

mgr inż. DOROTA KONDEJ  
dr inż. ELŻBIETA JANKOWSKA  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

## Pyły na stanowiskach pracy w pomieszczeniach produkcyjnych i biurowych

W artykule przedstawiono wyniki badań stężeń pyłów przeprowadzonych na stanowisku pracy w pomieszczeniu produkcyjnym, w którym stosowano szlifowanie na sucho oraz na stanowisku pracy w pomieszczeniu biurowym zlokalizowanym w pobliżu pomieszczenia produkcyjnego. Zaprezentowano rezultaty pomiarów stężeń pyłów z zastosowaniem metody filtracyjno-wagowej, a także z użyciem przyrządów pomiarowych o krótkim czasie pobierania próbek (DUST TRAK, GRIMM, P-TRAK).

### Dusts at workplaces in industrial and office rooms

This paper presents results of investigations of dust concentrations at a workplace in an industrial room, in which a dry grinding process took place and at a workplace in an office located close to an industrial room. Results of measurements of dust concentrations using a filtration-gravimetric method and using equipment with a short time of sampling (DUST TRAK, GRIMM, P-TRAK) are shown.

Pracownicy podczas całodzienniej pracy są narażeni na wdychanie pyłów o różnych stężeniach i rozkładzie wymiarowym w zależności od typu pomieszczeń pracy.

Najbardziej szkodliwe dla zdrowia są cząstki drobnodispersyjne, które przenikając do obszaru wymiany gazowej, a następnie pozostając w nim przez dłuższy czas mogą powodować zapalenia pęcherzyków płucnych, rozwój pylicy płuc i nowotworów. Schorzenia układu oddechowego zajmują od wielu lat czołowe miejsca w strukturze zapadalności na choroby zawodowe [1].

W Polsce do niedawna zajmowano się głównie zagadnieniami związanymi z narażeniem pracowników na pyły emitowane w procesach produkcyjnych. Nie prowadzono badań mających na celu określenie stężenia pyłów w pomieszczeniach biurowych zlokalizowanych w pobliżu pomieszczeń produkcyjnych. W tych pomieszczeniach biurowych mogą występować zarówno cząstki drobnodispersyjne pochodzące z pyłów emitowanych w procesach produkcyjnych, które na skutek otwierania drzwi i okien oraz występowania nieszczelności mogą przenikać do pomieszczeń biurowych jak i cząstki drobnodispersyjne pochodzące od wyposażenia lub czynności wykonywanych wewnątrz pomieszczenia pracy.

### Pomiary stężeń pyłów

W Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym,

w ramach realizacji zadania badawczego I-3.14 *Badanie i ocena narażenia na oddziaływanie cząstek pyłów o wymiarach nanometrycznych w pomieszczeniach pracy* [2, 3] przeprowadzono badania mające na celu określenie wpływu procesu produkcyjnego na wartości stężeń pyłu w pomieszczeniu produkcyjnym jak i w pomieszczeniu biurowym zlokalizowanym w pobliżu pomieszczenia produkcyjnego. Pomiary stężeń pyłu przeprowadzono w Zakładzie produkującym części i akcesoria do pojazdów mechanicznych i ich silników. W pomieszczeniu produkcyjnym, w którym znajdowały się stanowiska obsługi szlifierek płaszczyznowych, stosowano szlifowanie na sucho. W wyniku tego procesu następowała emisja pyłów drobnodispersyjnych. W pomieszczeniu biurowym usytuowanym po przeciwnej stronie korytarza wykonywano typowe czynności biurowe związane głównie z pracą z dokumentami. Badania stężeń pyłów przeprowadzono na wybranych stanowiskach pracy w pomieszczeniu produkcyjnym oraz w pomieszczeniu biurowym. Schemat pomieszczeń pracy wraz z lokalizacją punktów pomiarowych przedstawiono na rysunku 1.

Badania stężeń pyłów przeprowadzono z wykorzystaniem metod filtracyjno-wagowych stosowanych w Polsce do oceny narażenia [4, 5] oraz metod badawczych z zastosowaniem przyrządów pomiarowych o krótkim czasie pobierania próbek, umożliwiających określanie stężeń masowych i liczbowych w odniesieniu do różnych wymiarów cząstek wdychanych przez człowieka [6].

