

Zestawienie obowiązujących obecnie w Polsce wartości dopuszczalnych ustanowionych w odniesieniu do drgań mechanicznych w rozporządzeniu ministra pracy i polityki społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [2] i wartości progowych drgań podanych w dyrektywie 2002/44/EC [5] zawarto w tabeli 2.

Z przedstawionego zestawienia wynika, że postanowienia dotyczące drgań mechanicznych zawarte w obu dokumentach, w zakresie ustanowionych ze względu na ochronę zdrowia i bezpieczeństwo pracowników wartości, zarówno odnoszące się do drgań miejscowych jak i ogólnych, nie są całkowicie spójne. Mając na uwadze postanowienia dyrektywy 2002/44/EC i konieczność dostosowania przepisów krajowych do prawa unijnego, przewiduje się korektę przepisów polskich w celu ich harmonizacji z przepisami europejskimi.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Harazin B. *Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych narażenia zawodowego*. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, R 17, nr 1(27) 2001, s. 177-211
- [2] 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
- [3] PN-91/N-01352. *Drgania. Zasady wykonywania pomiarów na stanowiskach pracy*
- [4] Koton J., Szopa J. *Procedura badania drgań na stanowiskach pracy* Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, R 17, nr 1(27) 2001, s. 213-223
- [5] Directive 2002/44/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents ((vibration) (sixteenth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) Official Journal L 177, 06/07/2002 s. 0013-0020
- [6] EN ISO 5349-1:2001 *Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand – transmitted vibration – Part 1: General requirements*
- [7] EN ISO 5349-2:2001 *Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand – transmitted vibration – Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace*
- [8] ISO 2361-1:1997 *Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole – body vibration. Part 1: General requirements*
- [9] pr. EN 14253:2002 *Mechanical vibration – Measurement and calculation of occupational exposure to whole – body vibration with reference to health – Practical guidance*

Publikacja opracowana na podstawie wyników zadań badawczych wykonanych w ramach programu wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy”, dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy

Ważną rolę w ograniczaniu emisji zanieczyszczeń do środowiska powietrznego w pomieszczeniach spełnia wentylacja miejscowa wywiewna. Stanowi ona środek ochrony zbiorowej – usuwa zanieczyszczenia bezpośrednio z miejsc wydzielenia. Dzięki temu nie dopuszcza się do rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w pomieszczeniach.

Ograniczenie emisji substancji szkodliwych dla zdrowia, przedostających się z maszyn lub innych urządzeń do środowiska powietrznego pomieszczeń, ma zasadnicze znaczenie z punktu widzenia ochrony człowieka w procesie pracy [1, 2]. Wymagania dotyczące zapewnienia właściwych warunków pracy, między innymi czystości środowiska powietrznego na stanowiskach pracy, są zawarte w dyrektywach Wspólnoty Europejskiej [3 ÷ 7].

Dotychczas brak jest metod oceny skuteczności działania zasysających elementów wentylacji miejscowej wywiewnej (obudów, okapów i ssawek wentylacyjnych) oraz zespołów i urządzeń oczyszczających odsysane powietrze (odpylaczy, neutralizatorów). Brak także metod określania emisji z maszyn i urządzeń oraz kryteriów w tym zakresie. W związku z tym **w prowadzonych badaniach certyfikacyjnych maszyn i urządzeń w Polsce dotychczas nie uwzględnia się wymagań dotyczących emisji substancji szkodliwych dla zdrowia do pomieszczeń pracy oraz skuteczności działania urządzeń wentylacji miejscowej wywiewnej.**

Badania w omawianym zakresie są wykonywane, w kilku ośrodkach naukowo-badawczych w Niemczech. Pomiaru wykonywane są, między innymi, w odniesieniu do maszyn do obróbki drewna, ręcznych zmechanizowanych narzędzi oraz agregatów filtracyjno-wentylacyjnych [8]. Istnieją tam również normy i projekty norm państwowych (DIN) oraz wy-

tyczne określające szczegółowe wymagania dotyczące pomiarów odnoszących się do różnego rodzaju maszyn.

