

Wpływ palenia papierosów na stężenia cząstek drobnych występujących w powietrzu w pomieszczeniu

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

Wprowadzenie

Narażenie na dym papierosowy może być przyczyną wielu chorób, przede wszystkim chorób serca oraz chorób nowotworowych (np. rak płuc i rak krtani). Wynika to z faktu, że dym papierosowy zawiera ponad 4 tys. szkodliwych substancji chemicznych w postaci gazów, par oraz cząstek stałych i ciekłych. Najbardziej niebezpieczne dla człowieka są takie substancje jak: nitrozaminy, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, w tym benzo(a)piren, nikotyna i tlenek węgla. Istotnym składnikiem dymu papierosowego są cząstki drobne, które w znacznych ilościach przedostają się do układu oddechowego człowieka, szczególnie do obszaru wymiany gazowej płuc. Jakkolwiek na największą liczbę cząstek drobnych są narażone osoby palące papierosy, to osoby niepalące (w tym dzieci) przebywające w pomieszczeniu, w którym były palone papierosy, wdychają znaczne ilości cząstek drobnych jeszcze przez długi czas po zgaszeniu papierosów (efekt biernego palenia). Wiedza nt. cząstek drobnych wydzielających się podczas palenia papierosów jest bardzo ważna również z uwagi na fakt, że na cząstkach mogą być zaadsorbowane substancje chemiczne występujące w dymie tytoniowym w postaci par i gazów, istotnie wzmacniając szkodliwy skutek działania cząstek drobnych na organizm człowieka [1-5].

W artykule przedstawiono wyniki badania wpływu wypalenia trzech papierosów na stężenia cząstek bardzo drobnych – o średnicach od 16 do 626 nm – występujących w powietrzu w pomieszczeniu.

Wpływ palenia papierosów na stężenia cząstek drobnych występujących w powietrzu w pomieszczeniu

Pomiary stężeń i rozkładów wymiarowych cząstek wykonano z zastosowaniem systemu analizy wymiarowej cząstek SMPS zawierającego licznik kondensacyjny (TSI model 3022A) oraz analizator ruchliwości elektrycznej cząstek (TSI model

3080L) – fot. (str. 14.). Licznik kondensacyjny umożliwia pomiar stężenia liczbowego od 0 do 10^7 cząstek/cm³ dla cząstek z zakresu wymiarowego od 7 do 3000 nm. W analizatorze ruchliwości elektrycznej cząstki mogą być klasyfikowane według ich elektrycznej ruchliwości. Ruchliwość elektryczna cząstki jest funkcją jej wymiaru i liczby ładunków elektrycznych osadzonych na cząstce. Analizator ruchliwości elektrycznej cząstek umożliwia klasyfikację cząstek w zakresie od 10 do 800 nm. Z uwagi na możliwości pomiarowe analizatora ruchliwość elektrycznej cząstek, omawiany system SMPS jest stosowany do określenia stężeń i rozkładów wymiarowych dla cząstek z zakresu od 10 do 800 nm.

Podczas badań wpływu palenia papierosów na stężenia cząstek drobnych występujących w powietrzu w pomieszczeniu (kubatura 130 m³) określano stężenia poszczególnych frakcji wymiarowych cząstek z zakresu od 16 do 626 nm, tzn. cząstek, które w warunkach badań były zliczane z wystarczającą dokładnością. Stężenia i roz-

kłady wymiarowe cząstek określono przed i w czasie do 57 minut od wypalenia trzech papierosów. Temperatura powietrza podczas badań wynosiła 23 °C, natomiast wilgotność względna powietrza 45% (pomiar wykonano z użyciem termohigrometru model LB-701).

Uzyskane dane przedstawiono w postaci stężeń liczbowych, powierzchniowych, masowych i objętościowych odniesionych do poszczególnych frakcji wymiarowych cząstek. Z uwagi na ich szkodliwe działanie – szczególnie cząstek drobnych – istotną jest nie tylko ich liczba, która może przenikać do obszaru wymiany gazowej płuc człowieka, ale również ich powierzchnia (z uwagi na ilość mogących się zaabsorbować na cząstkach substancji chemicznych występujących w dymie tytoniowym w postaci par i gazów), ich masa (gdyż powodem chorób może być odpowiedź organizmu na masę nagromadzonego w płucach pyłu) oraz objętość, jaką zajęłyby cząstki, gdyby przedostały się do układu oddechowego człowieka.

W artykule przedstawiono wyniki badania wpływu palenia papierosów na stężenia cząstek drobnych – o średnicach od 16 do 626 nm – występujących w powietrzu w pomieszczeniu. Stężenia cząstek określono przed i w czasie do 57 minut od wypalenia trzech papierosów w pomieszczeniu.

