

Wojciech Domański
Marcin Cyprowski
Anna Ławniczek-Wałczyk
Rafał L. Górny



Zagrożenia czynnikami chemicznymi i biologicznymi podczas obróbki powierzchniowej metali

**Wojciech Domański, Marcin Cyprowski,
Anna Ławniczek-Wałczyk, Rafał L. Górny**

**Zagrożenia czynnikami
chemicznymi i biologicznymi
podczas obróbki powierzchniowej
metali**

CIOP  PIB

Warszawa 2013

Opracowano i wydano w ramach II etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” (2011-2013) finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej.

Koordynator programu:

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Autorzy

dr inż. Wojciech Domański, dr Marcin Cyprowski,
mgr Anna Ławniczek-Wałczyk, dr hab. n. med. Rafał L. Górny, prof. CIOP-PIB
– Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Projekt okładki

Jolanta Maj

©Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy

– Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2013

ISBN 978-83-7373-159-2

CIOP  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
tel. (22) 623 36 98, fax (22) 623 36 93, 623 36 95, www.ciop.pl

Spis treści

1. Zagrożenia czynnikami chemicznymi

<i>Wojciech Domański</i>	5
1.1. Wstęp	5
1.2. Powierzchniowa obróbka metali	6
1.3. Składniki cieczy chłodząco-smarujących a zagrożenia zdrowotne	12
1.4. Nanododatki modyfikujące ciecze chłodząco-smarujące	21
1.4.1. Badanie wpływu nanocząstek miedzi i srebra na warunki tribologiczne	22
1.4.2. Badanie wpływu nanocząstek miedzi i srebra na warunki bhp	23
1.5. NDS i metody oznaczania	26
1.6. Zalecenia do oceny narażenia zawodowego	26
1.6.1. Opis warunków pracy	29
1.6.2. Identyfikacja zagrożeń	29
1.6.3. Pomiary substancji chemicznych w powietrzu	30
1.7. Ocena ryzyka zawodowego związanego z czynnikami chemicznymi	33
1.8. Sposoby eliminacji lub ograniczenia ryzyka	36
1.9. Podsumowanie	42
1.10. Piśmiennictwo	44

2. Zagrożenia czynnikami biologicznymi

Marcin Cyprowski, Anna Ławniczek-Wałczyk,

<i>Rafał L. Górny</i>	49
2.1. Wstęp	49
2.2. Definicja i podział cieczy obróbkowych	50
2.3. Definicja i podział szkodliwych czynników biologicznych	51
2.4. Szkodliwe czynniki biologiczne w cieczach obróbkowych	53
2.5. Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne	56
2.6. Ograniczanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne przy pracach z cieczami obróbkowymi	58
2.7. Dokumentacja oceny ryzyka w zakresie czynników biologicznych w zakładzie pracy, w którym odbywa się obróbka powierzchniowa metali z użyciem cieczy obróbkowych	61
2.8. Piśmiennictwo	67

1. Zagrożenia czynnikami chemicznymi

1.1. Wstęp

Stanowiska powierzchniowej obróbki metali to miejsca pracy o wysokim stopniu zagrożenia dla zdrowia pracowników, ze względu na bezpośredni kontakt z cieczami chłodząco-smarującymi (ch-s). Bezpieczna praca ze szkodliwymi dla zdrowia mieszaninami chemicznymi wymaga znajomości ich właściwości chemicznych, fizycznych i biologicznych. Każde niewłaściwe, niezgodne z zaleceniami dostawcy postępowanie stwarza zagrożenie dla zdrowia pracownika oraz jakości produkowanego wyrobu. Dlatego jest niezbędne, wręcz konieczne, popularyzowanie wśród pracowników wiedzy na temat stosowania nowoczesnych cieczy ch-s oraz postępowania na stanowiskach pracy, na których są one używane.

Postęp w obróbce skrawaniem jest nierozdzielnie związany z doskonaleniem metod stosowania płynów obróbkowych. Powszechnie stosowane są tu ciecze ch-s w postaci olejów lub emulsji obróbkowych. Spełniają one wiele różnych funkcji, z których najważniejsze to: redukcja i odprowadzenie ciepła ze strefy skrawania, zmniejszenie zużycia ostrza i zwiększenie jego trwałości, uzyskanie wymaganej dokładności wymiarów, gładkości i właściwości fizycznych wierzchniej warstwy kształtowanych przedmiotów oraz odprowadzanie wiórów z obszaru skrawania, a także zwiększenie produktywności wytwarzania. Oprócz tych istotnych z punktu widzenia technologii, jakości i ekonomii funkcji cieczy ch-s bardzo ważne są bezpieczeństwo i zdrowie pracowników oraz ochrona środowiska naturalnego. Pracownik wykonujący pracę z ich użyciem

jest narażony na substancje chemiczne, które wchłania w postaci aerozoli, mgieł lub par przez drogi oddechowe oraz bezpośrednio, wskutek kontaktu z narzędziami i obrabianymi elementami, których powierzchnie są zanieczyszczone cieczą ch-s.

Niniejszy poradnik jest skierowany do pracowników oraz osób prowadzących małe i średnie przedsiębiorstwa.

1.2. Powierzchniowa obróbka metali

Stosowanie cieczy chłodząco-smarujących (ch-s) jest najczęstszym sposobem wspomaganie procesu skrawania, m.in. w celu polepszenie jego warunków tribologicznych, zmniejszenia zużycia ostrza i poprawienia jakości obrobionej powierzchni.

Postęp w dziedzinie obróbki skrawaniem jest nierozdzielnie związany z doskonaleniem metod stosowania płynów obróbkowych. Spełniają one wiele różnorodnych zadań, z których najważniejsze to [11, 21, 26]:

- redukcja i odprowadzenie ciepła ze strefy skrawania
- zmniejszenie pracy tarcia
- zmniejszenie zużycia ostrza i zwiększenie trwałości ostrza
- przeciwdziałanie adhezji i powstawaniu narostu
- przeciwdziałanie dyfuzji pierwiastków materiału skrawanego i ostrza
- poprawa dokładności kształtu i wymiarów obrabianego przedmiotu
- uzyskanie wymaganej struktury geometrycznej powierzchni, właściwości fizycznych warstwy wierzchniej oraz zmniejszenie niekorzystnych zmian w warstwie wierzchniej
- ułatwienie łamania i odprowadzanie wiórów

- ▶ zabezpieczenie przed korozją przedmiotów obrabianych, oprzyrządowania, narzędzi i elementów obrabiarki
- ▶ zwiększenie produktywności wytwarzania.

Niemniej jednak głównymi zadaniami cieczy ch-s w procesie skrawania są chłodzenie i smarowanie strefy skrawania, co przyczynia się do zmniejszenia oporów skrawania, obniżenia temperatury i zmniejszenia tarcia między stykającymi się powierzchniami, oraz odprowadzenie wiórów i pyłu z obszaru skrawania [2, 9, 14]. Działanie chłodzące cieczy obróbkowych jest szczególnie istotne w zakresie dużych prędkości skrawania, kiedy to dostęp cieczy do strefy skrawania jest utrudniony. Oddziaływanie cieczy ch-s na stan warstwy wierzchniej ukształtowanej w takich warunkach jest ograniczone [2], mimo to może wywierać pozytywny wpływ w zakresie średnich i małych prędkości skrawania przez zwiększenie tendencji do związania wióra i redukcję lub wyeliminowanie narostu. Chłodzące działanie cieczy dodatkowo redukuje odkształcenia cieplne obrabianego przedmiotu i zwiększa dokładność i powtarzalność wymiarów. Natomiast smarowanie odgrywa ważną rolę w zakresie małych prędkości skrawania, przeciwdziałając tarcia i powstawaniu narostu, co przyczynia się do zmniejszenia chropowatości obrobionej powierzchni. Funkcja ta jest szczególnie istotna w przypadku skrawania stopów aluminium, stali nierdzewnych i innych trudno skrawalnych materiałów, gdy intensywnie występuje narost lub przywieranie materiału skrawanego do ostrza [26].

Dobór optymalnej cieczy ch-s dla danego sposobu obróbki i materiału obrabianego jest zagadnieniem złożonym. Wymaga bowiem uwzględnienia wielu czynników technologicznych, takich jak: parametry skrawania (prędkość skrawania, posuw i głębokość skrawania), cechy materiału i geometria ostrza, a także dokładność obróbki

i właściwości warstwy wierzchniej oraz warunki kształtowania i odprowadzania wiórów.

Skład chemiczny cieczy obróbczych jest zróżnicowany w zależności od ich przeznaczenia i wymaganych właściwości eksploatacyjnych.

W procesach skrawania jako ciecze ch-s są stosowane [6, 23]:

- ▶ oleje obróbcze
- ▶ oleje emulgujące
- ▶ emulsje do obróbki metali, zwane chłodziwami, otrzymywane przez zmieszanie olejów emulgujących z wodą
- ▶ mikroemulsje
- ▶ ciecze syntetyczne – roztwory substancji chemicznych
- ▶ ciecze chłodziwo-smarujące modyfikowane.

Oleje obróbcze są to oleje o lepkości kinematycznej w przedziale od 10 do 800 mm²/s w temperaturze 40 °C. Do nich zalicza się oleje mineralne, zwierzęce lub roślinne, niekiedy syntetyczne, oraz ich mieszaniny. Rozróżnia się oleje obróbcze zwykłe (chemicznie bierne) i aktywowane. Oleje obróbcze zwykłe są stosowane, gdy zależy na uzyskaniu dużej dokładności zarysu narzędzi skrawających (np. noży, frezów, ściernic kształtowych). Oleje obróbcze aktywowane uzyskuje się przez wprowadzenie do zwykłego oleju substancji aktywnych: siarki elementarnej, związków siarki, chloru lub innych. Oleje aktywowane mają lepsze właściwości smarne i przeciwwżyciowe, istotne zwłaszcza przy dużych prędkościach skrawania i dużych naciskach. Stosowane są w przypadku obróbki materiałów trudno obrabialnych lub gdy występują bardzo duże naciski między narzędziem i obrabianym materiałem. Zawierają inhibitory korozji i utleniania oraz do-

datki przeciwzatarciowe (EP). Wadą olejów obróbczych jest ich małe ciepło właściwe, co powoduje powolniejsze odprowadzanie ciepła z narzędzia i obrabianego materiału.

