

*А.І. Севальнєв, Л.П. Шаравара**Запорізький державний медичний університет*

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВМІСТУ ДРІБНОДИСПЕРСНОГО ПИЛУ У ПОВІТРІ РОБОЧОЇ ЗОНИ ПРАЦІВНИКІВ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА ПОВНОГО ЦИКЛУ

Нормування пилового фактору в Україні включає оцінку концентрації загального пилу, що не відображає в повній мірі вплив факторів ризику (дрібнодисперсний пил) на стан здоров'я працівників. З метою визначення вмісту дрібнодисперсного пилу у повітрі робочої зони працівників металургійного підприємства повного циклу в основних цехах проведено дослідження концентрацій пилу фракцією PM10 та PM4. Встановлено, що концентрація дрібнодисперсного пилу, переважно фіброгенної дії, у повітрі робочої зони основних професій металургійного підприємства достовірно вище, ніж у повітрі робочої зони працівників контрольної групи. Це свідчить про необхідність проведення постійного моніторингу вмісту PM4 та PM10 у повітрі робочої зони працівників металургійного підприємства повного циклу та урахуванні при проведенні гігієнічної оцінки умов праці.

Ключові слова: дрібнодисперсний пил, умови праці, металургійне підприємство.

Науковими дослідженнями й аналізом причин професійної захворюваності (ПЗ) встановлено, що умови праці (УП) є головним чинником розвитку ПЗ [1, 2]. У результаті проведених нами досліджень УП працівників металургійного підприємства повного циклу встановлено, що провідним фактором ризику є виробничий пил (3.2–3.4 клас) [3, 4].

Нормування пилового фактору в Україні включає оцінку концентрації загального пилу, що не відображає в повній мірі вплив основних факторів ризику для розвитку захворювань органів дихання: респірабельної фракції пилу та кварцу, які в Україні не нормуються та не підлягають оцінці та контролю [5].

На сьогодні актуальним є дослідження вмісту дрібнодисперсного пилу у атмосферному повітрі промислових міст [5, 6]. Дослідження концентрацій дрібнодисперсного пилу у ПРЗ металургійних підприємств повного циклу не проводилися та повинно бути обов'язковим у зв'язку з тим, що зважені частки розміром менше 10 мкм є більш небезпечними для працюючих у порівнянні з частками пилу більшого розміру.

Мета роботи: Провести гігієнічну оцінку вмісту дрібнодисперсного пилу у повітрі робочої зони працівників металургійного підприємства повного циклу.

Матеріали та методи

Проведено дослідження концентрацій дрібнодисперсного пилу у ПРЗ основних цехів на робочих місцях (РМ) 8 професій металургійного підприємства

повного циклу. Дослідження виконувалося відповідно уніфікованій методиці за допомогою п'єзобалансного вимірювача масової концентрації респірабельного пилу – KANOMAX 3521. Для цього на РМ працівників у агломераційному, доменному, мартенівському цехах були виміряні концентрації PM4 (фракція пилу до 4 мкм) та PM10 (фракція пилу до 10 мкм).

Групу контролю для порівняння концентрацій дрібнодисперсного пилу склали працівники відділу заводу управління, де вміст пилу у ПРЗ не перевищує ГДК та відносить РМ до 2 класу УП (допустимі). Всього було проведено 1774 досліджень концентрацій PM4 та PM10: агломераційне виробництво – 896 вимірів, доменне виробництво – 308 вимірів, мартенівське виробництво – 360 вимірів, відділ заводу управління – 208 вимірів.

Результати та обговорення

У результаті проведеного дослідження встановлено, що вміст PM10 в агломераційному цеху становив $1,27 \pm 0,04$ мг/м³, вміст PM4 – $0,79 \pm 0,03$ мг/м³; у доменному цеху вміст PM10 та PM4 становив відповідно $1,91 \pm 0,11$ та $1,22 \pm 0,05$ мг/м³; у мартенівському цеху вміст PM10 і PM4 становив відповідно $0,93 \pm 0,04$ та $0,66 \pm 0,05$ мг/м³.