Dokumenty normalizacyjne

Problematyką oceny emisji zanieczyszczeń oraz skuteczności działania wentylacji miejscowej wywiewnej zajmuje się Grupa Robocza nr 15 ds. Bezpieczeństwa Maszyn Europejskiego Komitetu Normalizacji CEN/TC 114. Metody stosowane w badaniach emisji zanieczyszczeń z maszyn oraz skuteczności działania urządzeń wentylacji miejscowej wywiewnej są zawarte w arkuszowej normie europejskiej EN 1093. Proces normalizacji w omawianym zakresie jest w toku. W tabeli podano opisy metod oceny parametrów związanych z emisją zanieczyszczeń z maszyn i urządzeń oraz skuteczności działania (skuteczność ograniczania emisji, skuteczność wychwytu) odciągów wentylacyjnych zawarte w poszczególnych arkuszach wymienionej normy europejskiej oraz w ustanowionych dotychczas Polskich Normach.

Zgodnie z PN-EN 1093-1:2001 zdefiniowane zostały:

Skuteczność wychwytu η_c (*capture efficiency*) – stosunek strumienia masy określonego zanieczyszczenia zassanego przez maszynę ($m_u - m_k$), do niekontrolowanego strumienia masy tego zanieczyszczenia przez nią emitowanego (m_u), %:

$$\eta_c = \frac{m_u - m_k}{m_u} \cdot 100$$

Natężenie kontrolowanej emisji m_k (*controlled emission rate*) – masa określonego zanieczyszczenia, które jest emitowane przez maszynę do określonej przestrzeni w jej otoczeniu w jednostce czasu, przy czym uwzględnia się skutki działania zmierzającego do zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza (wentylację miejscową wywiewną).

mgr inż. MACIEJ GLIŃSKI
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Skuteczność urządzeń wentylacji miejscowej wywiewnej

Natężenie niekontrolowanej emisji m_u (*uncontrolled emission rate*) – masa określonego zanieczyszczenia, które jest emitowane do otoczenia przez maszynę w jednostce czasu w określonej przestrzeni. Wszelkie działania służące do zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza w otoczeniu maszyny (np. urządzenia odsysające, obudowy, nawilżanie) nie są stosowane lub uruchomione.

Wskaźnik oczyszczania I_A (*decontamination index*) – wartość średnia (z pomiaru w pewnej liczbie określonych punktów w otoczeniu maszyny) różnic pomiędzy średnimi stężeniami zanieczyszczeń

zmierzonymi przy wyłączonym i włączonym urządzeniu służącym do ograniczania zanieczyszczenia (wentylacja miejscowa wywiewna).

Badania skuteczności działania urządzeń wentylacji miejscowej wywiewnej

Ręczne zmechanizowane narzędzia (elektronarzędzia) badano w Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA), Sankt Augustin, Niemcy [8, 9]. W skład stanowiska badawczego

(wykonanego zgodnie z normą DIN 33892) wchodzi komora pomiarowa o wymiarach: szerokość 3 m, wysokość 2,25 m, długość 6 m, z której powietrze odprowadzane jest poprzez konfuzor. Przy wlocie do dyfuzora usytuowano pyłomierz typu GRAVIKON VC 25 G firmy GSM GmbH Neuss, do pomiaru stężenia pyłu w powietrzu. Skuteczność urządzenia wentylacyjnego określano porównując stężenie pyłu przy funkcjonującym i przy wyłączonym odsysaniu.

W Polsce badania skuteczności odsysania pyłów, głównie podczas pracy ręcznymi zmechanizowanymi narzędziami

Tabela 1
METODY OCENY PARAMETRÓW ZWIĄZANYCH Z EMISJĄ ZANIECZYSZCZEŃ Z MASZYN I INNYCH URZĄDZEŃ ORAZ SKUTECZNOŚCI DZIAŁANIA ODCIĄGÓW WENTYLACYJNYCH