Oleje emulgujące (koncentraty emulsji oraz cieczy półsyntetycznych) są to oleje o lepkości kinematycznej w przedziale od 30 do 200 mm²/s w temperaturze 40 °C. Zalicza się tu oleje: mineralne, zwierzęce lub roślinne, niekiedy syntetyczne, oraz ich mieszaniny. Zawartość oleju w koncentracie powinna być nie mniejsza niż 60% (V/V). Oleje emulgujące zawierają inhibitory korozji i utleniania, dodatki przeciwzatarciowe oraz biocydy. Niektóre koncentraty cieczy ch-s oprócz oleju zawierają składniki syntetyczne i są wtedy nazywane cieczami półsyntetycznymi lub semisyntetycznymi.

Makroemulsje są otrzymywane z olejów emulgujących (koncentratów), przez ich zmieszanie z wodą. Oleje emulgujące mieszają się z wodą w dowolnym stosunku, tworząc stabilne emulsje koloru mleka. W praktyce eksploatacyjnej stosuje się emulsje olejowe zawierające najczęściej od 2 do 8% (V/V) oleju emulgującego. Tylko w niektórych przypadkach są stosowane emulsje o stężeniu koncentratu do 10% (V/V). Wielkość cząstek oleju w cieczach ch-s będących emulsjami wynosi od 0,1 do 20 mikrometrów. Emulsje olejowe mają szerokie zastosowanie w obróbce z dużymi prędkościami, przy niewielkich obciążeniach w strefie kontaktu narzędzie – obrabiany metal.

Mikroemulsje, zwane niekiedy pseudoemulsjami, są specyficznym rodzajem emulsji. Składniki mikroemulsji są dokładnie zdyspergowane i tworzą mieszaninę zbliżoną do mieszaniny cząsteczkowej (roztworu). Średnica kropelek oleju w mikroemulsjach wynosi od

0,01 do 0,1 mikrometra. Koncentraty mikroemulsji lub cieczy pół-syntetycznych zawierają rafinowany olej mineralny, roślinny lub syntetyczny lub ich mieszaniny, emulgatory, biostabilne składniki syntetyczne oraz dodatki, zależnie od przeznaczenia. Mikroemulsje dobrze mieszają się z wodą w dowolnych proporcjach i tworzą z nią trwałe, przezroczyste emulsje wodne. W porównaniu z emulsjami olejowymi mają wiele zalet, takich jak dobre odprowadzanie ciepła, zmniejszona emisja olejów oraz mniejsze koszty produkcji [23].

Syntetyczne ciecze obróbcze to roztwory specjalnie dobranych substancji chemicznych. Nie zawierają oleju mineralnego. Ciecze syntetyczne są przygotowywane na bazie wody (rozcieńczone do 99,5%), glikoli, produktów kondensacji alkanoamin i kwasu borowego, soli nieorganicznych, dodatków typu inhibitorów korozji i utleniania oraz smarowościowych i przeciwzatarciowych. Ze względu na biostabilność i dobre właściwości eksploatacyjne zastosowanie tego typu cieczy ch-s jest coraz powszechniejsze. Wielkość cząstek w cieczach syntetycznych wynosi od 0,001 do 0,01 mikrometrów.

Zaletami tego typu cieczy ch-s, w stosunku do mikroemulsji, są:

- ▶ długi okres żywotności
- ▶ niskie koszty utylizacji
- ▶ stabilność mikrobiologiczna (brak przykrego zapachu i skłonności do wywoływania korozji)
- ▶ mniejszy potencjał zagrożenia i mniejsza szkodliwość dermatologiczna.

Skład chemiczny wybranych cieczy ch-s przedstawiono w tabeli 1.1 [23].

Tabela 1.1. Skład chemiczny wybranych cieczy chłodząco-smarujących [23]

Składnik	Oleje obróbcze	Makroemulsje i mikroemulsje	Ciecze syntetyczne
Baza	oleje mineralne, oleje tłuszczowe, produkty uwodornienia kwasów tłuszczowych	oleje mineralne, oleje tłuszczowe, estry, produkty uwodornienia kwasów tłuszczowych	glikol etylowy, glikol propylowy
Emulgatory	–	mydła, sulfoniany sodowe, produkty hydrolizy tłuszczów zwierzęcych i roślinnych	–
Stabilizatory	–	wyższe alkohole	–
Biostatyki	–	estry, alkanolaminy i sole kwasu borowego, estry kwasów karboksylowych	estry, alkanolaminy i sole kwasu borowego, estry kwasów karboksylowych, estry fosforanowe
Dodatki przeciwpienne	–	krzemiany, silikon	krzemiany, silikon
Dodatki alkalinizujące	–	aminy	aminy
Dodatki smarne i lepkościowe (AW)	–	–	poliglikole, kwasy tłuszczowe, alkanolaminy
Substancje natłuszczające	tłuszcze zwierzęce i roślinne, oleje syntetyczne	tłuszcze zwierzęce i roślinne, oleje syntetyczne	–
Dodatki przeciwzatarciowe (EP)	chlorowane parafiny, sulfonowane tłuszcze, estry kwasu fosforowego	chlorowane parafiny, sulfonowane tłuszcze, estry kwasu fosforowego, dyspersje metali i tlenków metali	chlorowane kwasy tłuszczowe, estry kwasu fosforowego, organiczne związki siarki, polimery
Inhibitory korozji żelaza	sulfoniany wapnia i baru	aminy	aminy

Tabela 1.1, cd.

Składnik	Oleje obróbcze	Makroemulsje i mikroemulsje	Ciecze syntetyczne
Inhibitory korozji miedzi i jej stopów	benzotriazol	benzotriazol	sole kwasów organicznych i metali alkalicznych, związki siarki i fosforu
Dodatki przeciwmgielne	poliizobutyleny	estry poliglikolowe	–
Stałe substancje smarne	grafit, disiarczek molibdenu	grafit, disiarczek molibdenu, proszki szlifierskie	–
Biocydy	–	fenole, aminy	fenole, aminy, hydroksyloaminy
Barwniki	tłuszczowe	tłuszczowe, wodorozpuszczalne, pigmenty	wodorozpuszczalne
Dodatki zapachowe	olejki zapachowe	–	–

1.3. Składniki cieczy chłodząco-smarujących a zagrożenia zdrowotne

Wyprodukowanie cieczy ch-s przeznaczonych do obróbki metali wymaga wymieszania odpowiednich olejów bazowych i dodatków. Dostępne na rynku ciecze ch-s mogą zawierać od kilku do nawet kilkunastu związków chemicznych.

Mieszane substancje mogą zawierać zanieczyszczenia, które są w stanie reagować między sobą, tworząc nowe związki chemiczne. Ponadto tego rodzaju mieszaniny podczas użytkowania ulegają procesom destrukcji, wskutek czego tworzą się nowe związki chemiczne. Wszystkie substancje podstawowe, dodatki, zanieczyszczenia,

produkty destrukcji i syntezy mogą być szkodliwe i niebezpieczne dla zdrowia człowieka i środowiska naturalnego. Wynika z tego, że każda z cieczy stosowanych w obróbce powierzchni metali może stworzyć zagrożenie dla zdrowia pracowników.

Ciecze ch-s mogą być wchłaniane do organizmu przez drogi oddechowe, skórę oraz przewód pokarmowy. Mgła olejowa tworząca się w czasie procesów obróbczych może powodować podrażnienie dróg oddechowych, a w skrajnych przypadkach zapalenie płuc. Wchłaniane przez skórę następuje skutek bezpośredniego kontaktu z zaolejonymi powierzchniami narzędzi maszyn i obrabianych przedmiotów lub brudną odzieżą roboczą. Oddziaływanie olejów na skórę powoduje usuwanie jej naturalnej warstwy ochronnej, co skutkuje wypryskowym zapaleniem skóry, zapaleniem mieszków włosowych, trądzikiem olejowym lub przebarwieniami skóry [5, 24, 27]. Wchłaniane przez przewód pokarmowy następuje pośrednio, tzn. na skutek odkształcenia, połykania lub omyłkowego wypicia.

Podczas obróbki powierzchni metali dochodzi do parowania olejów oraz rozpylania drobnych kropelek i aerozoli cieczy ch-s do środowiska pracy. Ciecze ch-s są mieszaninami zawierającymi nielotne związki chemiczne, ale w temperaturze panującej w obszarze pracy narzędzia może zachodzić emisja składników tych cieczy nielotnych w temperaturze pokojowej. W zakresie temperatury 400 – 900 °C może również zachodzić rozkład wielkocząsteczkowych węglodorów i innych związków chemicznych wchodzących w skład cieczy ch-s, z wytworzeniem lotnych i niebezpiecznych dla zdrowia substancji. Mgła i aerozole olejowe mogą również powstawać na skutek rozpryskiwania cieczy ch-s przez szybko obracające się narzędzia. Szacuje się, że skutek rozpryskiwania od 3 do 5% ogólnej ilości cieczy ch-s krążącej w obiegu maszyny w ciągu dnia roboczego dostaje się do

otoczenia. W wyniku nałożenia się tych procesów pracownik jest narażony na substancje chemiczne występujące w formie par, mgieł i aerozoli [24].

Oleje bazowe

Oleje mineralne są podstawową bazą w cieczach ch-s (olejach obróbczych oraz w koncentratkach mikro- i makroemulsji).

Oleje mineralne są produktem destylacji próżniowej pozostałości po destylacji surowej ropy naftowej. Uzyskane podczas destylacji frakcje olejowe poddaje się rafinacji. Oleje mineralne są mieszaniną alifatów, cyklicznych alifatów i aromatycznych węglowodorów zawierających od 15 do 50 atomów węgla w cząsteczce (masa cząsteczkowa 212 – 702). Właściwości fizyczne olejów mineralnych (wysoko rafinowanych) przedstawiono w tabeli 1.2.

