

dr inż. ELŻBIETA JANKOWSKA
mgr inż. TOMASZ JANKOWSKI
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Znaczniki gazowe w technice wentylacyjnej^{*)}

Jakość powietrza w pomieszczeniach pracy jest zdeterminowana głównie takimi parametrami, jak: stężenie substancji chemicznych i pyłów, rozkład prędkości przepływu powietrza, a także temperatura i wilgotność powietrza.

Właściwy stan powietrza w pomieszczeniu pracy uzyskać można dzięki zastosowaniu odpowiednich – dla danego typu pomieszczenia pracy i prowadzonego procesu technologicznego – systemów wentylacyjnych, ich właściwej obsłudze oraz kontrolowaniu parametrów pracy tych systemów w regularnych odstępach czasu.

Działania te należy prowadzić w celu wyeliminowania niekorzystnych zjawisk, mogących wpływać na niewłaściwe warunki pracy, między innymi:

- kumulowanie się w różnych obszarach pomieszczeń pracy zanieczyszczeń emitowanych na stanowiskach pracy,
- dyskomfort pracy, z uwagi na niewłaściwą prędkość i kierunek ruchu powietrza w pomieszczeniach pracy, a także niewłaściwą temperaturę i wilgotność powietrza.

Do oceny efektywności działania instalacji wentylacji mechanicznej ogólnej i urządzeń wentylacji miejscowej oraz do oceny wymiany i rozdziału powietrza, w pomieszczeniach pracy mogą być wykorzystywane różne metody badań [1-3].

W Polsce obecnie szeroko stosowane są tradycyjne metody badawcze oparte na anemometrii. W krajach UE i USA do oceny skuteczności działania instalacji wentylacyjnych i do oceny warunków higienicznych środowiska powietrznego

w pomieszczeniach coraz szersze zastosowanie znajdują techniki pomiarowe wykorzystujące metody znaczników gazowych. Z uwagi na dokładność i wszechstronność, metody bazujące na znacznikach gazowych są obecnie uznawane za jedne z bardziej przydatnych w technice wentylacyjnej.

Metoda znaczników gazowych może być również stosowana do lokalizowania obszarów nie wentylowanych pomieszczeń pracy, tzn. obszarów, które są praktycznie poza zasięgiem oddziaływania urządzeń wentylacyjnych. W obszarach tych może dochodzić do kumulowania się zanieczyszczeń emitowanych na stanowiskach pracy.

W niniejszym artykule omówiono znormalizowane metody badawcze bazujące na znacznikach gazowych.

ZNORMALIZOWANE METODY BADAŃ

Znormalizowane metody badań bazujące na znacznikach gazowych stosowane są do:

- oceny emisji substancji niebezpiecznych z maszyn do środowiska pracy [4,5],
- pomiaru przepływu gazu w przewodach [6,7],
- oceny działania wyciągów laboratoryjnych [8].

Metody badań do oceny emisji substancji niebezpiecznych z maszyn do środowiska pracy

Metody stosowane do oceny emisji substancji niebezpiecznych z maszyn do środowiska pracy zostały znormalizowane w ramach działalności Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego CEN/TC 114 i opisane w normach:

- EN 1093-1:1999 pt. *Maszyny. Bezpieczeństwo. Ocena emisji substancji niebezpiecznych przenoszonych powietrzem. Wybór metod badań* [4],
- EN 1093-4:1996 pt. *Maszyny. Bez-*

pieczeństwo maszyn. Ocena emisji substancji niebezpiecznych przenoszonych powietrzem. Skuteczność wychwytu zanieczyszczeń przez odciąg miejscowy – Metoda znaczników gazowych [5].

Obecnie w Polsce opracowywane są projekty wymienionych norm, przewidziane do ustanowienia jako polskie normy w latach 2001-2002.

W normie EN 1093-1:1999 [2] zawarto podstawowe zasady doboru odpowiednich metod badawczych w zależności od:

- miejsca wykonywania badań: w laboratoriach (w komorze pomiarowej lub w całym pomieszczeniu) oraz w pomieszczeniach przemysłowych na stanowiskach pracy,
- rodzaju zastosowanego systemu wentylacyjnego: wentylacji mechanicznej ogólnej i urządzeń wentylacji miejscowej,
- rodzaju określanych parametrów: skuteczności wychwytu zanieczyszczeń przez odciąg miejscowy, skuteczności odsysania zanieczyszczeń przez odciąg miejscowy oraz stężenia zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniu pracy.

