УДК 613.6+691.328.5/057.5+612:001.5

РЕГУЛЮВАННЯ ЕКСПОЗИЦІЙНИХ ДОЗ ПИЛУ ЯК ЗАСІБ КОНТРОЛЬОВАНОГО БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ХРИЗОТИЛОВОГО АЗБЕСТУ

П'ятниця-Горпинченко Н.К.

Інститут медицини праці АМН України, м.Київ

Розраховано експозиційні дози пилу, допустимий стаж роботи, визначено групи ризику виникнення азбестозумовлених захворювань для робітників, що працевлаштовуються на підприємства (робочі основних професій 3-х шиферних підприємств України). Як показник здоров'я оцінено біологічний вік робочих.

Ключові слова: експозиційні дози пилу, допустимий стаж роботи, робочі азбестоцементного виробництва, групи ризику виникнення азбестозумовлених захворювань, пил азбесту, біологічний вік

Вступ

Як відомо, за оцінками ВООЗ до 50 % працюючих підпадають під вплив небезпечних та шкідливих фізичних, хімічних, біологічних або ергономічних чинників, які значно перевищують допустимі межі впливу (WHO/OCH/95.1), отже піддаються ризику виникнення професійних або виробничо зумовлених захворювань. Щороку в Україні реєструється від 6 до 15 тис. професійних захворювань. Причиною формування професійної патології працюючих є до 200 шкідливих чинників, в тому числі до 20 видів пилу, а також такі фізичні чинники, як шум, вібрація, різні види випромінювання [4]. Тому, одним з актуальних завдань медицини праці є обґрунтування ефективних превентивних заходів, спрямованих на оздоровлення умов праці робочих різних галузей виробництва, в тому числі і азбестоцементного [2–6]. В Україні азбестоцементна галузь виробництва представлена 11заводами, де працює близько 4 тисяч працівників. Основною продукцією, яка випускається на даних підприємствах є азбестоцементні хвильові листи (шифер) та плескаті облицювальні азбестоцементні листи. Виробництво азбестоцементного шиферу в Україні складає близько 10 млн. м^2 (50–60 % обсягу ринку скатних покрівель). За даними Державного комітету статистики виробництво азбестоцементного шиферу в Україні у 2003 році склало 707 мільйонів умовних плит [1]. Виробництво азбестоцементних виробів полягає у формуванні азбестоцементних листів з тонких шарів, які відфільтровуються з розжиженої азбестоцементної маси (10–20 % хризотиловий азбест, 80–90 % портландцемент) на сітці сітчастого циліндру машини. Технологія виробництва азбестоцементних виробів складається з наступних етапів:

1. розпорошування азбесту та виготовлення азбестоцементної маси,
2. формування виробів,
3. попереднє твердіння,
4. механічна обробка,
5. остаточне твердіння,
6. рекуперація виробничої води.

Контакт з азбестом може обумовити виникнення азбестозу, плевральних потовщень, хронічного бронхіту, раку легень, мезотеліоми плеври, перикарду та очеревини [1,4,7–15].У зв'язку з цим необхідно зазначити, що розрізняють дві групи азбестових мінералів: серпентини (хризотиловий азбест) та амфіболи (крокідоліт, тремоліт, амозіт та ін.), які відрізняються за своїми фізико-хімічними властивостями (табл. 1), що зумовлює різну ступінь їх агресивності. Зважаючи на меншу небезпеку для здоров'я людини хризотилового азбесту, порядок його контрольованого використання визначений регламентуючими документами Міжнародної організації праці (МОП)- Конвенцією з охорони праці при використанні азбесту № 162 та Рекомендаціями з охорони праці при використанні азбесту № 172, тоді як використання азбестів амфіболової групи, як дуже агресивних мінералів є забороненим.