Tabela 1.2. Parametry fizykochemiczne olejów mineralnych wysoko rafinowanych [27]

Wielkość fizykochemiczna	Wartość
Temperatura topnienia	–
Temperatura wrzenia	300 – 700 °C
Temperatura zapłonu	125 – 307 °C
Temperatura samozapłonu	260 – 371 °C
Gęstość (oleje lekkie) d_4^{20}	0,83 – 0,86 g·cm ⁻³
Gęstość (oleje ciężkie) d_4^{20}	0,875 – 0,905 g·cm ⁻³
Rozpuszczalność	nierozpuszczalne w wodzie i alkoholach, rozpuszczalne w benzynie, chloroformie, eterze etylowym

W tego rodzaju mieszaninach mogą występować śladowe ilości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), np.

dibenzo[*a,h*]antracenu, benzo[*a*]pirenu, benzo[*a*]antracenu. WWA mogą również powstawać podczas użytkowania oraz przechowywania cieczy ch-s. Zawartość WWA w olejach mineralnych zależy od stopnia ich rafinacji i wzrasta wraz ze spadkiem stopnia rafinacji. Zawartość WWA w mikroemulsjach i makroemulsjach nie stanowi poważnego zagrożenia, ponieważ ciecz ch-s zawierają od 3 do 10% oleju mineralnego.

Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) uważa, że nie ma wystarczających dowodów na rakotwórcze działanie wysoko rafinowanych olejów u ludzi (grupa 3) oraz istnieje wystarczający dowód na tego rodzaju działanie dla olejów nierafinowanych i łagodnie rafinowanych (grupa 1) [10]. Natomiast Amerykańska Konferencja Higienistów Przemysłowych (ACGIH) zaliczyła oleje mineralne wysoko rafinowane do grupy A4 (nieklasyfikowane jako substancje o działaniu rakotwórczym na ludzi), podczas gdy oleje mineralne słabo lub średnio rafinowane zaliczono do grupy A2 (podejrzane kancerogenne działanie w stosunku do ludzi). Ponadto zwrócono uwagę na silny związek między występowaniem raka płaskokomórkowego skóry i moszny u pracowników a takimi gałęziami przemysłu, jak: przędzalnictwo, obróbka skrawaniem i przerób juty [1].

W Unii Europejskiej [25] wyróżniono cztery grupy olejów mineralnych pod kątem zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) i działania rakotwórczego:

- ▶ oleje nierafinowane lub słabo rafinowane, zawierające istotne ilości WWA, które są sklasyfikowane jako kancerogeny kategorii 1 (substancje, co do których wiadomo lub istnieje domniemanie, że są rakotwórcze dla człowieka)
- ▶ oleje bardzo intensywnie rafinowane, z nieistotną zawartością WWA, uważane za nierakotwórcze

- ▶ inne smarowe oleje bazowe z dużą zawartością WWA (> 3% ekstraktu dimetylosulfotlenku – DMSO, zmierzonego metodą ekstrakcji dimetylosulfotlenkiem), sklasyfikowane jako kancerogeny kategorii 2 (substancje, co do których podejrzewa się, że są rakotwórcze dla człowieka)
- ▶ inne bazowe oleje smarowe z małą zawartością WWA (< 3% ekstraktu DMSO), uważane za nierakotwórcze. Oleje te, stosowane do otrzymywania cieczy obróbkowych, mogą zawierać wiele różnych substancji dodawanych ze względów technologicznych (m.in. emulgatory, biocydy, inhibitory korozji) oraz produkty obróbki metali. Niektóre z tych zanieczyszczeń mogą mieć działanie genotoksyczne, co może się przyczyniać do ich potencjalnego działania rakotwórczego.

Emulgatory

Emulgatory to substancje utrzymujące stabilność emulsji olejowo-wodnej otrzymywanej z koncentratów, które zawierają oleje mineralne i inne niemieszające się z wodą związki chemiczne. Jako emulgatory są stosowane sole kwasów tłuszczowych, produkty hydrolizy tłuszczów roślinnych lub zwierzęcych oraz sole sodowe kwasów sulfonowych. Emulgatory usuwają naturalną warstwę ochronną skóry, co może ułatwiać wchłanianie innych substancji chemicznych przez skórę.

Stabilizatory

Stabilizatory to substancje utrzymujące stabilność koncentratów cieczy ch-s oraz samych cieczy. Są to wyższe alkohole, które charakteryzują się małą lotnością. Ich temperatury wrzenia są wysokie, np. temp. wrzenia 1-dekanolu $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_2\text{OH}$ wynosi 233 °C. Są to związki drażniące o małej toksyczności ostrej.

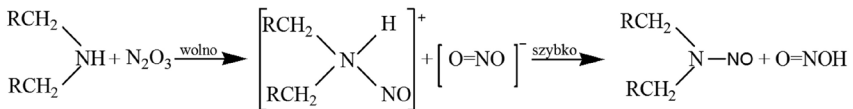
Dodatki przeciwpienne

Dodatki przeciwpienne to związki z grupy krzemianów i silikonów. Związki te są sklasyfikowane jako niebezpieczne dla zdrowia ludzi.

Dodatki alkalizujące

Jako dodatki alkalizujące w cieczach ch-s są stosowane aminy. Zadaniem dodatków jest utrzymanie wymaganego odczynu (pH) cieczy ch-s. Wszystkie aminy alifatyczne mają silny zapach oraz są łatwopalne. Toksyczne właściwości amin rosną wraz z ich masą cząsteczkową. Kontakt amin ze skórą lub błonami śluzowymi powoduje podrażnienie i zmiany alergiczne. Roztwory amin mogą spowodować uszkodzenie gałki ocznej. U ludzi zatrucie tymi związkami objawia się nudnościami, często prowadzącymi do wymiotów, stanami lękowymi, niepokojem i sennością [17].

Aminy mogą wchodzić w reakcję z tlenkami azotu występującymi w powietrzu oraz azotanami(III), w wyniku której powstają *N*-nitrozoaminy (rys. 1.1) [7]. Niektóre *N*-nitrozoaminy są związkami rakotwórczymi zaliczonymi do kategorii 1B (substancje o potencjalnym działaniu rakotwórczym dla ludzi) [34].



Rys. 1.1. Schemat reakcji powstawania *N*-nitrozoamin z drugorzędowych amin i tritlenku diazotu [7]

Najłatwiej w reakcje nitrozowania wchodzi drugorzędowe aminy, ale również aminy pierwszo- i trzeciorzędowe mogą tworzyć tego typu związki. Źródłem czynnika nitrozującego mogą być:

- sole azotanów(III) z kąpeli hartowniczych
- produkty przemiany materii mikroorganizmów
- wody stosowane do sporządzania emulsji
- tlenki azotu z atmosfery powstające w wyniku wyładowań atmosferycznych, emisji spalin, pożarów itp.
- środki myjące, czyszczące i przeciwkorozyjne zawierające azotany(III)
- ciecze ch-s starej generacji zawierające azotany(III).

N-Nitrozoaminy stanowią liczną grupę związków wyróżniających się dużą trwałością w porównaniu z innymi związkami *N*-nitrozowymi [7].

Dodatki smarne i poprawiające lepkość

Są to poliglikole, kwasy tłuszczowe lub alkanoaminy, które dodawane do cieczy syntetycznych poprawiają ich właściwości smarne. Alkanoaminy mogą być prekursorami *N*-nitrozoamin, dlatego ciecze syntetyczne należy zabezpieczyć przed azotanami(III).

Substancje natłuszczające

Są to tłuszcze roślinne i zwierzęce oraz oleje syntetyczne dodawane do cieczy ch-s w celu poprawienia ich właściwości smarnych. Związki te nie stanowią zagrożenia dla zdrowia pracowników. W wyniku starzenia się cieczy substancje natłuszczające mogą ulegać utlenianiu, może dojść do rozerwania łańcucha węglowego, co z kolei może prowadzić do tworzenia się substancji chemicznych o działaniu uczulającym.

Dodatki przeciwzatarciowe (dodatki EP)

Dodatki EP to szeroka gama związków chemicznych (tab. 1.1). Wprowadza się je do cieczy ch-s przeznaczonych do prac, w których są spodziewane duże naciski. W warunkach użytkowania cieczy ch-s tego rodzaju związki mogą ulegać rozpadowi, w wyniku które-

go powstają substancje niebezpieczne dla zdrowia pracowników. Organiczne związki siarki stosowane jako dodatki przeciwzatarciowe mogą być źródłem substancji o działaniu uczulającym.

Związki organiczne zawierające fosfor również mogą ulegać destrukcji, której produktem może być fosforowodór (fosfan) – bardzo toksyczny gaz oddziałujący na układ nerwowy, procesy przemiany materii oraz krew. Wraz z fosforanami trikrezolowymi do cieczy ch-s może być wprowadzony jako zanieczyszczenie toksyczny fosforan o-trikrezolu [17, 23].

Inhibitory korozji stopów żelaza

W cieczach ch-s jako inhibitory rdzy są stosowane sulfoniany oraz aminy. Tego rodzaju związki mają właściwości drażniące oraz uczulające. Ponadto aminy mogą ulegać reakcji nitrozowania.

Inhibitory korozji miedzi i jej stopów

Jako inhibitory korozji w cieczach ch-s przeznaczonych do obróbki elementów wykonanych z miedzi i jej stopów są stosowane tiazole. Są to substancje szkodliwe dla zdrowia, wykazujące działanie uczulające.

Dodatki przeciwmgielne

Dodatki przeciwmgielne to substancje umożliwiające kondensację mgły cieczy ch-s. Są to związki chemiczne o wysokiej temperaturze wrzenia, np. poliizobutyleny, etery poliglikolowe.

Stale substancje smarne

Proszki grafitu i disiarczku molibdenu są stosowane jako substancje poprawiające właściwości smarne cieczy ch-s. Nie mają właściwo-

ści niebezpiecznych dla zdrowia pracowników. Pewnym zagrożeniem może być ich wysoki poziom dyspersji, a tym samym mogą być emitowane wraz z mgłą olejową do powietrza i wchłaniane przez drogi oddechowe.