Stosując metodę filtracyjno-wagową określono stężenie pyłu całkowitego (czyli pyłu stanowiącego zbiór wszystkich cząstek otoczonych powietrzem w określonej objętości powietrza [7]) oraz stężenie pyłu respirabilnego (czyli pyłu o średniej wartości średnicy aerodynamicznej  $3,5 \pm 0,3 \mu\text{m}$  i geometrycznym odchyleniu standardowym  $1,5 \pm 0,1$ , który przedostaje się do pęcherzykowego obszaru płuc człowieka [7]). Pomiar stężenia pyłu całkowitego i pyłu respirabilnego polegał na zassaniu zapyłonego powietrza ze znanym strumieniem objętości w określonym czasie i osadzeniu pyłu na filtrze pomiarowym znajdującym się w głowicy pomiarowej. W przypadku oznaczania pyłu respirabilnego stosowano mikrocyklon jako selektor wstępny. Zarówno stężenie pyłu całkowitego, jak i respirabilnego określano przez zważenie filtrów pomiarowych przed i po pomiarach, a następnie odniesienie uzyskanej masy pyłu do objętości przepuszczonego przez filtr powietrza.

Wykorzystując przyrządy pomiarowe o krótkim czasie pobierania próbek, określono:

- masowe stężenie pyłu o wymiarach cząstek z zakresu  $0,1-10 \mu\text{m}$  z użyciem DUST TRAK Aerosol Monitor model 8520
- frakcyjne stężenie liczbowe cząstek pyłu o wymiarach z zakresu  $0,3-1 \mu\text{m}$ , z użyciem GRIMM Dust Monitor model 1.108
- liczbowe stężenie cząstek pyłów o wymiarach z zakresu  $0,02-1 \mu\text{m}$  z użyciem P-TRAK Ultrafine Particle Counter model 8525.

W celu uzyskania rozkładu stężeń pyłów zawieszonych w powietrzu przez całodzienny okres pracy pomiary z zastosowaniem wymienionych przyrządów prowadzono przed rozpoczęciem szlifowania (o godz. 6.), w czasie trwania procesu szlifowania (o godz. 9., 11. i 13.) i po zakończeniu szlifowania (o godz. 14.).

## Wyniki badań

Wyniki badań stężeń pyłów przeprowadzonych na stanowisku pracy w pomieszczeniu produkcyjnym (rys.1. – punkt pomiarowy nr 1) i na stanowisku pracy w pomieszczeniu biurowym zlokalizowa-



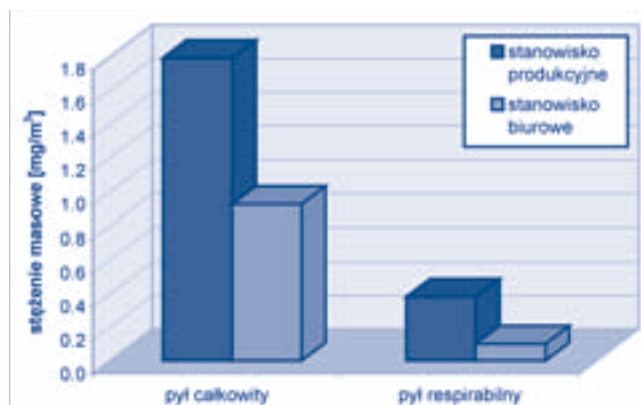
Rys. 1. Schemat pomieszczeń pracy wraz z lokalizacją punktów pomiarowych. A – pomieszczenie produkcyjne, B – pomieszczenie biurowe; a, b, c, d, e, f, g – stanowiska obsługi szlifierek płaszczyzn w pomieszczeniu produkcyjnym; \*nr 1, \*nr 2 – punkty pomiarowe

Fig. 1. A diagram of the work rooms with the localization of testing points. A – industrial room, B – office room; a, b, c, d, e, f, g – workplaces of grinding machines in the industrial room; \*nr 1, \*nr 2 – testing points

wanym w pobliżu pomieszczenia produkcyjnego (rys.1. – punkt pomiarowy nr 2) przedstawiono na rysunkach 2., 3., 4. i 5.