The influence of smoking on the concentration of fine particles suspended in the air of a room

This article presents results of an investigation of the influence of smoking cigarettes on the concentration of fine particles – 16-626 nm in diameter – suspended in the air of a room. Particle concentrations were determined before and up to 57 minutes after three cigarettes had been smoked in the room.

W tabeli przedstawiono stężenia (liczbowe, powierzchniowe, masowe i objętościowe) odnoszące się do cząstek występujących w powietrzu, dla których zostały określone maksymalne wartości stężeń przed rozpoczęciem palenia i w czasie do 57 minut po zgaszeniu trzech papierosów. Z przedstawionych danych wynika, że w odniesieniu do cząstek o średnicach 84 nm stężenie liczbowe wzrosło z 422 cząstek/cm³ przed zapaleniem papierosów do 7 327 cząstek/cm³ po 1 min od zgaszenia papierosów (wzrost 17-krotny), osiągając wartość 3 216 cząstek/cm³ po 57 min od zgaszenia papierosów (nadł 8-krotny wzrost w odniesieniu do stężenia liczbowego tych cząstek w powietrzu przed zapaleniem papierosów). W przypadku stężeń powierzchniowych, masowych i objętościowych, dla średnic cząstek – odpowiednio 149 nm, 213 nm i 213 nm – dla których określono wartości maksymalne tych stężeń w powietrzu w pomieszczeniu, po 1 min od zgaszenia papierosów stężenia były 13-krotnie wyższe od stężeń przed zapaleniem papierosów i po 57 min nadal pozostawały 8-krotnie wyższe w porównaniu do stężeń tych cząstek występujących w powietrzu przed rozpoczęciem palenia papierosów.

Analizując całkowite stężenie liczbowe (rys. 1.), tzn. stężenie w odniesieniu do całkowitej liczby cząstek o średnicach z zakresu od 16 do 626 nm stwierdzono, że stężenie wzrosło z 12 083 cząstek/cm³ przed zapaleniem papierosów aż do 155 020 cząstek/cm³ po 1 min od zgaszenia papierosów (wzrost 13-krotny), osiągając wartość 61 404 cząstek/cm³ po 57 min od zgaszenia papierosów (nadł 5-krotny wzrost). W przypadku całkowitych stężeń powierzchniowych, masowych i objętościowych (rysunki 2-4) dla cząstek o średnicach z zakresu od 16 do 626 nm stężenia te w powietrzu w pomieszczeniu były po 1 min od zgaszenia papierosów 14-krotnie wyższe od stężeń przed zapaleniem papierosów, natomiast po 57 min 8-krotnie wyższe niż stężenia całkowite tych cząstek występujących w powietrzu pomieszczenia przed zapaleniem papierosów.

Podsumowanie

Palenie papierosów jest istotnym źródłem emisji cząstek drobnych do powietrza otaczającego człowieka. Wypalenie tylko trzech papierosów w pomieszczeniu spowodowało 13 – 14-krotny wzrost stężeń całkowitych (liczbowych, powierzchniowych, masowych lub objętościowych) cząstek o średnicach od 16 do 626 nm. Po 57 minutach od zgasze-

nia trzech papierosów stężenia te były nadal 5–8-krotnie wyższe niż przed zapaleniem trzech papierosów. Zatem efekt biernego palenia nie występuje tylko w czasie przebywania osób niepalących w otoczeniu osób,

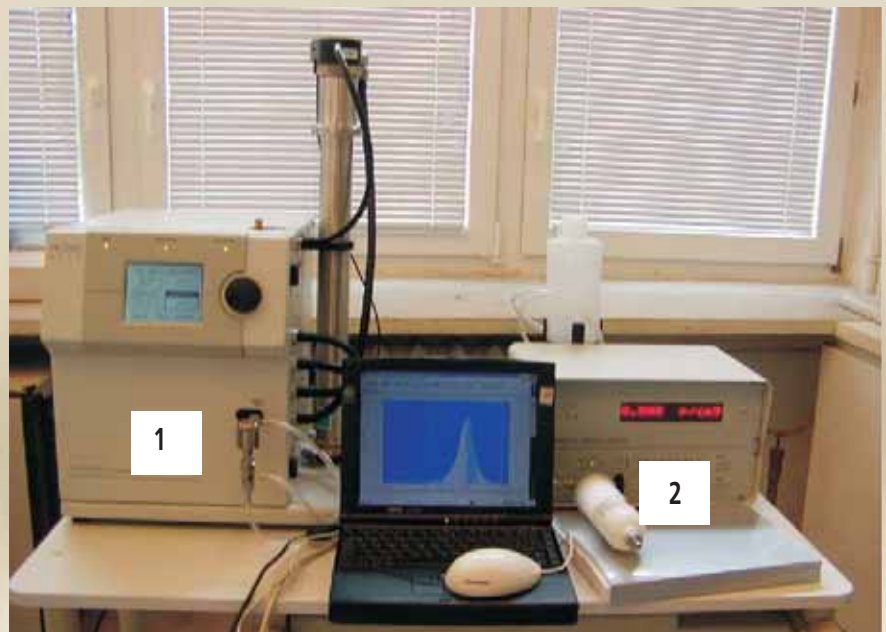
które palą w pomieszczeniu, ale jeszcze przez długi czas po wypaleniu papierosów, jeżeli osoby te nadal przebywają w tym pomieszczeniu.

Tabela

STĘŻENIA CZĄSTEK WYSTĘPUJĄCYCH W POWIETRZU, DLA KTÓRYCH ZOSTAŁY OKREŚLONE MAKSYMALNE WARTOŚCI STĘŻEŃ PRZED ZAPALENIEM I W CZASIE DO 57 MINUT PO ZGASZENIU TRZECH PAPIEROSÓW W POMIESZCZENIU

Concentrations of particles suspended in the air for which maximum values of concentrations before and up to 57 minutes after three cigarettes had been smoked in a room were determined

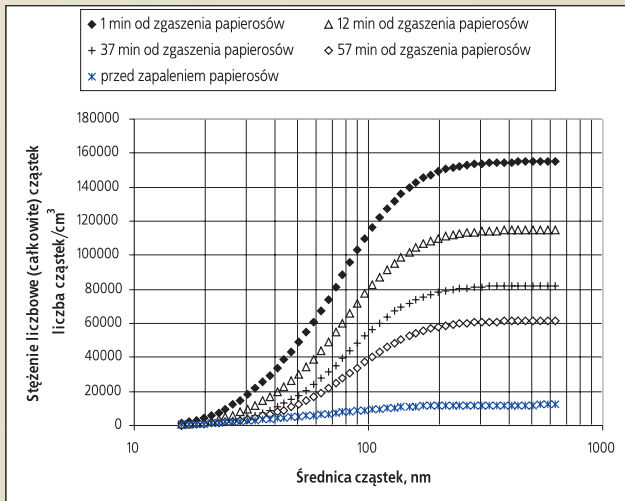
Czas przeprowadzania pomiaru	Maksymalne stężenie liczbowe liczba cząstek/cm ³	Maksymalne stężenie powierzchniowe nm ² /cm ³	Maksymalne stężenie masowe µg/m ³	Maksymalne stężenie objętościowe nm ³ /cm ³
	cząstki o średnicy 84 nm	cząstki o średnicy 149 nm	cząstki o średnicy 213 nm	cząstki o średnicy 213 nm
Przed zapaleniem papierosów	422	1,88x10 ⁷	0,50	4,95x10 ⁸
Od zgaszenia trzech papierosów	1 min	7 327	2,46x10 ⁸	6,74
	5 min	6 179	2,31x10 ⁸	6,21
	8 min	6 020	2,07x10 ⁸	5,91
	12 min	5 767	2,09x10 ⁸	5,64
	15 min	5 068	1,98x10 ⁸	5,51
	31 min	4 757	1,95x10 ⁸	5,31
	37 min	4 272	1,61x10 ⁸	4,50
	57 min	3 216	1,44x10 ⁸	4,07



Fot. System analizy wymiarowej cząstek (SMPS): 1 – Analizator ruchliwości elektrycznej cząstek, TSI model 3080L; 2 – Licznik kondensacyjny, TSI model 3022A

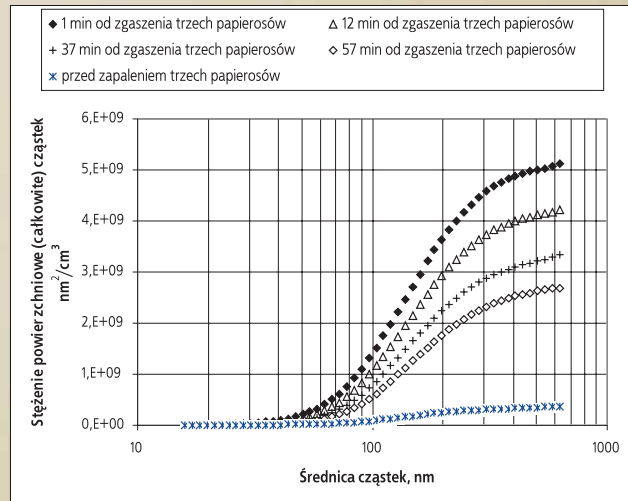
Photo. Scanning mobility particle sizer: 1 – Electrostatic classifier, TSI model 3080L; 2 – Condensation particle counter, TSI model 3022A

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach II etapu programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej” dofinansowywanego w latach 2005-2007 w zakresie badań naukowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.



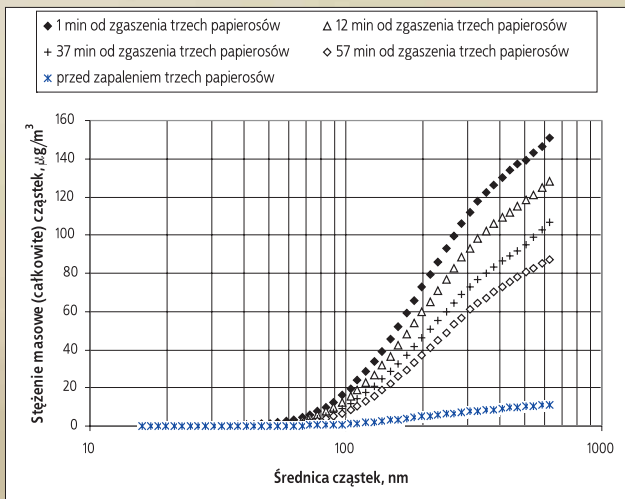
Rys. 1. Stężenie liczbowe (całkowite) cząstek z zakresu od 16 do 626 nm występujących w powietrzu w pomieszczeniu przed zapaleniem i w czasie do 57 minut od zgaszenia trzech papierosów

Fig. 1. Number concentration (cumulative) of particles from the range of 16 to 626 nm suspended in the air of a room before and up to 57 minutes after three cigarettes had been smoked



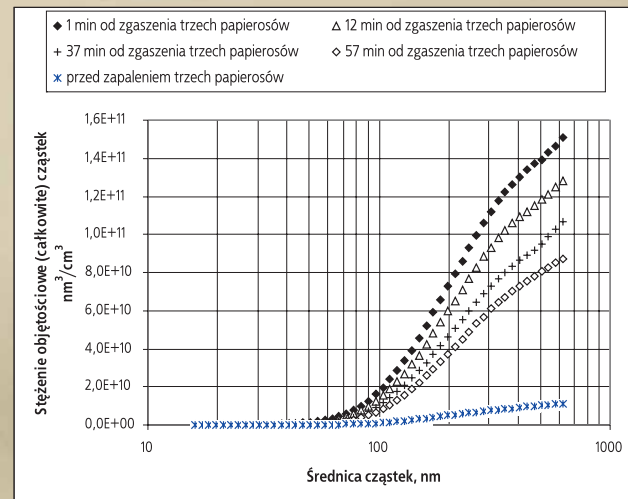
Rys. 2. Stężenie powierzchniowe (całkowite) cząstek z zakresu od 16 do 626 nm występujących w powietrzu w pomieszczeniu przed zapaleniem i w czasie do 57 minut od zgaszenia trzech papierosów

Fig. 2. Surface concentration (cumulative) of particles from the range of 16 to 626 nm suspended in the air of a room before and up to 57 minutes after three cigarettes had been smoked



Rys. 3. Stężenie masowe (całkowite) cząstek z zakresu od 16 do 626 nm występujących w powietrzu w pomieszczeniu przed zapaleniem i w czasie do 57 minut od zgaszenia trzech papierosów

Fig. 3. Mass concentration (cumulative) of particles from the range of 16 to 626 nm suspended in the air of a room before and up to 57 minutes after three cigarettes had been smoked



Rys. 4. Stężenie objętościowe (całkowite) cząstek z zakresu od 16 do 626 nm występujących w powietrzu w pomieszczeniu przed zapaleniem i w czasie do 57 minut od zgaszenia trzech papierosów

Fig. 4. Volume concentration (cumulative) of particles from the range of 16 to 626 nm suspended in the air of a room before and up to 57 minutes after three cigarettes had been smoked

PIŚMIENNICTWO

1. *Health Effects of Exposure to Environmental Tobacco Smoke*. Environmental Protection Agency. Office of Environmental Health Hazard Assessment. Final Report. September 1997
2. Vineis P., Alavanja M., Buffler P., Fontham E., Franceschi S., Gao Y.T., Gupta P.C., Hackshaw A., Matos E., Samet J., Sitas F., Smith J., Stayner L., Straif K., Thun M.J., Wichmann H.E., Wu A.H., Zaridze D., Peto R., Doll R. *Tobacco and Cancer: Recent Epidemiological Evidence*. Journal of the National Cancer Institute. January 2004. Vol. 96, No. 2
3. http://www.tobacco-facts.info/larynx_cancer.htm
4. National Center For Chronic Disease Prevention and Health Promotion. <http://www.cdc.gov/tobacco/index.htm>
5. Kum-Nji P., Meloy L., Herrod H.G. *Environmental Tobacco Smoke Exposure: Prevalence and Mechanisms of Causation of Infections in Children*. Pediatrics. May 2006. Vol. 117, No. 5