

i polityki społecznej z dnia 10 kwietnia 2003 r. [6] wprowadzającym dyrektywę 98/37/WE („maszynową”) do prawa polskiego. Podlegają one badaniom typu wykonywanym przez jednostki notyfikowane podczas przeprowadzania oceny zgodności z cytowanym rozporządzeniem i dyrektywą.

Nabywcy tych maszyn powinni zwracać uwagę na właściwe funkcjonowanie opisanych urządzeń ochronnych oraz na to, czy maszyny te są oznaczone znakiem CE i mają deklarację producenta dotyczącą zgodności z wymaganiami zasadniczymi (w następstwie uzyskania certyfikatu oceny typu WE wystawionego przez jednostkę notyfikowaną).

Nie należy również zapominać o tym, że na skalę ryzyka związanego z użytkowaniem pilarek wpływa także sposób wykonywania pracy przez operatora pilarki, czyli „czynnik ludzki”.

Należy też wspomnieć o znaczeniu stosowania środków ochrony indywidualnej, które zmniejszają skutki powstających sytuacji zagrożenia, opisanych szczegółowo w instrukcjach obsługi tych maszyn.

## PIŚMIENNICTWO

[1] Dąbrowski A. *Program wieloletni pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia w środowisku pracy”*. Zadanie badawcze 03.8.22. *Wytyczne ochrony przed urazami przy użytkowaniu przenośnych pilarek z piłą łańcuchową do drewna*. Warszawa 2000-2001

[2] Więsik J. *Analiza zjawiska odbicia pilarki*. „Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej” 1992 nr 6

[3] Dąbrowski A., Więsik J., Miareczko B., Jaroszkiewicz J., Górka M. *Bezpieczeństwo użytkowania przenośnych pilarek łańcuchowych do drewna*. Materiały do seminarium organizowanego podczas Targów POLAGRA FARM, Poznań 2001

[4] Więsik J. *Sposoby zapobiegania energii, zapobiegania skutkom i eliminowania odbicia pilarek z piłą łańcuchową*. „Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej” 1992 nr 7

[5] Dąbrowski M., Dąbrowski A. *Program wieloletni (służby państwowe) pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej”*. Zadanie badawcze nr 4.2 pt. „Opracowanie i wdrożenie procedur badania oraz kryteriów oceny zgodności maszyn szczególnie niebezpiecznych do ścinania i obróbki drewna”. Warszawa 01.2002 – 12.2004

[6] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 kwietnia 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań bezpieczeństwa dla maszyn i elementów bezpieczeństwa. DzU nr 91, poz. 858

Praca wykonana w ramach programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej” (program realizacji zadań w zakresie służb państwowych) dofinansowywanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 2001-2004. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

## Wstęp

Odlewnictwo żeliwa należy do gałęzi przemysłu o zwiększonym ryzyku zawodowym. Podczas całego procesu produkcji odlewów pracownicy są narażeni na niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe czynniki, które mogą być przyczyną chorób zawodowych oraz wypadków przy pracy.

Według dostępnych danych statystycznych dotyczących warunków pracy w krajowym odlewnictwie żeliwa w latach 1999 – 2001 liczby pracowników narażonych na substancje chemiczne (w tym na rakotwórcze) wynosiły odpowiednio: 292 (77), 390 (213), 360 (232). Natomiast w tych latach stwierdzono 6 wypadków przy pracy, których przyczyną były substancje toksyczne i drażniące oraz 12 wypadków spowodowanych przez substancje wybuchowe. W tym okresie stwierdzono także jedną zawodową chorobę nowotworową, której przyczyną były substancje chemiczne.