Biostatyki i biocydy

Biocydy i biostatyki są substancjami chemicznymi pochodzenia syntetycznego lub naturalnego, stosowanymi do zwalczania szkodliwych czynników biologicznych. Tego rodzaju substancje mają szerokie spektrum działania i mogą mieć szkodliwy wpływ na zdrowie człowieka [8, 11]. Niebezpieczny wpływ większości biostatyków i biocydów na ludzi polega na działaniu ogólnotoksycznym i uczuleniowym. Stopień nasilenia uczulenia zależy od rodzaju substancji i cech osobniczych.

Produkty biobójcze stosowane do konserwacji substancji chłodząco-smarujących często zawierają sole chloru i bromu, związki bromoorganiczne, aldehydowe i imidiazolowe. Przy obróbce metalu najczęściej są stosowane biocydy na bazie aldehydu i fenoli. Do tej grupy należą także związki chloropodstawione oraz heterocykliczne substancje zawierające siarkę i/lub azot [28].

Stosowanie biostatyków opartych na kwasie borowym jest niebezpieczne, ponieważ są to substancje podejrzane o działanie uszkodzające płód. Biocydy na bazie fenolu mogą wykazywać działanie mutagenne (fenol jest sklasyfikowany jako mutagen kategorii 2), natomiast aminy mogą ulegać reakcji nitrozowania, a więc tworzenia rakotwórczych *N*-nitrozoamin (np. *N*-nitrozodietanoloaminy, *N*-nitrozodimetyloaminy – związki rakotwórcze kategorii 1B) [34]. Niebezpieczne dla zdrowia mogą być również produkty destrukcji związków organicznych zawierających fosfor. Na skutek rozpadu

estrów kwasu fosforowego może powstawać toksyczna fosfina (fosfan, fosforowodór) [23]. Grupy związków chemicznych o właściwościach biostatycznych oraz biobójczych stosowanych w cieczach ch-s zestawiono w tabeli 1.1.

Barwniki

Do korekty barwy cieczy ch-s opartych na olejach są stosowane barwniki tłuszczowe, dobrze rozpuszczalne w olejach. Najczęściej są stosowane barwniki azowe.

1.4. Nanododatki modyfikujące ciecze chłodząco-smarujące

Ciecze ch-s o ulepszonych właściwościach smarujących i chłodzących, dłuższym czasie użytkowania oraz zmniejszonej szkodliwości ekologicznej i zdrowotnej są wytwarzane przez wprowadzanie m.in. dodatków smarnościowych w postaci związków siarki lub fosforu. Do koncentratów cieczy ch-s dodaje się również substancje w postaci ciekłych kompleksów metali, np. miedzi Cu [18], lub stałych komponentów smarnościowych w postaci nanocząstek – struktur chemicznych zawierających od kilkudziesięciu do kilkuset atomów i mających nanometryczne wymiary [19]. Ciecze ch-s sporządzone z udziałem nanomateriałów są nazywane nanocieczami. W literaturze są opisane wyniki badań nanocieczy zawierających nanocząstki tlenku aluminium (Al_2O_3), tlenku cynku (ZnO), disiarczku molibdenu (MoS_2), grafitu, tlenku miedzi (CuO), miedzi (Cu), azotku boru (BN), wapnia (Ca), politetrafluoroetyleny (PTFE), diamentu, kwasu borowego

(H_3BO_3) oraz tritlenku molibdenu (MoO_3). Smarujące oddziaływanie nanocieczy zależy od morfologii, struktury nanocząstek i sposobu, w jaki ciecz jest doprowadzana do strefy skrawania, a także od stężenia nanocząstek w cieczy. Badania wykazały, że nanocząstki łatwo penetrują w obszar tworzenia się wióra i wywierają znaczny wpływ na elastohydrodynamiczne smarowanie. Stwierdzono, że współczynnik tarcia nanocieczy jest mniejszy niż czystych olei, a przewodność cieplna nanocieczy rośnie liniowo ze wzrostem stężenia nanocząstek. Nanocząstki umożliwiają zwiększenie zarówno prędkości skrawania i posuwu, jak i trwałości ostrza [3, 4, 13, 15, 16, 20, 30].

1.4.1. Badanie wpływu nanocząstek miedzi i srebra na warunki tribologiczne

W CIOP-PIB podjęto badania nad właściwościami cieczy ch-s modyfikowanych strukturami nanocząstek miedzi i srebra. W celu porównania właściwości nanocieczy z innymi cieczami ch-s badano: chropowatość powierzchni, całkowitą siłę skrawania i jej składowe oraz skład chemiczny przepracowanych cieczy. Do badań wykorzystano następujące nonociecze: Desonul, Desonul Cu oraz Desonul Ag.

Zmodyfikowanie oleju emulgującego Desonul nanocząstkami Ag i Cu nie wpłynęło znacząco na zmniejszenie wartości parametrów chropowatości toczonych powierzchni w warunkach chłodzenia i smarowania emulsjami sporządzonymi na bazie wymienionych olejów emulgujących. W zakresie małych i średnich posuwów różnice wartości chropowatości powierzchni po toczeniu z emulsją opartą na oleju Desonul oraz zmodyfikowanym nanocząstkami Ag i Cu mieściły się w przedziałach wyznaczonych przez odchylenia standardowe, bez wyraźnego trendu oddziaływania zróżnicowanych właściwości zmodyfikowanych emulsji. Średnie wartości

współczynników chropowatości R_{\max} , R_z i R_a po toczeniu z emulsją Desonul Ag i Desonul Cu, w przypadku stosowania posuwów o małych i średnich wartościach, były mniejsze niż po toczeniu z emulsją z udziałem oleju Desonul.

Wyniki pomiarów składowych całkowitej siły skrawania wykazały, że oddziaływanie właściwości emulsji sporządzonych z wymienionych gatunków olejów emulsyjnych zależy od stosowanych parametrów skrawania. Stwierdzono wzrost wartości całkowitej siły skrawania wraz ze zwiększającym się posuwem w całym zakresie zastosowanych prędkości skrawania i dla wszystkich badanych nanocieczy obróbkowych. W wypadku małych posuwów nie stwierdzono istotnych zmian wartości całkowitej siły względem zmiennej wartości prędkości skrawania dla wszystkich zastosowanych nanocieczy. Gdy posuwy były średnie i duże, zaobserwowano nieznaczny spadek wartości całkowitej siły wraz ze wzrostem prędkości skrawania. Pomimo występujących różnic w otrzymywanych wartościach składowych i całkowitej siły skrawania w zależności od zastosowanej nanocieczy trudno o jednoznaczne stwierdzenie wpływu stosowanej emulsji modyfikowanej nanocząstkami na siłę skrawania.

1.4.2. Badanie wpływu nanocząstek miedzi i srebra na warunki bhp

W celu oceny wpływu cieczy ch-s zmodyfikowanych nanocząstkami miedzi oraz srebra na bezpieczeństwo pracowników, w CIOP-PIB podjęto badania zawartości *N*-nitrozoamin w fazie ciekłej oraz *N*-nitrozoamin i etanoloamin w fazie nadpowierzchniowej.

Badania przeprowadzono dla dziewięciu *N*-nitrozoamin: *N*-nitrozodibutyloaminy, *N*-nitrozodietyloaminy, *N*-nitrozodietanoloaminy, *N*-nitrozodimetyloaminy, *N*-nitrozodipropyloaminy, *N*-nitrozo-

metyloetanolaminy *N*-nitrozomorfoliny, *N*-nitrozopiperydyny oraz *N*-nitrozopirolidyny.

Koncentraty Desonul, Desonul Ag i Desonul Cu oraz cieczy ch-s uzyskane przez rozcieńczenie koncentratów poddano procesowi termicznego starzenia. Próbki ogrzewano w temperaturze ok. 150 °C przez 24, 48 lub 96 h. Uzyskane próbki przechowywano w warunkach pokojowych i następnie analizowano po 6 i 12 tygodniach.

We wszystkich badanych próbkach stwierdzono zawartość trietanoloaminy, gdyż związek ten wchodził w skład badanych cieczy ch-s. W serii próbek cieczy ogrzewanych przez 24 h nie zidentyfikowano żadnej z badanych *N*-nitrozoamin.

W próbkach cieczy ogrzewanych przez 48 h w fazie ciekłej cieczy Desonul zidentyfikowano monoetanolaminę i dietanolaminę. W cieczach Desonul Ag i Desonul Cu nie wykryto żadnego z badanych związków.

W próbkach cieczy ogrzewanych przez 96 h zidentyfikowano:

- w cieczy Desonul: monoetanolaminę, dietanolaminę i *N*-nitrozodietanolaminę w fazie ciekłej, oraz *N*-nitrozodietanolaminę w fazie nadpowierzchniowej
- w cieczy Desonul Ag: dietanolaminę i *N*-nitrozodietanolaminę
- w cieczy Desonul Cu: monoetanolaminę i dietanolaminę.

W próbkach cieczy ogrzewanych przez 96 h i przechowywanych przez 6 tygodni zidentyfikowano:

- w cieczy Desonul: monoetanolaminę, dietanolaminę, *N*-nitrozodimetyloaminę, *N*-nitrozodipropyloaminę, *N*-nitrozopipe-

rydynę i *N*-nitrozodietanoloaminę w fazie ciekłej oraz w fazie nadpowierzchniowej *N*-nitrozodietanoloaminę i *N*-nitrozopiperdynę

- w cieczy Desonul Ag: dietanoloaminę w fazie ciekłej
- w cieczy Desonul Cu: monoetanoloaminę i dietanoloaminę w fazie ciekłej.

W próbkach cieczy ogrzewanych przez 96 h i przechowywanych przez 12 tygodni zidentyfikowano:

- w cieczy Desonul w fazie ciekłej oraz w fazie nadpowierzchniowej: monoetanoloaminę, *N*-nitrozodimetyloaminę, *N*-nitrozopiperdynę i *N*-nitrozodietanoloaminę
- w cieczy Desonul Ag: monoetanoloaminę w fazie ciekłej
- w cieczy Desonul Cu: monoetanoloaminę w fazie ciekłej.

Dodatek nanosrebra i nanomiedzi spowalniał procesy degradacji cieczy ch-s. W tak zmodyfikowanych cieczach ch-s nie wykryto *N*-nitrozoamin. Ciecze te są mniej podatne na degradację, a tym samym wraz ze starzeniem się uwalniają mniej niebezpiecznych związków do środowiska pracy. Dodatek nanomiedzi umożliwił wyeliminowanie biocydów i poprawił właściwości eksploatacyjne samej cieczy oraz jakość obrabianych powierzchni.

Rozwój i rozpowszechnienie cieczy ch-s modyfikowanych nanometalami, zwłaszcza nanosrebrem, są ograniczone wysokimi kosztami ich wytwarzania (wysoką ceną nanosrebra).

1.5. NDS i metody oznaczania

Ze składu procentowego cieczy ch-s wynika, że w ocenie zagrożenia zdrowia pracowników zatrudnionych na stanowiskach powierzchniowej obróbki metali największe znaczenie ma stężenie frakcji wdychanej oleju mineralnego. Jeżeli ciecze ch-s są długo eksploatowane, użytkowane niezgodnie z zaleceniami producenta, zanieczyszczone lub narażone na działanie czynników zewnętrznych prowadzących do zmian ich właściwości, to może być wymagane badanie innych czynników chemicznych powstałych i emitowanych do środowiska pracy. W tabeli 1.3 pokazano, jakie czynniki chemiczne należy badać i kiedy należy podjąć badania, oraz podano metodykę badań i normatywy higieniczne (NDS, NDSCh). Celem tych działań jest identyfikacja zagrożenia oraz ocena ryzyka zawodowego.

1.6. Zalecenia do oceny narażenia zawodowego

Ocena narażenia zawodowego na czynniki chemiczne na stanowiskach powierzchniowej obróbki metali jest działaniem wieloetapowym. Od wykonującego tę ocenę wymagana jest znajomość technologii powierzchniowej obróbki metali, obrabianych metali oraz stosowanych cieczy ch-s. Wykonujący ocenę powinien konsultować się z technologami, lekarzami, toksykologami oraz służbami zajmującymi się bezpieczeństwem i higieną pracy.

Prowadząc ocenę narażenia zawodowego, należy pamiętać, że oprócz narażenia na czynniki chemiczne pracownicy pracujący w zakładach przemysłu maszynowego są narażeni także na innego rodzaju zagrożenia.

Tabela 1.3. Czynniki chemiczne, które mogą być badane na stanowiskach pracy podczas obróbki powierzchniowej metali

Lp.	Nazwa czynnika chemicznego	NDS ⁽¹⁾ mg/m ³	NDSCh ⁽²⁾ mg/m ³	Metoda oznaczania	Kiedy
1.	Benzo[<i>a</i>]piren	0,002 ⁽³⁾		PN-Z-04240-2:1999 PN-Z-04240-5:2006	oleje obróbcze na bazie nisko rafinowanych olejów
2.	Benzo tiazol	20		PN-Z-0444389:2011P PiMOŚP 2004, nr 4(42)	ciecze ch-s zawierające benzo tiazol
3.	Chrom metaliczny Związki chromu(II), w przeliczeniu na Cr Związki chromu(III), w przeliczeniu na Cr	0,5		PN-79/Z-04126.01 PiMOŚP 2009, nr 1(59)	podczas szlifowania i polerowania elementów ze stali wysokochromowych i elementów chromowanych
4.	Formaldehyd	0,5	1	PN-76/Z-04045.02 PN-90/Z-04045.08 PN-Z-04045-12:2006 PiMOŚP 1999, z. 22 PiMOŚP 2000, nr 3(25)	ciecze ch-s zawierające formaldehyd
5.	Fosfan (fosforowodór)	0,14	0,28	PN-Z-04276:2001 PiMOŚP 1997, z. 16	ciecze ch-s długo eksploatowane, zawierające organiczne związki fosforu
6.	Fosforan(V) tris(2-tolilu), (trójkrezylu fosforan)	0,1	0,3	PN-Z-04307:2002 PiMOŚP 1997, z. 19	ciecze ch-s długo eksploatowane, zawierające organiczne związki fosforu
7.	Fosgen	0,08	0,16		ciecze ch-s długo eksploatowane, zawierające organiczne związki fosforu
8.	Glikol etylowy	15	50	PiMOŚP 1997, z. 17	ciecze ch-s typu cieczy syntetycznych

Tabela 1.3, cd.

Lp.	Nazwa czynnika chemicznego	NDS ¹⁾ mg/m ³	NDSCh ²⁾ mg/m ³	Metoda oznaczania	Kiedy
9.	Miedź i jej związki nieorganiczne, w przeliczeniu na Cu	0,2		PN-77/Z-04106.01 PN-79/Z-04106.02 PN-Z-04106-3:2002 PiMOŚP 1997, z. 19	podczas szlifowania i polerowaniu elementów z miedzi i jej stopów
10.	Molibden i jego związki, w przeliczeniu na Mo	36	72	PN-88/Z-04186.02	dwukrotne przekroczenie NDS mgly olejujey
11.	Nikiel i jego związki, z wyjątkiem tetrakarbonyku niklu, w przeliczeniu na Ni	0,25		PN-85/Z-04124.03 PN-Z-04124-5:2006	podczas szlifowania i polerowaniu elementów ze stali kwasoodpornej, elementów niklowanych
12.	N-Nitrozoaminy	0,001 ⁴⁾		PiMOŚP 2002, nr 4(34)	długo eksploatowane ciecze ch-s, zawierające aminy i ich pochodne
13.	Oleje mineralne – faza ciekła aerozolu (oleje mineralne wysoko rafinowane z wyłączeniem cieczy obróbkowych – frakcja wdychalna ⁵⁾)	5		PN-Z-04108-6/Az:2009 PN-Z-04108-5:2006 PN-Z-04108-6:2006 PiMOŚP 1997, z. 22	ciecze ch-s w tym oleje obróbcze, z wyjątkiem cieczy syntetycznych (tylko oleje obróbcze wysoko rafinowane)
14.	Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) – jako suma iloczynów stężeń i współczynników rakotwórczości 9 rakotwórczych WWA	0,002		PN-Z-04240-5:2006 PiMOŚP 2000, nr 3(25)	oleje obróbcze na bazie nisko rafinowanych olejów

¹⁾Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) – wartość średnia ważona stężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w Kodeksie pracy, przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń. ²⁾Najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSCh) – wartość stężenia, które nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika, jeżeli występuje w środowisku pracy nie dłużej niż 15 minut i nie częściej niż 2 razy w czasie zmiany roboczej, w odstępie czasu nie krótszym niż 1 godzina [32]. ³⁾Wartości NDS i NDSCh zgodnie z rozporządzeniem ministra pracy i polityki społecznej [32]. ⁴⁾Według TRGS 552 [29]. ⁵⁾Według projektu rozporządzenia ministra pracy i polityki społecznej z dnia 18.06.2013 r.

1.6.1. Opis warunków pracy

Każdą ocenę narażenia zawodowego należy poprzedzić identyfikacją zagrożeń, opisem stanowisk pracy i organizacji pracy. W tym celu należy zebrać informacje o stosowanych w zakładzie technologiach powierzchniowej obróbki metali, parku maszynowym, cieczach ch-s i organizacji pracy. Należy również zebrać informacje o ochronach zbiorowych i środkach ochrony indywidualnej. Istotnym czynnikiem opisującym warunki bezpieczeństwa pracy są wyniki pomiarów stężeń czynników chemicznych szkodliwych dla zdrowia. Podczas oceny należy wziąć po uwagę informacje uzyskane od lekarza zakładowego o chorobach zawodowych, schorzeniach, na które szczególnie często zapadają pracownicy, oraz zaleceniach profilaktycznych.

Potrzebne informacje można znaleźć w dokumentach opisujących procesy technologiczne, w dokumentacji techniczno-ruchowej, kartach charakterystyki substancji i mieszanin chemicznych, instrukcjach obsługi, dokumentach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy itp. Istotnym źródłem informacji mogą być również wywiady z pracownikami oraz obserwacja stanowisk pracy. Wskazane jest zapoznanie się z dokumentacją wcześniej przeprowadzonych kontroli i analizy stanu bezpieczeństwa i zdrowia pracowników.

1.6.2. Identyfikacja zagrożeń

W celu identyfikacji zagrożeń należy sporządzić listę czynników chemicznych, korzystając z opisów technologii oraz wykazu stosowanych substancji i mieszanin chemicznych w zakładzie. Informacje na temat czynników chemicznych można uzyskać z:

- ▶ publikacji na temat materiałów stosowanych podczas powierzchniowej obróbki metali

- kart charakterystyki substancji i mieszanin niebezpiecznych dostarczanych przez producentów i dostawców.

Informacja o składzie chemicznym cieczy ch-s jest przeważnie chroniona przez producentów, co bardzo utrudnia identyfikację zagrożeń i ocenę ryzyka. W takich przypadkach należy się oprzeć na danych zawartych w kartach charakterystyki poszczególnych substancji chemicznych. Jeśli takich danych nie ma, to należy przeprowadzić szczegółowe badania identyfikacyjne. Badania tego rodzaju wymagają stosowania specjalnych technik analitycznych, więc powinny być wykonane przez wyspecjalizowane laboratoria badawcze. Można również oprzeć się na literaturze fachowej i wiedzy specjalistycznej.

1.6.3. Pomiary substancji chemicznych w powietrzu

Ogólne zasady wykonania pomiaru

Oznaczanie stężeń substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy należy wykonywać zgodnie z opisami zawartymi w polskich normach, normach międzynarodowych lub innych równoważnych.

