

BARBARA IGIELSKA, IRENA PECKA, ELŻBIETA SITKO, GRAŻYNA NIKEL, RENATA WIGLUSZ

EMISJA LOTNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH Z WYKŁADZIN DYWANOWYCH

EMISSION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM TEXTILE FLOOR COVERINGS

Zakład Toksykologii
Instytut Medycyny Morskiej i Tropikalnej w Gdyni
Kierownik: prof. dr hab. *M. Cempel*

W pracy przedstawiono wyniki badań emisji formaldehydu i innych lotnych związków organicznych z wykładzin dywanowych, na podłożu z lateksu butadienowo-styrenowego. Do ich oceny przyjęto dotychczas znane i stosowane kryteria.

WSTĘP

Włókiennicze pokrycia podłogowe, popularnie nazywane wykładzinami dywanowymi lub tekstylnymi są szeroko stosowane w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej. Do ich produkcji stosuje się szereg związków chemicznych, w tym kleje wiążące włókna, rozpuszczalniki barwników, substancje antystatyczne, przeciw płamieniu, rozprzestrzenianiu się ognia, jak również pestycydy i fungicydy.

Nowe wykładziny mogą uwalniać do otoczenia liczne związki chemiczne [5, 7, 11] zaliczane przez Światową Organizację Zdrowia do grupy lotnych związków organicznych (o temperaturze wrzenia od 50°C do 260°C) [10].

Celem pracy było określenie emisji lotnych związków organicznych z nowych wykładzin dywanowych o podłożu ze spienionej żywicy styrenowo-butadienowej.

MATERIAŁ I METODYKA

Do badań użyto wykładziny dywanowe, których wierzchnią warstwę stanowiły głównie włókna poliamidowe, spodnią usieciowany lateks butadienowo-styrenowy. Materiały te zostały wyprodukowane w krajach Europy Zachodniej. Próbkę, o wymiarach 40 x 75 cm (4 sztuki), szczelnie opakowaną folią polietylenową, dostarczał producent lub importer. Do czasu rozpoczęcia badań przechowywano je w pomieszczeniu o temperaturze pokojowej. Przed badaniem, próbki rozpakowywano i po zabezpieczeniu folią aluminiową powierzchni spodniej i krawędzi, umieszczano w komorze laboratoryjnej. Warunki prowadzenia badań przedstawiono w Tabeli I.

Badania emisji, formaldehydu i innych lotnych związków organicznych, z wykładzin dywanowych prowadzono zgodnie z PN-89/Z-04021/02 [8], w latach 1992–2000.

Tabela I. Warunki prowadzenia badań emisji z wykładzin dywanowych w komorze laboratoryjnej
Environmental chamber operating parameters during the study of emission from textile floor coverings

Temperatura powietrza	$23 \pm 2^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna powietrza	$45 \pm 5\%$
Wymiana powietrza	1 wymiana h^{-1}
Kubatura komory	$0,6 \text{ m}^3$
Obciążenie komory wykładziną	$1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-3}$

Oznaczanie emisji formaldehydu

Próby powietrza z komory pobierano przez 4–5 godzin z prędkością 20 l h^{-1} do dwóch szeregowo połączonych płuczek, zawierających po 10 ml wody redestylowanej. Formaldehyd oznaczano metodą kolorymetryczną z p-rozaniliną [9]. Oznaczalność stosowanej metody wynosiła $0,01 \text{ mg m}^{-3}$ w okresie badań 1992–1994, $0,008 \text{ mg m}^{-3}$ w następnych latach.

Oznaczanie emisji lotnych związków organicznych

Lotne związki organiczne oznaczano techniką chromatografii gazowej. Do analiz używano chromatografów gazowych f-my Carlo Erba, Vega Series 2 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym oraz kolumn kapilarnych:

SPB-1	30 m x 0.53 mm ID, 1,5 μm ,
Supelcowax-10	30 m x 0.32 mm ID, 0,25 μm ,
DB-624	30 m x 0.53 mm ID, 3,0 μm .

Próby powietrza do oznaczania toluenu, styrenu, 4-fenylocykloheksenu (4-PC) oraz sumy lotnych związków organicznych w przedziale od heksanu do heksadekanu, pobierano w ciągu 4 godzin z prędkością 20 l h^{-1} na standardowe rurki adsorpcyjne, zawierające 2 sekcje (100 i 50 mg) węgla aktywnego. Do desorpcji stosowano dwusiarceki węgla.

