

dr EWA GAWĘDA
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Zagrożenia chemiczne i pyłowe w procesach produkcji wyrobów metalowych

W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące szkodliwych czynników chemicznych oraz pyłów występujących na stanowiskach produkcji wyrobów metalowych. Opisano procesy produkcyjne i materiały stosowane do produkcji. Wskazano czynniki chemiczne, które powinny być przedmiotem pomiarów oraz oceny narażenia zawodowego w poszczególnych grupach procesów.

Chemical and dust hazards in the production of metal accessories

This paper discusses issues related to harmful chemical agents and dusts present during the production of metal accessories as well as the processes and materials used. Chemical agents which should be measured are listed; occupational exposure to them should be assessed.

Wstęp

Przy produkcji różnego rodzaju wyrobów ze stopów metali (jak okucia budowlane, okucia meblowe, armatura łazienkowa, części maszyn i urządzeń, akcesoria do domu i ogrodu, bramy, balustrady, kraty, daszki, rampy, poręcze, osprzęt dachowy, zawory, złącza, śruby, akcesoria samochodowe itd.) jest zatrudnionych w Polsce ponad 200 tys. pracowników, w tym około 65% w sektorze prywatnym. Największą grupę stanowią małe (od 10 do 49 pracowników) i średnie zakłady (od 50 do 250 pracowników). Znaczący jest też w tej branży udział mikroprzedsiębiorstw, które zatrudniają mniej niż 10 osób. Te ostatnie są to najczęściej zakłady rzemieślnicze oraz rodzinne. Niewielką grupę stanowią natomiast duże przedsiębiorstwa zatrudniające więcej niż 250 osób, ale są wśród nich i takie, w których pracuje nawet ponad 600 pracowników.

Specyfika prowadzenia procesów i operacji technologicznych, stosowanych maszyn i urządzeń, a także materiałów sprawia, że na stanowiskach pracy w zakładach produkujących wyroby metalowe występuje narażenie na wiele szkodliwych czynników środowiska pracy, m.in. na szkodliwe czynniki chemiczne, a także na pyły zawierające wol-

ną krystaliczną krzemionkę – WKK. W pyłach tych zawartość WKK wynosi z reguły 2-50% lub poniżej 2%. Nie występują natomiast pyły o zawartości WKK powyżej 50%.

Według danych pochodzących z ankiety przeprowadzonej za pośrednictwem Głównego Inspektora Sanitarnego, w 2005 r. zagrożenia chemiczne występują, a ściśle mówiąc są zgłaszane, przez 60,7% zakładów produkujących wyroby metalowe (z 429, które objęła ankieta), a pyłowe (pyły zawierające wolną krystaliczną krzemionkę) – przez 65,4% [1].

Procesy produkcyjne

W produkcji wyrobów metalowych można wyróżnić kilka grup procesów, które należy rozważać oddzielnie, bowiem zagrożenia chemiczne występujące w trakcie ich prowadzenia mogą być różne. Główne procesy w produkcji wyrobów metalowych, w których występują szkodliwe substancje chemiczne i/lub pyły zawierające wolną krystaliczną krzemionkę (WKK) są następujące:

- wykonanie odlewu
- obróbka mechaniczna – gradowanie, szlifowanie, toczenie, frezowanie, polerowanie, matowanie itp.

- obróbka plastyczna – kucie, wyginanie, ciągnięcie, walcowanie itd.

- obróbka wykończeniowa typu nakładanie warstwy ochronnej lub/i ozdobnej metodą malowania, również natryskowo

- obróbka wykończeniowa typu nakładanie warstwy ochronnej lub/i ozdobnej metodą galwaniczną

- łączenie elementów – spawanie, zgrzewanie, lutowanie.

W zależności od rodzaju produkowanych wyrobów procesy te mogą następować kolejno jeden po drugim i wtedy można mówić o etapach produkcji, niektóre wymiennie (np. obróbka mechaniczna i plastyczna). Niektóre procesy w ogóle nie są realizowane, bowiem nie zawsze wyrób jest pokrywany powierzchniowo lub poddawany obróbce mechanicznej przed nałożeniem farby antykorozyjnej, czy też elementy są spawane lub montowane. Nie zawsze też podstawą wyrobu jest odlew (np. wyroby z blachy, czy drutu). W każdej grupie procesów można wyróżnić ich rodzaje, a w ich obrębie podział może być jeszcze bardziej szczegółowy. W poszczególnych procesach mogą być bowiem wykorzystywane różnego rodzaju maszyny i urządzenia, a także proste narzędzia. Dany proces może być wykonywany automatycznie, półautomatycznie lub

ręcznie. Stopień automatyzacji produkcji jest z reguły wyższy w zakładach dużych. Mały zakład jest często słabiej wyposażony, szczególnie w skomplikowane drogie urządzenia i rzadko stosuje się tam nowoczesne technologie produkcji.