Pomiary stężeń substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy mogą wykonywać wyspecjalizowane laboratoria mające akredytację zgodnie z przepisami o badaniach i certyfikacji. Mogą je również wykonywać laboratoria szkół wyższych, instytutów naukowych Polskiej Akademii Nauk lub instytutów badawczych, które prowadzą badania i pomiary czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy i mają wdrożony system zapewnienia jakości. Ponadto mogą to być laboratoria Państwowej Inspekcji Sanitarnej,

Wojskowej Inspekcji Sanitarnej i Państwowej Inspekcji Sanitarnej Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji, które mają wdrożony system zapewnienia jakości, lub laboratoria prowadzone przez jednostki organizacyjne bądź osoby fizyczne, które uzyskały certyfikat kompetencji w zakresie wykonywania badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku. Laboratoria muszą dysponować wymaganą aparaturą do prowadzenia badań i pomiarów czynników chemicznych [35].

Częstotliwość pomiaru

Częstotliwość pomiarów czynników chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy zależy od poziomów ich stężeń podczas ostatnich pomiarów [35]. Pomiar należy wykonać co najmniej:

- raz w roku, w razie stwierdzenia stężeń czynnika chemicznego od 0,5 do 1,0 (włącznie) wartości NDS
- raz na dwa lata, jeśli stwierdzono stężenia czynnika chemicznego od 0,1 do 0,5 (włącznie) wartości NDS.

W razie występowania na stanowiskach pracy czynników o działaniu rakotwórczym lub mutagennym pomiary stężeń tych czynników w powietrzu należy wykonać:

- co najmniej raz na trzy miesiące – w razie stwierdzenia stężenia czynnika rakotwórczego lub mutagennego od 0,5 do 1,0 (włącznie) wartości NDS
- co najmniej raz na sześć miesięcy – jeśli stwierdzono w dwóch poprzednich pomiarach stężeń czynnika rakotwórczego lub mutagennego od 0,1 do 0,5 (włącznie) wartości NDS.

W razie stwierdzenia przekroczeń najwyższych dopuszczalnych stężeń czynnika chemicznego szkodliwego dla zdrowia należy niezwłocznie ustalić przyczyny, a następnie podjąć działania techniczne, technologiczne lub organizacyjne zmierzające do zmniejszenia stężenia tego czynnika na stanowiskach pracy. Po przeprowadzeniu zmian należy ponownie wykonać pomiary stężenia czynnika w powietrzu.

Wprowadzenie do obiegu w zakładzie nowych związków chemicznych czy zmian technologicznych lub organizacyjnych wymaga wykonania ponownych pomiarów stężenia substancji w powietrzu na stanowiskach objętych zmianami. Pomiary powinny być wykonane w możliwie najkrótszym czasie po dokonaniu zmian.

Jeżeli pracownicy są narażeni na działanie kilku czynników chemicznych o podobnym działaniu, aby w pełni ocenić stan narażenia, należy wykonać sumowanie iloczynów średnich stężeń ważonych i odpowiednich najwyższych dopuszczalnych stężeń. Nie oblicza się iloczynów i ich sumy w stosunku do czynników chemicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym oraz antagonistycznym, synergicznym, potęgującym działanie.

Okresowe pomiary stężeń w powietrzu na stanowiskach pracy chemicznych czynników szkodliwych oraz czynników rakotwórczych i/lub mutagennych nie są wymagane, jeżeli wyniki ostatnio przeprowadzonych pomiarów nie przekroczyły 0,1 wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia oraz od czasu ostatniego pomiaru nie wprowadzono zmian technicznych, technologicznych i organizacyjnych.

Ocena narażenia w odniesieniu do NDS i NDSC

W celu oceny narażenia w odniesieniu do najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) pracownik powinien być wyposażony

w próbnik umożliwiającą pobranie próbki powietrza zgodnie z wymaganiami dla oznaczanego czynnika chemicznego w powietrzu na stanowisku pracy. Liczba pobranych próbek zależy od rodzaju czynnika, liczby czynników i metody oznaczania. Całkowity minimalny czas pobierania próbek nie może być krótszy niż 6 h.

W razie konieczności przeprowadzenia oceny narażenia w odniesieniu do najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego (NDSch) pracownik powinien być wyposażony w dodatkowy próbnik. Pobierane są dwie piętnastominutowe próbki powietrza w czasie największej spodziewanej emisji badanego czynnika chemicznego. Odstęp czasu między dwoma pomiarami nie może być krótszy niż 1 h.

Próbki powietrza do badań należy pobierać zgodnie z wymaganiami przyjętymi dla badanego czynnika chemicznego oraz z ogólnymi zasadami opisanymi w normie [36]. Norma zawiera również szczegółową interpretację wyników pomiarów. Schemat pomiarów powinien być tak zaplanowany, aby uzyskane dane były reprezentatywne dla określonych stanowisk pracy.

1.7. Ocena ryzyka zawodowego związanego z czynnikami chemicznymi

Ocena ryzyka zawodowego polega na dokładnym zbadaniu, co może zagrozić człowiekowi w pracy, i odpowiedzi na pytanie: czy podjęto wystarczające środki ostrożności oraz czy należy podjąć działania zwiększające bezpieczeństwo.

Ocena ryzyka zawodowego związanego z czynnikami chemicznymi jest działaniem zmierzającym do identyfikacji substancji chemicznych stwarzających zagrożenie dla zdrowia pracowników, a także

zbadania warunków, w jakich wykonywana jest praca. Identyfikacja czynników chemicznych, a tym samym poznanie rodzaju i skali zagrożeń oraz ich potencjalnych skutków, umożliwi pracodawcy podjęcie odpowiednich działań ukierunkowanych na ograniczenie ryzyka. Każde działanie mające na celu ograniczenie ryzyka musi być zakończone oceną, która odpowie na pytanie, czy podjęte środki były skuteczne. Optymalnym wynikiem jest uzyskanie ryzyka na poziomie akceptowalnym społecznie.

Zgodnie z wymaganiami dyrektywy 98/24/WE [31] oraz rozporządzeniem ministra zdrowia [33], dotyczącymi bezpieczeństwa i higieny pracy w miejscu pracy, w którym występują czynniki chemiczne, pracodawcy są zobowiązani do wskazania tych czynników i identyfikacji zagrożenia, jakie one stwarzają dla pracowników. Ocena ryzyka zawodowego spowodowanego przez czynniki chemiczne powinna być udokumentowana. Dokumentacja powinna obejmować:

- wykaz czynników chemicznych wraz z opisem ich niebezpiecznych właściwości, który powinien zawierać informacje dotyczące skutków szkodliwych dla zdrowia człowieka oraz środowiska
- zalecenia dotyczące bezpiecznego stosowania czynników chemicznych oparte na informacjach zawartych w kartach charakterystyki substancji i mieszanin niebezpiecznych, opisach technologicznych i dostępnej literaturze
- wskazanie dróg przedostawania się substancji do organizmu pracownika w warunkach narażenia zawodowego (inhalacyjna, dermalna, przez układ pokarmowy)
- wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń w środowisku pracy i dopuszczalnych stężeń w materiale biologicznym, jeżeli są ustalone

- ▶ częstotliwość występowania czynnika chemicznego w miejscu pracy i rzeczywisty czas narażenia pracownika
- ▶ wykaz stosowanych środków ochrony zbiorowej, indywidualnej i innych działań zapobiegawczych oraz opis skutków ich stosowania
- ▶ opinie lekarzy przemysłowych i wyniki badań lekarskich pracowników
- ▶ krótki opis technologii i urządzeń stosowanych w miejscu pracy, na którym są stosowane czynniki chemiczne.

Jeśli występuje narażenie na kilka czynników chemicznych, należy ocenić ryzyko powodowane przez wszystkie czynniki łącznie. Ocena ryzyka zawodowego powinna dotyczyć również okresów pracy o zwiększonym narażeniu, takich jak remonty, konserwacja i naprawy maszyn oraz urządzeń stosowanych na ocenianych stanowiskach pracy. Powinna być również przeprowadzana ponownie, jeżeli zostały wprowadzone zmiany w składzie stosowanych czynników, procesów technologicznych, w organizacji pracy lub nastąpił postęp wiedzy medycznej dotyczącej oddziaływania czynników chemicznych na zdrowie [22].

Osobną ocenę ryzyka należy przeprowadzić dla stanowisk pracy, na których są zatrudnieni pracownicy młodociani oraz kobiety w ciąży i w okresie karmienia.

Ogólne zasady oceny ryzyka zawodowego oraz wytyczne postępowania przy tej ocenie przedstawiono w polskiej normie PN-N-18002 [37]. Pomocna może być tabela 1.4 sporządzona na podstawie wymienionej normy. Zaproponowano w niej trójstopniową skalę oceny ryzyka zawodowego.

Tabela 1.4. Ocena ryzyka zawodowego w skali trójstopniowej [37]

		Ciężkość następstw		
		mała – skutki: urazy i choroby nie powodują długotrwałych dolegliwości i absencji w pracy	średnia – skutki: urazy i choro- by powodują niewiel- kie, lecz długotrwałe lub nawracające okresowo dolegliwo- ści i wiąże się z krótki- mi okresami absencji	duża – skutki: urazy i choroby powodujące ciężkie i stałe dolegliwości lub śmierć
Prawdopodobieństwo następstw zagrożeń	mało prawdopo- dobne, nie powin- ny występować podczas całego okresu aktywno- ści zawodowej pracownika	małe	małe	średnie
	prawdopodobne mogą wystąpić nie częściej niż kil- kakrotnie podczas okresu aktywności zawodowej pra- cownika	małe	średnie	duże
	wysoce prawdo- podobne, mogą wystąpić wielo- krotnie podczas okresu aktywności zawodowej pra- cownika	średnie	duże	duże

1.8. Sposoby eliminacji lub ograniczenia ryzyka

W celu eliminacji lub ograniczenia ryzyka dla zdrowia i bezpieczeństwa podczas pracy z zastosowaniem niebezpiecznych czynników chemicznych należy podejmować działania już w fazie projektowa-

nia. Projekt nowego zakładu powinien uwzględniać najnowsze osiągnięcia w dziedzinie ergonomii i bezpieczeństwa pracy. Stanowiska pracy powinny być wyposażone w maszyny, urządzenia i narzędzia zapewniające bezpieczne warunki pracy. Innym działaniem mającym na celu eliminację ryzyka jest opracowanie i wdrożenie odpowiednich procedur. Pracę w zakładzie należy organizować tak, aby do minimum ograniczyć liczbę pracowników narażonych na czynniki chemiczne, ograniczyć czas przebywania pracowników w strefie zagrożenia, ograniczyć emisję niebezpiecznych substancji do powietrza oraz ilość mieszanin wykorzystywanych w procesach produkcyjnych.

Stosowane w praktyce metody ochrony przed zagrożeniami to:

- środki ochrony zbiorowej, mające charakter ochrony czynnej
- środki ochrony indywidualnej, których zadaniem jest bezpośrednia ochrona użytkowników przed działaniem czynników chemicznych, mające charakter ochrony biernej.

Środki ochrony czynnej obejmują szeroko pojętą działalność techniczną oraz organizacyjną, której zadaniem jest ograniczenie lub całkowita likwidacja występujących zagrożeń dla życia lub zdrowia. Ochrona czynna na stanowiskach powierzchniowej obróbki metali może obejmować między innymi:

- dobór odpowiedniego rodzaju cieczy ch-s
- dobór technologii powierzchniowej obróbki metali
- zapewnienie odpowiedniej wentylacji
- automatyzację.

Wentylacja

Ważnym elementem mającym duży wpływ na bezpieczeństwo pracy na stanowiskach powierzchniowej obróbki metali jest wentylacja, która powinna zapewnić skuteczne usuwanie zanieczyszczeń

powietrza w środowisku pracy. Stanowiska pracy należy wyposażyć w miejscowe odciągi wentylacyjne.

Zasady postępowania z substancjami

Każde opakowanie zawierające substancję lub mieszaniny chemiczne powinno być opisane i oznakowane, stosownie do zawartości.

Surowce i wyroby gotowe powinny być przechowywane w magazynach wyposażonych w:

- ▶ wentylację mechaniczną
- ▶ gaśnice
- ▶ system wykrywania pożaru wraz z systemem alarmowym.

Wstęp osób postronnych do magazynów z substancjami i mieszaninami chemicznymi powinien być zabroniony.

Rozlewanie i rozcieńczanie koncentratów cieczy ch-s i samych cieczy powinno się odbywać za pomocą urządzeń i sprzętu gwarantującego poprawne wykonanie tych czynności. Naczynia i sprzęt powinny być oznakowane w sposób trwały i widoczny. Należy zadbać o stan techniczny i czystość wag, urządzeń dozujących i innych urządzeń stosowanych do tych prac. Konserwację cieczy ch-s i rozcieńczanie koncentratów należy wykonywać zgodnie z zaleceniami producenta.

Naprawę, przeglądy i konserwację maszyn i urządzeń służących do powierzchniowej obróbki metali należy przeprowadzać zgodnie z zaleceniami zawartymi w dokumentacji techniczno-ruchowej urządzenia i zgodnie z ustalonymi procedurami.

Szkolenia, informacja

Ważnym elementem podnoszącym bezpieczeństwo jest szkolenie i instruowanie pracowników. Pracownicy powinni być szkoleni w zakresie bezpiecznej pracy z cieczami ch-s i innymi substancjami che-

micznymi stosowanymi w procesie obróbki powierzchni, ponadto w zakresie udzielania pierwszej pomocy, postępowania w razie wypadku lub awarii. Szkolenia należy powtarzać okresowo. Podczas szkoleń trzeba uwzględniać nowe zagrożenia pojawiające się na skutek:

- zmian w dotychczas stosowanych technologiach lub w wyniku wprowadzenia nowych technologii
 - zastosowania nowych cieczy ch-s.
- Pracownicy powinni mieć zapewniony dostęp do:
- informacji na temat substancji chemicznych stosowanych w procesie powierzchniowej obróbki metali
 - informacji na temat ryzyka zawodowego
 - kart charakterystyki substancji lub mieszanin chemicznych
 - informacji o środkach bezpieczeństwa, jakie należy podjąć przy pracach z niebezpiecznymi substancjami lub mieszaninami.

Zalecane są okresowe zmiany na stanowiska pracy osób narażonych na duże stężenia substancji niebezpiecznych dla zdrowia. Należy dążyć do ograniczenia liczby osób pracujących w środowisku oddziaływania substancji niebezpiecznych dla zdrowia, a zwłaszcza rakotwórczych i mutagennych.

Badania i profilaktyka

Zakres badania wstępnego

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy i skórę. Badania pomocnicze: zdjęcie rentgenowskie płuc i spirometria.

Zakres badania okresowego

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy i skórę, a w zależności od wskazań badanie dermatologiczne.

Badania pomocnicze: spirometria, a w zależności od wskazań zdjęcie rentgenowskie płuc.

Częstotliwości badań okresowych: co 2-3 lata.

Uwaga

Lekarz przeprowadzający badanie profilaktyczne może poszerzyć jego zakres o dodatkowe specjalistyczne badania lekarskie oraz badania pomocnicze, a także wyznaczyć krótszy termin następnego badania, jeżeli stwierdzi, że jest to niezbędne do prawidłowej oceny stanu zdrowia pracownika lub osoby przyjmowanej do pracy.

Zakres ostatniego badania okresowego przed zakończeniem aktywności zawodowej

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy i skórę, a w zależności od wskazań badanie dermatologiczne.

Badania pomocnicze: zdjęcie rentgenowskie płuc i spirometria.

Narządy (układy) krytyczne

Układ oddechowy i skóra.

Przeciwwskazania lekarskie do zatrudnienia

Przewlekła obturacyjna choroba płuc, nawrotowe zapalenie skóry o charakterze atopowego zapalenia skóry i wyprysku kontaktowego.

Uwaga

Wymienione przeciwwskazania dotyczą kandydatów do pracy. O przeciwwskazaniach w przebiegu zatrudnienia powinien decydować lekarz sprawujący opiekę profilaktyczną, biorąc pod uwagę wielkość i okres trwania narażenia zawodowego oraz ocenę stopnia zaawansowania i dynamikę zmian chorobowych [27].

Zasady doboru i stosowania

Jeżeli ograniczenie zagrożeń w wyniku zastosowania rozwiązań organizacyjnych i technicznych jest niewystarczające, należy zapewnić pracownikom nieodpłatnie środki ochrony indywidualnej,

odpowiednie do rodzaju i poziomu zagrożeń, które pracownik jest zobowiązany bezwzględnie stosować.

Planując zakup i wprowadzenie do stosowania środków ochrony indywidualnej, należy zwrócić uwagę, czy spełniają one następujące wymagania:

- są odpowiednie do istniejących zagrożeń oraz poziomu ryzyka zawodowego
- odpowiadają warunkom panującym na danym stanowisku pracy
- odpowiadają wymaganiom ergonomicznym i są odpowiednie do stanu zdrowia pracownika
- są dopasowane do cech fizycznych pracownika.

Następnie należy porównać cechy dostępnych na rynku środków ochrony indywidualnej z wymaganiami podanymi powyżej.

Udostępniając pracownikom środki ochrony indywidualnej, należy:

- poinformować o istniejących zagrożeniach, przed którymi będą chronić
- zorganizować szkolenia i, jeżeli jest taka potrzeba, pokazy używania tych środków
- zapewnić, aby były stosowane zgodnie ze swoim przeznaczeniem określonym w instrukcji użytkowania (z wyłączeniem szczególnych i wyjątkowych sytuacji).

Pracodawca jest zobowiązany zapewnić pranie, konserwację, naprawę, odpylanie lub odkażanie środków ochrony indywidualnej. Szczegółowe wymagania dotyczące konserwacji poszczególnych typów tych środków są podane w ich instrukcjach użytkowania.

Należy pamiętać, że środki ochrony indywidualnej są przeznaczone do osobistego użytku. Jeżeli okoliczności wymagają noszenia

danego sprzętu przez więcej niż jedną osobę, należy podjąć odpowiednie działania zapewniające, że takie użytkowanie nie stworzy jakichkolwiek problemów zdrowotnych lub higienicznych dla użytkowników.

Pomocnymi materiałami podczas wyboru środków ochrony indywidualnej są katalogi. Wskazane jest również zasięgnięcie opinii samych użytkowników.

Zalecenia szczegółowe dla środków ochrony indywidualnej

Ochrona dróg oddechowych

Nie wymaga się specjalnego zabezpieczenia. Jeżeli istnieje ryzyko narażenia na aerozole lub mgły olejów mineralnych, należy stosować maskę ochronną z pochłaniaczem typu A.

Odzież robocza, ochrona rąk i nóg

Zaleca się stosowanie odzieży ochronnej oraz olejoodpornych rękawic (np. nitrylowych) i obuwia roboczego z podeszwami odpornymi na działanie olejów.

Ochrona oczu i twarzy

Zaleca się stosowanie okularów ochronnych, a w przypadku zagrożenia rozpryskiwaniem – pełnej osłony głowy, twarzy i szyi [12].

1.9. Podsumowanie

Pracownicy wykonujący operacje obejmujące obróbkę powierzchniową metali są narażeni na niebezpieczne dla zdrowia oleje mineralne i ich aerozole. Ponadto oleje i ciecze ch-s zawierają liczne dodatki, których zadaniem jest polepszenie ich właściwości oraz podniesienie jakości

obrabianej powierzchni. Większość substancji chemicznych stanowiących dodatki ma również właściwości niebezpieczne dla zdrowia ludzi.

Ilość zanieczyszczeń i ich stopień szkodliwości dla zdrowia zależy od jakości i rodzaju używanych cieczy ch-s oraz stosowanej metody obróbki powierzchni. Ponieważ ciecze te są mieszaniną wielu związków chemicznych, należy zwracać uwagę na ich skład, jakość, warunki eksploatacji oraz stosować się do zaleceń producenta.

Istotnym czynnikiem emitowanym do powietrza podczas powierzchniowej obróbki metali jest frakcja wdychalna oleju mineralnego. Stopień zagrożenia zdrowia ludzi olejami mineralnymi zależy od stopnia ich rafinacji oraz czystości. Oleje o niskim stopniu rafinacji mogą być przyczyną choroby nowotworowej, natomiast oleje mineralne wysoko rafinowane, z nieistotną zawartością WWA, nie są zaklasyfikowane jako substancje o właściwościach rakotwórczych.

