застосовують хризотил і хризотилвмісні матеріали [3].

Представники ряду міжнародних громадських організацій в якості одного з аргументів для заборони використання хризотилового азбесту висловлюють думку про те, що емісія волокон хризотилу на полігонах для захоронення відходів може негативно впливати на стан навколишнього середовища і становити небезпеку для здоров'я

населення. Зокрема, азбестоцементні виробництва, як будь-які технічні об'єкти, здійснюють значний вплив на навколишнє середовище. Розвиток азбестоцементної промисловості зумовлює збільшення споживання води та зростання обсягу азбестовмісних відходів. Великі обсяги таких відходів, які накопичуються в процесі виробництва, свідчать про недовершеність технологічної схеми і призводять до порушення екологічної рівноваги, забруднення довкілля.

Метою цієї роботи є вимірювання зліченної концентрації волокон азбесту в атмосферному повітрі при старінні азбестоцементних виробів (шиферу) та при захороненні відходів азбестоцементного виробництва в теплий та холодний періоди року, а також оцінка потенційного ризику для здоров'я населення від забруднення навколишнього середовища хризотилівим азбестом.

В Україні існує гігієнічний норматив щодо вмісту волокон азбесту в повітрі населених місць — $0,06 \text{ вол/см}^3$. Дослідження вмісту волокон азбесту в повітрі робочої зони та в атмосферному повітрі виконує міжвідомча випробувальна лабораторія, яка є структурним підрозділом Державної установи «Інститут медицини праці НАМН України». Крім вимірювань концентрації волокон азбесту в робочій зоні та атмосферному повітрі, напрямком наукових досліджень лабораторії є санітарно-гігієнічні дослідження з метою атестації робочих місць. Лабораторія атестована в МОЗ України на право проведення досліджень з атестації робочих місць. Фахівцями лабораторії розроблена «Методика виконання вимірювань зліченної концентрації волокон азбесту у повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методом оптичної мікроскопії», яка затверджена в ДП «Укрметртест-стандарт» [4]. Ця методика була використана в даній роботі для вимірювання концентрації волокон азбесту в атмосферному повітрі.

Для відбору проб використовували мембранні багат шарові фільтри фірми «Millipore» діаметром 25 мм и розміром пор 0,8 мкм, виготовлені з ефірів целюлози. Перед використанням з кожної партії (25 шт.) відбирали один фільтр для контролю його можливо-го забруднення. Забруднення мало не перевищувати трьох волокон на 100 полів відліку, в іншому випадку вся партія фільтрів вважалася непридатною для відбору проб досліджуваного повітря. Фільтри вставляли у спеціальні патрони, які поміщали на опорні мембрани,

що використовувалися для підтримки фільтрів і для забезпечення рівномірного пропускання повітря крізь їх поверхню.

Транспортування фільтрів з відібраними пробами здійснювали в закритих кришкою та заглушкою патронах, які поміщали в поліетиленові пакети. Патрони відкривали безпосередньо перед підготовкою фільтрів з пробою до просвітлення.

Для гігієнічної оцінки стану навколишнього середовища при захороненні відходів азбестоцементного виробництва у 2013 році було проведено відбір проб атмосферного повітря на полігоні азбестоцементних відходів ТОВ «Краматорський шифер» у теплий (вище +10 °С) та холодний (нижче +10 °С) періоди року.

Для гігієнічної оцінки стану навколишнього середовища при старінні азбестоцементних виробів (шиферу) в травні-червні 2014 року співробітниками НДУ «УКРНДІЕП» був здійснений відбір проб атмосферного повітря в приватному секторі Фрунзенського району м. Харкова, в якому дахи та огорожі вироблені, як правило, з шиферу або з азбестоцементних матеріалів.

На наступному етапі досліджень випробувальна лабораторія ДУ «Інститут медицини праці НАМН України» проводила визначення зліченної концентрації волокон азбесту (рис. 1). Встановлено, що значення зліченної концентрації волокон азбесту в пробах, відібраних на полігоні для складування промислових азбестоцементних відходів ТОВ «Краматорський шифер» в холодний період року, коливалися в межах 0,04-0,048 вол/см³. Значення зліченної концентрації волокон азбесту в пробах, відібраних у теплий період року, коливалися в межах 0,01-0,087 вол/см³. Значення зліченної концентрації волокон азбесту в пробах атмосферного повітря, відібраних у приватному секторі Фрунзенського району м. Харкова, коливалися в межах 0,001-0,007 вол/см³.