Oznaczalność metody wynosiła dla:

toluenu:	$0,002 \text{ mg m}^{-3}$,
styrenu:	$0,003 \text{ mg m}^{-3}$,
4-PC:	$0,013 \text{ mg m}^{-3}$,

sumy lotnych związków organicznych w przeliczeniu na toluen: $0,002 \text{ mg m}^{-3}$.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki badań emisji toluenu, styrenu i formaldehydu z 23 wykładzin dywanowych przedstawiono w Tabeli II. Wszystkie testowane materiały nie emitowały formaldehydu na poziomie wyższym od oznaczalności metody. Spośród nowych wykładzin badanych przez *Madera* i *Mitchella* [6] tylko jedna wykazywała emisję formaldehydu. W innych badaniach [4] autorzy wykazali, że nowo wyprodukowane wykładziny o podłożu lateksowo-butadienowym nie zawierają formaldehydu albo na bardzo niskim poziomie (max $0,005 \text{ ppm}$). Emisja formaldehydu z tych wykładzin po 24 godzinach od wyprodukowania wynosiła $0,020 \text{ ppm}$ i uległa dalszemu obniżeniu do $0,006 \text{ ppm}$ – po 168 godzinach.

Emisja toluenu i styrenu, z badanych w różnych okresach czasu wykładzin, utrzymywała się na niskim poziomie. Jedynie wykładziny testowane w roku 1998 uwalniały

Tabela II. Wyniki oznaczeń emisji toluenu, styrenu i formaldehydu z wykładzin dywanowych badanych w latach 1992–2000
Results of toluene, styrene and formaldehyde emission from textile floor coverings tested during 1992–2000

Wykładziny badane w latach	Emisja [$\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$]						
	Toluen			Styren			Formaldehyd
	Wartość	Zakres		Wartość	Zakres		Wartość
	średnia \pm SD	min	max	średnia \pm SD	min	max	średnia
1992 n=7	0,003 \pm 0,001	0,002	0,005	0,003	0,003	0,003	< 0,1
1994 n=4	0,007 \pm 0,004	0,003	0,012	0,003	0,003	0,003	< 0,1
1998 n=6	0,025 \pm 0,031	0,003	0,066	0,008 \pm 0,003	0,008	0,010	< 0,008
2000 n=5	0,006 \pm 0,002	0,005	0,010	0,003	0,003	0,003	< 0,008

SD – standardowe odchylenie

n – liczba badanych wykładzin

Tabela III. Wyniki oznaczeń emisji sumy lotnych związków organicznych (ΣVOCs), toluenu, styrenu, 4-PC i formaldehydu z 4 wykładzin dywanowych badanych w roku 2000
Results of total volatile organic compounds (VOCs), toluene, styrene, 4-PC and formaldehyde emission from 4 textile floor coverings tested in 2000

Badana wykładzina	Emisja [$\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$]				
	ΣVOCs	Toluen	Styren	4-PC	Formaldehyd
1	0,147	0,010	< 0,003	< 0,013	< 0,008
2	0,220	0,005	< 0,003	< 0,013	< 0,008
3	1,100	0,005	< 0,003	< 0,013	< 0,008
4	0,370	0,005	< 0,003	< 0,013	< 0,008
Wartość średnia \pm SD	0,209 \pm 0,118	0,006 \pm 0,002	–	–	–

SD – standardowe odchylenie

toluen i styren na wyższym poziomie (max. 0,066 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$ dla toluenu i 0,010 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$ dla styrenu) (Tabela II).

W badaniach *Hawkinsa* [3] emisja toluenu z 20 wykładzin dywanowych wynosiła 0,042 \pm 0,019 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$, styrenu 0,014 \pm 0,016 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$. *Tappler* [12] stwierdzał jeszcze niższą emisję toluenu od 0,0013 do 0,0068 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$, z 7 wykładzin dywanowych.

W tabeli III przedstawiono wyniki oznaczeń emisji sumy lotnych związków organicznych, toluenu, styrenu i 4-fenylocykloheksenu, głównych składników lateksu, z 4 wykładzin dywanowych. Badane materiały nie wydzielają styrenu i 4-PC, jedynie toluen

na bardzo niskim poziomie ($0,005 - 0,010 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$). Emisja sumy lotnych związków organicznych wahała się od $0,100$ do $0,370 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. W badaniach *Tapplera* [12] suma emisji lotnych związków organicznych z 5 wykładzin była zbliżona i wahała się w zakresie od $0,102$ do $0,760 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Niższą emisję wykazał *Hawkins* [3] od $0,014$ do $0,188 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, testując 20 wykładzin dywanowych.

Według amerykańskiego Instytutu – Carpet and Rug Institute [2] nowe wykładziny dywanowe muszą spełniać następujące wymagania w zakresie emisji: suma lotnych związków organicznych = $0,6 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, w tym styrenu = $0,4 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, 4-PC = $0,1 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ i formaldehydu = $0,05 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$.