Jako substancja testowa może być zastosowany aerozol testowy lub znacznik gazowy. Stosowanie metody z wykorzystaniem aerozolu testowego bardziej imituje rzeczywistą sytuację, jaka występuje w przypadku emisji zanieczyszczeń, jednakże metody bazujące na znacznikach gazowych umożliwiają wykonywanie pomiarów z wykorzystaniem substancji mniej szkodliwych niż substancje aerozoli testowych. Ponadto pomiary są wykonywane z większą dokładnością, gdyż znacznik gazowy z reguły nie występuje jako rzeczywiste zanieczyszczenie powietrza, co może mieć miejsce w przypadku aerozoli testowych.

Badania laboratoryjne prowadzi się w specjalnie skonstruowanej komorze o określonych wymiarach lub w całym pomieszczeniu. W komorze jest umieszczana maszyna emitująca zanieczyszczenia. Określanie emisji zanieczyszczeń odby-

^{*)} Opracowanie wykonano ze środków Ministerstwa Pracy i Polityki Społecznej, przeznaczonych na realizację prac wdrożeniowych i upowszechniających wyniki zadań badawczych Programu Wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowywanego przez Komitet Badań Naukowych.

wa się w ściśle określonych warunkach pracy wentylacji komory i eksploatacji maszyny, mierząc stężenia w różnych punktach ich rozprzestrzeniania się. W przypadku badań wykonywanych w całym pomieszczeniu laboratorium określa się rozkład stężeń zanieczyszczeń emitowanych z maszyny oraz prędkość ruchu powietrza w przestrzeni pomieszczenia, przy znanych parametrach pracy wentylacji.

W pomieszczeniach pracy [4] ocenia się emisję zanieczyszczeń z maszyn, których wymiary lub wymagania technologiczne nie pozwalają na wykonywanie badań w laboratorium. Podczas badań symulowane są rzeczywiste warunki rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń z wybranej maszyny, przy czynnej wentylacji ogólnej pomieszczenia i czynnych urządzeniach wentylacji miejscowej. Ocena emisji zanieczyszczeń z wybranej maszyny polega na określeniu rozkładu stężeń zanieczyszczeń i rozkładu prędkości powietrza w przestrzeni pomieszczenia.

W normie EN 1093-4:1996 [5] jest przedstawiona metoda pomiaru skuteczności wychwytu zanieczyszczeń za pomocą odciągu miejscowego, stanowiącego wyposażenie maszyny. Pomiar ten jest wykorzystywany m.in. do:

- oceny skuteczności działania odciągu miejscowego zastosowanego przy danej maszynie (również po wprowadzeniu zmian zmierzających do jego udoskonalenia),
- porównywania skuteczności działania odciągów miejscowych stosowanych przy maszynach o podobnej konstrukcji.

Zasada metody polega na określaniu strumienia masy znacznika gazowego, w przypadku gdy: znacznik gazowy jest podawany bezpośrednio do przewodu odsysającego odciągu miejscowego (strumień masy znacznika q_e) oraz gdy podawany jest w charakterystycznym punkcie lub w strefie emisji rzeczywistego zanieczyszczenia (strumień masy znacznika q_e).

W pierwszej fazie badań określa się średnie stężenie tła (C_1) w wybranym punkcie w przewodzie odsysającym w chwili, gdy znacznik gazowy nie jest jeszcze podawany do przewodu. Następnie wprowadza się znacznik gazowy ze znaną i stałą szybkością bezpośrednio do

przewodu odsysającego odciągu miejscowego i określa średnie stężenie znacznika (C_2) w danym przekroju przewodu. W trzeciej fazie wykonuje się pomiary średniego stężenia znacznika gazowego (C_3) w tym samym przekroju przewodu odsysającego, ale wtedy, gdy znacznik jest podawany w charakterystycznym punkcie lub strefie emisji rzeczywistego zanieczyszczenia podczas pracy maszyny. Po zakończeniu podawania znacznika gazowego i ustabilizowaniu się poziomu tła zostaje określone średnie stężenie znacznika gazowego (C_1). Układ pomiarowy

oraz sposób przeprowadzenia kolejnych faz pomiaru przedstawiono na rys. 1 [5]. Natomiast przykładowe zmiany stężenia znacznika gazowego w czasie pomiarów ilustruje rys. 2 [5].

Skuteczność wychwytu zanieczyszczeń przez odciąg miejscowy (η_c) określa się z następującej zależności:

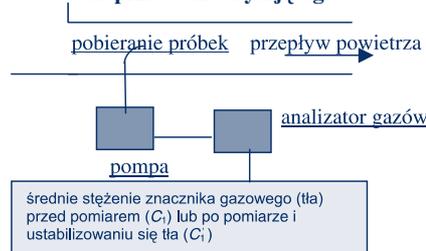
$$\eta_c = (q_c/q_e) \times 100 (\%) \quad (1)$$

gdzie:

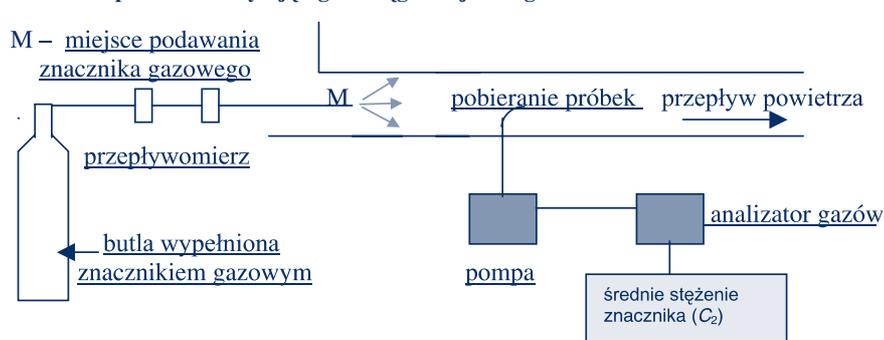
$$q_c = Q(C_2 - C_1) \quad (2)$$

Q – średni strumień objętości powietrza przepływającego przewodem odsy-

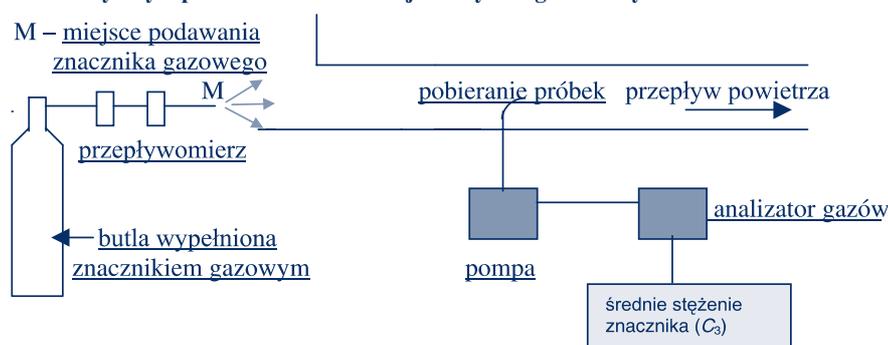
Faza 1. Pomiar średniego stężenia tła przed i po podaniu znacznika gazowego do przewodu odsysającego



Faza 2. Pomiar średniego stężenia podczas podawania znacznika gazowego bezpośrednio do przewodu odsysającego odciągu miejscowego



Faza 3. Pomiar średniego stężenia podczas podawania znacznika gazowego w charakterystycznym punkcie lub strefie emisji rzeczywistego zanieczyszczenia



Rys. 1. Układ dozowania i pobierania próbek znacznika gazowego [5]

sającym w czasie określania strumienia masy znacznika q_e ,

$$q_c = Q'(C_3 - C_1') \quad (3)$$

Q' – średni strumień objętości powietrza przepływającego przewodem odsysającym w czasie określania strumienia masy znacznika q_e .

Podczas badań powinny być określone wszystkie charakterystyczne parametry pracy odciągu miejscowego, takie jak: strumień objętości przepływu powietrza, szybkość podawania znacznika gazowego, położenie odciągu w stosunku do badanej maszyny itd.

Metody badań do pomiaru przepływu gazu w przewodach

W normie ISO 4053-1:1997 *Pomiar przepływu gazu w przewodach – Metody znaczników gazowych – Część 1: Wymagania ogólne* [6] oraz normie ISO 4053-4:1978 *Pomiar przepływu gazu w przewodach – Metody znaczników gazowych – Część 4: Metoda „czasu przejścia” radioaktywnych znaczników gazowych* [7] są opisane dwie metody pomiaru przepływu gazu w przewodach wentylacyjnych z zastosowaniem znaczników gazowych.

Pierwsza metoda – metoda rozcieńczenia – polega na wprowadzaniu znacznika gazowego ze stałą szybkością w wybranym punkcie przewodu wentylacyjnego, a następnie na określaniu stopnia rozcieńczenia znacznika po dokonaniu pomiaru jego stężenia w punktach rozmieszczonych wzdłuż przewodu wentylacyjnego. Stopień rozcieńczenia znacznika jest proporcjonalny do strumienia masy powietrza przepływającego w przewodzie wentylacyjnym.

Druga metoda – metoda czasu przejścia – polega na wprowadzeniu znanej ilości znacznika gazowego w wybranym punkcie przewodu wentylacyjnego, a następnie na pomiarze czasu przejścia znacznika w prostym odcinku przewodu między:

- punktem podawania znacznika a punktem wykrycia znacznika, znajdującym się w ściśle określonej odległości od punktu podawania znacznika,
- dwoma wybranymi punktami pomiarowymi znajdującymi się w ściśle określonej odległości.

Normy [6,7] zalecają stosowanie następujących znaczników:

- nie radioaktywnych: helu – He, sześćiofluorku siarki – SF₆, metanu – CH₄, podtlenku azotu – N₂O;
- radioaktywnych, przedstawionych w tabeli.

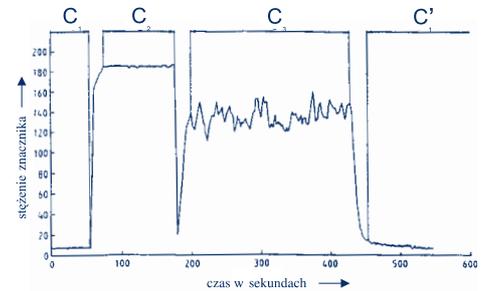
Zaletą prowadzenia badań z wykorzystaniem znaczników radioaktywnych jest możliwość wykonywania pomiarów za pomocą sond umieszczonych na zewnątrz przewodu wentylacyjnego, które rejestrują intensywność promieniowania znacznika w punktach pomiarowych. Ze względu na ochronę osób wykonujących badania oraz na ochronę środowiska, korzystniejsze jest stosowanie znaczników o krótkim okresie połowicznego rozpadu. Badania z zastosowaniem znaczników radioaktywnych mogą być wykonywane jedynie za zgodą władz administracyjnych i tylko przez osoby, które zostały odpowiednio przeszkolone oraz wyposażone w środki ochrony.

Istotnym zagadnieniem jest wybór odpowiedniej odległości L między punktem podawania znacznika a punktami pomiaru jego stężenia. Odległość L jest nazywana „odległością mieszania” i nie jest wartością stałą, ale uzależnioną od założonych dopuszczalnych zmian stężenia w przekroju poprzecznym przewodu wentylacyjnego.

„Odległość mieszania” L jest zwykle określana doświadczalnie, gdyż jak wynika z dotychczasowych badań, odległość L_f obliczona teoretycznie znacznie różni się od odległości L_d wyznaczonej doświadczalnie. Na przykład, gdy znacznik jest podawany w środku przewodu wentylacyjnego $L_d \approx 2 L_f$.

Zmniejszenie „odległości mieszania” L można osiągnąć przez podawanie znacznika:

- za pomocą źródła w postaci wtryskiwacza o wielu otworach, które są rozmieszczone równomiernie wzdłuż przekroju poprzecznego przewodu wentylacyjnego (przynajmniej sześć otworów),
- w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu gazu, z prędkością znacznie przewyższającą prędkość przepływu gazu w przewodzie wentylacyjnym (stosując tę metodę można osiągnąć zmniejszenie „odległości mieszania” o 30%, w stosunku do przypadku, gdy znacznik jest



Rys. 2. Przykładowe zmiany stężenia znacznika gazowego w czasie pomiarów [5]

podawany w środku przewodu wentylacyjnego),

– za pomocą źródeł w postaci wtryskiwaczy o różnych kształtach otworów emitujących znacznik i umieszczonych pod odpowiednim kątem w stosunku do kierunku przepływu gazu w przewodzie wentylacyjnym, można zmniejszyć „odległość mieszania” o ok. 33%, w odniesieniu do przypadku, gdy znacznik jest podawany w środku przewodu).