У ПРЗ працівників заводу управління, УП яких за вмістом пилу відповідають 2 класу – допустимим, вміст PM10 та PM4 на робочих місцях склав $0,06 \pm 0,006$ мг/м³ та $0,05 \pm 0,004$ мг/м³ відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Концентрація виробничого пилу фракцією PM_{10} та PM_4 у повітрі робочої зони працівників металургійного підприємства повного циклу

Професія / PM_{10} , PM_4	PM_{10} , мг/м ³	PM_4 , мг/м ³
I. Мартенівський цех	0,93±0,04*	0,66±0,05*
- сталевар/підручний сталевара мартенівської печі	0,95±0,06*	0,56±0,03*
- вогнетривник	0,91±0,05*	0,86±0,12*
II. Доменний цех	1,91±0,11*	1,22±0,05*
- горновий доменної печі	1,28±0,08*	0,77±0,05*
- машиніст шихтоподачі	2,15±0,18*	1,1±0,08*
III. Агломераційний цех	1,27±0,04*	0,79±0,03*
- агломератник	0,99±0,04*	0,66±0,03*
- дозувальник шихтового відділення	2,26±0,08*	1,29±0,04*
IV. Відділ заводу управління (контроль)	0,06±0,006	0,05±0,003

* різниця достовірна з контролем (працівники відділу заводу управління) ($p < 0,001$)

Встановлено, що у агломераційному цеху вміст PM_{10} та PM_4 у ПРЗ у 21,2 ($p < 0,001$) та 16,0 разів ($p < 0,001$) більший, ніж у контролі. Дослідження вмісту

дрібнодисперсного пилу у ПРЗ агломератника на агломераційних машинах на різних технологічних етапах виготовлення агломерату представлені у табл. 2.

Таблиця 2

Концентрація дрібнодисперсного пилу на робочому місці агломератника

Технологічний процес / PM_{10} , PM_4	PM_{10} , мг/м ³	PM_4 , мг/м ³
1. Обслуговування стрічкового дозатору бункера АМ	1,17±0,12	0,99±0,07
2. Обслуговування сумішного барабану	2,3±0,06	1,54±0,04
3. Процес спікання агломерату	1,19±0,09	1,05±0,11
4. Дроблення отриманого агломерату на дробарці	0,45±0,03	0,27±0,02
5. Просіювання агломерату на аглогрохоті	0,51±0,04	0,31±0,01

Встановлено, що у ПРЗ на робочому місці агломератника концентрація виробничого пилу фракцією PM_{10} та PM_4 в середньому склала 0,99±0,04 мг/м³ та 0,66±0,03 мг/м³, що у 16,5 ($p < 0,001$) та 13,2 разів ($p < 0,001$) більше, ніж у ПРЗ працівників заводу управління.

У агломераційному цеху на етапі транспортування шихти у ПРЗ дозувальника шихтового відділення було проведено заміри виробничого пилу PM_{10} та PM_4 на початку, в середині та у хвостовій частині конвеєра для подачі шихти (табл. 3).

Таблиця 3

Концентрація дрібнодисперсного пилу на робочому місці дозувальника шихтового відділення

Технологічний процес / PM_{10} , PM_4	PM_{10} , мг/м ³	PM_4 , мг/м ³
1. Транспортування шихти (початок конвеєру)	1,85±0,09	1,18±0,03
2. Транспортування шихти (середина конвеєру)	2,42±0,2*	1,16±0,06
3. Транспортування шихти (хвостова частина конвеєру)	2,52±0,05*	1,54±0,06*

* різниця достовірна з робочим місцем на початку конвеєра ($p < 0,001$)

У ПРЗ дозувальника шихтового відділення агломератного цеху концентрація виробничого пилу фракцією PM10 та PM4 в середньому склала $2,26 \pm 0,08$ мг/м³ та $1,29 \pm 0,04$ мг/м³, що перевищує дані концентрації у ПРЗ працівників заводу управління у 37,7 та 25,8 разів відповідно ($p < 0,001$).

У результаті дослідження концентрації дрібнодисперсного пилу у доменному цеху встановлено, що вміст PM10 у 31,8 рази більше, а PM4 у 24,4 рази більше ($p < 0,001$), ніж у ПРЗ працівників заводу управління.

Встановлено, що вміст PM10 та PM4 на доменній печі № 5 під час випуску чавуну склали $2,15 \pm 0,17$ мг/м³ та $1,45 \pm 0,07$ мг/м³. Під час випуску шлаку на доменній печі № 5 вміст PM10 та PM4 склав $1,68 \pm 0,12$ мг/м³ та $0,98 \pm 0,06$ мг/м³. В середньому концентрація виробничого пилу фракцією PM10 на доменній печі № 5 склала $1,91 \pm 0,11$ мг/м³, концентрація PM4 – $1,22 \pm 0,05$ мг/м³.