W Polsce, jako kryterium oceny ekologicznej wykładzin dywanowych, przyjęto następujące wartości emisji dla: sumy lotnych związków organicznych $\leq 0,5 \text{ mg m}^{-3}$, styrenu $\leq 0,003 \text{ mg m}^{-3}$, 4-PC $\leq 0,03 \text{ mg m}^{-3}$, formaldehydu $\leq 0,1 \text{ mg m}^{-3}$ [1].

Badane wykładziny dywanowe wykazują uwalnianie nieznacznych ilości lotnych związków organicznych. *Dietert* i *Hedge* [2] na podstawie przeprowadzonej analizy toksykologicznej dostępnych wyników badań emisji lotnych związków organicznych z nowych wykładzin dywanowych uważają, że wykazują one bardzo niską emisję, która nie powinna wpływać na jakość powietrza wewnętrznego pomieszczeń i stanowić ryzyka dla zdrowia ich użytkowników.

WNIOSEK

Badane wykładziny dywanowe emitowały nieznaczne ilości oznaczanych lotnych związków organicznych (formaldehydu, toluenu, styrenu, 4-fenylocykloheksenu) i w tym zakresie spełniają opracowane dotychczas kryteria zdrowotne.

B. Igielska, I. Pecka, E. Sitko, G. Nickel, R. Wiglusz

EMISSION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM TEXTILE FLOOR COVERINGS

Summary

The emission of formaldehyde and the other volatile organic compounds (toluene, styrene, 4-PC) and total volatile organic compounds (VOCs) from new textile floor coverings was measured with the use of environmental chamber (0.6 m^3 capacity) in the following conditions: temperature 23°C , relative humidity 45%, 1 exchange/hour and factor loading $1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-3}$. The formaldehyde was determined by using colorimetric method, VOCs by GC method. The tested carpets did not emit formaldehyde. The emission of other volatile organic compounds was very low and fulfil known requirements.

PIŚMIENNICTWO

1. *Brzeziński S.*: Polski system ekologicznej certyfikacji wyrobów włókienniczych cz. III. Przegląd Włókienniczy 1998, 9, 28–35.
2. *Dietert R.R., Hedge A.* : Toxicological consideration in evaluating indoor air quality and human health: impact of new carpet emissions. Crit. Rev. Toxicol. 1996, 26, 633–707.
3. *Hawkins N.C., Luedtke A.E., Mitchell C.R., Lo Menzo J.A., Black M.S.*: Effects of selected process parameters on emission rates of volatile organic chemicals from carpet. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1992, 93, 275–282.

4. *Hodgson A. T., Wooley J.D., Daisey J.M.*: Volatile Organic Chemical Emissions from Carpets, Final Report LBL, 31916, Interagency Agreement CPSC, IAGF, 90, 1256, U.S. Consumer Product Safety Commission, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, CA, April, 1992.
5. *Hodgson A.T., Wooley J.D., Daisey J.M.*: Emissions of volatile organic compounds from new carpets measured in a large – scale environmental chamber. *Air & Waste* 1993, 43, 316–324.
6. *Mader J.W., Mitchell C.R.*: Analyzing carpet samples for formaldehyde content. *Text. Chem. Color* 1989, 21, 30–31.
7. *Pleil J., Whiton R.S.*: Determination of organic emission from new carpeting. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 1990, 5, 693–699.
8. Polska Norma PN-89/Z-04021/02. Badania higieniczne. Badania higieniczne materiałów i wyrobów stosowanych w budownictwie. Oznaczanie substancji szkodliwych dla zdrowia wydzielających się z próbek materiałów lub wyrobów stosowanych w budownictwie, przy zastosowaniu komór laboratoryjnych.
9. Polska Norma PN-92/Z-04045/15. Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości aldehydów. Oznaczanie zawartości formaldehydu w powietrzu atmosferycznym (emisja) metodą spektrofotometryczną z pararozaniliną.
10. Regional Office for Europe Copenhagen. World Health Organization. Euro Reports and Studies 111. Indoor air quality: organic pollutants. Report on a WHO meeting. Berlin 1987.
11. *Sollinger S., Levsen K., Wunch G.*: Indoor pollution by organic emission from textile floor coverings: climate test chamber studies under static conditions. *Atm. Env. Urban Atm.* 1994, 28, 2369–2378.
12. *Tappler P., Boss R., Fiala F.*: Emissions of volatile organic compounds from textile floor coverings. *Proc. Int. Conf. Healthy Buildings '94. Hungary* 1994, 1, 237–242.

Otrzymano: 2001.10.12