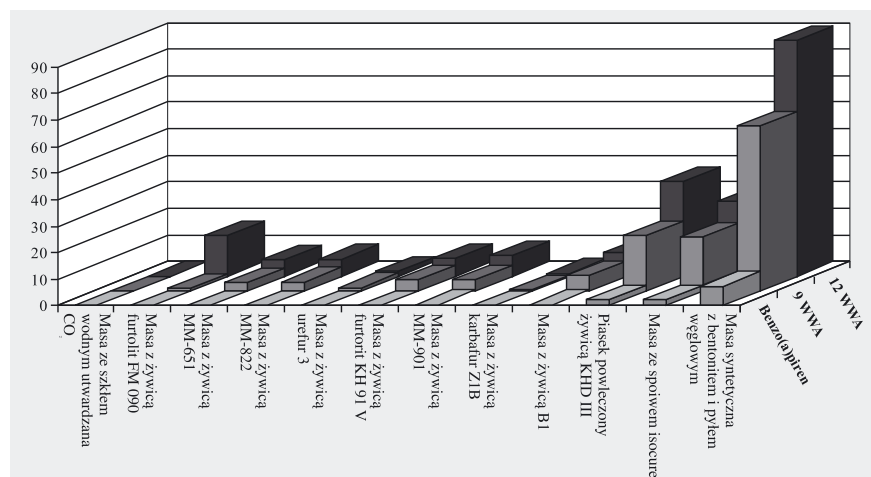
Badania epidemiologiczne wskazują na występowanie zwiększonego ryzyka raka płuca i nowotworów przewodu pokarmowego, prostaty, nerek i układu hematologicznego wśród pracowników odlewni żeliwa. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) uznała, że istnieją wystarczające dowody działania rakotwórczego u ludzi zatrudnionych w odlewnictwie żeliwa i zalicza ten przemysł do procesów rakotwórczych dla ludzi – Grupa 1 [1]. Unia Europejska zalicza procesy technologiczne, w których występuje narażenie na działanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych obecnych w sadzy węglowej, smolach węglowych

i pakach węglowych do procesów, w toku których dochodzi do uwolnienia czynników rakotwórczych lub mutagennych [2].

## Źródła emisji substancji chemicznych

Produkcja odlewów z żeliwa obejmuje wykonanie rdzenia oraz formy odlewniczej, topienie żeliwa, zalanie stopionym metalem formy, wybite odlewu z formy, a następnie jego oczyszczenie.

Masy formierskie, a szczególnie większość mas rdzeniarskich są źródłem emisji szkodliwych substancji chemicznych do środowiska [3]. Substancje chemiczne występują na wszystkich stanowiskach pracy w odlewnictwie, poczynając od transportu, przygotowania surowców i materiałów wyjściowych, a kończąc na stanowisku wybijania i oczyszczania odlewów [4, 5, 6]. Oprócz związków chemicznych, stanowiących skład mas formierskich i rdzeniowych, do powietrza stanowisk pracy w trakcie procesu odlewniczego emitowane są substancje powstające w wyniku termicznego rozkładu. Wśród nich najniebezpieczniejsze są wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), które stanowią grupę związków o działaniu prawdopodobnie rakotwórczym dla ludzi [7]. Badania toksyczności mas formierskich i rdzeniowych pod względem emisji WWA wykazały, że związki te są emitowane podczas zalewania form wykonanych z 12 różnych mas stosowanych w odlewnictwie. Najwięcej WWA jest emitowanych z masy składającej się z bentonitu i pyłu węglowego. Na rysunku 1. pokazano wartości emisji WWA dla tych rodzajów masy [8].



Rys. 1. Zawartość (mg/kg) benzo(a)pirenu, Σ9 WWA oraz Σ12 WWA w pyłe po zalaniu formy żeliwem o temperaturze 1350 °C [8]

Fig. 1. Content (mg/kg) of benzo(a)pirene, Σ9 PAH and Σ12 PAH in dust after iron flooding of the mould in temperature 1350 °C [8]



mgr IVAN MAKHNIASHVILI  
dr inż. MAŁGORZATA SZEWCZYŃSKA  
mgr ELŻBIETA EKIERT

Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

## Odlewnictwo żeliwa – zagrożenia chemiczne

### Badania substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy i ich wyniki

Badaniami został objęty cały proces produkcji odlewów żeliwnych. Pomiar przeprowadzono w 5 odlewniach żeliwa na 52 wytypowanych stanowiskach pracy.

Badania identyfikacyjne z zastosowaniem metody GC/MSD wykazały w analizowanych próbkach powietrza obecność od kilkunastu do kilkudziesięciu substancji chemicznych. Przeważającą liczebnie grupę związków stanowiły węglowodory alifatyczne do kilkunastu atomów węgla w cząsteczce oraz węglowodory aromatyczne, w tym rakotwórczy benzen. W tabeli przedstawiono wykaz zidentyfikowanych substancji chemicznych, dla których są w Polsce ustalone wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia.