При дослідженні концентрації виробничого пилу фракцією PM10 та PM4 на РМ горнового доменної печі встановлено, що PM10 та PM4 у ПРЗ склали $1,28 \pm 0,08$ мг/м³ та $0,77 \pm 0,05$ мг/м³, що більше у порівнян-

ні з контролем у 21,3 ($p < 0,001$) та 15,4 рази ($p < 0,001$). У машиніста шихтоподачі концентрація PM10 на РМ склала $2,15 \pm 0,18$ мг/м³, що більше, ніж в контролі у 35,8 разів ($p < 0,001$), вміст PM4 перевищував у 22 рази ($p < 0,001$) – $1,1 \pm 0,08$ мг/м³.

У результаті дослідження вмісту дрібнодисперсного пилу у ПРЗ мартенівського цеху встановлено, що PM10 та PM4 були у 15,5 разів ($p < 0,001$) та у 13,2 рази ($p < 0,001$) більше, ніж у контролі.

Дослідження концентрації дрібнодисперсного пилу у ПРЗ мартенівського цеху при різних технологічних процесах представлені у табл. 4.

Дослідження вмісту дрібнодисперсного пилу було проведено у пультовій, яка ізольована від загального приміщення цеху, де сталевари та підручні сталеварів проводять більшу половину робочого часу, але вміст PM10 та PM4 майже не відрізнявся від концентрації при інших технологічних процесів у цеху, що є наслідком недотримання правил користування даним РМ, коли працівники залишають відкритими двері до пультової, а також відсутністю або не якісним прибирання у пультовій.

Таблиця 4

Концентрація дрібнодисперсного пилу на робочому місці сталевара

Технологічний процес	PM ₁₀ , PM ₄	PM ₁₀ , мг/м ³	PM ₄ , мг/м ³
1. Процес завалки металобрухту та шихти у мартенівську піч		$0,53 \pm 0,06$	$0,45 \pm 0,04$
2. Передня лінія мартенівської печі під час виплавки сталі		$1,12 \pm 0,13$	$0,67 \pm 0,07$
3. Процес відбору проб сталі для контролю якості		$1,07 \pm 0,11$	$0,56 \pm 0,3$
4. Пультова сталеварів мартенівської печі		$0,97 \pm 0,11$	$0,55 \pm 0,07$

Середня концентрація виробничого пилу фракцією PM10 та PM4 у ПРЗ сталеварів та його підручних склали $0,95 \pm 0,06$ мг/м³ та $0,56 \pm 0,03$ мг/м³ відповідно, що у 15,8 разів ($p < 0,001$) та в 11,2 рази ($p < 0,001$) більше, ніж у ПРЗ працівників групи контролю.

При дослідженні вмісту дрібнодисперсного пилу у ПРЗ вогнетривників при технологічних процесах підготовки жолоба до ремонту та гарячого ремонту жолоба встановлено, що концентрація PM10 були майже однакові і склали відповідно $0,87 \pm 0,03$ мг/м³ та $0,95 \pm 0,09$ мг/м³, тоді як концентрація PM4 при гарячому ремонті була більшою в 2 рази ($p < 0,001$), ніж при підготовці жолобу до ремонту – $0,59 \pm 0,02$ мг/м³. Середня концентрація виробничого пилу фракцією PM10 та PM4 на РМ вогнетривника склала $0,91 \pm 0,05$ мг/м³ та $0,86 \pm 0,12$ мг/м³, що у 15,2 ($p < 0,001$) та 17,2 рази ($p < 0,001$) більше, ніж у контрольній групі.

Висновки

1. Концентрації дрібнодисперсного виробничого пилу фракцією PM4 та PM10 достовірно більші у основних цехах металургійного підприємства повного циклу ($p < 0,001$), де УП за вмістом пилу відповідають 3.1–3.4 класу шкідливості, ніж у ПРЗ працівників відділу заводу управління, де клас УП по вмісту загально-го пилу у ПРЗ зони відповідає допустимим УП.

2. Для оцінки ступеню шкідливості впливу дрібнодисперсного пилу на працюючих рекомендовано проведення постійного моніторингу вмісту PM4 та PM10 у повітрі робочої зони працівників металургійного підприємства повного циклу при проведенні гігієнічної оцінки умов праці. Для зменшення ризику розвитку захворюваності рекомендовано застосування комплексної програми оцінки та керування професійними ризиками.

Список літератури

1. Стан професійної захворюваності в Україні / Д. Тимошина, І. Луб'янова, А. Басанец [та ін.] // Охорона труда. – 2010. – № 3 (115). – С. 48–53.
2. Кундиев Ю. Медицинские осмотры - действенный инструмент сохранения здоровья работающих / Ю. Кундиев, И. Лубьянова, Д. Тимошина // Охорона труда. – 2007. – № 9 (159). – С. 40–42.
3. Шаравара Л. П. Гігієнічна оцінка умов праці працівників металургійного підприємства повного циклу / Л. П. Шаравара // Український журнал з проблем медицини праці. – 2016. – № 3 (48). – С. 56–63.
4. Шаравара Л.П. Гигиеническая характеристика условий труда агломератчиков на агломерационной фабрике / Л.П. Шаравара, Ю.С. Крамарева, А.И. Севальнев // Сборник тезисов докладов 69-ой научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Актуальные проблемы современной медицины и

- фармації–2015». –Минск БГМУ, 2015. – С. 1024–1025.
5. Басанец А. В. Вплив кремнію діоксиду на функціональний стан бронхолегеневої системи у хворих на пневмокніоз від впливу вугільного пилу / А. В. Басанец // Biomedical and biosocial anthropology. – 2007. – № 8. – С. 98–103.
 6. Севальнев А. И. Оценка загрязнения атмосферного воздуха придорожных территорий г. Запорожья взвешенными частицами / А. И. Севальнев, Ю. В. Волкова // Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием молодых ученых и специалистов «Окружающая среда и здоровье. Гигиена и экология урбанизированных территорий», посвященная 85-летию ФГБУ «НИИ ЭЧ и ГОС ИМ. А.Н. Сысина». – Москва. – 2016. – С. 120–124.
 7. Севальнев А. И. Оцінка забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя викидами пилу / А. І. Севальнев, Ю. В. Волкова // Збірка тез всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів з міжнародною участю «Сучасні аспекти медицини і фармації – 2016». – Запоріжжя, 12–13 травня 2016 . – С. 57.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2016р.

А.И. Севальнев, Л.П. Шаравара

Запорожский государственный медицинский университет

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ РАБОТНИКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПОЛНОГО ЦИКЛА

Нормирование пылевого фактора в Украине включает оценку концентраций общей пыли, не отражает в полной мере влияние факторов риска (мелкодисперсную пыль) на состояние здоровья работников. С целью определения содержания мелкодисперсной пыли в воздухе рабочей зоны работников металлургического предприятия полного цикла в основных цехах проведено исследование концентраций пыли фракцией PM10 и PM4. Установили, что концентрация мелкодисперсной пыли, преимущественно фиброгенного действия, в воздухе рабочей зоны основных профессий металлургического предприятия достоверно выше, чем в воздухе рабочей зоны работников контрольной группы. Это свидетельствует о необходимости проведения постоянного мониторинга содержания PM4 и PM10 в воздухе рабочей зоны работников металлургического предприятия полного цикла и учете при проведении гигиенической оценки условий труда.

Ключевые слова: мелкодисперсная пыль, условия труда, металлургическое предприятие.

A.I. Sevalnev, L.P. Sharavara

Zaporizhzhia State Medical University

HYGIENIC ASSESSMENT OF THE CONTENT OF FINE DUST IN THE AIR OF THE METALLURGICAL COMPANY OF THE COMPLETE CYCLE WORKERS' WORKING AREA

Rationing of the dust factor in the Ukraine includes assessment of the general dust concentration, which doesn't fully show the risk factors' (fine dust) impact on the workers' health. To find the contents of the fine dust in the air of the metallurgical company of the complete cycle workers' working area, the research of the dust concentration in the main departments was made by the PM10 and PM4 fractions. Turned out, that concentration of the fine dust, mainly with the fibrogenic action, is surely higher in the air of the main metallurgical company professions' working area than that in the control group workers' working area. It shows the necessity of the constant monitoring of the PM4 and PM10 contents in the air of the metallurgical company of the complete cycle workers' working area and consideration during the hygienic assessment of the working conditions.

Keywords: fine dust, working conditions, metallurgical company.