Lp.	Treść normy, metoda	Symbol	Tytuł normy
1.	Definicje parametrów oceny oraz opis i kryteria wyboru metod badań	PN-EN 1093-1:2001	Maszyny. Bezpieczeństwo. Ocena emisji substancji niebezpiecznych przenoszonych powietrzem. Wybór metod badań
2.	Emisję określa się, mierząc stężenie substancji zanieczyszczającej podczas pracy maszyny w kontrolowanych warunkach, w przewodzie pomiarowym komory do badań oraz strumień objętości powietrza odprowadzanego z tej komory, przy ustalonym równomiernym przepływie powietrza w komorze	PN-EN 1093-3:2001	Maszyny. Bezpieczeństwo. Ocena emisji substancji niebezpiecznych przenoszonych powietrzem. Natężenie emisji określonego zanieczyszczenia. Metoda badania stanowiskowego z zastosowaniem rzeczywistego zanieczyszczenia
3.	Skuteczność odciągu wentylacji wywiewnej określa się jako stosunek strumienia masy wybranej substancji zanieczyszczającej („znacznika”), usuwanej przez wentylację wywiewną do strumienia masy tej substancji, emitowanej przez maszynę lub urządzenie	PN-EN 1093-4:2002	Maszyny. Bezpieczeństwo. Ocena emisji z maszyn substancji niebezpiecznych przenoszonych powietrzem. Skuteczność wychwytu odciągu miejscowego. Metoda znacznikowa
4.	Skuteczność oczyszczania powietrza określa się, mierząc masę substancji zanieczyszczającej powietrze w przewodzie pomiarowym przed i za komorą z badanym zespołem oczyszczającym powietrze, pracującym w określonych warunkach	PN-EN 1093-6:2002	Maszyny. Bezpieczeństwo. Ocena emisji z maszyn substancji niebezpiecznych przenoszonych powietrzem. Skuteczność oczyszczania w stosunku masowym, wylot bezkanałowy
5.	Skuteczność oczyszczania powietrza określa się, mierząc masę substancji testowej w powietrzu na wlocie i wylocie z badanego zespołu oczyszczającego powietrze, w określonych warunkach. Substancją testową może być rzeczywista substancja zanieczyszczająca powietrze lub zastępczo inna, mało toksyczna substancja odpowiadająca warunkom badań	PN-EN 1093-7:2002	Maszyny. Bezpieczeństwo. Ocena emisji z maszyn substancji niebezpiecznych przenoszonych powietrzem. Skuteczność oczyszczania w stosunku masowym, wylot kanałowy
6.	Miarą emisji substancji zanieczyszczającej jest stężenie, które mierzy się w określonym punkcie pomiarowym – w przewodzie pomiarowym komory, podczas pracy maszyny w ustalonych warunkach, przy określonym strumieniu objętości powietrza odprowadzanego z komory	PN-EN 1093-8:2002	Maszyny. Bezpieczeństwo. Ocena emisji substancji niebezpiecznych przenoszonych powietrzem. Parametr stężenia zanieczyszczenia, metoda badania stanowiskowego
7.	Miarą emisji substancji zanieczyszczającej jest jej stężenie w powietrzu. Wartość stężenia oblicza się jako średnią z wyników pomiarów jednostkowych, wykonanych w punktach pomiarowych ustalonych w określonych miejscach wokół maszyny	PN-EN 1093-9:2002	Maszyny. Bezpieczeństwo. Ocena emisji substancji niebezpiecznych przenoszonych powietrzem. Parametr stężenia zanieczyszczenia, metoda badania w pomieszczeniu
8.	Wskaźnik oczyszczania stanowi średnią ze stosunków stężeń zanieczyszczeń powietrza w określonych punktach pomiarowych w rejonie pracy badanej maszyny (w pomieszczeniu badań lub pomieszczeniu przemysłowym), przy działającej i nie działającej instalacji odsysającej (z uwzględnieniem stężenia zanieczyszczeń istniejących w tle)	PN-EN 1093-11:2002	Maszyny. Bezpieczeństwo. Ocena emisji substancji niebezpiecznych przenoszonych powietrzem. Wskaźnik oczyszczania

wyposażonymi w odciągi wentylacji miejscowej wywiewnej, były prowadzone dwiema metodami.

Pierwsza z nich polegała na wykonaniu pomiarów porównawczych stężeń pyłu w strefie oddychania pracowników. Określano średnie stężenia frakcji respirabilnej pyłu, przy włączonym i wyłączonym odsysaniu powietrza lub zainstalowanym bądź niezainstalowanym odpylaczu przy narzędziu, z zachowaniem niezmiennych warunków pracy i przy najczęściej stosowanej obróbce.

Pomiary stężeń pyłu wykonywano pyłomierzem o nazwie DUST TRACK firmy TSI, z cyklonem przeznaczonym do oddzielania frakcji respirabilnej poniżej 4 μm.

Skuteczność odsysania pyłów η obliczano z zależności:

$$\eta = 100 (S_b - S) / S_b$$

gdzie:

η – skuteczność odsysania pyłów ze strefy obróbki przez elementy odsysające, %

S_b – średnie stężenie pyłu frakcji respirabilnej przy braku odsysania powietrza, mg/m³

S – średnie stężenie pyłu frakcji respirabilnej przy odsysaniu powietrza, mg/m³.