Wyniki pomiarów masowego stężenia pyłu całkowitego i pyłu respirabilnego metodą filtracyjno-wagową zobrazowano na rysunku 2. Stężenie pyłu całkowitego na stanowisku produkcyjnym wynosiło  $1,792 \text{ mg/m}^3$ , a na stanowisku biurowym  $0,922 \text{ mg/m}^3$ . Stężenie pyłu respirabilnego na stanowisku produkcyjnym wynosiło  $0,380 \text{ mg/m}^3$ , a na stanowisku biurowym  $0,099 \text{ mg/m}^3$ . Jak wynika z przedstawionych wyników pomiarów, stężenie pyłu całkowitego na stanowisku pracy w pomieszczeniu biurowym zlokalizowanym w pobliżu pomieszczenia produkcyjnego było na tyle duże, że – w odróżnieniu od wartości uzyskiwanych w typowych pomieszczeniach biurowych [8], mogło być oznaczane z zastosowaniem metody filtracyjno-wagowej. Z porównania wartości stężeń oznaczanych na stanowisku produkcyjnym i biurowym wynika, że:

- stężenie pyłu całkowitego oznaczonego na stanowisku biurowym stanowiło aż 51% wartości stężenia pyłu całkowitego oznaczonego na stanowisku produkcyjnym
- stężenie pyłu respirabilnego oznaczonego na stanowisku biurowym stanowiło 26% wartości stężenia pyłu respirabilnego oznaczonego na stanowisku produkcyjnym.



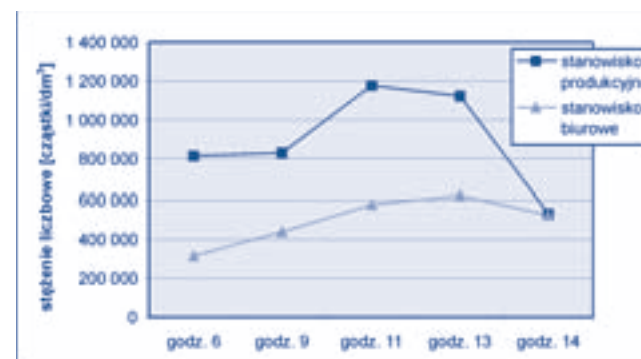
Rys. 2. Wyniki pomiarów masowego stężenia pyłu całkowitego i pyłu respirabilnego metodą filtracyjno-wagową, przeprowadzonych na stanowiskach pracy w pomieszczeniu produkcyjnym i w pomieszczeniu biurowym

Fig. 2. Results of measurements of mass concentrations of total dust and respirable dust using a filtration-gravimetric method, conducted at workplaces in an industrial room and in an office room



Rys. 3. Wyniki pomiarów masowego stężenia pyłu o wymiarach cząstek z zakresu  $0,1-10 \mu\text{m}$  z użyciem przyrządu DUST TRAK Aerosol Monitor model 8520, przeprowadzonych na stanowiskach pracy w pomieszczeniu produkcyjnym i w pomieszczeniu biurowym

Fig. 3. Results of measurements of mass concentrations of dust particles from the  $0,1-10 \mu\text{m}$  range using DUST TRAK 8520 Aerosol Monitor model 8520, conducted at workplaces in an industrial room and in an office room



Rys. 4. Wyniki pomiarów frakcyjnego stężenia liczbowego pyłu w odniesieniu do cząstek o wymiarach z zakresu  $0,3-1 \mu\text{m}$  z użyciem przyrządu GRIMM Dust Monitor model 1.108, przeprowadzonych na stanowiskach pracy w pomieszczeniu produkcyjnym i w pomieszczeniu biurowym

Fig. 4. Results of measurements of the fractional number concentration with regard to particles from the  $0,3-1 \mu\text{m}$  range using GRIMM Dust Monitor model 1.108, conducted at workplaces in an industrial room and in an office room



Rys. 5. Wyniki pomiarów liczbowego stężenia cząstek pyłu o wymiarach z zakresu 0,02-1  $\mu\text{m}$  z użyciem przyrządu P-TRAK Ultrafine Particle Counter model 8525, przeprowadzonych na stanowiskach pracy w pomieszczeniu produkcyjnym i w pomieszczeniu biurowym

Fig. 5. Results of measurements of the number concentration of particles from the 0.02-1  $\mu\text{m}$  range using P-TRAK Ultrafine Particle Counter model 8525, conducted at workplaces in an industrial room and in an office room