Пил хризотилового азбесту відноситься до силікатвміщуючого пилу з вмістом зв'язаного двоокису кремнію (SiO_2 до 40 % залежно від родовища), з інших сполук в ньому переважають окисли магнію та заліза (містяться у природному хризотиловому азбесті у вигляді домішок) [1, 7] (див.табл. 1); за способом утворення є аерозолем дезінтеграції, відноситься до Ш класу небезпеки. Основними детер-

Таблиця 1

Деякі фізичні та хімічні властивості азбестових мінералів [7]

Характеристика		Хризотиловий азбест	Крокідоліт	Тремоліт
Теоретична формула		$Mg_3(Si_2O_5)(OH)$	$Na_2Fe(II)_3Fe(III)_2(Si_8O_{22})(OH)_2$	$Ca_2Mg_5(Si_8O_{22})(OH)_2$
Межа вмісту	SiO_2	38-42	49-56	55-60
	Al_2O_3	0-2	0-1	0-3
	Fe_2O_3	0-5	13-18	0-5
	FeO	0-3	3-21	0-5
	MgO	38-42	0-13	20-25
	CaO	0-2	0-2	10-15
	Na_2O	0-1	4-8	0-2
	Na_2O^+	11,5-13,0	1,7-2,8	1,5-2,5
Температура руйнування структури, °С		450-700	400-600	950-1040
Температура плавлення залишкових матеріалів, °С		1500	1200	1315
Щільність		2,55	3,3-3,4	2,9-3,1
Стійкість до впливу кислот		не має	висока	дуже висока
Стійкість до впливу лугів		дуже висока	висока	висока

мінантами біологічної дії часток пилу є кількість часток пилу, тривалість впливу, фізичні та хімічні характеристики часток (якісний склад), розмір та стійкість часток, індивідуальні анатомо-фізіологічні особливості організму [7, 10–12, 15].

Таким чином, шляхом регулювання 1 та 2 чинників (інтенсивності впливу та тривалості) ми можемо отримати дієві важелі для зниження ризику виникнення захворювань від впливу азбесту. Це положення підтверджується також результатами досліджень пилового чиннику як азбестової, так і інших галузей промисловості [2, 3, 6]. Залежно від величини експозиційних доз пилу (ЕДП) сформовані групи ризику виникнення азбестозумовлених захворювань : група найвищого ризику ЕДП дорівнює 100 г, група високого ризику ЕДП складає від 100 до 50 г [2].Обґрунтована також «критична величина» експозиційної дози пилу 50 г, яка покладена в основу офіційно затверджених гігієнічних критеріїв оцінки умов праці при впливі аерозолів переважно фіброгенної дії (Руководство Р. 2.2.755-99 МЗ России), до яких відноситься азбестовмісний пил (Л.Т.Еловская, 2002). З метою дослідження значення пилових навантажень у розвитку азбестозумовлених захворювань російськими дослідниками (С.Г.Домнин, С.В.Кашанский, Е.И.Лихачева, 2001) проведено дослідження 1180 робочих зі стажем не менше 10 років комбінату «Ураласбест», що пропрацювали в умовах впливу азбестовмісного пилу. Проведене дослідження показало залежність патологічних змін, що розвиваються в системі органів дихання від величини пилового навантаження за весь період виробничого контакту. Отже, у 837досліджених робочих без ознак професійної патології середнє пилове навантаження склало 275 г, серед осіб з підозрою на азбестоз величина середнього пилового навантаження склала 300 г, у хворих на азбестоз – 400 г, середній стаж роботи у осіб з підозрою на азбестоз склав 19 років, у осіб з виявленим захворюванням – 23 роки.

Одним з основних профілактичних заходів є гігієнічне нормування пилу у повітрі робочої зони, дотримання концентрації пилу на рівні ГДК є надійним захистом здоров'я робочих. Нажаль, в сучасних умовах виробництва азбестоцементних виробів існуючі протипилові заходи не забезпечують вмісту нормативних значень пилу на рівні ГДК, впровадження нових архітектурно-планувальних, технологічних або санітарно-технічних заходів в скрутних економічних умовах даного виробництва поки що не є можливим. Заміна азбесту альтернативними матеріалами з такими ж технічними характеристиками не є виправданою з медичної точки зору.На сьогодні немає переконливих даних щодо меншої небезпеки для здоров'я людини замінників азбесту, тому одним з реальних шляхів захисту здоров'я працюючих є регулювання експозиційних доз пилу (пилових навантажень), що дасть змогу встановити граничний безпечний період роботи в кожній професії [2, 3, 6].

Метою цього дослідження було розрахувати експозиційні дози пилу (пилові навантаження), допус-

тимий стаж роботи для робочих основних професій азбестоцементного виробництва для знову поступаючих на роботу, а також визначити групи ризику виникнення азбестозумовлених захворювань та біологічний вік робочих даних професій (на 3-х шиферних підприємствах).

Матеріали та методи дослідження

Відбір проб повітря робочої зони здійснювався за допомогою аспіраторів «Тайфун» Р-20–2 на фільтри АФА-ВП-10, протягом не менше 75 % тривалості робочої зміни (Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда). Експозиційні дози пилу (пилові навантаження) розраховувалися за формулою:

$ПН = K \times N \times T \times Q$, де

K – фактична середньозмінна концентрація пилу в зоні дихання робітника, мг/м^3;

N – кількість робочих змін, відпрацьованих в календарному році в умовах впливу азбестовмісного пилу;

T – кількість років контакту з азбестовмісним пилом;

Q – об'єм легеневої вентиляції за зміну.

Допустимий стаж роботи розраховувався за формулою:

$T_1 = КПН_{25}/(K \times N \times Q)$, де

T_1 – допустимий стаж роботи в даних умовах

$КПН_{25}$ – контрольне пилове навантаження за 25 років в умовах додержання ГДК

K – фактична середньозмінна концентрація пилу

N – кількість змін в календарному році

Q – об'єм легеневої вентиляції за зміну, м^3.

Біологічний вік визначали за методикою, розробленою Інститутом геронтології АМНУ (В.П. Войтенко, А.В.Токар, А.М. Полюхов 1984). Статистична обробка даних проводилася за допомогою програмного пакета EXCEL, Statistica 5.5.

Результати досліджень та їх обговорення

Проведене нами гігієнічне дослідження умов праці показало, що технологічний процес виробництва АЦВ на даних підприємствах є типовим і характеризується впливом на працюючих низки шкідливих виробничих чинників: мікроклімат, шум, вібрація, важкість та напруженість праці, серед яких провідним є азбестовмісний пил. На основних робочих місцях перевищення ГДК азбестовмісного пилу складає до 10 та більше разів за «Гигиенической классификацией труда. № 4137-86», масова частка хризотилового азбесту досягає 50–100 %. Основними причинами підвищення рівня концентрації пилу у повітрі робочої зони є недостатня автоматизація та механізація технологічних операцій, архітектурно-планувальні недоліки ізоляції процесів зі значним пилоутворенням, низька ефективність вентиляційних систем, утворення просипів, відсутність сучасних допоміжних засобів для зменшення пилоутворення (гідрознепилювання, використання поверхнево-активних зв'язуючих речовин та ін.), адекватних засобів прибирання пилу (наприклад, пневматичне прибирання) в виробничих приміщеннях.

Розраховані експозиційні дози пилу (ЕДП) для робочих основних професій складали: дозувальник азбесту 85,50–318,50 г, оператор заготівельного відділення 14,64–52,20 г, машиніст ЛФМ 10,98–46,80 г, машиніст електромостового крану 14,56–30,60 г (табл. 2). Як бачимо, має місце значне коливання ЕДП, що зумовлено багатьма чинниками, такими як: ефективність роботи місцевих аспіраційних систем, виробниче навантаження на обладнання, робочі звички кожного окремого робітника, недоліки в організації технології виробництва. Виходячи з величин експозиційних доз пилу допустимий стаж роботи (табл. 3) для робочих даних професій відповідно коливався у межах : дозувальник азбесту від 1,79 до 6,58 років; оператор заготівельного відділення від 4,31 до 15,63 років; машиніст ЛФМ від 4,81 до 20,83 років;машиніст електромостового крану від 7,35 до 17,86 років. Визначено групи ризику виникнення азбестозумовлених захворювань (АОЗ): до групи найвищого ризику виникнення слід віднести професію дозувальника азбесту, до групи високого ризику – професію оператора заготівельного відділення; експозиційні дози пилу розраховані для професій машиніста ЛФМ та машиніста електромостового крану не перевищували «критичне значення».