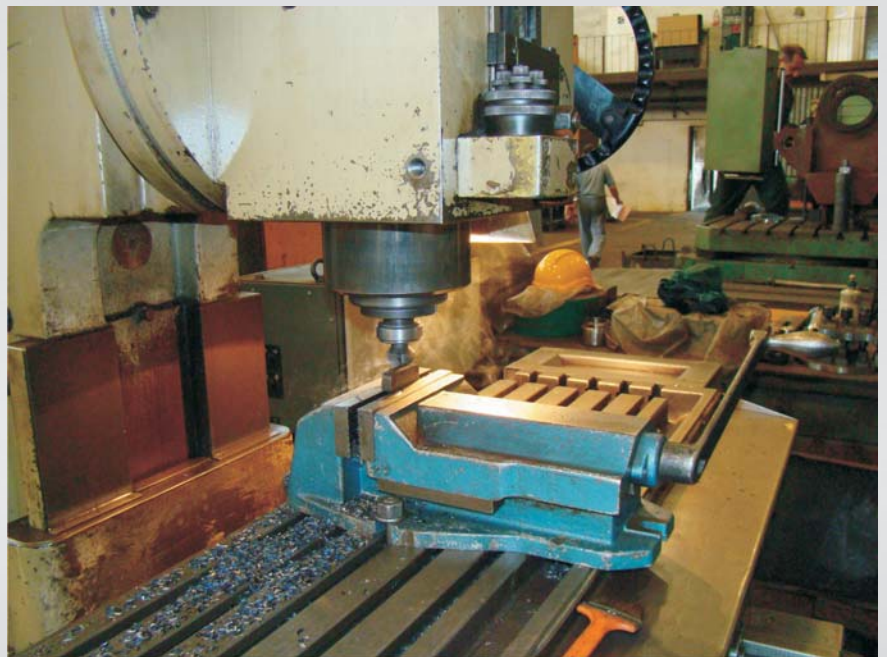
W grupie zakładów produkujących wyroby metalowe znajdują się takie, w których dane wyroby powstają od początku do końca. Taki rodzaj produkcji jest prowadzony głównie w największych zakładach. Większość zakładów realizuje daną produkcję tylko w pewnym zakresie, wykonując półprodukty dla innych zakładów lub niektóre operacje tylko usługowo (działalność usługową prowadzą przede wszystkim małe zakłady rzemieślnicze). Duża liczba małych zakładów wykonuje np. tylko prace spawalnicze lub lutowanie elementów. Niektóre zakłady zajmują się jedynie galwanicznym nakładaniem powłok antykorozyjnych czy dekoracyjnych.

Ogólnie można powiedzieć, że na stanowiskach produkcji wyrobów metalowych występuje narażenie na wiele szkodliwych substancji chemicznych, które w otaczającym powietrzu znajdują się w postaci pyłów, dymów i par, występuje również narażenie na substancje gazowe. Niektóre substancje, wywołując wiele negatywnych skutków dla zdrowia pracownika, mogą też być przyczyną chorób nowotworowych. Źródłem substancji w powietrzu na stanowisku pracy są materiały, z których wytwarzane są wyroby, a więc stopy metali, ale też materiały biorące udział w produkcji, np. otuliny elektrod spawalniczych, chłodziwa, farby, kąpiele galwaniczne, formy do odlewania detali itd. Substancje chemiczne tworzą się również w procesach produkcji wyrobów metalowych. Na przykład podczas odlewania detali są dodatkowo emitowane substancje (z mas formierskich), które powstają w trakcie tego procesu w wyniku termicznego rozkładu mas formierskich.

Materiały stosowane do produkcji wyrobów metalowych

Do produkcji wyrobów metalowych stosuje się przede wszystkim:

- stopy glinu (stopy aluminium); w stopach tych z wyjątkiem nielicznych, w których znajduje się znacząca ilość krzemu (nawet do 20%), jest na ogół ponad 90% glinu. Inne metale stanowią dodatki stopowe to: miedź, magnez, mangan, nikiel, cynk i in.; tych jest w stopie nie więcej niż po kilka procent – z reguły 1-2%, a nawet poniżej 1%



- znane (ZnAl-e), czyli stopy cynku; obok cynku głównym metalem stopowym jest glin (może być go w stopie do 30%), a ponadto miedź (do 3,5%) i bardzo niewielkie ilości magnezu (setne procenta); obecność innych metali pogarsza właściwości stopu, a zwłaszcza jego podatność na korozję

- mosiądze; w tych stopach głównym metalem stopowym jest miedź, a w niektórych mosiądzach również cynk, bowiem jego ilość w stopie może wynosić od 5 do nawet 44%; dodatki stopowe w tego rodzaju stopach to głównie: ołów, cyna, żelazo, glin, mangan, nikiel; metale te stanowią w stopie najwyżej kilka procent; w niektórych mosiądzach znajduje się też krzem w ilościach poniżej 5%

- stale, czyli stopy żelaza i węgla (do 2%); głównym metalem stopowym jest tu żelazo, dodatki stanowią w stali takie metale, jak: chrom, nikiel, mangan, miedź, wanad, tytan, molibden i in.

- żeliwo; jak wyżej, przy czym te stopy zawierają więcej węgla – powyżej 2%

- brązy; stanowią różnorodną grupę stopów miedzi; w brązach cynowych drugim ważnym pierwiastkiem jest cyna, której zawartość wynosi od 5 do 25%; brązy ołowiowe zawierają zwykle od 27 do 35% ołowiu. Ważnym metalem w brązach jest też cynk, również aluminium, mangan i żelazo. Ich zawartość w stopie może wynosić kilka procent. Inne metale występują w brązach również, ale w bardzo małych ilościach.

Charakterystyka zagrożeń chemicznych i pyłowych w procesach produkcyjnych

Odlewanie detali

Proces odlewania to proces wytwarzania przedmiotów przez wypełnianie form ciekłym metalem (stopem metalu). Odlewanie przeprowadza się w ściśle określonej temperaturze, która zależy od rodzaju odlewanej materiału oraz temperatury formy, masy i kształtu odlewu, a także technologii odlewania. Nowoczesne odlewnictwo rozwinęło się dzięki zmechanizowaniu i zautomatyzowaniu procesów produkcji. W ostatnich dziesięcioleciach wprowadzono m.in. mieszalniki piaskowe, przenośniki taśmowe, zautomatyzowane linie formierskie i zmechanizowane procesy wykończeniowe odlewów.

Praktycznie każdy metal wchodzący w skład stopu będącego podstawą odlewu może być obecny w powietrzu otaczającym stanowisko pracy – metal lub /i jego związki [2]. Przy czym tu, podobnie jak i w niektórych innych grupach procesów, najważniejsze są główne metale stopowe. Ponieważ procesy odlewania są procesami prowadzonymi w wysokich temperaturach, metale obecne w otaczającym powietrzu, są w postaci dymów. Ponadto w procesach odlewania detali metalowych są emitowane pyły zawierające wolną krystaliczną krzemionkę (WKK), na którą narażenie występuje głównie przy piecach i kadziach odlewniczych, a także substancje gazowe. Wśród gazów dominuje

tlenek węgla, ponadto występują ditlenek siarki, ditlenek węgla, tlenki azotu, formaldehyd i in. [3, 4].

Oprócz metali i pyłów krzemionki w badanym powietrzu może być obecnych wiele związków organicznych. Narażenie zawodowe na czynniki chemiczne jest związane z substancjami macierzystymi i produktami ich termicznego rozkładu. Na przykład w badaniach przeprowadzonych w odlewniach żeliwa i staliwa zidentyfikowano w powietrzu około 140 związków organicznych, wśród których znajdowały się węglowodory alifatyczne (do 19 atomów węgla), węglowodory aromatyczne, formaldehyd, acetaldehyd i in., również substancje rakotwórcze, np. benzen, policykliczne (wielopierścieniowe) węglowodory aromatyczne (WWA). Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, będące zawsze wieloskładnikowymi mieszaninami, są najczęściej osadzone na pyłe [3]. Generowane są w reakcjach termosyntezy oraz uwalniane ze smoły węglowej stosowanej jako spoiwo do mas formierskich. Źródłem związków rakotwórczych w produkcji odlewów ze stopów metali są przede wszystkim masy formierskie, a także te stopy, w składzie których znajdują się rakotwórcze metale [5].

Obróbka mechaniczna, obróbka plastyczna

Szkodliwe substancje chemiczne, jakie należy brać pod uwagę w procesach obróbki mechanicznej i plastycznej to metale wchodzące w skład materiału użytego do produkcji wyrobu [6]. Przy czym w odróżnieniu od procesów odlewania, w tych procesach emitowane są metale i związki metali nie w postaci dymów, lecz w postaci pyłów. Czynnikiem szkodliwym na stanowiskach obróbki może też być mgła olejowa. Oleje mineralne biorą bowiem udział w niektórych procesach technologicznych – są głównie stosowane jako chłodziwa do takich maszyn i urządzeń, jak szlifierki czy tokarki. Ponadto, podobnie jak przy odlewaniu detali, emitowane są pyły zawierające WKK, natomiast nie występują związki organiczne będące produktami rozkładu termicznego, jak to ma miejsce w procesach odlewania.

Obróbka wykończeniowa powierzchni – malowanie, lakierowanie, galwanizowanie

W procesach malowania i lakierowania (w celu zabezpieczenia wyrobu przed wpływami atmosferycznymi i/lub dekoracyjnym), jak również galwanicznego nakładania powłoki na powierzchnię wyrobu, czy też jego części, w odróżnieniu od dwóch po-

przednio omówionych rodzajów procesów, w powietrzu na stanowisku pracy nie będą obecne substancje wchodzące w skład materiału, z którego został wykonany ten wyrób. Istnieje natomiast potencjalna możliwość narażenia na substancje wchodzące w skład lakierów (czy farb, np. antykorozyjnych) nanoszonych na powierzchnię wyrobu, a w przypadku galwanicznego nakładania powłok antykorozyjnych lub/i dekoracyjnych (ozdobnych), również składników kąpieli w wannach galwanicznych.

Do malowania powierzchni metalowych używane są odpowiednie lakiery i emalie. Wytwarzanie lakieru polega na przygotowaniu roztworu żywic (akrylowe, alkiidowe – ftalowe i in.) w rozpuszczalnikach organicznych (np. ksylen, etylobenzen, styren), dodaniu substancji pomocniczych i dodatków modyfikujących, poprawiających elastyczność i twardość lakieru. Następnie wprowadza się kolorowe barwniki. Taki lakier nanosi się na powierzchnię detalu za pomocą pędzla, wałka, metodą natryskową czy przez zanurzenie. Barwniki, stanowią zwykle związki metali (sole i tlenki metali) [7].

Powłoki antykorozyjne nakładane na metalowe elementy metodami galwanicznymi stanowią inne metale (są to metale ciężkie), wyroby się bowiem kadmuje, nikluje, cynuje, cynkuje, chromuje, srebrzy itp. [8]. W powietrzu na stanowiskach pracy metale występują głównie w postaci związków: jako siarczany, chlorki, cyjanki, tiocyjaniany, chromiany itd. W procesach galwanicznych występuje więc narażenie na związki metali, a także na inne składniki kąpieli: kwasy nieorganiczne – jak kwas siarkowy, solny, azotowy, alkalia – głównie wodorotlenek sodu, czy cyjanki – w kąpielach alkaliczno-cyjankowych metal budujący powłokę występuje w postaci kompleksu cyjankowego. Czynnikiem rakotwórczym, które należy brać pod uwagę, są występujące w niektórych procesach chromowania powierzchni związki chromu(VI) – jak tritlenek chromu, a także chromiany.

Łączenie elementów na gorąco – spawanie, lutowanie, zgrzewanie

Powstający w procesach łączenia na gorąco elementów metalowych aerosol jest mieszaniną drobnodispersyjnych cząstek stałych oraz gazów [9, 10]. Skład chemiczny tego aerosolu jest uzależniony od rodzaju materiałów, metody i parametrów technologicznych procesu. W procesach tych pracownicy są narażeni na metale i ich związki, zarówno znajdujące się w materiale, z którego wyko-

nane są łączone elementy, jak i wchodzące w skład topników czy lutów. W procesach spawania występuje też narażenie na gazy spawalnicze (tlenki azotu, tlenek węgla, ditlenek węgla, ozon). Emitowane są substancje szkodliwe z otulin elektrod, w skład których wchodzi różne surowce mineralne (np. krzemiany, węglany, fluorki proste i złożone, szkło sodowe i potasowe, tlenki metali) oraz składniki organiczne. Problem stanowi też narażenie na pyły zawierające wolną krystaliczną krzemionkę. Metale występują na stanowiskach spawania (mangan, żelazo, glin i in.), lutowania (ołów, cyna, srebro), czy zgrzewania, w postaci dymów (procesy wysokotemperaturowe). W procesach spawania również występuje narażenie na substancje rakotwórcze, np. na związki chromu sześciowartościowego (zasadowe chromiany rozpuszczalne w wodzie).



Ocena narażenia

Ocena narażenia zawodowego powinna przede wszystkim obejmować najważniejsze czynniki chemiczne emitowane w danym procesie technologicznym – najbardziej szkodliwe, w tym rakotwórcze, i/lub występujące w istotnych ilościach. Przed wybraniem tych czynników należy przede wszystkim przeprowadzić gruntowne rozpoznanie procesu prowadzonego na stanowisku pracy (lub grupie stanowisk tego samego typu), który ma być objęty oceną.

Najważniejsze zanieczyszczenia chemiczne emitowane w poszczególnych rodzajach procesów produkcji wyrobów metalowych są następujące:

- procesy odlewania detali
 - metale i ich związki: główne metale stopowe oraz rakotwórcze wchodzące w skład stopu – w powietrzu występują w postaci dymów
 - węglowodory aromatyczne, np. benzen i jego pochodne
 - związki karbonylowe, np. formaldehyd, acetaldehyd, aceton

WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ METALI I PYŁÓW ZAWIERAJĄCYCH WOLNĄ KRZYSTALICZNĄ KRZEMIONKĘ NA STANOWISKACH PRACY W PRZEMYSŁE
 Results of measurements of the concentration of metals and dusts containing free crystalline silica at workstands in industry

Czynność	Pyły (zawartość SiO ₂ , %)		Glin		Miedź	Tlenki żelaza	Tlenek cynku	Chrom	Mangan	Ołów	Nikiel
	całk.	resp.	całk.	resp.							
wskaźnik narażenia C _w , mg/m ³											
Spawanie kotła z blachy stalowej drutem omiedzianym metodą MIG (stanowisko 1.)	7,80 (4,8)	6,13 (4,8)	0,07 p.o.	0,03 p.o.	0,022 p.o. ch.1 p.o. ch.2	0,23 p.o. ch.1 p.o. ch.2	-	p.o. n.w. ch.1 n.w. ch.2	0,18	-	p.o.
Spawanie kotła z blachy stalowej drutem omiedzianym metodą MIG (stanowisko 2.)	3,64 (14,9)	2,20 (14,9)	p.o.	p.o.	0,013 n.w. ch.1 n.w. ch.2	0,34 1,89 ch.1 p.o. ch.2	-	p.o. n.w. ch.1 n.w. ch.2	0,10	-	0,016
Spawanie słupa aluminiowego drutem aluminiowym metodą TIG 500A (stanowisko 1.)	2,76 (2,4)	1,13 (2,4)	0,78	0,29	-	-	-	-	0,02	-	-
Spawanie słupa aluminiowego drutem aluminiowym metodą TIG 500A (stanowisko 2.)	1,79 (2,1)	1,10 (2,1)	0,40	0,14	-	-	-	-	0,01	-	-
Spawanie blachy stalowej drutem stalowym omiedzianym metodą MIG-MAG	4,77 (2,7)	2,22 (2,7)	p.o.	-	0,020 p.o. ch.1 n.w. ch.2	0,78 3,73 ch.1 3,47 ch.2	-	n.w.	0,03	n.w.	n.w.
Spawanie kołków odgromowych ze stali metodą MIG-MAG	3,52 (3,0)	1,39 (3,0)	-	-	0,002 n.w. ch.1 n.w. ch.2	0,13 0,71 ch.1 0,84 ch.2	p.o. p.o. ch.1 p.o. ch.2	n.w.	0,02	n.w.	p.o.
Lutowanie kolanek z blachy ocynkowanej	0,83 (6,2)	0,54 (6,2)	-	-	0,004 p.o. ch.1 n.w. ch.2	n.w. n.w. ch.1 n.w. ch.2	0,19 0,66 ch.1 0,16 ch.2	n.w.	p.o.	0,0006	-
Wartości normatywów higienicznych	4	1	2,5	1,25	1 (pyły) 0,1 (dymy) 2* (pyły) 0,3* (dymy)	5 10*	5 10*	0,5**	0,3	0,05	0,25

n.w. – nie wykryto (brak sygnału)

p.o. – poniżej oznaczalności metody

* wartość NDSCh

** wartość NDS dla chromu metalicznego i związków chromu(II) i (III); chrom występuje tu jako składnik poddanego obróbce stopu

ch.1 – próbka 15-minutowa (chwilowa) nr 1

ch.2 – próbka 15-minutowa (chwilowa) nr 2

– wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

– tlenek węgla

oraz pyły zawierające wolną krystaliczną krzemionkę (WKK)

- procesy obróbki mechanicznej i plastycznej

- metale i ich związki: główne metale stopowe i inne występujące w stopie w ilości powyżej 3% oraz rakotwórcze (nikiel, kadm)

- w powietrzu występują w postaci pyłów

- oleje mineralne (faza ciekła aerozolu)

oraz pyły zawierające WKK

- procesy obróbki wykończeniowej powierzchni

- malowanie, lakierowanie, napylenie

- rozpuszczalniki bazowe w farbách i lakierach

- związki metali stanowiące pigmenty

- ftalany lub akrylany, w zależności od rodzaju farby nanoszonej na powierzchnie wyrobu

- procesy galwaniczne

- metale nanoszone na powierzchnię wyrobu

- główne składniki kąpieli: kwasy, wodorotlenki, cyjanki – w zależności od rodzaju procesu, również występujące w niektórych procesach chromowania powierzchni związki chromu(VI)

- jak tritlenek chromu, a także chromiany.

- procesy łączenia na gorąco (spawanie, lutowanie, zgrzewanie)

- metale i ich związki: główne metale stopowe oraz rakotwórcze, a ponadto mangan oraz inne metale wchodzące w skład spoiw i lutów (cyna, ołów)

- gazy: tlenek azotu, ditlenek azotu, tlenek węgla, ditlenek węgla, ozon

- pyły zawierające WKK.

Wyżej wymienione substancje powinny być objęte pomiarami na stanowisku pracy, a ich wyniki powinny stanowić punkt wyjścia do przeprowadzenia oceny narażenia zawodowego. Wnioski z oceny są z kolei punktem wyjścia do podejmowania dalszych działań. Jeżeli przeprowadzona ocena wykaże, że stężenia substancji w powietrzu na stanowisku pracy są większe od najwyższych dopuszczalnych stężeń, konieczne jest natychmiastowe podjęcie działań (działania korygujące), które doprowadzą do zmniejszenia tych stężeń do poziomu stężeń bezpiecznych, tj. poniżej wartości normatywów higienicznych [11]: NDS lub NDSCh, ewentualnie NDSP – w odniesieniu do tych substancji, dla których wartość tego normatywu określono.

Do pomiaru stężeń szkodliwych substancji chemicznych (takich jak np. rozpuszczalniki, tlenki azotu, oleje mineralne

– faza ciekła aerozolu, kwasy nieorganiczne itd.) i pyłów emitowanych w procesach produkcyjnych zwykle stosuje się metody podane w odpowiednich polskich normach z zakresu ochrony czystości powietrza na stanowiskach pracy.

Metodami znormalizowanymi oznacza się też poszczególne metale i/lub ich związki. Jednak nie są one wygodne do stosowania w rutynowych pomiarach stężeń metali, występujących w powietrzu w mieszaninach, co ma powszechnie miejsce na stanowiskach produkcji wyrobów metalowych. Dlatego najlepiej jest stosować opracowaną w CIOP-PIB, metodę oznaczania kilkunastu metali z jednej próbki powietrza [12], tym bardziej że metoda ta jest odpowiednia do oznaczania małych stężeń metali i dlatego można ją zastosować do przeprowadzenia oceny łącznego narażenia. Warianty i możliwości zastosowania tej metody w praktyce przemysłowej zostały szerzej omówione w konsultacji opublikowanej w „Bezpieczeństwie Pracy” [13].

Metoda ta była z powodzeniem stosowana do oznaczania metali, m.in. na stanowiskach produkcji wyrobów metalowych. Przykładowe wyniki pomiarów stężeń metali i ich związków oraz pyłów zawierających wolną krystaliczną krzemionkę na stanowiskach spawania (6 stanowisk) i lutowania (1 stanowisko) przedstawiono w tabeli. Stężenie pyłu respirabilnego na każdym stanowisku spawania przekracza wartość dopuszczalną, natomiast w odniesieniu do pyłu całkowitego – tu na czterech z sześciu stanowisk normatyw higieniczny nie jest przekroczony.

Narażenie łączne na metale na ujętych w tabeli stanowiskach nie jest duże. Współczynnik łącznego narażenia w żadnym przypadku nie przekracza „1”, ale jest znaczące – na 2 stanowiskach jest wyższy od 0,5 wartości dopuszczalnej.

Metody podane w odpowiednich PN dotyczących oznaczenia substancji chemicznych na stanowiskach pracy mogą być stosowane do przeprowadzania pomiarów w celu określenia wielkości narażenia zawodowego (do kontroli warunków pracy). Przy czym bezpośrednio powiązana z każdą znormalizowaną metodą oznaczania okre-

ślonej substancji w powietrzu jest norma o charakterze strategicznym PN-Z-04008-7:2002 [14] określająca zasady pobierania próbek na stanowisku pracy i interpretacji wyników. Zgodnie ze strategią podaną w tej normie na stanowiskach pracy powinny być pobierane próbki powietrza w celu przeprowadzenia oceny narażenia zawodowego na substancje chemiczne. Stwierdzenie to dotyczy również stanowisk produkcji wyrobów metalowych.

PIŚMIENNICTWO

- [1] E. Gawęda, D. Kondej *Zagrożenia środowiska pracy w procesach produkcji okuć budowlanych i detali metalowych*. „Medycyna Pracy” 2006, 57(1), 1-6
- [2] A. Tossavainen *Metal fumes in foundries*. Scand. J. Work Environ. Health 1976, 2 (suppl. 1), 42-49
- [3] U. Knecht, H.J. Elliehausen, H.J. Woiwitz *Gaseous and adsorbed PAH in an iron foundry*. Br. J. Ind. Med., 1986, 43, 834-838
- [4] I. Makhniashvili, M. Szewczyńska, E. Ekiert *Odlewnictwo żeliwa – zagrożenia chemiczne*. „Bezpieczeństwo Pracy”, 12(401) 2004 15-16
- [5] G.E. Mosher *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] E. Gawęda, D. Kondej *Narażenie na szkodliwe czynniki w procesach obróbki mechanicznej wyrobów metalowych*, „Medycyna Pracy” 2007, 58(3), 223-229
- [7] W. Wesołowski, J.P. Gromiec *Occupational exposure in Polish paint and lacquer industry*. Int. J. Occup. Med. Environ. Health 1997, 10, 79-88
- [8] J. Surgiewicz, W. Domański *Narażenie na związki metali w przemysłowych procesach galwanicznych*, „Medycyna Pracy” 2006, 57(2), 123-131
- [9] J. Matusiak, B. Rams *Emission of dust and gases in tubular cored wire welding of steel*. Int. J. Occup. Saf. Ergonomics 2003, 9(3), 333-350
- [10] W. Matczak, M. Przybylska-Stanisławska *Oznaczenie dymów i ich składników powstających podczas spawania drutami przrozkowymi*. „Medycyna Pracy” 2004, 55(6), 481-489
- [11] 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 ze zm. DzU z 2005 r. nr 212, poz. 1969 oraz DzU z 2007 r. nr 161, poz. 1142)
- [12] E. Gawęda *Metale i metaloidy oraz ich związki – rozszerzona metoda oznaczania*. PiMOŚP 2007, 4(54), 69-78
- [13] E. Gawęda *Metoda oznaczania metali z jednej próbki powietrza*. „Bezpieczeństwo Pracy” 11(434)2007, 18-19
- [14] PN-Z-04008-7:2002 *Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników* ze zm. Az1:2004

Publikacja opracowana na podstawie wyników zadania zrealizowanego w ramach programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej” dofinansowanego w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej w latach 2005-2007. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy. Wykorzystano także wyniki pracy naukowo-badawczej z zakresu prewencji wypadkowej sfinansowanej przez Zakład Ubezpieczeń Społecznych w 2007 r.