Badania skuteczności procesu odsysania pyłów omawianą metodą, podczas pracy ręcznych zmechanizowanych narzędzi do obróbki skrawaniem, wyposażonych w wyciągi wentylacji miejscowej wywiewnej, prowadzono przy:

- szlifowaniu blach stalowych szpachlowanych szlifierką kątową o napędzie pneumatycznym
- cięciu płyty drewnopodobnej (MDF) pilarką ręczną o napędzie elektrycznym
- frezowaniu płyty drewnopodobnej (MDF) frezarką o napędzie elektrycznym
- szlifowaniu blach stalowych szpachlowanych i lakierowanych szlifierką oscylacyjną o napędzie elektrycznym

- szlifowaniu blach stalowych szpachlowanych i lakierowanych szlifierką oscylacyjną o napędzie pneumatycznym
- szlifowaniu szpachlowanego drewna szlifierką mimośrodową o napędzie elektrycznym

- wyrzynaniu w płycie drewnopodobnej (MDF) o grubości 30 mm wyrzynarką o napędzie elektrycznym.

Wyniki tych pomiarów przedstawiono na rys. 1. Pomiary wykonane podczas pracy wyrzynarką (materiał – płyta MDF o grubości 30 mm) wykazały, że wentylacja tego urządzenia była całkowicie nieskuteczna.

Wyniki te umożliwiają ocenę i porównanie różnych urządzeń z punktu widzenia skuteczności działania zastosowanej wentylacji miejscowej wywiewnej, brak jest jednak kryteriów tej oceny. Przy stosowaniu tej metody nie są zapewnione ustalone (powtarzalne) warunki pomiarów, w związku z tym wyniki badań należy traktować jedynie jako informacyjne.

Druga metoda badań skuteczności odsysania zanieczyszczeń jest zgodna z normą PN-EN 1093-3:2001. Zastosowano komorę (wymiary: szerokość 3,1 m, wysokość 2,3 m, długość 4,7 m), w której umieszczono badane urządzenie. Obiekty badań mogą być wyposażone w wentylację miejscową wywiewną, przyłączone do agregatu filtracyjno-wentylacyjnego bądź instalacji wentylacji miejscowej wywiewnej. Zachowano równomierny rozkład prędkości powietrza w pionowym przekroju komory prostopadłym do jej osi. Powierzchnia przekroju poprzecznego dających urządzeń nie może być większa od 1/5 przekroju poprzecznego komory.

W przewodzie pomiarowym, przez który powietrze odprowadza się z komory, mierzono stężenie pyłu w powietrzu. Mierzono również strumień objętości odsysanego z komory powietrza zwężką Ven-

turiego, wykonaną i zainstalowaną zgodnie z normą PN-EN ISO 5167-1:2000.

Stężenie pyłu w powietrzu oznaczano laserowym analizatorem zapylenia model 1.108 firmy GRIMM. Do izokinetycznego poboru próbek powietrza z przewodu pomiarowego komory stosowano izokinetyczną sondę kanałową model 1.152, z czterema wymiennymi dyszami pomiarowymi (średnice otworu wlotowego od 1 mm do 3 mm), przewidzianymi do pomiarów w zakresach prędkości przepływu powietrza w przewodzie wentylacyjnym od 2 m/s do 25 m/s.

Średnie stężenie pyłu w powietrzu uzyskano jako średnią arytmetyczną z odczytów stężeń rejestrowanych przez analizator w wybranych przedziałach czasu, odpowiadających obróbce wykonywanej zgodnie z zaleceniami producenta obiektu badań.

