

І.В. Фурсов **,
О.Б. Єрмаченко *

ГІГІЄНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ДЕЯКИХ ПАРАМЕТРІВ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХРОМОМАГНЕЗИТОВОГО ПИЛУ І ЙОГО ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Донецький національний медичний університет ім. М. Горького *
кафедра гігієни ФППО
Червоногвардійська районна санепідстанція **
м. Макіївка

Ключові слова: здоров'я населення, хромомагнетитний пил, гігієна

Key words: health of population, chromomagnesite dust, hygiene

Резюме. В работе приводятся некоторые сведения о физико-химических процессах, которые происходят на поверхности промышленной пыли. Установлено, что развитая удельная поверхность пыли добавляет ей особые свойства и изменяет ее биологические характеристики, прежде всего, усиливает токсичность. Установлено, что пыль хромомагнетитового предприятия вызывает изменения в показателях здоровья населения.

Summary. In the work some information about physical and chemical processes, which take place on the surface of industrial dust, is presented. It is set, that developed specific dust surface adds it special properties and changes its biological characteristics and above all strengthens toxicity. It is established, that dust of chromomagnesite enterprise causes changes in the health population indices.

Потужними джерелами забруднення атмосферного повітря пилом є підприємства, технологічний цикл яких пов'язаний з дезінтеграцією початкових компонентів сировини (теплоелектростанції, заводи будівельних матеріалів і вогнетривів та ін.). Гігієнічне значення фізико-хімічних властивостей хромомагнетитового пилу при інгаляційному надходженні в організм у виробничих умовах і концентраціях доведене багатьма авторами [1,2,7,8]. В той же час виявлена негативна дія на організм людини пилового чинника в умовах населеного пункту за наявності декількох промислових підприємств не завжди може бути пов'язана з конкретним джерелом пилоутворення. Наявність у місті багатьох підприємств призводить до того, що атмосферний пил населених пунктів є складною сумішшю, що складається з великого числа окремих компонентів, неоднакових за токсичністю і кількістю.

З урахуванням того, що пил здатний адсорбувати на своїй поверхні забруднюючі речовини, не можна виключати можливість концентрації і накопичення на ньому широкого спектру сполук, що забруднюють атмосферне повітря.

Отримання хромомагнетитових вогнетривів пов'язано з високотемпературними процесами, які сприяють значному забрудненню атмосферного повітря міст пилом возгоночного характеру. У складі міського пилу можуть визначатися

наступні метали: свинець, цинк, нікель, хром, мідь, берилій, олово, кобальт, марганець, вольфрам, титан, селен. Концентрація металів у пилу коливається в межах $3 \cdot 10^{-3} \%$ - $5 \cdot 10^{-4} \%$. Пил дисперсністю до 5 мкм складає 80 %, до 8 мкм – 20 %. Органічна частина пилу є складною композицією з поліядерних алкілзаміщених і гумінових кислот, які утворюють хелатні з'єднання з металами, і, якщо вміст у ній перерахованих вище елементів визначається в незначних кількостях, а їх присутність зумовлена, в основному, специфічністю підприємств, то двоокис кремнію в пилу атмосферного повітря міст є постійним компонентом [6].

Розвинута поверхня пилу додає йому особливі властивості, яких не має первинний матеріал (висока адсорбційна здатність, електростатична зарядженість і т.д.). Пил із великою питомою поверхнею має підвищену здатність сорбірувати на собі гази, розчинятися в різних середовищах, посилювати фізико-хімічні процеси, які відбуваються на них, і викликати при вдиханні дещо інший характер змін в організмі [3,5].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Питома поверхня аерозолі вивчалася методом теплової адсорбції аргону. По зміні теплопровідності газового потоку (гелію або аргону), що проходить через колонку із зразком, що вимірюється, визначалася кількість аргону, адсорбованого поверхнею зразка з газової суміші

при охолодженні його рідким азотом і десорбованого при подальшому розігріванні зразка до кімнатної температури.

При вивченні поверхневих властивостей твердих речовин користуються поняттям питомої поверхні, рівної частки від розподілу питомої поверхні зразка на масу досліджуваної речовини:

$$\text{пит.} = \frac{\text{заг.}}{m} \cdot [\text{m}^2 / \text{г}].$$

Питома поверхня твердих тіл може бути розрахована також за формулою фізичної адсорбції газів або пари:

$$\text{пит.} = \frac{Am \cdot Na \cdot w}{m}, \text{ де}$$

Am - кількість адсорбованої в моношарі речовини;

a - число Авогадро, рівне $6,02 \cdot 10^{23}$;

w - площа, яку займає одна молекула, що адсорбується, в m^2 ;

m - маса досліджуваної речовини в грамах.

У даний час для визначення величини питомої поверхні використовують як статичні, так і динамічні адсорбційні установки. Найточнішими з динамічних методів, що наближаються за точністю до статичних, є метод теплової десорбції [8], який і був використаний в нашому експерименті.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що максимально розвинутою поверхню мав пил хромомагнетиту, відібраний до випалення виробів, тобто, який утворився на перших етапах технологічного процесу при дезінтеграції сировини - $34000 \text{ см}^2/\text{г}$, і майже удвічі нижче за питому поверхню міського пилу - $18000 \text{ см}^2/\text{г}$ (табл.1).

Слід звернути увагу, що із збільшенням вмісту в пилу SiO_2 знижується активна поверхня аерозолі, про що свідчать показники, які характеризують поверхню пилу гірського кришталю і піску.

Термічна обробка сприяла зменшенню питомої поверхні зразків твердих аерозолів, які для хромомагнетитового пилу склали 46 %, а для міського – 12 %.

При зіставленні показників, які характеризують питому поверхню аерозолів, що сорбують оксиди азоту і сірки, з початковими даними (до випалення) також відзначались суттєві відмін-

ності в розмірах активної поверхні міського і хромомагнетитового пилу.

Таблиця 1

Питома поверхня різних зразків пилу промислового походження

Вигляд і характер пилу	S пит., $\text{см}^2/\text{г}$
Хромомагнетитовий пил	34000
Пил хромомагнетиту + оксиди сірки	18000
Пил хромомагнетиту + оксиди азоту	24000
Міський пил	25000
Міський пил + оксиди сірки	18000
Міський пил + оксиди азоту	16000
Пил гірського кришталю	7000
Пил гірського кришталю + оксиди сірки	5000
Пил гірського кришталю + оксиди азоту	2600
Пил піску	2100
Пил піску + оксиди сірки	1400
Пил піску + оксиди азоту	3600

Прості розрахунки показують, що для покриття поверхні зразків пилу моношаром газів достатньо внести їх в кількості (0,25 - 0,5) $\text{мг}/\text{м}^2$. Проте отримані нами величини адсорбції були значно вищими, що свідчить про полімолекулярну адсорбцію двоокису сірки і оксидів азоту, які є полярними газами, значно схильними до цього виду адсорбції. Отже, в нашому експерименті залежно від величини питомої поверхні остання покривається декількома десятками моношарів, створюючи на поверхні частинок тонку плівку газу. При цьому досить висока реакційна здатність адсорбату може призводити до руйнування дрібних пор за рахунок так званих розклинюючих сил, хімічно розчиняючи найактивніші ділянки пилових частинок, що приводить до зниження питомої поверхні.

Порівняльна характеристика показників сорбції оксидів азоту і сірки пилом із показниками питомої поверхні таких зразків аерозолів, як кришталю, пісок, міський пил та пил хромомагнетиту, наведена в таблиці 2.

**Порівняльна характеристика показників сорбції і питомої поверхні
деяких зразків пилу**

Вид пилу	Кількість адсорбованого газу, мг/г		Питома поверхня пилу, м ² /г		
	+ SO ²	+ NO ²	пил «чистий»	пил, не модифікований газами	
				+ SO ²	+ NO ²
Кришталь	1,46	0,98	0,26	0,21	0,14
Пісок	6,05	1,35	2,0	0,5	0,6
Міський пил	16,91	12,51	1,6	0,7	0,5
Пил хромомагнетиту	24,02	22,41	1,9	2,5	2,5

Для міського пилу і пилу хромомагнетиту кількість адсорбованого двоокису сірки практично лінійно залежить від питомої поверхні, а для піску коефіцієнт пропорційності знижується приблизно удвічі. Відносно оксидів азоту можна говорити лише про симбатну залежність величини адсорбції від питомої поверхні, що, можливо, пов'язано з більшою агресивністю даного газу.

Таким чином, існуюча полімолекулярна адсорбція оксидів азоту і сірки на пилу може служити додатковим джерелом надходження в організм шкідливих газів при вдиханні твердих аерозолів, модифікованих вказаними з'єднаннями, і тим самим посилювати біологічну дію комплексів, що вивчаються. Мабуть, іншу агресивність буде мати і сам пил, що змінив свої фізико-хімічні властивості у присутності оксидів азоту і сірки.

Як вказувалося вище, згідно з моделлю МАГАТЕ близько 62,5 % порошинок поступає в шлунково-кишковий тракт. Наше припущення про те, що існуючі відмінності в характері захворюваності населення, що вивчається, хворобами органів травлення при порівняно однаковому ступені забруднення атмосферного повітря, які зумовлені відмінностями у фізико-хімічних властивостях і складі міського пилу і пилу хромомагнетитів, потребувало експериментального підтвердження.

З цією метою в умовах *in vitro* був вивчений вплив 4 видів аерозолів на деякі показники натурального шлункового соку, що вживається в клініці (таблиця 3).

У ході експерименту встановлено, що взаємодія шлункового соку з пилом, що містить низький відсоток двоокису кремнію (пил міський і пил хромомагнетиту), який сорбує оксиди азоту і сірки, призводить до зниження його загальної кислотності. Внесення аерозолів із високим

вмістом двоокису кремнію (кришталь, пісок) в шлунковий сік супроводжувалось збільшенням загальної кислотності останнього за рахунок десорбції в розчин оксидів сірки і азоту, цьому сприяла також відсутність лужних елементів у зразках (пісок, кришталь).

Зміна рН шлункового соку відбувалася незалежно від того, чи був цей пил "чистим" або "обробленим" оксидами азоту і сірки.

При вивченні впливу зважених речовин, присутніх в атмосферному повітрі, і пилу хромомагнетиту на перетравлювальну здатність шлункового соку виявлено їх гальмуючу дію на активність пепсину при контакті як з "чистим пилом", так і з пилом, який сорбував на собі оксиди газів. Пил кристалю і піску також чинив гальмуючу дію на переварювальну активність пепсину, але цей вплив був мало виражений, за винятком випадків взаємодії з пилом, що адсорбував оксиди азоту.

Відомо, що система травлення, як і органи дихання, є вхідними воротами для надходження пилу в організм. Отримані в наших дослідженнях результати показують, що захворювання травного тракту у населення зустрічалися в 2,0 рази частіше в контрольному населеному пункті ($p < 0,001$). Кратність підвищення показників захворюваності по окремих вікових групах була більш значущою у населення 40 – 49 річного віку.

У структурі захворюваності органів травлення перше місце займав хронічний гастрит, на другому - хвороби печінки, на третє місце вийшли захворювання хворобою виразки. Слід зазначити, що частота випадків захворюваності хворобами травлення частіше реєструвалися серед чоловіків, ніж серед жінок. Встановлений прямий достовірний зв'язок між рівнем забруднення атмосферного повітря пилом і показниками захворюваності.

Вплив промислових аерозолів, модифікованих оксидами азоту і сірки, на кислотність, рН і ферментативну активність шлункового соку

Характер пилу	Вид пилу			
	кришталі	пісок	міський пил	пил хромомагнетиту
кислотність				
NO ₂	48	46	36	32
SO ₂	37	40	32	30
«Ч»	38	35	33	28
рН				
NO ₂	2,7	2,9	3,3	8,7
SO ₂	2,7	2,8	3,0	8,7
«Ч»	2,6	2,7	3,0	7,6
ферментативна активність				
NO ₂	4,5	9,5	0,5	-
SO ₂	1,5	4,5	0,5	-
«Ч»	2,5	2,5	1,0	-

Аналіз отриманих даних показав, що захворювання травного тракту у населення, що проживає в районі розміщення заводу вогнетривів, зустрічалися в 2 рази частіше, ніж у контрольному населеному пункті. Встановлений зв'язок між рівнем забруднення повітряного басейну і показниками захворюваності; так, в I зоні (500,0 – 1000,0 м) частота стривальності гострих і хронічних гастритів, хвороб печінки, хвороб вирізки реєструвалася значно частіше, ніж у II

зоні, при цьому відмінності складали 1,5 – 3,3 разу. Для II зони (1000,0 – 2000,0 м) це перевищення по відношенню до контролю визначалося в межах 1,15 – 1,20 разу. У всіх вікових групах жінки хворіли частіше, ніж чоловіки. Слід зазначити порівняно високу питому вагу захворювань печінки. Жителі досліджуваних районів частіше хворіли на ці захворювання, інтенсивність яких у 2,35 і 1,69 разу перевищувала таку контрольного населеного пункту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Волощенко О.І. До перспективи подальшого обґрунтування безпечного використання синтетичних матеріалів та композицій за продуктами токсичності їх горіння як несприятливих хімічних факторів в середовищі перебування людини / О.І. Волощенко // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: зб.тез.доповідей. – К., 2008. – Вип. 8. – С. 23-24.
2. К вопросу о гигиеническом нормировании допустимого содержания взвешенных частиц в атмосферном воздухе / В.И. Чибурев, Б.А. Кацнельсон, Н.И. Привалова [и др.] // Медицина труда и промышленная токсикология. – 2000. – №3. – С. 5 - 8.
3. К обоснованию проблемы современного гигиенического нормирования загрязнения атмосферного воздуха / Л.И. Привалова, Б.А. Кацнельсон, С.В. Кузьмин [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2004. – № 9. – С. 41-44.
4. Кошуба М.О. Гравіметричні та коніметричні дослідження різних фракцій зварювальних аерозолів /

- М.О. Кошуба // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. – К., 2006. – Вип. 48. – С. 67-70.
5. Любченко П.Н. Пневмококиоз в современном меняющемся мире / П.Н. Любченко // Медицина труда и промышленная экология. – 2004. – № 6. – С. 1-5.
6. Сердюк А.М. Достижения та перспективи розвитку державної науково-технічної програми «Екологічна безпека України» / А.М. Сердюк, І.С. Кіреєва, І.О. Черниченко // Довкілля та здоров'я. – 2001. – № 2.(17). – С. 60-64.
7. Удосконалення методичних підходів та організаційно-методичних документів в галузі прискореного гігієнічного нормування хімічних речовин в атмосферному повітрі населених місць / В.Е. Присяжнюк, В.М. Доценко, О.П. Федоришин [та ін.]. / Гігієна населених місць: зб.наук.праць. – К., 2004. – Вип. 44. – С. 37-41.
8. Epidemiological monitoring in the vicinity of a coal-fired power plant / Toeplitz R., Goren A., Goldsmith J.R. [et al.] // Sci. Total. Environ. – 1984. – Vol. 32. – P. 233-246.