Умови праці робочих основних професій за чинником «аерозолі переважно фіброгенної дії» за Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» може бути віднесено до наступних класів: 3.3–3.4 дозувальник азбесту; 3.2–3.3 оператор заготівельного відділення; 3.2–3.3 машиніст ЛФМ; 3.1–3.2 машиніст електромостового крану.

Таблиця 2

Експозиційні дози пилу (ЕДП) робочих основних професій шиферних заводів

Професія	ЕДП, г		Клас умов праці за Р
	M ± m	max-min*	
ТОВ «Балаклійський шиферний комбінат»			
Дозувальник азбесту	115,27±18,86	136,50-100,10	3.3
Оператор заготівельного відділення	42,47±10,37	50,96-30,94	3.3
Машиніст ЛФМ	23,66±6,60	29,12-16,38	3.2
Машиніст електромостового крану	20,63±6,60	27,3-14,56	3.2
ТОВ «Київський шиферний завод»			
Дозувальник азбесту	282,86±13,21	318,50-236,60	3.4
Оператор заготівельного відділення	25,25±4,21	36,60-14,64	3.2
Машиніст ЛФМ	17,69±2,95	29,28-10,98	3.2
Машиніст електромостового крану	21,75±3,90	25,10-17,57	3.1
ТОВ «Краматорський шифер»			
Дозувальник азбесту	102,00±18,65	121,50-85,50	3.3
Оператор заготівельного відділення	41,40±9,33	52,20-34,20	3.3
Машиніст ЛФМ	39,60±7,46	46,80-32,40	3.3
Машиніст електромостового крану	28,20±2,80	30,60-25,20	3.2

*Примітка. Тут і в табл. 3: * – відповідно коливанням середньозмінної концентрації пилу (максимальне-мінімальне значення).*

Таблиця 3

Допустимий стаж роботи робочих основних професій шиферних заводів

Професія	Допустимий стаж роботи, роки	
	M ± m	max-min*
ТОВ «Балаклійський шиферний комбінат»		
Дозувальник азбесту	5,02±0,86	5,68-4,17
Оператор заготівельного відділення	5,61±1,67	7,35-4,46
Машиніст ЛФМ	10,21±3,51	13,89-7,81
Машиніст електромостового крану	11,77±4,21	15,63-8,33
ТОВ «Київський шиферний завод»		
Дозувальник азбесту	2,04±1,51	2,4-1,79
Оператор заготівельного відділення	10,33±21	15,63-6,25
Машиніст ЛФМ	14,15±31,90	20,83-7,80
Машиніст електромостового крану	4,75±9,27	17,86-12,50
ТОВ «Краматорський шифер»		
Дозувальник азбесту	5,63±3,37	6,58-4,63
Оператор заготівельного відділення	5,61±3,93	6,58-4,31
Машиніст ЛФМ	5,81±3,70	6,94-4,81
Машиніст електромостового крану	8,03±2,73	8,93-7,35

З іншого боку, розглядаючи біологічний вік як показник кількісної оцінки стану здоров'я через кількісне визначення ступеня його постаріння, проведене нами дослідження з оцінки інтегрального біологічного віку дало змогу віднести всіх робочих основних професій стаж яких більше 10 років даних заводів (табл. 4) до 4 функціонального класу (В.П.Войтенко, Н.Г.Ахаладзе 1996), тобто вони можуть бути включені до групи ризику виникнення хвороб, втрати працездатності і смерті. Ці особи підлягають обов'язковому диспансерному контролю, ретельному клініко-діагностичному обстеженню, госпіталізації, санаторно-курортному лікуван-

Таблиця 4

Біологічний вік робочих зі стажем понад 10 років на шиферних заводах

Професія	БВ-НБВ, роки	Календарний вік, роки
Дозувальник азбесту	6,30±3,60	44,00±3,06
Оператор заготівельного відділення	4,41±0,99	45,13±1,25
Машиніст ЛФМ	5,23±1,84	48,23±1,12
Машиніст електромостового крану	4,33±1,20	46,22±1,57
Кількість, n	88	

ню внаслідок регресійного аналізу отримана математична модель, яка дає змогу прогнозувати вплив провідного шкідливого чинника виробничого середовища (азбестовмісного пилу) на показник біологічного віку робочих (представлено в журналі «Лікарська справа» № 1, 2008).

Якщо розглядати патогенний вплив волокон азбесту на молекулярному рівні, прискорені темпи постаріння робочих азбестоцементного виробництва достовірно зумовлені альтеруючою дією активних кисневих радикалів, і, можливо, NO-радикалів, які утворюються внаслідок впливу азбесту на клітини-мішені та на інші клітини організму, які викликають фагоцитозалежний «кисневий вибух», хоча це питання ще недостатньо вивчено на сьогодні (Kamp D.W. et al. 1992, Li J. Et al.2002, Iwata T., Yano E. 2003, Shukla A., et al. 2003, Л.Н.Пылев и др. 2004).

Висновки

Таким чином, на сучасному етапі виробництва азбестоцементних виробів регулювання експозиційних доз пилу шляхом обмеження стажу роботи в даних умовах є одним з ефективних та доцільних заходів профілактики азбестозумовлених захворювань, який дасть змогу зробити можливим своєчасне виведення робочих з шкідливих умов праці, тим самим зберегти здоров'я та подовжити професійне довголіття працюючих, а також знизити компенсаційні відшкодування підприємств. Слід зазначити, що традиційні профілактичні заходи (ізоляція процесів пилоутворення, аспірація, використання індивідуальних засобів захисту та ін.) мають дуже важливе значення, необхідно прагнути до їх вдосконалення задля зниження запиленості повітря робочої зони.

Визначені групи ризику виникнення захворювань від пилу азбесту, шкідливі умови праці та показники передчасного постаріння робочих потребують адекватної організації диспансерного нагляду, як для вже працюючих, так і для знову поступаючих на роботу. Крім того, отримана математична модель дасть змогу відокремити осіб, темпи постаріння яких значно випереджують популяційний стандарт для забезпечення належного нагляду за станом їх здоров'я.

Література

1. Варивончик Д.В. Анализ канцерогенной опасности для работающих на асбестоцементных производствах (аналитическое исследование с использованием мета-анализа) // Укр. журн. з пробл. медицини праці. 2007.– № 1 (9).– С. 60–70.

2. Еловская Л.Т. Медицина труда при работах с асбестом // I-я всероссийская науч.- практ. конф. «Асбест и здоровье»: Сб. докл. и выступлений, Асбест 4–7 июня.– 1996.– С. 34–46.

3. Измеров Н.Ф., Ткачев В.В., Соболев В.В. Расчет и регулирование пылевых экспозиционных доз с целью снижения уровня профессиональных заболеваний пылевой этиологии // Медицина труда и промышленная экология.– 1995.– № 5.– С.1–3.

4. Кундієв Ю.І., Нагорна А.М. Професійне здоров'я в Україні. Епідеміологічний аналіз.– К.: Авіцена, 2006.– 316 с.

5. Кундиев Ю.И., Чернюк В.И., Витте П.Н. и др. Изучение профессионального риска здоровью – актуальная проблема медицины труда // Журн.АМН Украины.– 2001.– Т.7.– № 3.– С. 550–559.