W celu oceny narażenia zawodowego pracowników na substancje chemiczne w odlewniach żeliwa przeprowadzono pomiary stężeń węglowodorów aromatycznych, fenolu, krezolu, alkoholu furfurylowego, związków karbonylowych (formaldehydu, acetaldehydu), wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, tlenku węgla, związków żelaza oraz manganu w powietrzu na stanowiskach pracy. Próbkę powietrza do badań pobierano w strefie oddychania 156 pracowników wykonujących swoje czynności w halach produkcyjnych pięciu zakładów odlewniczych żeliwa (opisanych jako Zakład A, B, C, D, E). Pomieszczenia odlewni były wyposażone w systemy wentylacji nawiewno-wywiewnej, a niektóre stanowiska pracy miały także wentylację wyciągową.

Stężenia tlenku węgla w powietrzu na większości tych stanowisk były wyższe od wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia. Związek ten występował na stanowiskach podczas wytapiania żeliwa, transportu ciekłego metalu, zalewania form oraz wybijania odlewów. Największe, 2-krotne przekroczenie wartości NDS stwierdzono na stanowisku wybijania odlewów.

Odlewnictwo żeliwa należy do gałęzi przemysłu o zwiększonym ryzyku zawodowym. Podczas całego procesu produkcji odlewów pracownicy są narażeni na niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe czynniki, które mogą być przyczyną chorób zawodowych oraz wypadków przy pracy. W artykule przedstawiono wyniki badań narażenia zawodowego na substancje chemiczne w pięciu odlewniach żeliwa. Przeprowadzone badania wykazały obecność benzenu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), substancji o działaniach rakotwórczych, na około 80% objętych badaniami stanowiskach pracy. Stężenia benzenu były w zakresie od 0,0016 do 1,56 mg/m<sup>3</sup>; natomiast WWA od 0,0008 do 0,15 µg/m<sup>3</sup>.

#### Iron founding – chemical hazards

Iron founding is a branch of industry with increased occupational risk. During the whole process of cast production workers are exposed to dangerous, harmful and arduous factors, which can cause occupational diseases and incidents. The results of investigations of occupational exposure to chemical substances in five iron foundries have been introduced in the article. The investigations showed that carcinogenic agents such as benzene and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) were present at about 80% of investigated workplaces. Concentrations of benzene were in the 0.0016 – 1.56 mg/m<sup>3</sup> range; whereas PAHs: 0.0008 – 0.15 µg/m<sup>3</sup>.

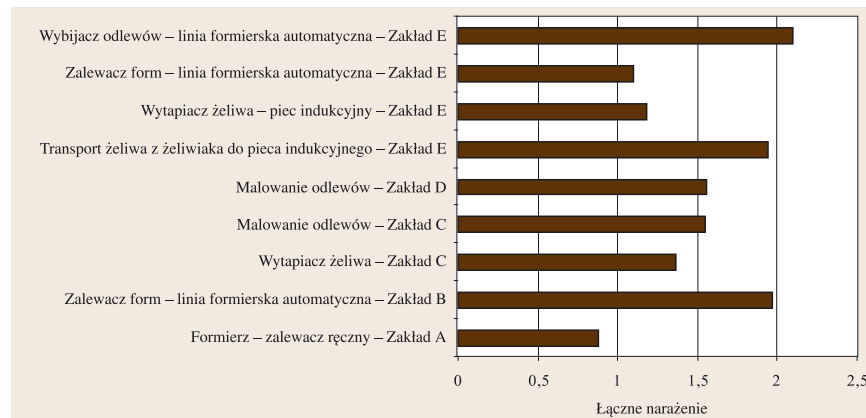
Węglowodory aromatyczne – toluen, ksylen, etylobenzen, trimetylobenzen, etylotoluen; związki karbonylowe – formaldehyd, acetaldehyd, aceton i benzaldehyd; fenol, krezole, alkohol furfurylowy w strefie oddychania pracowników występowały w stężeniach śladowych, na poziomie setnych lub tysięcznych części ich wartości NDS. Tylko na stanowiskach malowania odlewów stężenia węglowodorów aromatycznych były na poziomie ich dopuszczalnych wartości, a łączne narażenie na te związki przekraczało dopuszczalne normy.

W strefie oddychania pracowników odlewni żeliwa występowały tlenki żelaza oraz manganu i jego związki. Stężenia tlenku żelaza były w zakresie od 0,01 do 0,2 mg/m<sup>3</sup>, natomiast manganu i jego związków od 0,0013 do 0,14 mg/m<sup>3</sup>. Stężenia chromu oraz niklu były na poziomie poniżej oznaczalności metody.