Skuteczność odsysania elementów zasysających wentylacji miejscowej wywiewnej w odniesieniu do danego zespołu* obliczano jako stosunek różnicy średniego stężenia pyłu w powietrzu (mierzonego jw.) przy czynnej i nieczynnej wentylacji miejscowej wywiewnej, do stężenia pyłu w powietrzu zmierzonej przy nieczynnej wentylacji miejscowej wywiewnej:

$$\eta_c = \frac{S_u - S_k}{S_u} \cdot 100$$

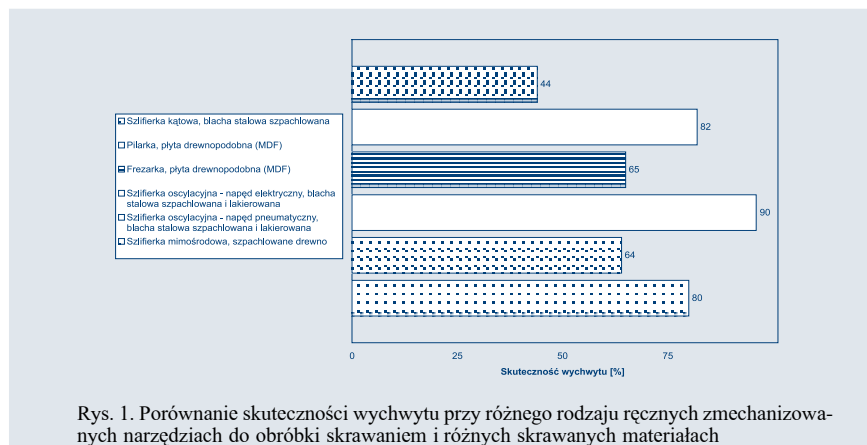
gdzie:

S_k – średnie stężenie pyłu w powietrzu w przewodzie pomiarowym przy czynnej wentylacji miejscowej wywiewnej lub średnie natężenie kontrolowanej emisji dla cząstek pyłu > 0,3 μm

S_u – średnie stężenie pyłu w powietrzu w przewodzie pomiarowym przy nieczynnej wentylacji miejscowej wywiewnej lub średnie natężenie niekontrolowanej emisji dla cząstek pyłu > 0,3 μm.

Skrawanym materiałem było żeliwo. Badaniami objęto następujące szlifierki o napędzie elektrycznym, przyłączone do agregatów filtracyjno-wentylacyjnych:

- dwutarczową szlifierkę stołową z obudowami tarcz (tarcza szlifierska elektrokorundowa, średnica 250 mm)
- ręczną zmechanizowaną szlifierkę mimośrodową, badaną w dwóch wariantach: podczas pracy zgrubnej (materiał ścierny „50”) oraz przy wygładzaniu (materiał ścierny „80”)
 - ręczną zmechanizowaną szlifierkę oscylacyjną (materiał ścierny „60”)



Rys. 1. Porównanie skuteczności wychwyty przy różnego rodzaju ręcznych zmechanizowanych narzędziach do obróbki skrawaniem i różnych skrawanych materiałach

* W przypadku umieszczenia agregatu filtracyjno-wentylacyjnego w komorze do badań, na skuteczność odsysania składa się skuteczność elementu zasysającego oraz tego agregatu.

- ręczną zmechanizowaną szlifierkę rotacyjną (materiał ścierny „listkowy”)
- ręczną zmechanizowaną szlifierkę kątową z tarczą do przecinania.

Wyniki pomiarów skuteczności odsysania elementów zasysających wentylacji miejscowej wywiewnej (skuteczność wychwytu) przy różnych szlifierkach, podczas skrawania żeliwa przedstawiono na rys. 2.

Należy zwrócić uwagę na wysoką (ponad 99%) skuteczność odsysania (skuteczność wychwytu), uzyskaną przy cięciu żeliwa ręczną zmechanizowaną szlifierką kątową. Podczas pomiarów strumień zanieczyszczeń był przez szlifierza kierowany bezpośrednio do ssawki. Ustawienie ssawki poza strefą emisji zanieczyszczeń prowadzi do radykalnego obniżenia jej skuteczności. Prawidłowa organizacja stanowisk pracy, uwzględniająca skuteczność konkretnych rozwiązań wentylacji miejscowej wywiewnej, ma więc istotne znaczenie z punktu widzenia czystości środowiska powietrznego w pomieszczeniach.

