

Helena Woźniak¹
 Grażyna Stroszejn-Mrowca¹
 Natalia Kita²

OCENA STĘŻEŃ PYŁU NA STANOWISKACH PRACY W ZAKŁADZIE PORCELANY Z ZASTOSOWANIEM PYŁOMIERZA LASEROWEGO GRIMM*

DUST EXPOSURE IN A POTTERY PLANT ASSESSED USING GRIMM DUST MONITOR

¹ Z Zakładu Zagrożeń Chemicznych i Pyłowych
 Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi
 Kierownik zakładu: prof. dr hab. M. Jakubowski

² Z Zakładu Porcelany Stołowej „Karolina” Sp. z o.o. w Jaworzynie Śląskiej
 Prezes zakładu: mgr B. Mechla

STRESZCZENIE W jednym z zakładów porcelany stołowej, w którym pylice płuc były jedyną stwierdzoną chorobą zawodową (16 przypadków w okresie 1984-1997), wykonano za pomocą pyłomierza laserowego GRIMM pomiary stężeń pyłu frakcji wdychalnej, torakalnej i respirabilnej na typowych stanowiskach pracy. Najwyższe stężenia wszystkich frakcji pyłu stwierdzono na stanowisku zestawiacza mas ceramicznych (szlamownia); stężenia średnie kształtowały się następująco: pył wdychalny - 7231,8 mg/m³, frakcja torakalna - 4834,9 mg/m³, frakcja respirabilna - 1402,2 mg/m³. Wysokie stężenia wszystkich frakcji pyłu stwierdzono także na stanowisku robotnika transportu międzywydziałowego, usuwającego odpady masy ceramicznej z formowni i odlewni. Wśród pracowników szlamowni (zatrudnionych około 20 osób) stwierdzono w analizowanym okresie najwięcej - 7 przypadków pylicy płuc, a wśród pracowników transportu międzywydziałowego - 4 przypadki (zatrudnionych 4 osoby). Na pozostałych stanowiskach (w odlewni, formowni, palarni) stężenia pyłu kształtowały się następująco: wdychalny od 1175 mg/m³ do 3232 mg/m³, torakalny od 726 do 2001 mg/m³, a respirabilny od 146 do 549 mg/m³. Zawartość wolnej krystalicznej krzemionki (SiO₂) w pyłe pobranym z powietrza wynosiła od 3% (palarnia) do około 50% (szlamownia) głównie w postaci kwarcu, krystalobalitu stwierdzono w pyłe pobranym w palarni. Główną frakcją pyłu wdychalnego stanowiła frakcja tchawiczo-oskrzelowa od 43,1 do 48,2%, frakcja ekstratorakalna wynosiła od 32,8 do 42,3% a frakcja respirabilna od 11,8 do 21,6%. Na stanowisku zestawiacza mas ceramicznych i robotnika transportu międzywydziałowego na podstawie zapisu graficznego stężenia wyodrębniono czynności związane z największą emisją pyłu i były to: zasyp młynów na stanowisku zestawiacza mas ceramicznych, przeładunek odpadów masy ceramicznej - na stanowisku robotnika transportowego. Med. Pr. 2002, 53, 5, 405-411

SŁOWA KLUCZOWE: narażenie na pył, stężenie frakcji wdychalnej, torakalnej i respirabilnej, zakłady porcelany, laserowy miernik pyłu GRIMM, graficzny zapis stężeń

ABSTRACT In one of the pottery plants in which pneumoconiosis was the only certified occupational disease (16 cases during the years 1984-1997), the concentrations of dust in inhalable, thoracic and respirable fractions were measured at most characteristic workplaces. The highest concentrations in all the three fractions was found in the slip house; the mean concentrations were as follows: inhalable dust - 7231.8 mg/m³; thoracic fraction - 4834.9 mg/m³; and respirable fraction 1402.2 mg/m³. High concentrations of all the dust fractions were also observed at the workplace of the intershop transport worker who removed the waste body from cast and throw shops. The largest number of pneumoconiosis (7) cases was found among the workers of the slip house (20 persons employed); this was followed by the intershop transport workers - 4 cases (4 persons employed). At the other workplaces (cast shop, throw shop and firing), concentrations of inhalable dust ranged from 1175 to 3232 mg/m³; thoracic from 726 to 2001 mg/m³; and respirable from 146 to 549 mg/m³. The contents of free crystalline silica (SiO₂) in the air dust ranged from 3% in firing to 50% in slip house, in the latter mostly in the form of quartz or cristobalite. The main fraction of inhalable dust was the tracheobronchial fraction, ranging from 43.1 to 48.2%, the extrathoracic fraction ranged from 32.8 to 42.3% and respirable fraction from 11.8 to 21.6%. On the basis of the graphic record, such activities as pouring of raw materials into grinding mill and reloading of the waste body were identified at the workplaces of slip making and intershop transport as those associated with the highest dust emission. Med Pr 2002, 53, 5, 405-411