Znaczne zmniejszenie „odległości mieszania” można uzyskać podając znacznik przez wentylator.

Obecność w badanym przewodzie zaworów, łuków i innych tego typu elementów, przyspiesza proces mieszania znacznika z gazem, a w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia „odległości mieszania”. Należy jednak pamiętać, że taki spo-

ZNACZNIKI RADIOAKTYWNE

Znacznik	Okres połowicznego rozpadu
Argon 41	110 min
Arsen 76	26,5 godz.
Brom 82	36 godz.
Krypton 85	10,6 lat
Sześćiofluorek siarki 35	87 dni
Ksenon 133	5,27 dni

sób zmniejszania „odległości mieszania” nie może być wykorzystywany podczas stosowania metody „czasu przejścia”, kiedy ze względu na wymaganą dokładność badań, pomiary powinny być prowadzone w prostym odcinku przewodu, bez za-

worów, luków itd. – nawet kosztem uzyskania gorszego wymieszania znacznika z gazem.

Metody badań do oceny działania wyciągów laboratoryjnych

Metoda badania wyciągów laboratoryjnych z wykorzystaniem znaczników gazowych jest opisana w normie ANSI/ASHRAE 110-1995 *Metoda oceny działania wyciągów laboratoryjnych* [8].

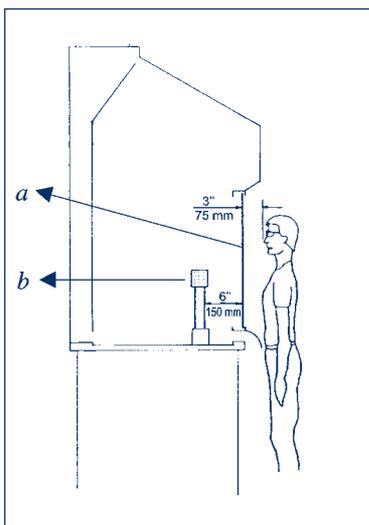
Metoda może być stosowana do oceny działania:

- wyciągu laboratoryjnego przy określonych przez producenta warunkach badań (badania w warunkach laboratoryjnych),

- nowo zamontowanego lub już użytkowanego wyciągu laboratoryjnego zainstalowanego w pomieszczeniu (badania w warunkach użytkowania).

Podstawą do oceny działania wyciągu laboratoryjnego są wyniki badań uzyskanych podczas:

- 1) wizualizacji przepływu,
- 2) pomiarów prędkości przepływu powietrza,



Rys. 3. Umieszczenie manekina oraz emitera znacznika gazowego podczas badania wyciągu laboratoryjnego: *a* – rama okienna wyciągu, *b* – miejsce podawania znacznika gazowego wewnątrz wyciągu

3) pomiarów stężeń znacznika gazowego.

Wyciąg laboratoryjny można badać wykorzystując wszystkie trzy wymienione metody (dotyczy to w szczególności badań, których celem jest pełna ocena skuteczności działania wyciągu) lub tylko dwie pierwsze metody, przy czym badania wykonywane metodą znaczników gazowych powinny być zawsze poprzedzone badaniami metodą wizualizacji i pomiarami prędkości przepływu powietrza.

Badania metodą wizualizacji polegają na obserwacji przepływu dymu wytwarzanego wewnątrz wyciągu laboratoryjnego. Jeżeli dym wytwarzany w poszczególnych miejscach wewnątrz wyciągu jest całkowicie odciągany z wyciągu i nie stwierdza się jego obecności w pobliżu powierzchni czołowej wyciągu, wtedy uważa się, że wyciąg spełnia wymagania badań metodą wizualizacji.

Pomiary prędkości liniowej wewnątrz wyciągu przeprowadza się w punktach pomiarowych rozmieszczonych równomiernie w płaszczyznach pionowych i poziomych oraz w płaszczyźnie czołowej wyciągu. Wyniki pomiarów prędkości rejestruje się wraz z wymiarami ich położenia w odniesieniu do badanego wyciągu laboratoryjnego. Oblicza się również wartość średnią prędkości liniowej powietrza w wyciągu.

W celu wyregulowania parametrów pracy wyciągu, w badaniach laboratoryjnych (badaniach producenta) wykonuje się pomiary prędkości liniowej wewnątrz wyciągu przy: 25%, 50% i 100% otwarciu ramy okiennej wyciągu laboratoryjnego. Wyniki pomiarów prędkości uzyskane dla poszczególnych pozycji otwarcia wyciągu laboratoryjnego powinny być uśrednione, a następnie porównane z odpowiadającymi im wartościami, zawartymi w dokumentacji projektowej wyciągu.

Badania metodą znacznika gazowego polegają na określeniu stężenia znacznika gazowego w charakterystycznych punktach odpowiadających strefie oddychania człowieka. Zalecanym w normie

[8] znacznikiem gazowym jest sześćsiofluorek siarki. Do badań mogą być wykorzystywane inne znaczniki, jeżeli zalecany w normie [8] może mieć niekorzystny wpływ na materiały zastosowane do wykonania wyciągu laboratoryjnego lub na materiały znajdujące się w pomieszczeniu.

Badania powinny być wykonywane z wykorzystaniem manekina trójwymiarowego o wysokości 170 cm. Wymiary manekina powinny być w odpowiedniej proporcji do wymiarów poszczególnych części ciała typowego człowieka. Elementy podpierające manekin muszą być tak zaprojektowane, aby nie wpływały na zmianę prędkości przepływu powietrza wokół manekina, ustawionego w pozycji pokazanej na rysunku 3. Manekin należy ubrać w odzież typową dla pracowników obsługujących wyciągi laboratoryjne.

Przed podaniem znacznika gazowego do wnętrza wyciągu laboratoryjnego należy określić jego średnie stężenie w powietrzu pomieszczenia, w którym jest zainstalowany wyciąg (tło pomieszczenia). Jest on podawany za pomocą trzech źródeł punktowych (dysz), które są umieszczone w odległości 150 mm od ściany czołowej wyciągu (rys. 3).

Pomiary stężenia znacznika gazowego są dokonywane w strefie oddychania za pomocą zainstalowanej na manekinie sondy do pobierania próbek powietrza, która instalowana jest w okolicach nosa i ust manekina. Badania są prowadzone dla kilku charakterystycznych pozycji manekina w odniesieniu do wyciągu laboratoryjnego.

Dla różnych wysokości otwarcia ramy okiennej wyciągu są także wykonywane pomiary stężenia znacznika w określonych punktach wokół powierzchni roboczej wyciągu.

W normie [8] opisano również sposób postępowania podczas badania wpływu przesuwania ramy okiennej wyciągu laboratoryjnego na rozkład stężenia znacznika gazowego w strefie oddychania manekina.

Podczas wykonywania badań w warunkach użytkowania powinien być czyn-

ny system wentylacji ogólnej oraz wszystkie urządzenia wentylacji miejscowej (np. wyciągi laboratoryjne) zainstalowane w pomieszczeniu. Badania należy prowadzić w rzeczywistej sytuacji pracy wyciągu, tzn. z umieszczonymi w nim przedmiotami, które najczęściej są wykorzystywane podczas prac pod wyciągiem. Przed przystąpieniem do badań należy wykonać szkic pomieszczenia, obrazujący rozmieszczenie głównych elementów jego wyposażenia, z uwzględnieniem przede wszystkim rozmieszczenia wyciągów laboratoryjnych.

* * *

W niniejszym artykule przedstawiono znormalizowane metody badawcze z wykorzystaniem znaczników gazowych. Należy jednak podkreślić, że bogatym źródłem informacji na ten temat mogą być publikacje z prac badawczych wykonywanych w różnych ośrodkach badawczych [9-17].

PIŚMIENNICTWO

- [1] Nielsen P.: *Air Distribution in Rooms – Research and Design Methods*. Roomvent'94, Kraków, Vol. 1, 15-33, 1994
- [2] Sandberg M.: *Measurement Techniques in Room Air Flow*. Roomvent'94, Kraków, Vol. 1, 59-92, 1994
- [3] *A Practical Guide to Ventilation Practices & Systems for Existing Buildings*. Supplement to April/May issues of Heating, Piping, Air Conditioning, 1-114, 1999
- [4] EN 1093-1:1999 *Safety of machinery – Evaluation of the emission of airborne hazardous substances - Part 1: Selection of test methods*
- [5] EN 1093-4:1996 *Safety of machinery – Evaluation of the emission of airborne hazardous substances - Part 4: Capture efficiency of an exhaust system – Tracer method*
- [6] ISO 4053:1977 *Gas flow rate measurement in duct – Tracer methods, Part 1: General*
- [7] ISO 4053:1978 *Gas flow rate measurement in duct – Tracer methods, Part 4: Transit time method using radioactive tracers*
- [8] ANSI/ASHRAE 110-1995 *Method of testing performance of laboratory fume hoods*
- [9] Fletcher B., Johnson A.: *Ventilation of small factory units*. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 40, 293-305, 1992
- [10] Niemelä R., Lefevre A.: *Comparison of three tracer gases for determining effectiveness and capture efficiency*. Ann. Occup. Hyg., Vol. 35, No. 4, 405-417, 1991
- [11] Dessagne J. i inni: *Synthesis of results obtained using the tracer gas technique*. Service Thermique Ventilation
- [12] Jung A., Zeller M.: *An analysis of different tracer gas techniques to determine the air exchange efficiency in a mechanically ventilated room*. Fourth International Conference Roomvent'94, Kraków, Vol. 2, 315-332, 1994
- [13] Hampl V., Niemelä R.: *Use of Tracer Gas Technique for industrial exhaust hood efficiency evaluation – Where to Sample?* Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 47(5):281-287, 1986
- [14] Rosendahl J., Kvisgaard B.: *Evaluation of fume-hood efficiency using an automated tracer-gas system*. AIHC Conference Orlando, Florida 1990
- [15] Hitchings D.T.: *Laboratory fume hood and exhaust fan penthouse exposure risk analysis using the ANSI/ASHRAE 110-1995 and other tracer gas methods*. 1996
- [16] Fletcher B., Johnson A.: *Containment testing of fume cupboards – I. Methods*. Ann. Occup. Hyg., Vol. 36, No. 3, 239-252, 1992
- [17] Fletcher B., Johnson A.: *Containment testing of fume cupboards – II. Test room measurements*, Vol. 36, No. 4, 395-405, 1992

W sprzedaży znajdują się kolejne zeszyty kwartalnika

PODSTAWY I METODY OCENY ŚRODOWISKA PRACY

Wydawnictwo zawierające kompletne dokumentację na temat szkodliwego oddziaływania określonych czynników chemicznych i fizycznych na organizm człowieka wraz z uzasadnieniem przyjętych w Polsce wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) i najwyższych dopuszczalnych nateżeń (NDN) tych czynników, a także metod ich oznaczania w środowisku pracy. Publikacja jest niezbędna do dokonania oceny zagrożeń istniejących w środowisku pracy i ustalenia odpowiedniej profilaktyki medycznej. Przeznaczona jest dla pracodawców oraz służb odpowiedzialnych za profilaktykę i za nieprzekraczanie w środowisku pracy wartości NDS i NDN.

W 2001 r. w numerze 1(27) opublikowano dokumentację następujących związków chemicznych: 4-aminofenolu (pyły), cykloheksanu, karbofuranu, kwasu tioglikolowego, n-metylomorfoliny, octanu 2-butoksyetylu, propynu, pyłów gipsu (zawierających wolną krystaliczną krzemionkę poniżej 2% i nie zawierających azbestu), rezorcynolu, węgla wapnia i 4-winylocykloheksenu, a także dokumentację i procedurę pomiaru drgań mechanicznych.

W numerze 2(28) opublikowano dokumentację proponowanych znowelizowanych wartości dopuszczalnych ekspozycji zawodowej dotyczące pól i promieniowania elektromagnetycznego z zakresu częstotliwości 0 Hz–300 GHz oraz hałasu infradźwiękowego i ultradźwiękowego wraz z procedurami pomiarowymi.



Wydawnictwo zamawiać można w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy
00-701 Warszawa, ul. Czerniakowska 16, tel: 623 36 98; 623 32 63; fax: 623 36 93