Uzyskane stężenia wymienionych związków chemicznych na poszczególnych stanowiskach pracy w odlewni były uwzględniane przy obliczaniu łącznego narażenia. Łączne narażenie oblicza się wtedy, gdy pracownik jest narażony jednocześnie lub kolejno na więcej niż jeden czynnik szkodliwy w ciągu tej samej zmiany roboczej.

Do oceny łącznego narażenia nie były brane pod uwagę związki rakotwórcze – benzen oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Związki te występowały na 42 z 52 objętych badaniami stanowiskach pracy.

Stężenia tych związków chemicznych kształtowały się następująco: w odniesieniu do benzenu – od 0,0016 do 1,56 mg/m<sup>3</sup>; dla sumy 9 WWA (dibenzo(a,h)antracenu, benzo(a)pirenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, indeno(1,2,3-c,d)pirenu, antra-



Rys. 2. Przykładowe wyniki łącznego narażenia na substancje chemiczne na stanowiskach pracy w Zakładach A - E

Fig. 2. Some results of combined exposure to chemical substances at workplaces in Plants A - E



Tabela  
ZIDENTYFIKOWANE SUBSTANCJE CHEMICZNE  
W POWIETRZU NA STANOWISKACH PRACY  
W ODLEWNI ŻELIWA, DLA KTÓRYCH USTALONA  
JEST WARTOŚĆ NDS

*Chemical substances which were identified in iron foundries workplace air and for which MAC value have been established*

Nazwa związku	Wzór strukturalny	Numer CAS	NDS mg/m <sup>3</sup>
Heksan	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	110-54-3	100
Heptan	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	142-82-5	1200
Oktan	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	111-65-9	1000
Benzen	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	71-43-2	1,6
Toluen	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	108-88-3	100
Etylobenzen	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	100-41-4	100
Ksylen	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	1330-20-7	100
Styren	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	100-42-5	50
Kumen	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	98-82-8	100
Trimetylobenzen	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	2551-13-7	100
Etylotoluen	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	25550-14-5	100
Fenol	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	108-95-2	7,8
Krezol	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	1319-77-3	5
Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	71-36-3	50
Izopropanol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	67-63-0	900
Alkohol furfurylowy	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	98-00-0	30
Aldehyd furfurylowy	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	98-01-1	10
Glikol etylenowy	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	107-21-1	15
Ftalan dibutyli	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	84-74-2	5
Formaldehyd	CH <sub>2</sub> O	50-00-0	0,5
Acetaldehyd	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	75-07-0	5
Aceton	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	67-64-1	600
Benzaldehyd	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O	100-52-7	2
WWA	–	–	0,002*
Tlenek żelaza	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1309-37-1	5
Mangan i jego związki	–	7439-96-5	0,3
Chrom (III)	–	7440-47-3	0,5
Nikiel	–	7440-02-0	0,25
Tlenek węgla	CO	630-08-0	30

\* – suma iloczynów stężeń 9 rakotwórczych WWA (antracenu, benzo/a/antracenu, chryzenu, benzo/b/fluorantenu, benzo/k/fluorantenu, benzo/a/pirenu, dibenzo/ah/antracenu, benzo/ghi/perylenu oraz indeno/1,2,3-cd/pirenu) pomnożonych przez współczynniki rakotwórczości.

cenu, benzo(g,h,i)perylenu, chryzenu) od 0,0008 do 0,15 µg/m<sup>3</sup>. Maksymalne oznaczone stężenie benzenu było na poziomie wartości NDS, natomiast sumy WWA w granicach 1/13 wartości dopuszczalnej.

Przeprowadzone pomiary stężenia substancji chemicznych na 11 stanowiskach pracy w zakładzie A wskazują, że w żadnym przypadku nie było przekroczenia dopuszczalnej wartości łącznego narażenia (rys. 2.). Najwyższą wartość na poziomie około 0,85 uzyskano na stanowisku formierza zalewacza ręcznego.

Z wyników pomiarów i obliczeń wynika, że w zakładzie B, na stanowisku zalewacza form są przekroczenia łącznego narażenia. Wartość łącznego narażenia zawodowego obliczona na podstawie wskaźników narażenia wszystkich związków występujących w mieszaninie w powietrzu na tym stanowisku wynosi 1,97.

W zakładzie C, przekroczenia wartości łącznego narażenia występują na 3 stanowiskach pracy, a mianowicie przy malowaniu odlewów oraz wybijacza i wytapiacza żeliwa.