KEY WORDS: dust exposure, inhalable, thoracic and respirable dust concentration, pottery plant, GRIMM dust monitor, graphic record of dust concentration

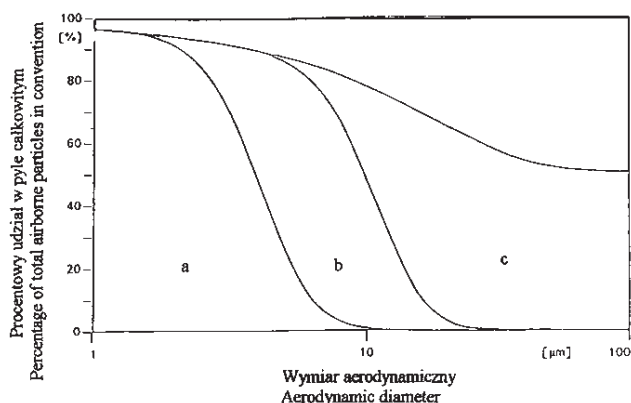
WSTĘP

W związku z koniecznością dostosowania polskiego prawa do ustawodawstwa Unii Europejskiej niezbędne jest wdrożenie w naszym kraju norm Europejskiego Komitetu Normalizacji (CEN) w tym również norm dotyczących pomiarów i oceny środowiska pracy (1). Problematyce narażenia zawodowego na poszczególne frakcje wymiarowe aerozoli poświęcona jest EN 481 (2). Norma 481 definiuje pojęcie pyłu całkowitego jako zbiór wszystkich cząstek otoczonych powietrzem w określonej objętości powietrza, a wdychalną frakcję jako udział wagowy cząstek pyłu całkowitego, który jest wdychany przez nos i usta. Ponadto, norma ta określa frakcję wnikałą w obręb głowy (frakcja ekstratorakalna) jako frakcję,

k która nie może przeniknąć poza krtań, frakcję wnikałą w obręb klatki piersiowej (frakcja torakalna - przenikająca przez krtań), frakcję tchawiczo-oskrzelową, jako frakcję cząstek przenikającą poza krtań, ale nie wnikałą do obszaru dróg oddechowych niepokrytych nabłonkiem migawkowym oraz frakcję respirabilną, czyli frakcję cząstek przenikających do dróg oddechowych niepokrytych nabłonkiem migawkowym (ryc. 1 i 2) (1,2). Podział ten wynika z faktu dużego znaczenia rozmiarów cząstek w procesie ich wnikańia i osadzania się w układzie oddechowym i decyduje o ocenie zagrożeń zdrowia wywołanych narażeniem zawodowym na pyły przemysłowe (3,4).

Wprowadzone w ostatnich latach tzw. przyrządy trójstopniowe serii GRIMM dostosowane do poboru prób pyłu zgodnie z wymogami konwencji zawartych w normie

*Praca wykonana w ramach zadania finansowanego z dotacji na działalność statutową nr IMP 4.3. pt. „Ocena ekspozycji różnych obszarów układu oddechowego w aerozole, występujące w zakładach wyrobów termoizolacyjnych i uszczelniających oraz w przemyśle ceramiki szlachetnej”. Kierownik zadania: dr hab. E. Więcek



Ryc. 1. Konwencje frakcji wdychalnej (c), wnikającej w obręb klatki piersiowej (b) i frakcji respirabilnej (a) wyrażonej jako procentowy udział pyłu całkowitego (1).

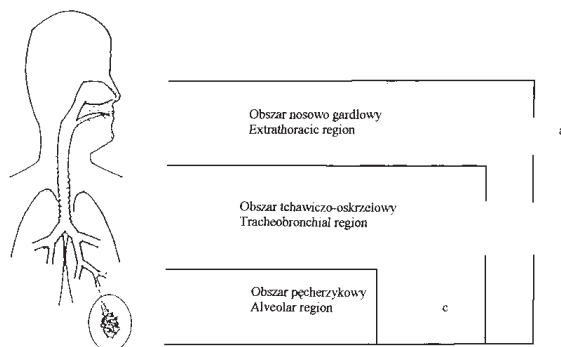
Fig. 1. The inhalable (c), thoracic (b) and respirable (a) conventions as percentages of total, airborne particles (1).

EN 481 umożliwiają pomiar stężeń pyłu wdychalnego, wnikającego w obręb klatki piersiowej oraz stężeń pyłu respirabilnego dzięki czemu pozwalają na pogłębione badania narażenia na działanie pyłów. Należy przy tym zaznaczyć, że żaden z istniejących przyrządów dostosowanych do poboru prób zgodnie z wymogami konwencji zawartych w normie EN 481 nie odtwarza wiernie zjawisk związanych z wnikaniem i osadzaniem się cząstek w różnych obszarach dróg oddechowych, dlatego też wszystkie konwencje stanowią tylko pewne przybliżenie zjawisk zachodzących w układzie oddechowym człowieka (1).

Uwzględniając fakt, że przemysł ceramiki szlachetnej, stosujący surowce mineralne o silnej agresywności biologicznej stanowi od lat jedno z ważniejszych źródeł choroby zawodowej pylicy płuc (5,6,7) do badań w niniejszej pracy wytypowano jeden z zakładów porcelany stołowej.

KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA PROCESU TECHNOLOGICZNEGO PRODUKCJI PORCELANY

Nazwą surowce ceramiczne określa się wszystkie rodzaje surowców, z których po odpowiednich zabiegach technologicznych można otrzymać wyroby ceramiczne o przeznaczeniu użytkowym. Podstawowe surowce przemysłu ceramicznego można podzielić na surowce plastyczne, do których należą kaoliny i gliny oraz surowce nieplastyczne, takie jak: kwarc, piaski kwarcowe, skalenie, dolomity i magnezyty. W procesie technologicznym wyrobów ceramicznych wszystkie surowce przechodzą najpierw proces rozdrabniania w gniotownikach obrotowych lub w młynach kulowych, a następnie przesiewane są na sitach wibracyjnych i mieszane w odpowiednich proporcjach z dodatkiem wody oraz upłynniaczy. Wytworzona w ten sposób masa ceramiczna służy do uformowania wyrobu metodą plastyczną, odlewniczą lub na drodze formowania izostatycznego, uformowane wyroby przechodzą proces wykańczania, suszenia, dwukrotnego wypalania w odpowiednich temperaturach (biskwit, wypał ostry), o-



Ryc. 2. Wnikanie aerozoli do różnych obszarów dróg oddechowych: frakcja wdychalna (a), frakcja zatrzymywana w obrębie klatki piersiowej (b), frakcja respirabilna (c) (2).

Fig. 2. The entry of the aerosols into a different sites of the respiratory tract: inhalable fraction (a), thoracic fraction (b), respirable fraction (c) (2).

czyszczenia, szklwienia, a następnie dekorowania. Ze wszystkimi etapami produkcji ceramiki wiąże się duży koszt energetyczny pracy (8) oraz wydzielanie się pyłu (z wyjątkiem dekorowania) o dużym stopniu rozdrobnienia zawierającego wolną krystaliczną krzemionkę w ilości od około 3% (stanowiska wydziału palarni) do około 50% (na wydziale szlamowni) (8).

CEL PRACY

Celem niniejszej pracy była ocena ekspozycji różnych obszarów układu oddechowego na pył występujący przy produkcji porcelany stołowej oraz próba określenia, na wybranych stanowiskach, operacji technologicznych, powodujących największą emisję pyłu do powietrza stanowisk pracy.

MATERIAŁ I METODY

Oceny narażenia pracowników na pył dokonano w jednym z zakładów porcelany stołowej. Badania przeprowadzono na wybranych stanowiskach pracy typowych dla procesu technologicznego produkcji porcelany, takich jak:

- zestawiacz mas ceramicznych (wydział szlamowni),
- odlewnik wyrobu i wykańczalnik (wydział odlewni),
- formierz wyrobu i wykańczalnik (wydział formowni),
- ustawiacz ceramiki i szlifierz wyrobów (wydział palarni)

oraz na stanowisku robotnika transportowego, zatrudnionego w transporcie międzywydziałowym, do obowiązków którego należy usuwanie odpadów masy ceramicznej ze stanowisk w formowni i odlewni. Na wyżej wymienionych stanowiskach pracy wykonano pomiary stężeń frakcji wymiarowych pyłu (wg 2) za pomocą miernika laserowego GRIMM 1.105, który w ciągu godziny w odstępach jednonminutowych rejestrował stężenia (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pyłu wdychalnego, frakcji torakalnej oraz frakcji respirabilnej. Na dwu stanowiskach pracy na których jak to wynikało z analizy chorób zawodowych zapadalność na pylicę płuc była największa, dokonano anali-

zy stężeń pyłu podczas wykonywania poszczególnych czynności zawodowych co umożliwiło wyodrębnienie operacji technologicznych związanych z największą emisją pyłu.

WYNIKI BADAŃ I OCH OMÓWIENIE

W tabeli I zamieszczono wyniki pomiarów stężeń pyłu wdychalnego, frakcji torakalnej i frakcji respirabilnej zmierzone na badanych stanowiskach pracy. Stężenia pyłu wdychalnego wahały się od 1175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku w formowni (czyszczenie wyrobów uformowanych) do 7232 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku zestawiacza mas ceramicznych (szlamownia); stężenie frakcji torakalnej pyłu zawierało się w granicach od 679 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku czyszczenia wyrobów uformowanych (formownia) do 4835 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku zestawiacza mas ceramicznych (szlamownia), a stężenie frakcji respirabilnej pyłu wahało się od 146 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku ustawiacza ceramiki (palarnia) do 1402 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku zestawiacza mas ceramicznych (szlamownia). Tak więc najwyższe stężenia wszystkich mierzonych frakcji pyłu stwierdzono na stanowiskach pracy w szlamowni. Wysokie stężenia pyłu (zbliżone do stężeń pyłu na stanowiskach w szlamowni) stwierdzono także na stanowisku robotnika transportu międzywydziałowego. Należy tu zaznaczyć, że na stanowisku robotnika tran-

sportu międzywydziałowego nie były wykonywane wcześniej pomiary stężeń pyłu, zakładano, że narażenie na pył na tym stanowisku jest zbliżone do narażenia innych pracowników zatrudnionych na stanowiskach w odlewni i formowni.

W tabeli II zestawiono zawartości procentowe frakcji wymiarowych (wg 2) w pyłe wdychalnym na badanych stanowiskach pracy.

Na wszystkich badanych stanowiskach pracy główną frakcją pyłu wdychalnego stanowiła frakcja tchawiczno-oskrzelowa i wynosiła od 43,1% na stanowisku czyszczenia wyrobów na wydziale formowni do 48,2% na stanowisku ustawiacza ceramiki (wydział palarni); udział frakcji ekstraktora-kalnej kształtował się na poziomie 32,8% na stanowisku szlifiera wyrobów wypalonych na ostro (palarnia) do 42,3% na stanowisku robotnika transportu międzywydziałowego (usu-wającego odpady masy ceramicznej z formowni i odlewni), najniższy udział frakcji respirabilnej w pyłe wdychalnym – 11,8% stwierdzono na stanowisku ustawiacza ceramiki (palarnia), a największy – 21,6% na stanowisku szlifiera wyrobów wypalonych na ostro (również palarnia). Jak wynika z naszych wcześniejszych badań (8,9) skład mineralny pyłu pobranego z powietrza stanowisk pracy był zróżnicowany. W pyłe pobranym z powietrza stanowisk pracy wydziałów szlamowni, odlewni i formowni stwierdzono metodą dyfrak-

Tabela I. Stężenie frakcji wdychalnej, torakalnej i respirabilnej pyłu na stanowiskach pracy w zakładzie porcelany

Table I. Concentration of inhalable, thoracic and respirable fractions of dust at workplace of the pottery plant

Wydział/stanowisko pracy Shop/workplace	Stężenie pyłu Dust concentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	frakcja wdychalna Inhalable fraction	frakcja torakalna Thoracic fraction	frakcja respirabilna Respirable fraction
Szlamownia Slip house - zestawiacz mas ceramicznych - slip making	7232	4835	1402
Odlewnia Cast shop - odlewanie naczyń - pour liquid slip into molds - czyszczenie wyrobów - sponge molded pieces and smooth rough areas	3232 3626	2001 2143	549 547
Formownia Throw shop - formowanie wyrobów - throwing pieces - czyszczenie wyrobów - sponge molded pieces and smooth rough areas	1232 1175	726 679	190 173
Transport międzywydziałowy Intershop transport - usuwanie odpadów masy ceramicznej z formowni i odlewni - removing of the waste body from cast and throw shops	6599	3807	914
Palarnia Firing - załadunek półfabrykatu do wypału biskwitowego (ustawiacz ceramiki) - load dried pieces onto kiln cars - szlifowanie i sortowanie wyrobów wypalonych na ostro - sand and inspect fired pieces	1228 1227	737 824	146 265

Tabela II. Zawartości procentowe frakcji wymiarowych pyłu (wg 2) w pyłe wdychalnym na stanowiskach pracy w zakładzie porcelany
Table II. Percentage content of dust fraction (as per 2) in the inhalable dust at workplace of the pottery plant

Wydział/stanowisko pracy Shop/workplace	Średnie stężenie pyłu wdychalnego Mean concentration of inhalable dust μg/m ³	Zawartości procentowe frakcji wymiarowych w pyłe wdychalnym Percentage content of dust fraction in the inhalable dust			
		frakcja ekstratorakalna Extrathoracic fraction		frakcja torakalna Thoracic fraction	
Szlamownia Slip house - zestawiacz mas ceramicznych - slip making	7232	33,1	47,5 ^a	66,9	19,4 ^b
Odlewnia Cast shop - odlewanie naczyń - pour liquid slip into molds - czyszczenie wyrobów - sponge molded pieces and smooth rough areas	3232 3626	38,1 40,9	44,9 ^a 44,0 ^a	61,9 59,1	16,1 ^b 15,1 ^b
Formownia Throw shop - formowanie wyrobów - throwing pieces - czyszczenie wyrobów uformowanych - sponge molded pieces and smooth rough areas	1232 1175	41,1 42,2	43,5 ^a 43,1 ^a	58,9 57,8	15,4 ^b 14,7 ^b
Transport międzywydziałowy Intershop transport - usuwanie odpadów masy ceramicznej z formowni i odlewni - removing of the waste body from cast and throw shop	6599	42,3	43,8 ^a	57,7	13,9 ^b
Palarnia Firing - załadunek półfabrykatów do wypału biskwitowego (ustawiacz ceramiki) - load dried pieces onto kiln cars - szlifowanie i sortowanie wyrobów wpalonych na ostro - sand and inspect fired pieces	1228 1227	40,0 32,8	48,2 ^a 45,6 ^a	60,0 67,2	11,8 ^b 21,6 ^b

^a tchwicz-oskrzelowa.

^a Tracheobronchial.

^b respirabilna.

^b Respirable.

cji rentgenowskiej następujące fazy krystaliczne: kwarc, kaolinit, ortoklaz, mikroklin. Natomiast w pyłe pobranym z powietrza stanowisk pracy na wydziale palarni, gdzie proces technologiczny wymaga stosowania temperatur powyżej 1000°C stwierdzono: krystobalit (wysokotemperaturowa odmiana krystalicznej krzemionki) oraz mullit (wysokotemperaturowa odmiana kaolinitu), a w próbach pobranych na stanowisku remontu wozów piecowych (izolowanych tekturą azbestową) dodatkowo obecność chryzotyli i jego wysokotemperaturowej odmiany forsterytu. Z danych udostępnionych przez administrację badanego zakładu wynika, że w latach 1984–1997 wśród pracowników badanego zakładu porcelany stołowej stwierdzono 16 przypadków chorób zawodowych i były to wyłącznie pylice płuc. Wiek pracowników z rozpoznaną pylicą płuc wahał się od 46 do 65 lat (średnio 58,5 lat), a staż pracy do stwierdzenia choroby zawodowej od 6 do 36 lat (średnio 22,8 lat). Najwięcej przypadków pylicy płuc – 7 stwierdzono wśród pracowników zatrudnionych

na wydziale szlamowni (zatrudnionych około 20 osób). Wśród najliczniejszej grupy pracowników (około 80 osób) zatrudnionych przy odlewaniu i formowaniu wyrobów rozpoznano 4 pylice płuc. Trudny do wyjaśnienia był fakt 4 przypadków pylicy płuc rozpoznanej wśród najmniej licznej (4 osoby) grupy pracowników transportu międzywydziałowego. Najmniej – 1 przypadek pylicy płuc stwierdzono wśród pracowników zatrudnionych w palarni.

Na wszystkich badanych stanowiskach pracy stwierdzono duże wahania stężeń pyłu w powietrzu. Na rycinie 3 przedstawiono przykładowo zapis graficzny stężeń frakcji wymiarowych pyłu podczas jednego cyklu procesu technologicznego na wydziale szlamowni, a na rycinie 4 na stanowisku robotnika transportu międzywydziałowego. Zapis graficzny stężeń pyłu w czasie umożliwia powiązanie określonych czynności procesu technologicznego z wielkością emisji pyłu do powietrza stanowisk pracy.

Jak wynika z ryc. 3 w jednym cyklu produkcyjnym zestawacza mas ceramicznych (trwającym około 1 godziny) można wyodrębnić 3 etapy różniące się wielkością emisji pyłu, a mianowicie:

- czynności przygotowawcze obejmujące przygotowanie narzędzi do pracy oraz przetransportowanie surowców z magazynu do pomieszczenia młynów (około 25 minut),

- zasyp surowców do młynów i bełtacza (około 20 minut),

- porządkowanie stanowiska po zakończeniu zasypu (około 10 minut).

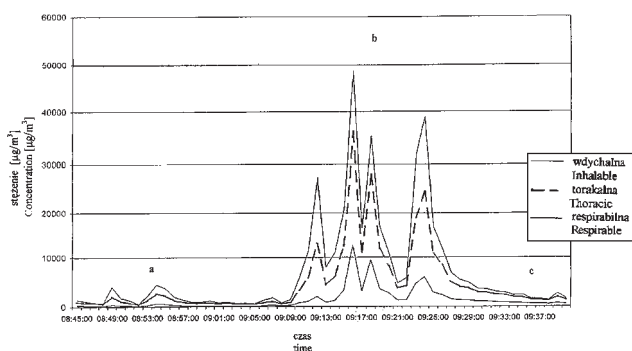
W tabeli III zestawiono wyniki pomiarów stężenia frakcji wymiarowych pyłu w trakcie wykonywania różnych czynności technologicznych na stanowisku zestawacza mas ceramicznych. Najniższe stężenia pyłu miernik zarejestrował podczas wykonywania czynności przygotowawczych (średnio pył wdychalny – 1532,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ frakcja torakalna – 977,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; frakcja respirabilna – 268,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), podczas zasypu surowców do młynów średnie stężenie wszystkich mierzonych frakcji pyłu wzrastało około 10-krotnie i osiągało wartości – 16990, 11221 i 3179 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ odpowiednio pył wdychalny, frakcja torakalna i frakcja respirabilna. Podczas porządkowania stanowiska pracy stężenia pyłu uległy wielokrotnemu obniżeniu w porównaniu ze stężeniami pyłu podczas zasypu, jednakże były wyższe niż podczas czynności przygotowawczych (różnica znamienista statystycznie). Jeden cykl produkcyjny na stanowisku robotnika transportowego trwał około 30 minut i składał się z 4 czynności:

- przetaczanie koleb do stanowiska wykańczania wyrobów na formowni lub odlewni (ok. 7 min),

- przeładunek odpadów masy ceramicznej z koszy do koleb (ok. 8 min),

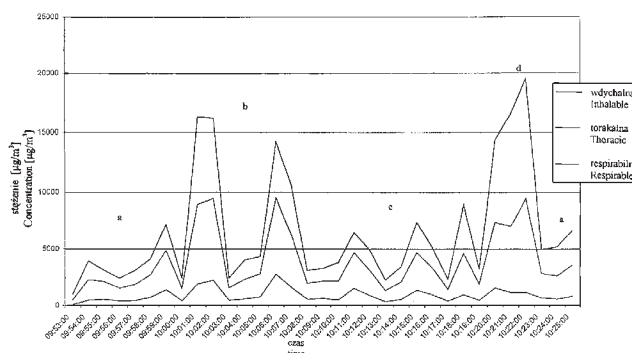
- transport koleb z odpadami masy ceramicznej do szlamowni (ok. 10 min),

- przeładunek odpadów masy ceramicznej z koleb do bełtacza (ok. 3 min).



Ryc. 3. Zapis graficzny (GRIMM) stężeń pyłu na stanowisku zestawacza mas ceramicznych w szlamowni: a) czynności przygotowawcze, b) zasyp młynów i bełtacza, c) porządkowanie po zasypie.

Fig. 3. Graphical record (GRIMM) of the dust concentration on the slip making workplace in the slip house: a) transport of raw materials from magazine into slip house, b) pour raw materials into grinding mill, c) clean production areas.



Ryc. 4. Zapis graficzny (GRIMM) stężeń pyłu na stanowiskach robotnika transportu między wydziałowego: a) przetaczanie koleby do stanowiska wykańczania wyrobów, b) przeładunek odpadów masy ceramicznej z koszy do koleby, c) transport koleby z odpadami masy ceramicznej do szlamowni, d) przeładunek odpadów masy ceramicznej z koleby do bełtacza.

Fig. 4. Graphical record (GRIMM) of the dust concentration at the workplace of intershop transport worker (removal of the waste body from cast and throw shop): a) switching of the jubilee wagon to finishing workplaces, b) reloading of the waste body from basket into the jubilee wagon, c) transport of the jubilee wagon into slip house, d) reloading of the waste body from the jubilee wagon into grinding mill.

Najwyższe stężenia wszystkich mierzonych frakcji pyłu miernik zarejestrował podczas przeładunku odpadów masy ceramicznej (ryc. 4). Średnie stężenia pyłu podczas wykonywania tych operacji (przeładunek odpadów masy ceramicznej z koszy do koleb i z koleb do bełtacza) kształtowały się następująco: 11 393 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – pył wdychalny, 6069 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – frakcja torakalna i 1255 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – frakcja respirabilna. Natomiast w trakcie przetaczania koleb do stanowiska wykańczania wyrobów (odlewnia, formownia) i transportu koleb z odpadami masy ceramicznej do szlamowni średnie stężenia wszystkich mierzonych frakcji wymiarowych pyłu były od 4 do 2,8 razy niższe (3997,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – pył wdychalny; 2540 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – frakcja torakalna i 860,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – frakcja respirabilna) niż podczas przeładunku odpadów masy ceramicznej.

Mimo wielokrotnie wyższych stężeń (zarówno maksymalnych jak i średnich arytmetycznych) na stanowisku zestawacza mas ceramicznych, a zwłaszcza stężeń frakcji respirabilnej pyłu nie stwierdzono różnic znamiennych statystycznie w narażeniu na pył pomiędzy pracą zestawacza mas ceramicznych a robotnika transportu międzywydziałowego (tab. IV).

Jak wynika z danych udostępnionych przez administrację badanego zakładu największego wydatku energetycznego (3084 K/cal/zmianę) wymagała praca na stanowisku robotnika transportowego, natomiast na stanowisku zestawacza mas ceramicznych koszt energetyczny pracy był niższy i wynosił – 2180 K/cal/zmianę. Wydaje się więc, że największe ryzyko rozwoju pylicy płuc stwierdzone wśród robotników transportu międzywydziałowego było wynikiem zarówno wysokich stężeń pyłu jak i wysokiego kosztu energetycznego pracy. Wyższy koszt energetyczny pracy powoduje zwiększoną wentylację płuc (10), a tym samym ułatwia wnikanie do układu oddechowego większej ilości fibrogennego pyłu.

Tabela III. Stężenia frakcji wdychalnej, torakalnej i respirabilnej pyłu na stanowisku zestawiacza mas ceramicznych z uwzględnieniem różnych etapów procesu technologicznego

Table III. Concentration of the inhalable, thoracic and respirable dust at slip making workplace during different stage of the technological process

Etap procesu technologicznego Process and description	n	Czas Time min	Stężenia pyłu Dust concentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$								
			wdychalnego Inhalable			torakalnego Thoracic			respirabilnego Respirable		
			od - do from - to	\bar{x}	<95%>	od - do from - to	\bar{x}	<95%>	od - do from - to	\bar{x}	<95%>
Transport surowców z magazynu do szlamowni Transport raw materials from magazine into slip house	25	25	624-4496	1632,5	1037,17-1629,98	440-2651	997,51	715,81-1052,76	143-623	268,80	217,36-290,96
Zasyp surowców do młynów Pour raw materials into grinding mill	20	20	4746-48658	16990,2	9251,41-18517,41	3354-36137	11221,41	6121,95-12096,61	779-12682	317,90	1613,30-3322,21
Porządkowanie po zasypie Clean production areas	11	15	1435-3643	2442,1	1856,21-2909,77	1215-2932	1989,50	1540,95-2351,41	491-1041	747,60	599,67-870,11

n - liczba pomiarów stężeń pyłu.

n - number of dust concentration measurements.

od - do - wartość stężenia najniższego i najwyższego.

from - to - minimum and maximum dust concentration.

\bar{x} - wartość średnia arytmetyczna stężenia pyłu.

\bar{x} - arithmetic mean of the dust concentration.

<95%> - przedział ufności przy poziomie istotności 95%.

<95%> - confidence interval at 95% significance level.

WNIOSKI

1. Rejestracja przez pyłomierz GRIMM stężeń pyłu w odstępach jednonminutowych umożliwiła ustalenie stężeń pyłu występujących przy wykonywaniu określonych czynności produkcyjnych.

2. Stwierdzono, że główną frakcją pyłu na wszystkich stanowiskach stanowiła frakcja tchawiczo-oskrzelowa.

3. Najwyższe stężenie wszystkich frakcji pyłu stwierdzono na stanowisku zestawiacza mas ceramicznych oraz na stanowisku robotnika transportu międzywydziałowego, usuwającego odpady masy ceramicznej.

4. Na dwóch stanowiskach zestawiacza mas ceramicznych (szlamownia) oraz robotnika transportu międzywydziałowego, na których stwierdzono największą liczbę pylic, wyodrębniono czynności związane z największą emisją pyłu i były to: zasyp młynów (szlamownia) oraz przeładunek odpadów masy ceramicznej (stanowisko robotnika transportowego), średnie stężenia pyłu podczas zasypu i przeładunku były wielokrotnie wyższe niż podczas wykonywania innych czynności zawodowych.

5. Zastosowanie pyłomierza laserowego GRIMM do pomiarów stężeń pyłu może być wykorzystywane przez działy BHP dla wyodrębnienia z procesu technologicznego czynności powodujących największą emisję pyłu i tym samym

może być pomocne przy wprowadzaniu rozwiązań technologicznych mających na celu obniżenie stężeń pyłu.

PIŚMIENNICTWO

- Gromiec J., Więcek E.: Problemy związane z dostosowywaniem polskich norm do systemu norm europejskich w zakresie pomiarów i oceny środowiska pracy. Hig. Pr. 1998, 4, 33-43.
- Europen Standard Norme (EN 481): Workplace atmospheres - size fraction definitions for measurement of airborne particles. European Committe for Standarization (CEN) 1993.
- Werner M.A., Sear T.M., Vincent J.H.: Investigation into the impact of introducing workplace aerosol standarts based on the inhalable fraction. Analyst 1996, 121, 1207-1214.
- Vinzents P.S., Thornasen Y., Hetland S.: A method for establishing tentative occupational exposure limits for inhalable dust. Ann. Occup. Hyg. 1996, 39, 795-800.
- Thomas T.L., Stewart R., Stewart P.: Mortality from lung cancer and respiratory disease among pottery workers exposed to silica and talc. Am. J. Epid. 1987, 125, 35-42.
- Starzyński Z., Marek K., Kujawska A., Szymczak W.: Mortality among different occupational groups of workers with pneumoconiosis: Results from a refister - based cohort study. Am. J. Ind. Med. 1996, 30, 718-725.
- Dosemeci M., Chen J.Q., Hearl F., Chen R.G., Cawley M., Wu Z., McLanghlin J.K., Peng K.L., Chen A.L., Rexing S.H., Blot W.J.: Estimating historical exposure to silica among mine and pottery workers in the peoples Republik of China. Am. J. Ind. Med. 1993, 24, 55-66.

Tabela IV. Porównanie stężeń pyłu frakcji wdychalnej, torakalnej i respirabilnej na stanowisku zestawacza mas ceramicznych i robotnika transportu międzywydziałowego usuwającego odpady masy ceramicznej z odlewni i formowni

Table IV. Comparison of the dust concentrations (inhalable, thoracic and respirable fraction) at slip making workplace and workplace intershop transport worker (removing of the waste body from cast and throw shop)

Frakcja pyłu Fraction of the dust	Stężenia pyłu na stanowiskach pracy Dust concentration at the workplace $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	zestawiacz mas ceramicznych Slip making	robotnik transportu międzywydziałowego Intershop transport worker
Wdychalna Inhalable		
- minim.	624,0	617,0
- maks	48658,0	18929,0
- mg	7231,8	5309,0
- \bar{x}	3324,5	3687,0
- δ_g	3,33	2,38
- <95%>	2408,1–4589,76	2681,25 – 5071,75
Torakalna Thoracic		
- minim.	440,0	449,0
- maks.	36137,0	8532,0
- mg	4834,9	2753,2
- \bar{x}	2298,0	2070,3
- δ_g	3,22	2,14
- <95%>	1680,07–3143,19	1566,13–2736,75
Respirabilna Respirable		
- minim.	143,0	141,0
- maks.	12682,0	1665,0
- mg	1402,2	560,9
- \bar{x}	683,7	463,3
- δ_g	3,09	1,85
- <95%>	505,55–924,56	370,04–580,0

minim. – najniższe stężenie pyłu.
minim. – minimum dust concentration.
maks. – najwyższe stężenie pyłu.
maks. – maximum dust concentration.
 \bar{x} – wartość średnia arytmetyczna stężenia pyłu.
 \bar{x} – arithmetic mean dust concentration.

mg – wartość średnia geometryczna stężenia pyłu.
mg – geometric mean dust concentration.
 δ_g – standardowe odchylenie średniej geometrycznej.
 δ_g – standard deviation geometric mean.
<95%> – przedział ufności przy poziomie istotności 95%.
<95%> – confidence interval at 95% significance level.

8. Woźniak H., Więcek E., Wojtczak J., Lao I.: Charakterystyka fizyczno-chemiczna i działanie zwłókniające surowców stosowanych do produkcji ceramiki stołowej. W: Woźniak H. [red.]. Higieniczna ocena warunków pracy w zakładach ceramiki szlachetnej. Studia i Materiały Monograficzne IMP Łódź 1985, 4, 9–53.
9. Woźniak H., Więcek E.: Zasady oceny narażenia zawodowego i pozazawodowego na pyły stanowiące mieszaninę wolnej krystalicznej krzemionki i respirabilnych włókien mineralnych pochodzenia naturalnego. Med. Pr. 2002, 53, 219–227.

10. Makowiec-Dąbrowska T., Radwan-Włodarczyk Z., Koszarda-Włodarczyk: Ocena wielkości obciążenia fizycznego na wybranych stanowiskach w przemyśle ceramicznym. W: Woźniak H. [red.] Higieniczna ocena warunków pracy w zakładach ceramiki szlachetnej. Studia i Materiały Monograficzne IMP Łódź 1995, 4, 53–65.

Adres I autorki: Św. Teresy 8, 90-950 Łódź, e-mail: ewzal@imp.lodz.pl

Nadesłano: 25.09.2002

Zatwierdzono: 10.10.2002