

УДК [(613.633:677.51):613.155.006.2]:65.0112

## ДО ПРОБЛЕМИ НОРМУВАННЯ ХРИЗОТИЛ-АЗБЕСТУ В ПОВІТРІ РОБОЧОЇ ЗОНИ

Мошковський В. Є.<sup>1</sup>, Демецька О. В.<sup>1</sup>, Сальнікова Н. А.<sup>1</sup>, Кашанський С. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ

<sup>2</sup>ФБУН «Єкатеринбурзький медичний науковий центр профілактики та охорони здоров'я робітників промпідприємств», м. Єкатеринбург, Російська Федерація

На сьогодні в Україні за основу оцінки запиленості робочих місць на підприємствах, де використовують хризотил-азбест, прийнято ваговий метод (у залежності від вмісту азбесту, ГДК від 2 мг/м<sup>3</sup> до 10 мг/м<sup>3</sup>), тоді як у країнах Європейського Союзу контроль здійснюють на підставі підрахунку кількості волокон азбесту.

Як гігієнічний норматив для хризотил-азбесту в повітрі робочої зони запропоновано ГДК 0,6 в/мл.

**Ключові слова:** хризотил-азбест, нормування, повітря робочої зони

### Вступ

Азбест — це комерційний термін, що об'єднує шість волокнистих природних мінералів групи серпентиніту (хризотил-азбест (далі — хризотил) і амфіболів (актиноліт, амозит, антофіліт, крокидоліт і тремоліт), що мають спільні галузі застосування в промисловості та різняться за мінералогічною будовою, фізико-хімічними властивостями та біологічною агресивністю.

Азбест — один з найважливіших видів неметалевої мінеральної сировини, який завдяки унікальним властивостям використовується людством понад 100 років.

До 70-х років ХХ століття азбесту в усьому світі використовувалися безконтрольно практично в усіх галузях промисловості (у першу чергу, у промислових розвинених країнах) — відомо більше 3000 найменувань азбестовмісної продукції [10, 11]. Це призвело до зростання захворюваності та смертності від азбест-обумовлених захворювань не тільки серед працюючих, а й населення, наслідком чого з'явилась заборона використання всіх видів азбесту в більшості європейських країн. Розбіжності між амфіболами і хризотилом, та історичні відмінності в структурі споживання азбесту в різних регіонах до уваги не бралися [9].

Більшість відомих епідеміологічних досліджень, виконаних раніше в різних зарубіжних країнах, стосувалися амфіболових азбестів або їхніх сумішей з хризотилом [10]. Тому спроби перенесення даних з оцінки наслідків використання амфіболових азбестів, отриманих у Західній Європі та США розрахованим шляхом без проведення епідеміологічних

досліджень на Україну, де застосовувався виключно хризотилітовий азбест, неможливо внаслідок значущих відмінностей у властивостях цих груп волокнистих мінералів і відмінностей в області застосування азбесту.

В Україні відсутні видобуток і збагачення азбесту. Основними споживачами азбесту в Україні є азбестоцементна та азбестотехнічна галузі. Підприємства, які використовують азбест, імпортують його з Російської Федерації та Казахстану. Щорічний імпорт азбесту складає 85–100 тис. тонн. Україна використовує в азбестоцементній та азбестотехнічній галузях лише хризотилітовий азбест, який має помірну канцерогенну дію порівняно з азбестами амфіболової групи, які застосовувались в інших країнах.

На сьогоднішній день в Україні існує 11 підприємств, які виготовляють вироби з використанням хризотилового азбесту. Кількість працюючих на зазначених підприємствах складає близько 4 тис. чоловік.

У 2005–2007 роках, із метою отримання достовірних даних з оцінки ризиків для здоров'я працюючих у зв'язку з використанням хризотилу в сучасних умовах співробітниками, ДУ «Інститут медицини праці АМН України» було досліджено вплив умов праці на стан здоров'я працюючих в азбестоцементному виробництві України. Отримані дані свідчать на користь можливості контрольованого безпечного використання хризотилу шляхом регулювання експозиційних доз пилу [5, 7]. Гігієнічні регламенти (нормативи) є найважливішими критеріями для оцінки якості навколишнього, у тому числі професійного середовища. За відсутності регламентів

контрольоване використання того чи іншого матеріалу є неможливим.

Враховуючи наведене, питання нормування хризотил-азбесту має першочергове значення з позицій забезпечення безпеки працюючих контингентів та через необхідність гармонізації з міжнародною спільнотою.

### Нормування хризотил-азбесту

Як відомо, небезпеку для здоров'я людини становить азбестовмісний пил (пил, що містить вільні волокна азбесту), утворений у процесі видобутку й збагачення азбесту, при виробництві та використанні, а також при утилізації азбестовмісної продукції. Вплив азбестовмісного пилу в неконтрольованих умовах збільшує ризик розвитку бронхолегневих та онкологічних захворювань, найзначимішими з яких є азбестоз, хронічний бронхіт, злоякісні новоутворювання верхніх дихальних шляхів, бронхолегеневого апарату, плеври та інших органів і систем [13].

Процес розвитку цих захворювань, як і більшості захворювань, пов'язаних із впливом інших видів промислового пилу (кварцвміщуючого, вугільного та ін.), є незворотнім у зв'язку з формуванням структурних морфологічних порушень, що приводить до інвалідності, стійкої втрати працездатності та смерті. Вони мають ряд особливостей, що ускладнюють ранню діагностику, облік і встановлення зв'язку захворювання із професією, включаючи:

- тривалий латентний період розвитку захворювання (у середньому від 8 до 40 років) і можливість розвитку захворювання через багато років після закінчення впливу пилу, коли людина змінила вже кілька місць роботи, або досягла пенсійного віку;
- повільний розвиток клінічно фіксуємих ознак змін у стані здоров'я;
- маскуємих або посилюємих вплив загальної патології, індивідуальних особливостей організму, шкідливих звичок та інших факторів способу життя.

Умовою розвитку захворювання є нагромадження в органах дихання людини волокон азбесту в кількостях, що перевищують компенсаторні можливості організму.

Під визначення респірабельних волокон потрапляють усі частинки з співвідношенням довжини до діаметра більш ніж 3:1. У більшості країн світу нормування азбестовмісних пилу засновано на

визначенні числа респірабельних волокон в одиниці об'єму (волокон у мілілітрі — в/мл) [8, 12].

Питання нормування пилу, що містить хризотил-азбест, у повітрі робочої зони має певну специфіку, і не є однозначним. Середньозмінні нормативи для повітря робочої зони сьогодні коливаються від < 0,1 до 1,0 волокна в одному мілілітрі повітря. При цьому максимальна величина ГДК для амфіболових азбестів становить 0,3 в/мл, а для хризотилу — 1,0 в/мл. У Великобританії норматив встановлений для періоду часу, рівного 4 год, а в Франції — 1 год. У Німеччині офіційно встановлених нормативів вмісту волокон азбесту в повітрі робочої зони немає. У Польщі встановлено нормативи, аналогічні російським максимально-разовим. В азіатських країнах ГДК коливаються від 0,1 до 5,0 в/мл. У Німеччині та Австралії встановлено норматив 0,5 в/мл. У Китаї встановлено нормативи, виражені в масі всього пилу, витаючого в повітрі [4].

Для атмосферного повітря населених місць у багатьох країнах діють так звані «критерії чистоти повітря», які формально не обґрунтовані. Ці показники використовуються як орієнтир для прийняття рішень про необхідність проведення заходів щодо профілактики забруднення повітря. Величини менше 0,01 в/мл визначаються методом скануючої або трансмісійної мікроскопії з рентгеноструктурним мікроаналізом, про що є відповідні згадки в нормативних документах.

У СРСР, а зараз у Росії та Україні, в основу оцінки запиленості покладено ваговий метод (мг/м<sup>3</sup>). У 1988 році на основі багаторічних досліджень у Росії були підготовлені ГДК, диференційовані в залежності від процентного вмісту азбесту в пиловому «міксті» [1].