Łączne narażenie wyznaczone w odniesieniu do 12 stanowisk objętych badaniami w Zakładzie D na stanowisku malowania odlewów przekroczyło wartość 1 i wyniosło 1,56. Natomiast na dwóch stanowiskach pracy było na poziomie około 0,65, a na pozostałych nie przekraczało wartości 0,2.

Spośród 10 badanych stanowisk pracy w zakładzie odlewniczym E, na pięciu stanowiskach wartość łącznego narażenia wynosiła powyżej 1. Najwyższą wartość wynoszącą 2,1 uzyskano na stanowisku wybijacza odlewów.

### Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że pracownicy zatrudnieni na stanowiskach w odlewni żeliwa należą do grupy zawodowej o zwiększonym ryzyku zawodowym. Jest to spowodowane narażeniem na benzen i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne – substancje o działaniu rakotwórczym dla ludzi oraz na tlenek węgla.

Wyniki te wskazują na konieczność monitorowania stężeń benzenu i WWA. Substancje te mogą być czynnikami odpowiedzialnymi za choroby nowotworowe pracowników odlewni żeliwa. Istotne dla oceny narażenia zawodowego jest oznaczanie stężeń tlenku węgla na stanowiskach wytapiania żeliwa, transportu żeliwa, zalewania form oraz wybijania odlewów. Ze względu na występowanie śladowych stężeń węglowodorów aromatycznych, związków karbonylowych, fenolu, krezoli, alkoholu furfurylowego, najczęściej na poziomie tysięcznych części NDS, oznaczenie tych substancji w celu oceny narażenia zawodowego nie jest konieczne.

### PIŚMIENNICTWO

[1] IARC *Monographs on the evaluation of carcinogen risk of chemicals to humans*, Lyon 1987; 7: 224-225

[2] Dyrektywa Rady 90/394/EWG z dnia 28 czerwca 1990 r. Dyrektywa Rady 90/394/EWG z dnia 28 czerwca 1990 r. dotycząca ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników rakotwórczych w środowisku pracy

[3] Lewandowski J.L., Solarski W., Kilaska M., Zawada J. *Klasyfikacja mas formierskich i rdzeniowych pod względem toksyczności*. „Przegląd Odlewnictwa”. 1994; 44: 115-123

[4] Knecht U., Elliehausen H. J., Woitowitz H. J. *Gaseous and adsorbed PAH in an iron foundry*. Br. J. Ind. Med. 1986; 43: 834 – 838

[5] Mosher G.E. *Nickel and chromium exposure in foundries melting pouring alloy containing low or trace levels of nickel or chrome*. Am. Foundrymen's Soc. Trans. 1980; 88: 515 – 518

[6] Tossavainen A. *Metal fumes in foundries*. Scand. J. Work Environ. Health 1976; 2 (suppl. 1): 42-49

[7] Schimberg R.W., Pfaffli P., Tossavainen A. *Polycyclic aromatic hydrocarbons in foundries*. J. Toxicol. Environ. Health 1994;6: 1187-1194

[8] Solarski W., Zawada J., Lewandowski J.L. *Znaczenie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych dla oceny toksyczności mas formierskich*. „Przegląd Odlewnictwa”. 1994; 7-8: 234-239

*Praca opracowana na podstawie wyników zadań objętych programem wieloletnim pt. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów UE”, dofinansowywanych przez Komitet Badań Naukowych w latach 2002 – 2004. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy*

### W KWARTALNIKU

#### „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy”

w numerze 4(42) opublikowano:

- artykuł na temat zasad ustalania wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych czynników szkodliwych w środowisku pracy,
- dokumentację dotyczącą pyłów zawierających azbest chryzotylowy oraz pyłów zawierających azbest chryzotylowy i inne minerały włókniste z wyjątkiem krokidolitu
- metody oznaczania stężeń w powietrzu środowiska pracy następujących substancji szkodliwych: benzotiazolu, bromochlorometanu, 2-(2-butoksyetoksy)etanolu, 2-chlorobuta-1,3-dieniu, disiarczku dimetylu, 3-(2,3-epoksypropoksy)propenu, 2-etyloheksan-1-olu, n-heptanu, 2,2'-iminodietanolu oraz parationu metylowego.

#### Warunki prenumeraty:

Zamówienia na prenumeratę roczną lub na pojedyncze numery prosimy kierować do Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego, ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa; tel.: (022) 623-36-98, 623-32-63; fax: 623-36-93; e-mail: basuc@ciop.pl  
Cena 1 egz. w 2004 r. wynosi 18,- zł. Przedpłat nie przyjmujemy