Badania emisji pyłu z maszyn i innych urządzeń do pomieszczeń

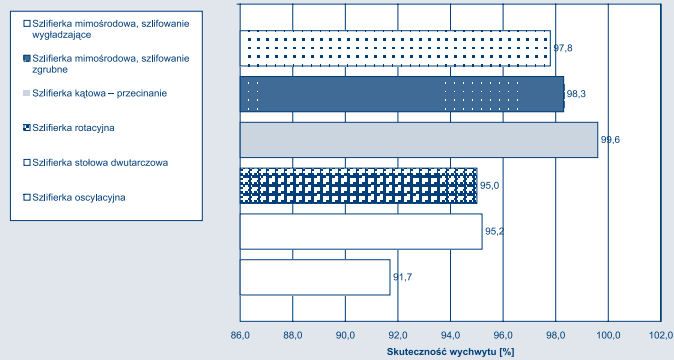
Emisję pyłu określano również zgodnie z normą PN-EN 1093-3: 2001, stosując uprzednio opisaną komorę. Skrawano żeliwo. Emisję pyłu obliczano mnożąc wartość strumienia objętości powietrza odprowadzanego z komory przewodem pomiarowym, przez stężenie pyłu w przepływającym powietrzu. Natężenie kontrolowanej i niekontrolowanej emisji [mg/min]:

$$E = 1,67 \cdot 10^{-5} \cdot V \cdot S_p$$

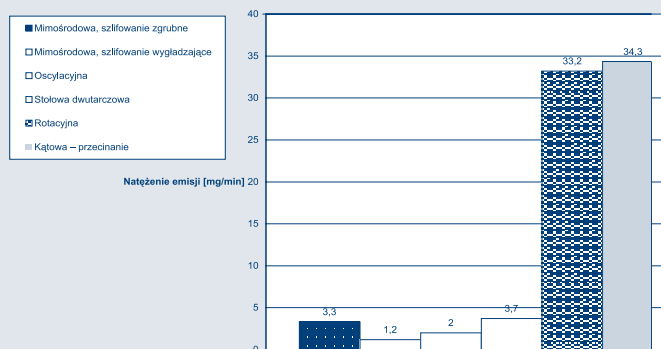
gdzie: V – wartość średnia strumienia objętości odprowadzanego z komory powietrza, m^3/h ,

S_p – średnie (z okresu wykonywania pomiaru) stężenie pyłu w powietrzu $\mu g/m^3$ odczytane w odniesieniu do wybranego zakresu przedziałów rozkładu wymiarowego.

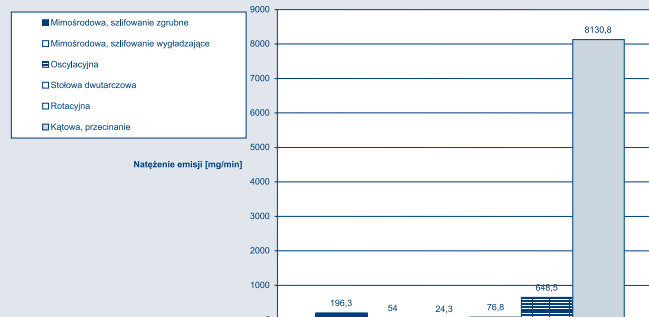
Badaniami objęto te same co poprzednio urządzenia. Wyniki pomiarów emisji pyłu przy tych urządzeniach, przy uruchomionej wentylacji miejscowej wywiewnej przedstawiono na rys. 3., a bez odsysania powietrza – na rys. 4. Zastosowanie laserowego analizatora zapylenia model 1.108 pozwoliło na określenie emisji pyłu w piętnastu przedziałach średnic jego ziaren [10,11]. Przykładowe wyniki takich pomiarów, odnoszących się do wybranych przedziałów rozkładu wymiarowego (składu ziarnowego) oraz szlifierki kątovej z tarczą do przecinania bez odsysania powietrza i z odsysaniem, przedstawiono na rys. 5.



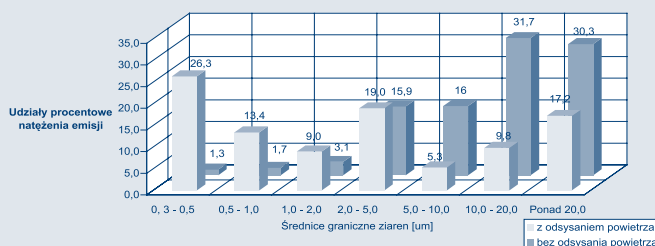
Rys. 2. Porównanie wyników pomiarów skuteczności wychwytu przy szlifowaniu żeliwa różnymi szlifierkami wyposażonymi w wentylację miejscową wywiewną



Rys. 3. Porównanie wyników pomiarów natężenia emisji pyłu żeliwa w odniesieniu do różnych szlifierek przy stosowaniu wentylacji miejscowej wywiewnej