Однією із суттєвих проблем є розробка оптимальних методів контролю волокнистого пилу. Існує два основних підходи. Перший — нормування за загальною масою витаючого в повітрі пилу з урахуванням процентного вмісту в ній найбільш біологічно активних компонентів (вільного двоокису кремнію, азбесту та ін.). Цей інтегральний показник успішно використовується у вітчизняній практиці. Його перевагою є простота застосування, можливість оцінки впливу відразу всіх фракцій пилу, що вітає в повітрі. Недоліком показника є відсутність надійних методів визначення процентного вмісту волокнистої фракції і різновиди волокон у загальній масі пилу. Другий — нормування за кількістю волокон в одиниці об'єму повітря (най-

частіше використовується метод оптичної мікроскопії, рідше – електронної мікроскопії). Перевагою цього методу є можливість безпосереднього нормування та контролю саме волокнистої складової. Підраховуються частинки, розміри яких відповідають визначенню «респірабельні волокна». Метод визначення рахункових концентрацій волокнистих часток з використанням оптичної мікроскопії має ряд переваг – це відносна дешевизна і простота застосування (у порівнянні з електронною мікроскопією), має і суттєві недоліки. З його допомогою неможливо визначити тип волокон, які підраховуються. Це обмежує застосування оптичної мікроскопії тільки тими випадками, коли відомий тип волокон, витаючих у повітрі. Якщо в повітрі витає мікст з різних типів волокон, необхідна верифікація їхніх результатів з використанням скануючої або трансмісійної електронної мікроскопії з рентгеноструктурним мікроаналізом. Загальним недоліком рахункових методів є велика роль так званого «людського фактора» у забезпеченні якості отримуваних результатів. Сьогодні розрахункові методи піддаються серйозній критиці через те, що з їхньою допомогою можна отримати інформацію про вміст у повітрі тільки однієї строго певної фракції волокнистих часток.

Чинні в Росії нормативні величини для повітря робочої зони видаються занадто деталізованими з точки зору їх успішного застосування на практиці. Не вирішено і ряд методичних проблем. У першу чергу, це технологічна неможливість визначення відсоткового за масою вмісту азбесту в пилу в багатьох випадках.

У зв'язку із цим сьогодні в Росії за найефективнішу вважається комбінація методів контролю – паралельне визначення загальної маси пилу і розрахункових концентрацій волокон. З урахуванням можливості несприятливої дії всіх фракцій пилу, доцільним є впровадження взаємопов'язаних розрахункових і масових ГДК [3].

Зокрема:

пил хризотилвміщуючий при середньозмінній концентрації в повітрі робочої зони респірабельних волокон хризотилу більш ніж 2 волокна в одному мілілітрі (в/мл) :

- максимально разова ГДК (30 хв) 2,0 мг/м<sup>3</sup>,
- середньозмінна ГДК (8 год) 0,5 мг/м<sup>3</sup>;

пил хризотилвміщуючий при середньозмінній концентрації в повітрі робочої зони респірабельних волокон хризотилу від 1 до 2 в/мл:

- максимально разова ГДК (30 хв) 4,0 мг/м<sup>3</sup>,
- середньозмінна ГДК (8 год) 1,0 мг/м<sup>3</sup>;

пил хризотилвміщуючий при середньозмінній концентрації в повітрі робочої зони респірабельних волокон хризотилу < 1 в/мл:

- максимально разова ГДК (30 хв) 6,0 мг/м<sup>3</sup>,
- середньозмінна ГДК (8 год) 2,0 мг/м<sup>3</sup>.

У свою чергу, для азбестовмісного пилу в атмосферному повітрі населених місць у Росії встановлена ГДК, виражена в розрахункових показниках (0,06 в/мл). В Україні як ГДК азбесту в атмосферному повітрі також діє норматив 0,06 в/мл, при цьому на робочому місці в основу оцінки запиленості покладено ваговий метод (у залежності від вмісту азбесту ГДК від 2 мг/м<sup>3</sup> до 10 мг/м<sup>3</sup>) [2].

Необхідно відмітити, що загального коефіцієнта перерахунку кількості волокон у масову частку азбесту в пилу так само не існує, хоча можливе визначення співвідношення між розрахунковими і масовими концентраціями на окремих робочих місцях при постійних умовах пилоутворення. Також слід враховувати ситуації, коли за умов відсутності пилу в повітрі робочої зони визначається значна кількість волокон азбесту.

Для гармонізації методології вимірювань з міжнародним співтовариством у 2010 році на базі ДУ «Інститут медицини праці НАМН України» була створена міжвідомча випробувальна лабораторія з вимірювання волокон азбесту в повітрі. У ході досліджень, проведених фахівцями Інституту, були встановлені концентрації респірабельних волокон (в/мл) хризотил-азбесту в повітрі робочої зони робочих основних професій азбоцементних виробництв України.

Згідно з отриманими даними, на трьох шиферних заводах України найменші концентрації респірабельних волокон хризотил-азбесту були зафіксовані на робочому місці машиніста ЛФМ (від 0,02 до 0,14 в/мл). Очевидно, що дані величини знаходяться на рівні найжорсткіших світових регламентів. Також досить сприятлива ситуація спостерігалася на робочому місці машиніста електромостового крана (від 0,02 до 0,26 в/мл). У свою чергу, концентрація респірабельних волокон хризотил-азбесту на робочому місці дозувальника була трохи вищою, і склала від 0,09 до 0,72 в/мл [5, 7].

Таким чином, очевидно, що для контролю пилу хризотил-азбесту доцільне використання нормативу 0,1 в/мл (норматив, який діє в США, Естонії та ін.), навіть більш жорсткого, ніж розрахований

емпірично. У цьому випадку перевищення ГДК на робочому місці дозувальника може бути усунено за допомогою прийняття заходів так званого інженерного контролю, а саме – модернізації виробництва розтарочними машинами.

Однак необхідно враховувати, що професійний контакт з хризотилівим азбестом мають працівники не тільки підприємств по виробництву азбестомісних матеріалів та виробів, але й контингенти, що зайняті в галузях, де він використовувався раніше, зокрема, робітники підприємств в теплової енергетики (тепломережі, ТЕС, трубопроводи, котельні). На жаль, ситуація на деяких з них є не такою сприятливою, як на шиферних заводах, а в багатьох випадках не досліджувалася взагалі з позицій підрахунку кількості волокон.

Цікаво, що незважаючи на існування нормативу для волокон азбесту в атмосферному повітрі населених місць, викликає сумніви той факт, що за термін його існування було проведено такі дослідження, оскільки в Україні була навіть відсутня методика підрахунку кількості волокон. У 2011 році дослідженнями співробітників ДУ «Інститут медицини праці НАМН України» було встановлено, що концентрація азбесту на вулицях м. Києва становить 0,04 в/мл, що, у свою чергу, свідчить на користь доцільності цього нормативу.

Отже, для обґрунтування ГДК хризотил-азбесту в повітрі робочої зони можливе застосування так званого системного підходу (МВ 1.1.5-88-02), відповід-

но до якого ГДК для робочої зони в 10–50 разів перевищує ГДК для атмосферного повітря [6].

Оскільки прийнята ГДК для атмосферного повітря в Україні становить 0,06 в/мл, то відповідно до системного підходу ГДК для повітря робочої зони має знаходитися в межах 0,6–3,0 в/мл. Враховуючи особливості біологічної дії хризотил-азбесту, значення його ГДК у повітрі робочої зони можна прийняти таким, що становить 0,6 в/мл. Таке значення найадекватніше як з точки зору європейських, так і світових регламентів. Слід відмітити, що саме таке значення ГДК існувало в США для хризотил-азбесту в повітрі робочої зони до того, як був встановлений норматив 0,1 в/мл для всіх видів азбесту (останнє не може бути прийнятним через різні фізико-хімічні властивості та особливості біологічної дії хризотилу та амфіболових азбестів).

## Висновки

1. Необхідною умовою контрольованого використання хризотил-азбесту та збереження здоров'я працюючих є дотримання адекватних гігієнічних нормативів.
2. Контроль слід здійснювати через визначення загальної маси пилу, а також розрахункових концентрацій волокон хризотил-азбесту.
3. Як гігієнічний норматив для волокон хризотил-азбесту в повітрі робочої зони запропоновано значення ГДК 0,6 в/мл.

6. Обґрунтування гігієнічних нормативів шкідливих хімічних речовин у різних середовищах на основі системного підходу. Методичні вказівки МВ 1.1.5.-88-02: Видання офіційне (затв. Постановою Головного державного санітарного лікаря України 12.04.2002 р., № 14).– К., 2002.– 40 с.

7. Чернюк В. И. Возможно ли безопасное использование хризотилового асбеста? Опыт Украины / В. И. Чернюк, Т. К. Кучерук, И. П. [и др.].– Киев, Украина.– 2008.– 36 с.

8. Bernstein D. M. The biopersistence of Canadian chrysotile asbestos following inhalation: Final results through 1 year after cessation of exposure / D. M. Bernstein, R. Roger, P. Smith // *Inhal. Toxicol.*– 2005.– V.17, № 1.– P. 1 – 14.

9. Hessel P. A. Asbestos, asbestosis, and lung cancer: a critical assessment of the epidemiological evidence / P. A. Hessel, J. F. Gamble, J. C. McDonald // *Thorax.*– 2005.– V. 60.– P. 433 – 436.

10. Ross M. History of asbestos discovery and asbestos-related disease in context with the occurrence of asbestos

## Література

1. ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

2. ДСП-201-97 «Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами).»

3. Ковалевский Е. В. Нормативно-методическое обеспечение безопасного контролируемого использования хризотил-асбеста в России / Е. В. Ковалевский, С. В. Кашанский // *Медицина труда и промышленная экология.*– 201.– № 5.– С. 44–48.

4. Ковалевский Е. В. Современные подходы к нормированию асбестосодержащих пылей / Е. В. Ковалевский, С. В. Кашанский // *Медицина труда и промышленная экология.*– 2008.– № 3.– С. 9–15.

5. Кундиев Ю. И. Гигиеническая характеристика условий труда рабочих основных профессий в асбестоцементном производстве Украины / Ю. И. Кундиев, В. И. Чернюк, А. Н. Каракашян [и др.] // *Медицина труда и промышленная экология.*– 2008.– № 3.– С. 21–27.

within ophiolite complexes / M. Ross, R. P. Nolan // Geol. Soc. Amer.: Special paper 173.– 2003.– P. 447–470.

11. Virta R. L. Asbestos: Geology, mineralogy, mining, and uses // US Geological Survey Circular, 1255-KK, 2002.– 28 p.

12. [http://www.atsdr.cdc.gov/asbestos/more\\_about\\_asbestos/what\\_is\\_asbestos/](http://www.atsdr.cdc.gov/asbestos/more_about_asbestos/what_is_asbestos/)

13. [http://www.who.int/occupational\\_health/topics/asbestos\\_documents/en/index.html](http://www.who.int/occupational_health/topics/asbestos_documents/en/index.html)

**Мошковський В. Е.<sup>1</sup>, Демешка А. В.<sup>1</sup>, Сальникова Н. А.<sup>1</sup>, Кашанський С. В.<sup>2</sup>**

## **К ПРОБЛЕМЕ НОРМИРОВАНИЯ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ**

<sup>1</sup>ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев

<sup>2</sup>ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и здравоохранения рабочих промышленных предприятий», г. Екатеринбург, Российская Федерация

В настоящее время в Украине в основу оценки запыленности рабочих мест на предприятиях, использующих хризотил-асбест, положен весовой метод (в зависимости от содержания асбеста, ПДК от 2 мг/м<sup>3</sup> до 10 мг/м<sup>3</sup>), тогда как в странах Европейского Союза контроль осуществляют на основании подсчета количества волокон асбеста. В качестве гигиенического норматива для хризотил-асбеста в воздухе рабочей зоны предложена ПДК – 0,6 в/мл.

**Ключевые слова:** хризотил-асбест, нормирование, воздух рабочей зоны

**Moszkowskiy V. E.<sup>1</sup>, Demetska O. V.<sup>1</sup>, Salnikova N. A.<sup>1</sup>, Kashanskiy S. V.<sup>2</sup>**

## **TO THE PROBLEM OF RATING CHRYSOTILE-ASBESTOS IN THE WORKING ZONE AIR**

<sup>1</sup>SI «Institute for Occupational Health of NAMS of Ukraine», Kyiv

<sup>2</sup>FBUN «Yekatirenburg Medical Scientific Centre on Prophylaxis and Health of works at industrial enterprises», Yekatirenburg, Russian Federation

Currently in Ukraine the evaluation of dusty workplaces at enterprises using asbestos is based on the weighted method (depending on the content of asbestos, PLC is 2 mg/m<sup>3</sup> – 10 mg/m<sup>3</sup>), whereas in the countries of European Union it is based on counting the number of asbestos fibers. As the hygienic standard for chrysotile-asbestos for the working zone air proposed PLC – 0.6 f/ml.

**Key words:** chrysotile-asbestos, regulation, working zone air

*Надійшла: 01.02.2012 р.*

**Контактна особа:** Мошковський Віталій Євгенович, мол. наук. співроб., лабораторія токсикології аерозолів та гігієни праці в зварювальному виробництві, ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», вул. Саксаганського, 75, м. Київ, 01033. Тел.: (44) 289-34-76.