6. Лихачева Е.И., Кашанский С.В., Домнин С.Г., Будкарь Л.Н., Обухова Т.Ю. Асбестообусловленная и общая патология у рабочих комбината «Ураласбест» // Вопр. медицины труда и промышленной экологии: Сб. науч. трудов; Екатеринбург; Мед. науч. центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий.-2001.– С.12–17.

7. Asbestos and Other Natural Mineral Fibres, WHO, Environmental Health Criteria № 53.– Geneva, 1986.

8. Churg A. Asbestos, Asbestosis and Lung Cancer // Modern Pathology.– 1993.– № 6.– P. 509–511.

9. Hodgson J.T. and Darnton A. The quantitative risks of mesothelioma and lung cancer in relation to asbestos // Ann.Occup.Hyg.– 2000.– V. 44, № 8.– P. 565–601.

10. Lippman M. Effects of fiber characteristics on lung deposition, retention and disease // Environ. Health. Perspect.– 1990.– № 88.– P.311–317.

11. Merchant J.A. Human epidemiology : a review of fiber type and characteristics in the development of malignant and non-malignant disease // Environ. Health. Perspect.– 1990.– № 88.– P. 287–293.

12. Miller B.G., Searl A. et al. Influence of fibre length, dissolution and biopersistence on the production of mesothelioma in the rat peritoneal cavity // Ann. Occup. Hyg.– 1999.– V.43, № 3.– P. 155–166.

13. Prise B. Analysis of current trends in United States mesothelioma incidence // Am. J. Epidemiol.– 1997.– V.145, № 3.– P. 211–218.

14. Takahashi K.,Huuskonen M.S., Tossavainen A., Higashi T., Okubo T., Rantanen J. Ecological relationship between mesothelioma incidence/mortality and asbestos consumption in ten Western countries and Japan // J. Occup. Health.– 1999.– V.41, № 3.– P. 8–11.

15. Wright G.W., Kuschner M. The influence of varying lengths of glass and asbestos fibers on tissue response in guinea pigs // Inhaled Particles IV/ Ed WH Walton. Pergamon Press,- Oxford ; New York, 1977.– P. 455–474.

Пятница-Горпинченко Н.К.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭКСПОЗИЦИОННЫХ ДОЗ ПЫЛИ КАК СРЕДСТВО БЕЗОПАСНОГО КОНТРОЛИРУЕМОГО ПРИМЕНЕНИЯ ХРИЗОТИЛОВОГО АСБЕСТА

Институт медицины труда АМН Украины, г. Киев

Рассчитаны экспозиционные дозы пыли, допустимый стаж работы, определены группы риска возникновения асбестообусловленных заболеваний для вновь поступающих на работу (рабочие основных профессий 3-х шиферных предприятий Украины). В качестве показателя здоровья оценен биологический возраст рабочих.

Ключевые слова: експозиционные дозы пыли, допустимый стаж работы, рабочие асбестоцементного производства, группы риска возникновения асбестообусловленных заболеваний, пыль асбеста, биологический возраст

Piatnytsia-Gorpynchenko N.K.

CONTROL OF THE TOTAL DUST LOADING AS A METHOD OF SAFE CONTROLLABLE USING OF CHRYSOTILE ASBESTOS

Institute for Occupational Health of AMS of Ukraine, Kiev

The total dust loading, permissible experience of work, groups of risk for asbestos- related diseases for workers coming to work for the first time (workers of main professions of 3 Ukrainian asbestos-cement plants) were determined. The biological age of workers as a parameter of health status was evaluated.

Key words: total dust loading, permissible work experience, workers of asbestos-cement production, risk groups for asbestos-related diseases, asbestos dust, biological age

Надійшла: 24.01.2008

Контактна особа: П'ятниця-Горпинченко Н.К., аспірант, Інститут медицини праці АМН України, вул. Саксаганського, 75, м.Київ, 01033, Україна, тел. (044) 289-43-66.