Rys. 4. Porównanie wyników pomiarów natężenia emisji pyłu żeliwa w odniesieniu do różnych szlifierek bez wentylacji miejscowej wywiewnej



Rys. 5. Udziały procentowe natężenia emisji (w odniesieniu do masy ziaren pyłu zawartych w wybranych przedziałach średnic) przy przecinaniu żeliwa szlifierką kątową z odsysaniem powietrza

* * *

Prowadzenie badań i oceny skuteczności odciągów oraz odpylaczy współpracujących z tymi odciągami, z punktu widzenia emisji pyłów do środowiska powietrznego, umożliwia doskonałe konstrukcyjne rozwiązania wentylacji miejscowej wywiewnej oraz eliminowanie z rynku maszyn i innych urządzeń, których praca powoduje nadmierny wzrost stężeń pyłu na stanowiskach pracy. Wyniki badań mogą również stanowić dane do projektowania wentylacji ogólnej pomieszczeń, w których stosowane są omawiane urządzenia.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Gliński M. *Ograniczanie zapylenia na stanowiskach pracy*. CIOP, Warszawa 1999
- [2] Gliński M. *Ograniczanie emisji zanieczyszczeń w pomieszczeniach pracy. Przykłady obudów wentylacji miejscowej wywiewnej*. CIOP, Warszawa 2001
- [3] Dyrektywa Rady 89/656/EWG z dnia 30 listopada 1989 r. o minimalnych wymaganiach bezpieczeństwa i ochrony zdrowia dotyczących stosowania przez pracowników środków ochrony indywidualnej w miejscu pracy (trzecia szczegółowa dyrektywa w rozumieniu art. 16(1) dyrektywy 89/391/EWG)
- [4] Dyrektywa Rady 89/654/EWG z dnia 30 listopada 1989 r. dotycząca minimalnych wymagań bezpieczeństwa i ochrony zdrowia podczas pracy (pierwsza szczegółowa dyrektywa w rozumieniu art.16(1) dyrektywy 89/391/EWG)
- [5] Dyrektywa Rady 89/391/EWG z dnia 12 czerwca 1989 r. o wprowadzeniu środków w celu zwiększenia bezpieczeństwa i poprawy zdrowia pracowników podczas pracy
- [6] Dyrektywa Rady 98/24/WE z dnia 7 kwietnia 1998 r. w sprawie bezpieczeństwa pracowników oraz ochrony ich zdrowia przed ryzykiem związanym z czynnikami chemicznymi podczas pracy (czternasta szczegółowa dyrektywa w rozumieniu art.16(1) dyrektywy 89/391/EWG)
- [7] Dyrektywa Rady 89/655/EWG z dnia 30 listopada 1989 r. dotycząca minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia przy użytkowaniu przez pracowników urządzeń produkcyjnych podczas pracy (druga szczegółowa dyrektywa w rozumieniu art. 16(1) dyrektywy 89/391/EWG)
- [8] Georg H., Heimann M., Leßlich W., Post G. *Ermittlung der Staubemission von handgeführten Elektrowerkzeugen für die Holzbearbeitung*. BG-Regeln, Januar 1998
- [9] Gliński M. *Ograniczanie zapylenia na stacjach pracowniczych na stanowiskach pracy*. Medycyna Pracy nr 4, 2000
- [10] Gliński M. *Ograniczanie pylenia podczas szlifowania żeliwa*. Medycyna Pracy nr 1, 2002
- [11] Gliński M. *Dust Emission and Efficiency of Local Exhaust Ventilation During Cast Iron Grinding*. JOSE vol. 8 nr 1, 2002

Ogień od niepamiętnych czasów był dla człowieka źródłem ciepła, a także źródłem światła. Szczególnie ten ostatni przypadek, materialnie ilustrowany jako łuczywo, pochodnia, kaganek oliwny, lampka oliwna, wreszcie jako świeca woskowa lub lojowa nie stracił swoich zalet i zastosowania. Jest nadal wykorzystywany w postaci świec, zniczy i innych środków, mimo wynalazku lampy naftowej, lampy karbidowej, a później – w dobach pary, elektryczności i atomu żarówki łukowej, żarowej i jarzeniowej. Zmieniła się jedynie jego główna funkcja – z wyłącznych zastosowań oświetleniowych na praktyczny element dekoracyjny, modalny, liturgiczny.