W celu określenia wpływu procesu szlifowania na wartości stężeń pyłu na stanowisku pracy w pomieszczeniu produkcyjnym i stanowisku pracy w pomieszczeniu biurowym zlokalizowanym w pobliżu pomieszczenia produkcyjnego, analizie poddano przebieg krzywych obrazujących całodienne rozkłady masowych i liczbowych stężeń pyłów na obu stanowiskach pracy (rys. 3-5). Na podstawie wyników pomiarów uzyskanych z użyciem DUST TRAK, GRIMM i P-TRAK stwierdzono, że **podczas procesu szlifowania wraz ze wzrostem stężenia pyłu na stanowisku produkcyjnym wzrastało stężenie pyłu na stanowisku biurowym**. Znaczący wpływ procesu produkcyjnego na wartości stężeń na obu stanowiskach pracy zaobserwowano o godz. 11. i 13. O godz. 13. masowe stężenie pyłu o wymiarach cząstek z zakresu 0,1-10  $\mu\text{m}$  (DUST TRAK) na stanowisku produkcyjnym i stanowisku biurowym wynosiło odpowiednio 0,692  $\text{mg}/\text{m}^3$  i 0,372  $\text{mg}/\text{m}^3$ , liczbowe stężenie cząstek pyłu o wymiarach z zakresu 0,3-1  $\mu\text{m}$  (GRIMM) wynosiło 1122685 cząstek/ $\text{dm}^3$  i 622241 cząstek/ $\text{dm}^3$ , a liczbowe stężenie cząstek pyłu o wymiarach z zakresu 0,02-1  $\mu\text{m}$  (P-TRAK) wynosiło 139063 cząstek/ $\text{cm}^3$  i 66117 cząstek/ $\text{cm}^3$ . Po godzinie 13. wraz ze zmniejszeniem intensywności szlifowania stężenie pyłu na obu stanowiskach pracy zmniejszyło

się. W porównaniu do wartości stężeń uzyskiwanych w typowych pomieszczeniach biurowych [8] stężenia pyłu w pomieszczeniu biurowym zlokalizowanym w pobliżu pomieszczenia produkcyjnego były znacznie wyższe.

## Wnioski

Na podstawie analizy wyników badań stężeń pyłów przeprowadzonych w zakładzie, gdzie dokonywano szlifowania na sucho stwierdzono, że metoda filtracyjno-wagowa, stosowana do oceny narażenia na pyły występujące w środowisku pracy pomieszczeń produkcyjnych, może być wykorzystana do badania stężeń masowych pyłów zawieszonych w powietrzu pomieszczeń biurowych zlokalizowanych w pobliżu pomieszczeń produkcyjnych.

Badania stężeń masowych i liczbowych pyłów z zastosowaniem przyrządów DUST TRAK, GRIMM i P-TRAK wykazały, że **proces szlifowania prowadzony w pomieszczeniu produkcyjnym miał wpływ na wartości stężeń pyłów zawie-**

## szonych w powietrzu w pomieszczeniu biurowym zlokalizowanym w pobliżu pomieszczenia produkcyjnego.

Ze względu na rozprzestrzenianie się pyłów emitowanych podczas procesu szlifowania prowadzonego w pomieszczeniu produkcyjnym i ich wpływ na wartości stężeń pyłów zawieszonych w powietrzu w pomieszczeniu biurowym zlokalizowanym w pobliżu pomieszczenia produkcyjnego, pomieszczenie to nie może być traktowane jak typowe pomieszczenie biurowe.

## PIŚMIENNICTWO

- [1] Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2003. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2003
- [2] Kondej D., Jankowska E., Jankowski T., Paluszkiewicz M. Sprawozdanie z realizacji I etapu zadania badawczego nr 1-3.14 pt. *Badanie i ocena narażenia na oddziaływanie cząstek pyłów o wymiarach nanometrycznych w pomieszczeniach pracy*. CIOP-PIB, Warszawa 2002
- [3] Kondej D., Jankowska E., Jankowski T., Paluszkiewicz M. Sprawozdanie z realizacji II etapu zadania badawczego nr 1-3.14 pt. *Badanie i ocena narażenia na oddziaływanie cząstek pyłów o wymiarach nanometrycznych w pomieszczeniach prac*. CIOP-PIB, Warszawa 2003
- [4] PN-91/Z-04030/05. *Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości pyłu. Oznaczanie pyłu całkowitego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową*
- [5] PN-91/Z-04030/06. *Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości pyłu. Oznaczanie pyłu respirabilnego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową*
- [6] PN-EN 481:1998. *Atmosfera miejsc pracy – Określenie składu ziarnowego dla pomiaru cząstek zawieszonych w powietrzu*
- [7] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 217, poz. 1833
- [8] Jankowska E., Kondej D., Paluszkiewicz M. Pyły. Raport z realizacji projektu celowego zamawianego nr PCZ 15-21 pt. *System kształtowania jakości powietrza w budynkach biurowych*. CIOP-PIB, Warszawa 2004

*Praca wykonana w ramach programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej”, dofinansowywanego w latach 2002 – 2004 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Komitet Badań Naukowych. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy*