

Maciej Gliński

OGRANICZANIE PYLENIA PODCZAS SZLIFOWANIA ŻELIWA*

REDUCTION OF SMOKING DURING MANUAL GRINDING OF CAST IRON

Z Zakładu Zagrożeń Chemicznych i Pyłowych
Centralnego Instytutu Ochrony Pracy w Warszawie
Kierownik zakładu: dr M. Pośniak

STRESZCZENIE Opisano metodę i stanowisko do pomiarów skuteczności działania elementów odsysających wentylacji miejscowej wywiewnej oraz emisji zanieczyszczeń do środowiska powietrznego pomieszczeń. Metoda ta polegała na określeniu stężeń zanieczyszczeń w powietrzu w przewodzie pomiarowym, poprzez który jest ono odprowadzane z komory, w której umieszcza się badane urządzenia, przy równoczesnym pomiarze strumienia objętości przetłaczanego powietrza. Do pomiarów stężenia pyłu w powietrzu stosowano laserowy analizator zapylenia, a próbki powietrza pobierano izokinetycznie sondą kanałową.

Stwierdzono, że emisja pyłu przy szlifowaniu żeliwa różnymi ręcznymi zmechanizowanymi szlifierkami bez wentylacji była zawarta w przedziale od 24 mg/min do 8131 mg/min, przy zastosowaniu wentylacji miejscowej wywiewnej spadła do poziomu poniżej 35 mg/min. Skuteczność zastosowanych elementów odsysających wyniosła ponad 95%, w warunkach optymalnej eksploatacji wentylacji miejscowej wywiewnej. Med. Pr. 2002, 53, 1, 89–93

SŁOWA KLUCZOWE: wentylacja, elementy odsysające, laserowy analizator zapylenia

ABSTRACT The method for determining the emission of dust and the effectiveness of dust removal from machines and devices by local exhaust ventilation to the workplace air is presented. This method consists in determining concentrations of air pollution in the measuring duct through which it is sucked off from the chambers with tested devices. At the same time the volume of air flow rate is measured. A laser dust analyzer is used to measure dust concentrations in the air. Air is sampled with isokinetic sampling heads.

It was shown that dust emission at different kinds of manual grinding of cast iron without ventilation was between 24 mg/min and 8131 mg/min, whereas with the use of local exhaust ventilation it decreased below 35 mg/min. The efficiency of the exhaust elements was over 95% at optimum use of local ventilation. Med Pr 2002, 53, 1, 89–93

KEY WORDS: ventilation, suck off elements, laser dust analyzer

WSTĘP

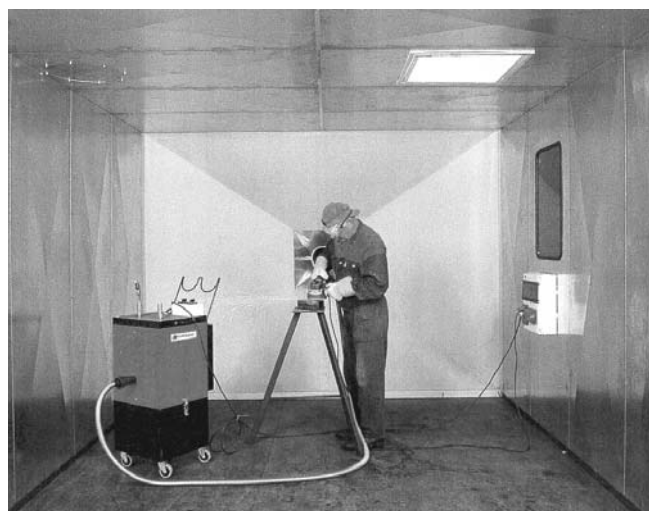
Określenie wartości emisji pyłu i skuteczności jego odprowadzania niezbędne jest zarówno przy ocenie maszyn i urządzeń z punktu widzenia zapewnienia prawidłowych warunków pracy, jak również dla oceny efektów działania elementów wentylacji miejscowej wywiewnej oraz projektowania wentylacji ogólnej w pomieszczeniach. W literaturze technicznej brakuje danych na ten temat, opartych o wyniki badań eksperymentalnych, co jest jedną z przyczyn niezadawalającej pracy omawianych urządzeń, powodującej wzrost stężeń zanieczyszczeń w powietrzu, na stanowiskach pracy ponad wartości dopuszczalne. Brak również danych na temat wpływu parametrów technologicznych na wartości emisji zanieczyszczeń.

Zgodnie z normą PN-EN 1093-3:2001 (1), miarą emisji jest natężenie kontrolowanej emisji a skuteczność odsysania elementów zasysających wentylacji miejscowej wywiewnej, definiowana jest jako skuteczność wychwytu.

W artykule przedstawiono wyniki wstępnych pomiarów wymienionych wielkości dla wybranych ręcznych szlifierek o napędzie elektrycznym, wyposażonych w elementy odsysające oraz dla szlifierki kątovej podczas przecinania na zwentylowanym stanowisku.

METODA I WYNIKI BADAŃ

Badania prowadzono zgodnie z normą PN-EN1093-3:2001 (1). Polegają one na określeniu stężeń zanieczyszczeń w powietrzu w przewodzie pomiarowym, poprzez który jest ono



Ryc. 1. Ręczna szlifierka przyłączona do agregatu filtracyjno-wentylacyjnego na stanowisku do badań emisji zanieczyszczeń do środowiska powietrznego pomieszczeń oraz skuteczności elementów odsysających wentylacji miejscowej wywiewnej.

Fig. 1. A portable grinder attached to filtration and ventilation aggregate at the workpost where the emission of pollutants to the workplace air and the efficiency of sucking off elements of local exhaust ventilation are investigated.

* Praca wykonana w ramach Programu Wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 1998–2001. Główny Koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy. Zadanie nr 3.7.8 pt. „Opracowanie metody określania skuteczności działania obudów wentylacji miejscowej wywiewnej”. Kierownik zadania: mgr inż. M. Gliński.

odprowadzane z komory, w której umieszcza się badane urządzenia (ryc. 1). Równocześnie mierzy się strumień objętości przetłaczanego powietrza zwięzką Venturiego, zgodnie z normą PN-93/M-53950/01, eqv ISO 5167-1:1991.

Do pomiarów stężenia pyłu w powietrzu stosowano laserowy analizator zapylenia model 1.108 firmy GRIMM, przeznaczony do określania stężenia liczbowego cząstek (liczba cząstek/dm³) oraz stężenia masowego (mikrogramy/m³) w piętnastu przedziałach średnic aerodynamicznych ziaren. Stężenia masowe uzyskuje się mnożąc zmierzone wartości przez współczynnik korekcyjny „C”, ustalany doświadczalnie dla każdego konkretnego pyłu. Próbkę powietrza pobierało izokinetycznie sondą kanałową model 1.152 firmy GRIMM.

Wartości średniego stężenia pyłu w powietrzu w przewodzie pomiarowym określane są w przedziałach czasu, charakterystycznych dla typowych warunków pracy badanego urządzenia. Uzyskuje się je jako średnią arytmetyczną z odczytów stężeń zarejestrowanych w pamięci analizatora (z kolejnych jednonminutowych okresów zasysania) dla rzeczywistego czasu pracy badanego urządzenia, określonego na podstawie sporządzonego w trakcie badań harmonogramu pracy w funkcji czasu. Wyniki pomiarów odnoszą się do procesów obróbki, bez uwzględniania przerw w pracy.

Skuteczność ograniczania emisji (skuteczność odsysania, skuteczność wychwytu) oblicza się na podstawie pomiarów stężeń pyłu w powietrzu w przewodzie pomiarowym, przy włączonej i wyłączonej wentylacji miejscowej wywiewnej, zainstalowanej przy badanym urządzeniu, przy zachowaniu identycznych warunków pomiarów (strumienie objętości powietrza, parametry pracy urządzenia, rodzaj obrabianego materiału itd.). W przypadku, gdy agregaty filtracyjno-wentylacyjne (lub inne zespoły przeznaczone do odsysania i oczyszczania powietrza) pracują w recyrkulacji (są ustawione w komorze do badań) jest to łączna skuteczność odsysania elementów zasysających i skuteczność oczyszczania powietrza w tych urządzeniach odprowadzających powietrze ze źródła zanieczyszczeń.

Dodatkowo za pomocą analizatora zapylenia model 1108 można określić emisję i skuteczność ograniczania emisji pyłu w odniesieniu do masy cząstek większych od wybranych średnic granicznych lub w wybranych przedziałach składu ziarnowego (rozkładu wymiarowego).

Badaniami objęto cztery urządzenia do obróbki skrawaniem, a mianowicie:

- ręczną zmechanizowaną szlifierkę mimośrodową, badana była w dwóch wariantach: podczas pracy „zgrubnej” oraz przy wygładzaniu,

- ręczną zmechanizowaną szlifierkę oscylacyjną,

- ręczną zmechanizowaną szlifierkę rotacyjną (2),

- ręczną zmechanizowaną szlifierkę kątową z tarczą do przecinania o średnicy 230 mm.

Szlifierki miały napęd elektryczny, szlifierka mimośrodowa i oscylacyjna były przyłączone do agregatów filtracyjno-

wentylacyjnych o wydajności katalogowej 228 m³/h i mocy 1,2 kW, szlifierka rotacyjna do agregatu filtracyjno-wentylacyjnego o wydajności katalogowej 430 m³/h i mocy 2 kW. Szlifierka kątowna była użytkowana w strefie działania stożkowej ssawki (średnica wlotu do ssawki 290 mm, a jej odległość od miejsca przecinania ca 500 mm), agregat filtracyjno-wentylacyjny miał wydajność katalogową 1000 m³/h i moc 1,1 kW. W trakcie badań stosowano nowe materiały ściernie.

Zakres badań obejmował określenie:

- emisji całkowitej urządzeń przy czynnej i nieczynnej wentylacji miejscowej wywiewnej,

- skuteczności ograniczania emisji pyłu (odsysania przez elementy zasysające wentylacji miejscowej wywiewnej i oczyszczania powietrza w agregatach filtracyjno-wentylacyjnych).

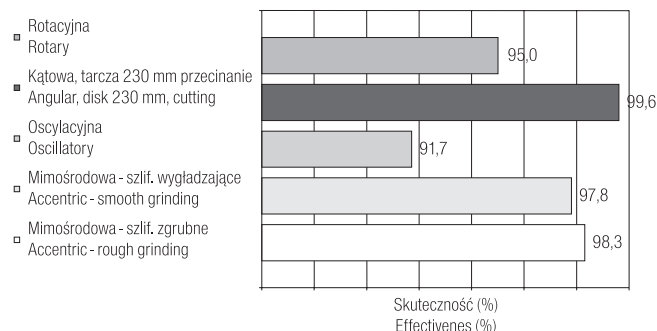
Dodatkowo określono emisję w odniesieniu do masy ziaren pyłu żeliwa większych od wybranych średnic granicznych: 0,3; 0,5; 1,0; 10; 20 μm (wyniki dla pozostałych średnic są dostępne w pamięci analizatora) przy czynnej i nieczynnej wentylacji miejscowej wywiewnej, co pozwoliło na określenie udziałów procentowych emisji w pięciu przedziałach średnic ziaren przy czynnej i nieczynnej wentylacji miejscowej wywiewnej.

Badania prowadzono szlifując żeliwo. Narzędzia prowadzono ręcznie, z naciskiem wynikającym z masy szlifierki mimośrodowej i oscylacyjnej oraz z naciskiem większym niż wynika to z masy szlifierki – przy szlifierce rotacyjnej i szlifierce kątownej z tarczą do przecinania.

Pomiary prowadzono przy temperaturze powietrza w przedziale od 15,5 do 20,4°C, przy wilgotności względnej od 65,0 do 75,5%. Wartości stężeń pyłu w powietrzu istniejące bez czynności powodujących emisję pyłów (stężenia w tle) pominięto.

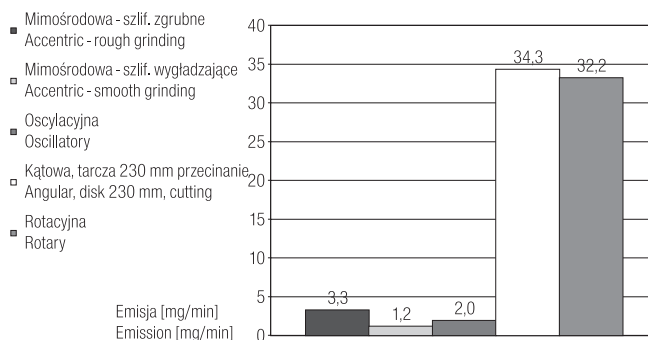
Wyniki uzyskane w wybranych seriach pomiarowych przedstawiono w tabeli I oraz na ryc. 2–8.

Kolejne przykłady wyników, uzyskanych w wybranych seriach pomiarowych, dla różnych szlifierek pracujących przy

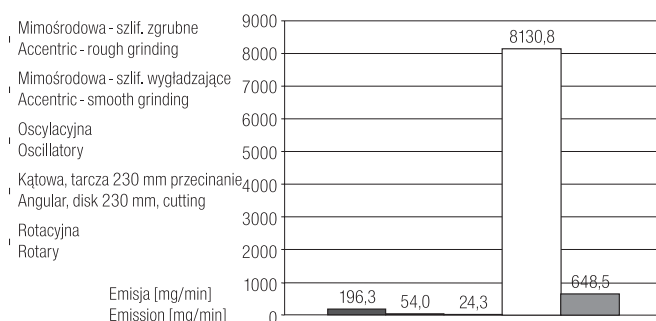


Ryc. 2. Porównanie skuteczności ograniczania pylenia przy szlifowaniu żeliwa różnymi ręcznymi zmechanizowanymi szlifierkami.

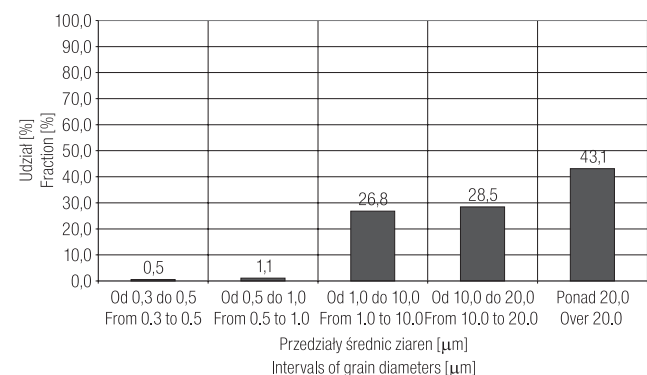
Fig. 2. The comparison how far different portable grinding tools reduce effectively dust during cust iron grinding.



Ryc. 3. Porównanie emisji pyłu przy szlifowaniu żeliwa różnymi ręcznymi szlifierkami przy czynnej wentylacji miejscowej wywiewnej.
Fig. 3. The comparison of dust emissions during grinding of castiron using differentgrinders with activelocal exhaust ventilation.

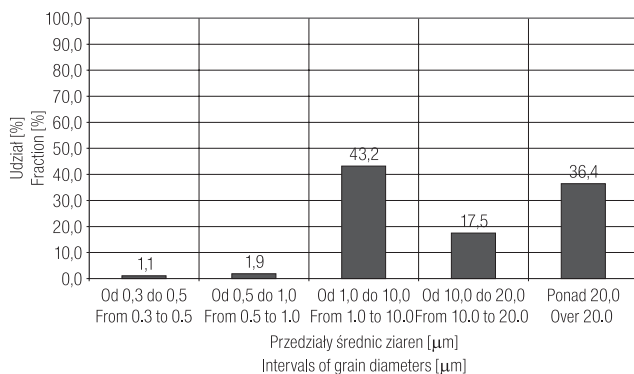


Ryc. 4. Porównanie emisji pyłu przy szlifowaniu żeliwa różnymi ręcznymi szlifierkami bez wentylacji miejscowej wywiewnej.
Fig. 4. The comparison of dust emission during grinding of castiron using different grinders without active local exhaust ventilation.

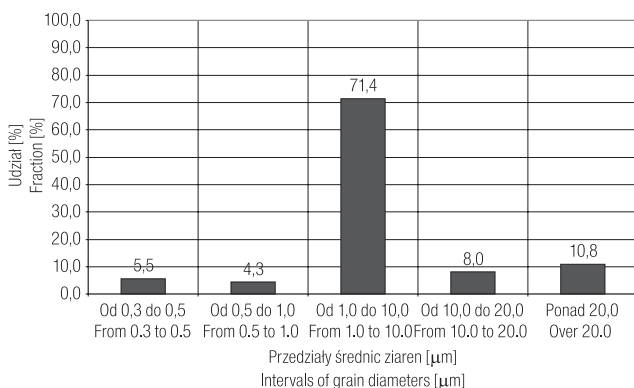


Ryc. 5. Udziały procentowe emisji (w odniesieniu do masy ziaren pyłu zawartych w przedziale kilku średnic) dla szlifierki mimośrodowej przy szlifowaniu żeliwa bez odsysania powietrza (szlifowanie zgrubne).
Fig. 5. The percentage fractions of dust (with respect to the mass of dust grains contained in the interval of several diameters) for accentric grinder during cast iron grinding without air suction (rough grinding).

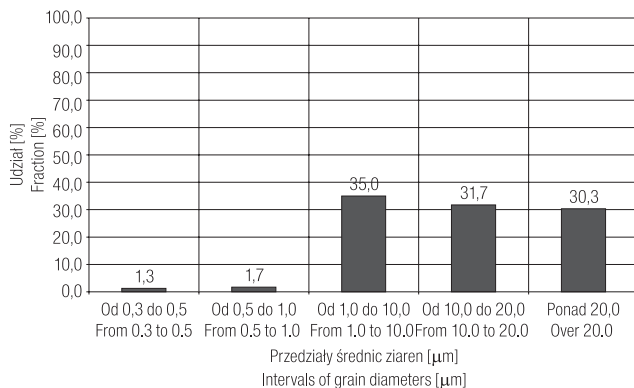
nieczynnej wentylacji miejscowej wywiewnej pokazano na ryc. 9-12 . Zawierają one udziały procentowe emisji (w odniesieniu do masy ziaren pyłu żeliwa zawartych w przedziale kilku wybranych średnic).



Ryc. 6. Emisja wyrażona w udziałach procentowych (w odniesieniu do masy ziaren pyłu żeliwa zawartych w przedziale średnic) dla szlifierki mimośrodowej bez odsysania powietrza. Szlifowanie wygładzające.
Fig. 6. Emission expressed in percentage fractions (with respect to the mass of dust grains contained in the interval of several diameters) for accentric grinder during cast iron grinding without air suction (smooth grinding).



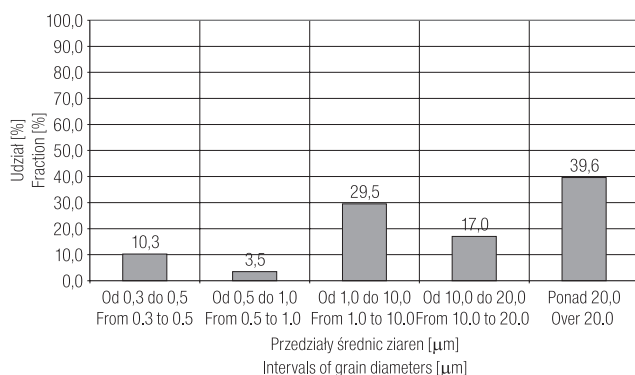
Ryc. 7. Udziały procentowe emisji (w odniesieniu do masy ziaren pyłu zawartych w przedziale kilku średnic) dla szlifierki oscylacyjnej przy szlifowaniu żeliwa bez odsysania powietrza.
Fig. 7. Percentage fractions of emission (with respect to the mass of dust grains contained in the interval of several diameters) for oscillatory grinder during cast iron grinding without air suction.



Ryc. 8. Udziały procentowe emisji (w odniesieniu do masy ziaren pyłu zawartych w przedziale kilku średnic) dla szlifierki kątowej przy cięciu żeliwa bez odsysania powietrza.
Fig. 8. Percentage fractions of emission (with respect to the mass of dust grains contained in the interval of several diameters) for angular grinder during cast iron cutting without air suction.

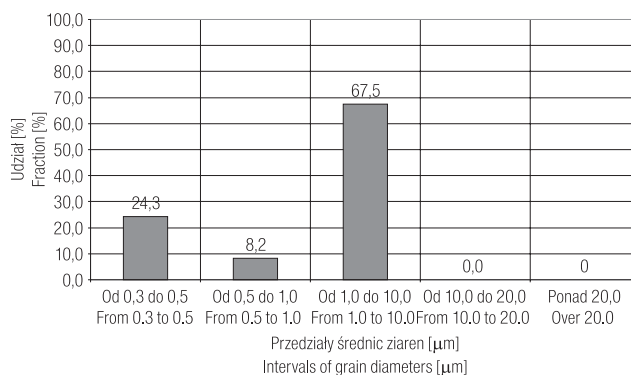
Tabela I. Emisje pyłu i skuteczności wentylacji miejscowej wywiewnej przy szlifowaniu żeliwa różnymi ręcznymi zmechanizowanymi szlifierkami
Table I. Dust emission and efficiency of local exhaust ventilation during grinding of cast iron using different portable grinding tools

rodzaj szlifierki Type of grinder	Badane urządzenie Device under study	Emisja pyłu Dust emission		Skuteczność odsysania i czyszczenia powietrza Efficiency of sucking off and air cleaning %	Numery rycin No. of figures	Uwagi Comments
		bez odsysania powietrza Without air sucked off mg/min	z odsysaniem powietrza With air sucked off mg/min			
Mimośrodkowa Eccentric	odsysanie poprzez otwory w materiale ściernym, szlifierka przyłączona do agregatu filtracyjno-wentylacyjnego Suction through wholes in abrasive material, grinder attached to filtration and ventilation aggregate	196,3	3,3	98,3	5, 9	szlifowanie zgrubne Rough grinding
Mimośrodkowa Eccentric	jw. As above	54,0	1,2	97,8	6, 10	szlifowanie wygładzające Smooth grinding
Oscylacyjna Oscillatory	jw. As above	24,3	2,0	91,7	7, 11	szlifowanie Grinding
Rotacyjna Rotary	ssawka pierścieniowa, nastawna, przyłączona do agregatu filtracyjno-wentylacyjnego Suction nozzle, annular, adjustable, attached to filtration and ventilation aggregate	649,4	33,2	95,0	-	szlifowanie z naciskiem większym niż wynika z masy szlifierki Grinding with pressure higher than shown by the grinder mass
Kątowa z tarczą do przecinania o średnicy 230 mm Angular with cutting disk 230 mm grinder mass in diameter	ssawka podwieszona na konstrukcji wsporczej w odległości 500 mm, przyłączona do agregatu filtracyjno-wentylacyjnego Suction nozzle underslung on the supporting construction, attached to filtration and ventilation	8130,8	34,3	99,6	8, 12	przecinanie (z naciskiem większym niż wynika z masy szlifierki) Cutting pressure higher than shown by the aggregate



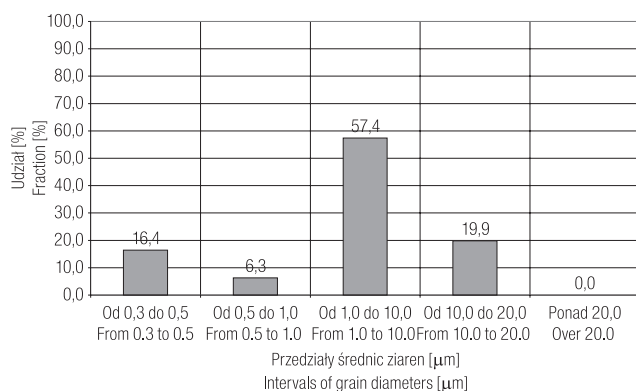
Ryc. 9. Udziały procentowe emisji (w odniesieniu do masy ziaren pyłu zawartych w przedziale kilku średnic) dla szlifierki mimośrodkowej przy szlifowaniu żeliwa z odsysaniem powietrza (szlifowanie zgrubne).

Fig. 9. The percentage fraction of dust (with respect to the mass of dust grains contained in the interval of several diameters) for eccentric grinder during cast iron grinding with air suction (rough grinding).



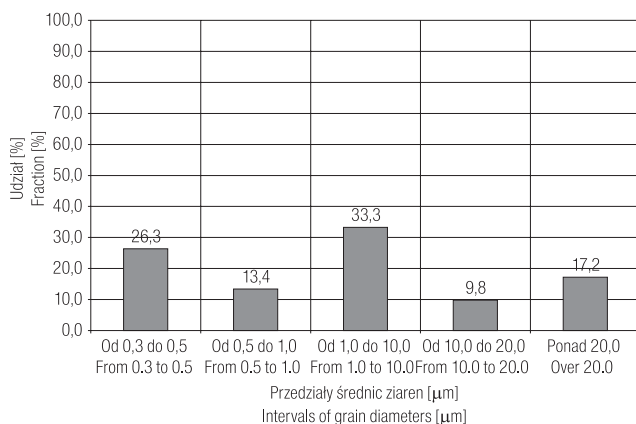
Ryc. 10. Emisja wyrażona w udziałach procentowych (w odniesieniu do masy ziaren pyłu żeliwa zawartych w przedziale średnic) dla szlifierki mimośrodkowej z odsysaniem powietrza. Szlifowanie wygładzające.

Fig. 10. Emission expressed in percentage fractions (with respect to the mass of dust grains contained in the interval of several diameters) for eccentric grinder during cast iron grinding with air suction (smooth grinding).



Ryc. 11. Udziały procentowe emisji (w odniesieniu do masy ziaren pyłu zawartych w przedziale kilku średnic) dla szlifierki oscylacyjnej przy szlifowaniu żeliwa z odsysaniem powietrza.

Fig. 11. Percentage fractions of emission (with respect to the mass of dust grains contained in the interval of several diameters) for oscillatory grinder during cast iron grinding with air suction.



Ryc. 12. Udziały procentowe emisji (w odniesieniu do masy ziaren pyłu zawartych w przedziale kilku średnic) dla szlifierki kątowej przy cięciu żeliwa z odsysaniem powietrza.

Fig. 12. Percentage fractions of emission (with respect to the mass of dust grains contained in the interval of several diameters) for angular grinder during cast iron cutting with air suction.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I WNIOSKI

Na podstawie analizy wyników pomiarów stwierdzić można, że:

- wartość emisji zależy od wydajności szlifowania, na którą ma wpływ zarówno rodzaj skrawanego materiału, materiału ściernego jak i siła nacisku przy obróbce. Wartości emisji pyłu przy szlifowaniu żeliwa różnymi ręcznymi zmechanizowanymi szlifierkami były różne, przy czynnej wentylacji miejscowej wywiewnej wynosiła od 1,2 mg/min do 34,3 mg/min, podczas gdy bez wentylacji dochodzi do ponad 8 tysięcy mg/min;

- zastosowanie wentylacji miejscowej wywiewnej przyczynia się do znacznego obniżenia emisji, skuteczność tego procesu wynosi ponad 90%;

- najwyższą skuteczność ograniczenia pylenia stwierdzono dla szlifierki kątowej, w przypadku, gdy ssawka ustawiona była w sposób optymalny (w stosunku do miejsca cięcia i kierunku ruchu strumienia pyłów). Należy jednak liczyć się z tym, że przy zmianie usytuowania ssawki względem rejonu szlifowania, skuteczność odsysania spadnie, w skrajnym przypadku nawet do zera - gdy ssawka będzie umieszczona tak, że strumień zanieczyszczeń skierowany będzie w przeciwnym do ssawki kierunku;

- przy szlifowaniu bez stosowania wentylacji miejscowej wywiewnej większość emitowanych ziaren ma średnice ponad 1 μm , z wyjątkiem szlifierki oscylacyjnej, podczas pracy której około 70% emitowanych ziaren zawiera się w przedziale od 1 do 10 μm ;

- przy szlifowaniu z zastosowaniem wentylacji miejscowej wywiewnej, przewaga masy emitowanych ziaren w różnych przedziałach jest różna dla różnych szlifierek. Dla szlifierki rotacyjnej (2) oraz mimośrodowej przy szlifowaniu „zgrubnym” większość ziaren ma średnice powyżej 1 μm , dla pozostałych są one w przedziale od 1 do 10 μm .

PODSUMOWANIE

Metoda i stanowisko badawcze umożliwia wykonywanie pomiarów emisji pyłu (natężenia emisji) i skuteczności jego odprowadzania (skuteczności wychwytu) przez wentylację miejscową wywiewną. Wielkości te mogą być określane w odniesieniu do masy cząstek większych od wybranych z piętnastu aerodynamicznych średnic granicznych lub w wybranych przedziałach składu ziarnowego (rozkładu wymiarowego). Wyniki pomiarów stanowić mogą podstawę do projektowania wentylacji ogólnej i miejscowej.

Badania, prowadzone zgodnie z opracowaną metodą, umożliwiają ocenę prawidłowości doboru urządzeń zabezpieczających przed emisją zanieczyszczeń, skuteczności działania elementów odsysających wentylacji miejscowej wywiewnej, ocenę prac podjętych w celu modernizacji maszyn oraz porównanie prawidłowości różnych rozwiązań technicznych maszyn o tym samym przeznaczeniu.

PIŚMIENNICTWO

- PN-EN 1093-3:2001: Maszyny. Bezpieczeństwo. Ocena emisji substancji niebezpiecznych przenoszonych powietrzem. Natężenie emisji określonego zanieczyszczenia. Metoda badania stanowiskowego z zastosowaniem rzeczywistego zanieczyszczenia.
- Gliński M.: Ograniczanie zapylenia na niestacjonarnych stanowiskach pracy. Med. Pr. 2000, 51, 4, 401-410.

Adres autora: Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa, e-mail: magli@ciop.pl

Nadesłano: 29.08.2001

Zatwierdzono: 3.01.2002