Surowce i produkty

Wyodrębnienie z surowej ropy naftowej stałych węglowodorów parafinowych, o dobrej plastyczności, świetnie spalających się na knotach tworzących z surowców naturalnych czy sztucznych, wpłynęło na obniżenie kosztów świec. Obecnie przetwórstwo parafiny na galanterię świecarską – świece dekoracyjne, liturgiczne, świeczki okazjonalne, lampiony, znicze, pochodnie itp. osiągnęło tak znaczące rozmiary, że w wielu krajach powstała branża producentów wyrobów świecowych, a produkcja tego przemysłu i popyt na jego wyroby nieustannie się powiększa. W Polsce, tylko w samym Internecie [1] prezentuje swoje usługi ponad 125 firm, w tzw. *small business*, a giganty przemysłowe przetwarzające ropę naftową, węgiel, łupki i inne kopaliny nie narzekają na zbyt produktów parafinowych.

Parafina – jest mieszaniną stałych wysokocząsteczkowych węglowodorów alifatycznych, zwykłych i izomerycznych, domieszkowanych niewielką ilością węglowodorów cyklicznych. Otrzymywana jest głównie z ropy naftowej, łupków bitumicznych oraz na drodze syntezy w procesie Fischera-Tropscha. Węglowodory wchodzące w skład parafiny o ogólnym wzorze C_nH_{2n-2} , dzielą się na parafiny i cereziny.

Do parafin, charakteryzujących się płaską i liniową strukturą krystaliczną, należy mieszanina stałych węglowodorów, będących homologami metanu o prostej rozbudowie przestrzennej, temperaturze topnienia w granicach $50 \div 72$ °C i składzie pierwiastkowym $C_{19}H_{40} - C_{35}H_{72}$

oraz masie cząsteczkowej $300 \div 500$. Ich temperatura destylacji mieści się w przedziale $40 \div 500$ °C. Chemicznie są bardzo odporne.

Cereziny są ciałem stałym drobnokrystalicznym o temperaturze topnienia $65 - 88$ °C, masie cząsteczkowej $500 \div 700$ i składzie pierwiastkowym $C_{37}H_{76} - C_{53}H_{108}$. Charakteryzują się większą gęstością, wyższym współczynnikiem refrakcji, większą lepkością oraz reaktywnością chemiczną od parafin. Są izomerami parafin z bardziej rozbudowaną, nieuporządkowaną strukturą bocznych wiązań, zawierających średnio do trzech atomów węgla.

Czysta parafina jest produktem bezbarwnym, bez zapachu i smaku, w dotyku tłustym, nie rozpuszczającym się w wodzie i alkoholu, dobrze w większości rozpuszczalników organicznych oraz olejach mineralnych i roślinnych. Gęstość parafiny w 15 °C, w zależności od czystości waha się w granicach $0,881 - 0,915$ g/cm³, a jej temperatura topnienia może różnić się o $10 \div 12$ °C. Parafina słabo oczyszczona (techniczna) ma barwę ciemno żółtą przechodzącą na świetle w brunatną.

Chemicznie parafina, w zależności od składu i ilości grup metanowych, w normalnych warunkach jest bardzo odporna na działanie kwasów i alkaliów, metali alkalicznych, utleniaczy i chlorowców. W wyższych temperaturach reaguje jednak z chlorowcami, w obecności utleniaczy daje kwasy karbonowe, pod wpływem tlenu tworzy wyższe kwasy tłuszczowe, alkohole i inne produkty utlenienia.

Parafinę otrzymuje się głównie z ropy naftowej, z frakcji wrzącej w temperaturze $300 \div 500$ °C. Wydziela się ją z destylatu parafinowego różnymi metodami (filtracja ciśnieniowa, wymrażanie, frakcjonowana ekstrakcja, połączone z procesem „pocenia się”, czyli samoczynnego odparowania frakcji lotnych). Otrzymana takim sposobem parafina zawiera do 30% oleju i nazywa się **parafinowym gaczem** [2,3].

W produkcji krajowej parafinę dzieli się na dwa rodzaje: parafinę rafinowaną II o symbolu SWW 0245-11, która w zależności od temperatury krzepnięcia dzieli się na cztery odmiany i parafinę nierafinowaną N o symbolu SWW 0245-13 [4] (tabela 1.).

Parafinę II stosuje się w przemyśle papirniczym, tekstylnym, lakierniczym, do