Як показано на рис. 1, концентрація волокон азбесту в атмосферному повітрі у приватному секторі Фрунзенського району м. Харкова, яку зумовлює старіння азбестоцементних виробів, не перевищує гігієнічного нормативу. В атмосферному повітрі на місцях захоронення відходів азбестоцементного виробництва вміст волокон азбесту на порядок вищий, ніж у повітрі житлової забудови, де масово використовується шифер. На полігоні у двох точках проведення

вимірювань зафіксовано перевищення гігієнічного нормативу вмісту волокон азбесту в повітрі.

Отримані результати вимірювань були використані для оцінки потенційного ризику для здоров'я населення від забруднення навколишнього середовища хризотилізовим азбестом.

Для встановлення зв'язку між станом навколишнього природного середовища і здоров'ям населення в певному регіоні або місті одним із найбільш ефективних сучасних підходів є методологія оцінки ризику.

Ризик для здоров'я населення — це ймовірність розвитку загрози життю або здоров'ю людини і її майбутніх поколінь, що обумовлена дією чинників навколишнього середовища [5].

У багатьох країнах світу законодавчо закріплене використання методології оцінки ризику для здоров'я населення для цілей соціально-гігієнічного моніторингу, екологічної і гігієнічної експертизи, екологічного аудиту, визначення зон екологічного лиха та надзвичайної екологічної ситуації, державного екологічного контролю, обґрунтування планів дій з охорони навколишнього середовища і здо-



Рис. 1. Результати визначення концентрації волокон азбесту в атмосферному повітрі.

ров'я населення. Результати оцінки ризику дозволяють визначити доцільність, пріоритетність і ефективність природоохоронних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на зниження несприятливого впливу середовища на здоров'я населення.

Методологія оцінки ризику — це вибір оптимальних у даній конкретній ситуації шляхів усунення або зменшення ризику, що складається з трьох взаємопов'язаних елементів: оцінка ризику, управління ризиком, інформування про ризик. Саме їх сукупність дозволяє не лише виявити існуючі проблеми, розробити шляхи їх вирішення, а й створити умови для практичної реалізації цих рішень.

Визначення факторів ризику, кількісна характеристика залежностей шкідливих ефектів від рівнів впливу конкретних факторів дозволяють оцінити реальну загрозу здоров'ю населення, яке проживає на певних територіях, і дає об'єктивні підстави для впровадження профілактичних заходів.

Оцінка ризику для здоров'я людини — це кількісна та/або якісна характеристика шкідливих ефектів, здатних розвинути в результаті впливу факторів навколишнього середовища на конкретну групу людей за специфічних умов експозиції. Визначення ризику для здоров'я людини складається з таких етапів: ідентифікація небезпек, оцінка залежності «доза — відповідь», оцінка експозиції, характеристика ризику для здоров'я людини.

Сучасна методологія оцінки ризиків для здоров'я та управління ними у разі впровадження її у практику державного санітарно-епідеміологічного нагляду дозволить вирішувати як традиційні, так і нові задачі профілактичної медицини з урахуванням комплексу соціально-економічних та екологічних проблем.

Оцінка ризику для здоров'я населення здійснювалася за розрахунками ризику розвитку канцерогенних ефектів для однієї речовини — хризотилового азбесту; шлях надходження — інгаляція; об'єкт навколишнього середовища — атмосферне повітря.

Відповідно до Методичних рекомендацій з оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря МР 2.2.12-142-2007 [6], розрахунок індивідуального канцерогенного ризику здійснювався за умови використання даних щодо величини експозиції та значень факторів канцерогенного потенціалу.

Індивідуальний канцерогенний ризик (ICR) оцінювався з урахуванням інгаляційної середньодобової дози протягом життя (LADD) за формулою [6, 7]:

$$\text{ICR} = \text{LADD} \times \text{SF}_i, \quad (1)$$

де LADD — інгаляційна середньодобова доза протягом життя, мг/(кг-доба); SF_i — фактор канцерогенного потенціалу, (мг/кг-доба)⁻¹.

Оцінка канцерогенного ризику здійснювалася згідно з Додатком 1 до пункту 4.4.2.2 [6]. Середньодобова доза (ADD/LADD) за інгаляційного впливу речовин з атмосферного повітря розраховувалася за формулою:

$$\text{ADD/LADD} = [(C_a \times T_{\text{out}} \times V_{\text{out}}) + (C_h \times T_{\text{in}} \times V_{\text{in}})] \times \text{EF} \times \text{ED} / (\text{BW} \times \text{AT} \times 365), \quad (2)$$

де ADD/LADD — середньодобова доза речовини, мг/кг-доба; C_a — концентрація речовини в атмосферному повітрі, мг/м³; C_h — концентрація речовини у повітрі приміщення, мг/м³; T_{out} — час, що проводиться поза приміщенням, год./доба ($T_{\text{out}} = 8$); T_{in} — час, що проводиться у приміщенні, год./доба ($T_{\text{in}} = 16$); V_{out} — швидкість дихання поза приміщенням, м³/год. ($V_{\text{out}} = 1,4$); V_{in} — швидкість дихання у приміщенні, м³/год. ($V_{\text{in}} = 0,63$); EF — частота впливу, днів/рік (EF = 350); ED — тривалість впливу, років (ED = 30); BW — маса тіла, кг (BW = 70); AT — період осереднення експозиції, років (AT = 70).

Оскільки концентрація речовини у повітрі приміщення не визначалася, тому формула розрахунку середньодобової дози (ADD/LADD) набуває вигляду:

$$\text{ADD/LADD} = [C_a \times T_{\text{out}} \times V_{\text{out}}] \times \text{EF} \times \text{ED} / (\text{BW} \times \text{AT} \times 365). \quad (3)$$

Для оцінки рівнів прийняттого ризику для здоров'я населення, обумовленого забрудненням атмосферного повітря, була використана міжнародна класифікація ВООЗ, яка базується на системі критеріїв прийнятності для канцерогенних речовин.

Результати розрахунків канцерогенного ризику для здоров'я населення від впливу хризотилового азбесту при старінні азбестоцементних виробів та при захороненні відходів азбестоцементного виробництва представлені на рис. 2.

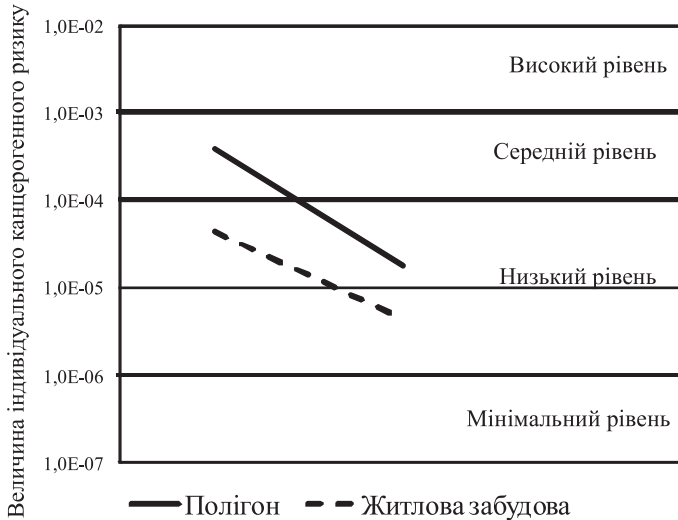


Рис. 2. Результати розрахунків канцерогенного ризику для здоров'я населення від впливу хризотилового азбесту.

Як показано на рис. 2, рівень канцерогенного ризику при старінні азбестоцементних виробів нижчий, ніж при захороненні відходів азбестоцементного виробництва. Рівень індивідуального канцерогенного ризику, який зумовлений старінням азбестоцементних виробів у житловій забудові приватного сектору, характеризується як низький — прийнятний (допустимий) ризик. Саме на цьому рівні встановлено більшість зарубіжних та рекомендованих міжнародними організаціями гігієнічних нормативів для населення в цілому.

Рівень індивідуального канцерогенного ризику в місцях захоронення відходів азбестоцементного виробництва (полігон азбестоцементних відходів ТОВ «Краматорський шифер») характеризується як низький та середній.

Висновки

Здійснено відбір проб атмосферного повітря при захороненні відходів азбестоцементного виробництва (на полігоні азбестоцементних відходів ТОВ «Краматорський шифер») та при старінні азбестоцементних виробів (приватний сектор Фрунзенського району м. Хар-

ків). Визначено зліченні концентрації волокон азбесту у відібраних пробах.

Встановлено, що при захороненні відходів азбестоцементного виробництва вміст волокон азбесту в повітрі на полігоні на порядок вищий, ніж при старінні азбестоцементних виробів.

На основі визначених концентрацій хризотилового азбесту розраховано індивідуальний канцерогенний ризик для здоров'я населення. Встановлено, що рівень індивідуального канцерогенного ризику впливу хризотилового азбесту класифікується як середній та низький (припустимий) ризик.

1. Virta R. L. Asbestos: Geology, mineralogy, mining, and uses / R. L. Virta // US Geological Survey Circular, 1255-KK, 2002. — 28 p.
2. ДСанПіН 2.2.7.029-99. Гігієнічні вимоги щодо поведінки з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення. — К.: Держстандарт України, 1999. — 114 с.
3. ДСанПіН 3.5-179-2012. Про безпеку і захист працівників від шкідливого впливу азбесту і азбестовмісних матеріалів. — К.: Держстандарт України, 2012.
4. Методика виконання вимірювань зліченної концентрації волокон азбесту у повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методом оптичної мікроскопії // ДУ «Інститут медицини праці НАМН України». — К.: ДУ «Ін-т медицини праці НАМН України», 2010. — 23 с.
5. Киселев А. Ф. Оценка риска здоровью / А. Ф. Киселев, К. Б. Фридман. — СПб.: Питер, 1997. — 100 с.
6. МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря : методичні рекомендації : затв. наказом МОЗ № 184 від 13.04.2007 р. — К., 2007. — 28 с.
7. ДБН А.2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд : зміна № 1. — Х.: Мінрегіонбуд України, 2010. — 13 с.

Гриценко А. В., Жуковский Т. Ф., Южно В. И., Проценко А. Л., Мошковский В. Е., Демецкая А. В., Мовчан В. А. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ЗАХОРОНЕНИИ ОТХОДОВ АСБЕСТОЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПРИ СТАРЕНИИ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ (ШИФЕР)

В статье приведен обзор действующих нормативно-правовых актов Украины по контролю содержания загрязняющих веществ в атмосферном

воздухе. Отражены условия проведения инструментальных измерений при старении асбестоцементных изделий (шифера) и при захоронении отходов асбестоцементного производства в теплый и холодный периоды года; приведен перечень средств измерительной техники и вспомогательного оборудования. На основании результатов измерений проведены санитарно-гигиенические исследования отобранных проб (фильтров) и определены в них счетные концентрации хризотилового асбеста. Проведена оценка потенциального риска для здоровья населения от загрязнения окружающей среды хризотиловым асбестом.

Ключевые слова: *загрязнение, атмосферный воздух, жилищная застройка, хризотилвый асбест, риск, здоровье, население.*

Gritsenko A. V., Zhukovsky T. F., Yuhno V. I., Protsenko A. L., Moshkovsky V. E., Demetska A. V., Movchan V. A. HYGIENIC ASSESSMENT OF ENVIRONMENT IN DISPOSAL ASBESTOS CEMENT PRODUCTION AND AGING IN ASBESTOS CEMENT PRODUCTS (SLATE)

The article provides an overview of existing legal acts of Ukraine to monitor the content of pollutants in the air. Reflected conditions of instrumental measurements aging asbestos (slate) and waste disposal asbestos-cement production in warm and cold periods of the year; lists of measuring instruments and accessories. Based on the results of measurements conducted sanitary study of the samples (filters) and identified them counting the concentration of chrysotile asbestos. An assessment of the potential health risk from environmental pollution chrysotile asbestos.

Key words: *pollution, air, residential development, chrysotile asbestos, risk, health, population.*