Czynniki chemiczne wymienione w tabeli 1.3, występujące w powietrzu na stanowiskach obróbki powierzchniowej, mogą również stwarzać zagrożenia dla zdrowia pracowników z racji szczególnie niebezpiecznych właściwości (np. rakotwórczych, mutagennych). Dlatego, oceniając ryzyko zawodowe związane z czynnikami chemicznymi, oprócz oznaczenia frakcji wdychalnej olejów mineralnych należy oznaczyć te czynniki chemiczne. Przy podejmowaniu decyzji w tym zakresie, należy wziąć pod uwagę informacje zawarte w karcie charakterystyki substancji lub mieszaniny niebezpiecznej czy w literaturze fachowej lub wykonać analizę jakościową próbki powietrza pobranej na konkretnym stanowisku pracy.

Postęp techniczny w dziedzinie obróbki powierzchniowej metali stwarza nowe możliwości w obszarze bezpieczeństwa i higieny pracy. Jednym z nowych osiągnięć jest zastosowanie nanomiedzi i nanosrebra jako dodatków do cieczy ch-s. Badania podjęte w CIOP-PIB

pokazały, że stosowanie tego typu materiałów może wyeliminować ze środowiska pracy niebezpieczne dla zdrowia ludzi *N*-nitrozoaminy, jednocześnie podnosząc jakość obrabianych powierzchni metali i poprawiając właściwości eksploatacyjne cieczy.

Narażenie pracowników na działanie substancji lub mieszanin chemicznych stwarzających zagrożenia dla zdrowia na stanowiskach obróbki powierzchniowej metali można ograniczyć między innymi przez właściwą organizację pracy, szkolenia, zmianę technologii, zastępowanie niebezpiecznych związków chemicznych mniej niebezpiecznymi, używanie nowoczesnych narzędzi i urządzeń oraz sprawną wentylację ogólną i miejscową. Stosowanie cieczy ch-s nowej generacji poprawia jakość wyrobu i efektywność ekonomiczną produkcji, jest jednocześnie jedną z dróg prowadzących do poprawy warunków pracy na stanowiskach powierzchniowej obróbki metali.

1.10. Piśmiennictwo

1. ACGIH (2010) *Mineral oil, excluding metal working fluids*. Cincinnati, OH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
2. Avila R.F., Abrao A.M. (2001) *The effect of cutting fluids on the machining of hardened*. AISI 4340 steel. J. Mat. Proces. Technol. 119, s. 21-26.
3. Bakunin V.N., Suslov A.Yu., Kuzmina G.N, Parenago O.P., Topchiev A.V. (2004) *Synthesis and Application of Inorganic Nanoparticles as Lubricant Components – a Review*. J. Nanoparticle Research 6(2-3), s. 273-284.

4. Canter N. (2008) *Friction-reducing Characteristics of nano-Boric Acid*. Tribol. Lub. Tech. 64(2), s. 10-11.
5. Cyprowski M., Kozajda A., Zielińska-Jankiewicz K., Szadkowska-Stańczyk I., (2006) *Szkodliwe działanie czynników biologicznych uwalnianych podczas procesów obróbki metali z użyciem chłodziw*. Medycyna Pracy 57(2), s. 39-147.
6. Dąbrowski J.R., Firkowski A., Gierzyńska-Dolna M. (1988) *Ciecze obróbkowe do skrawania metali*. Warszawa, WNT.
7. Domański W., Makles Z. (2002) *Niebezpieczne nitrozoaminy*. Warszawa, CIOP-PIB.
8. Galwas-Zakrzewska M. (2004) *Biocydy w środowisku pracy*. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka 11, s. 26-28.
9. Grzesik W. (1998) *Podstawy skrawania materiałów metalowych*. Warszawa, WNT.
10. IARC (1987) *An Updating of IARC Monographs*. Vol. 1 – 42, suppl. 7. Lyon, France, s. 252-254.
11. Jakubowski M., Starek A., Ludwicki J.K., Knapiek R., Barański B. (1994) *Słownik terminów stosowanych w toksykologii*. Kraków, Wyd. Secesja.
12. Karta Charakterystyki LO 8-0 *Lotos Mineralny SL/CF 15W/40*. Data wydania: 29.09.2006. Aktualizacja: 24.04.2009.
13. Keblinski P., Phillpot S.R., Choi S.U.S., Eastman J.A. (2002) *Mechanisms of heat flow in suspensions of nano-sized particles (nanofluids)*. Int. J. Heat. Mass. Transf. 45, s. 855-863.
14. Klocke F., Eisenblaetter G. (1997) *Dry Cutting Annals CIRP* 46(2), s. 519-526.
15. Kotnarowski A. (2006) *Searching for Possibilities of Lubricating and Cutting Fluids Modification with Copper Micro- and Nanopowders*. Materials Science 12(3), s. 202-208.

16. Lee J.H., Hwang K.S., Jang S.P, Lee B.H., Kim J.H., Choi S., Choi C.J. (2008) *Effective viscosities and thermal conductivities of aqueous nanofluids containing low volume concentrations of Al₂O₃ nanoparticles*. Int. J. Heat. Mass. Transf. 51, s. 2651-2656.
17. Manahan S.E. (1989) *Toxicological chemistry. A guide to toxic substances in chemistry*. Chelsea, Michigan, Lewis Publishers, Inc.
18. Marzec S., Pytko S. (1999) *Tribologia procesów skrawania. Nowe ciecze chłodząco smarujące*. Kraków, AGH.
19. Matthew A., Kalaitzidou K., Melkote S. (2009) *An investigation of graphite nanoplatelets as lubricant in grinding*. Int. J. Machine Tools Manuf. 49, 966-970.
20. Mosleh M., Atnafu N.D., Belk J.H., Nobles O.M. (2009) *Modification of sheet metal forming fluids with dispersed nanoparticles for improved lubrication*. Wear 267, s. 1210-1225.
21. Olszak W. (2000) *Obróbka skrawaniem*. Warszawa, WNT.
22. Pośniak M. (2005) *Ocena ryzyka zawodowego – narażenie na czynniki chemiczne (I)*. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka 7-8, s. 27-31.
23. *Przemysłowe środki smarne. Poradnik*. (2003) Warszawa, Total.
24. Puchalska H. (1985) *Fizjologiczne kryteria i metody prognozowania toksyczności preparatów olejowych*. Prace CIOP, 35 (127), s. 195-211.
25. SCOEL (2011) *Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for aerosols of severely refined mineral oils*. SCOEL/SUM/163 March.
26. Sreejith P.S., Ngoi B.K.A. (2000) *Dry machining: Machining of the future*. J. Mat. Proces. Technol. 101, s. 287-291.
27. Starek A. (2013) *Oleje mineralne wysokorafinowane z wyłączeniem cieczy obróbkowych – frakcja wdychana*. PiMOŚP 2(76), s. 95-120.

28. Trafny EA. (2012) *Skazenie mikrobiologiczne cieczy chłodząco-smarujących i sposoby jego ograniczania*. Obróbka Metalu 4, s. 40-41.
29. TRGS 552: *N-Nitrosamine*. *Sicherheitstechnik* (1996) ESV Erich Schmidt Verlag.
30. Wang W., Liu K., Jiao M. (2007) *Thermal and non-Newtonian analysis on mixed liquid–solid lubrication*. Tribol. Int. 40, s. 1067-1074.

Akty prawne i normy

31. Dyrektywa Rady 98/24/WE z dnia 7 kwietnia 1998 r. w sprawie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników przed ryzykiem związanym ze środkami chemicznymi w miejscu pracy (czternasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG). DzUz L 131 z 5.5.1998, s. 11-23.
32. 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.
33. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 30 grudnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy związanej z występowaniem w miejscu pracy czynników chemicznych. DzU 2005, nr 11, poz. 86, ze zm.
34. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające Dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006. DzUz UE L353, z dn. 31.12.2008.

35. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 33, poz. 166.
36. PN-Z-04008-7:2002/Az1:2004 *Ochrona czystości powietrza – Pobieranie próbek – Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników.*
37. PN-N-18002:2011 *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.*

2. Zagrożenia czynnikami biologicznymi

2.1. Wstęp

Obróbka mechaniczna metali z użyciem cieczy obróbkowych jest pracą przebiegającą z naukowo potwierdzonym narażeniem na szkodliwe czynniki mikrobiologiczne. Szacuje się, że czynności takie może wykonywać w Polsce nawet kilkadziesiąt tysięcy pracowników, zatrudnionych przede wszystkim w przemyśle (według PKD z 2007 r. – sekcja C, działy: 025, 028, 029 i 030). Mikrobiologiczne zanieczyszczenie chłodziw do obróbki metali pociąga za sobą skutki zarówno o charakterze technicznym (rozwój mikroorganizmów w cieczach powoduje zmianę ich właściwości fizyko-chemicznych, czego następstwem jest zwykle skrócenie żywotności chłodziw, zwiększenie kosztów eksploatacji oraz przestoje produkcyjne, związane z wymianą zużytego bądź zanieczyszczonego chłodziwa), jak i zdrowotnym. Kontakt z zanieczyszczonymi mikrobiologicznie chłodziwami bezpośrednio, negatywnie wpływa na zdrowie pracowników, jak również ma określone konsekwencje społeczno-ekonomiczne (m.in. koszty leczenia i odszkodowań, koszty absencji w zakładach pracy).

Ograniczenie tych niekorzystnych zjawisk poprzez wdrażanie odpowiednich działań profilaktycznych jest jednym z najważniejszych elementów działalności służb bezpieczeństwa i higieny pracy. Żeby jednak takie działania mogły być prowadzone, konieczne jest wykonanie – w sposób prawidłowy – oceny ryzyka zawodowego. Uzyskane

tą drogą informacje pozwalają zaplanować długofalową, zintegrowaną strategię w zakresie postępu technologicznego, właściwej organizacji stanowisk pracy, poprawy opieki medycznej nad pracownikami oraz doskonalenia środków ochrony osobistej.

2.2. Definicja i podział cieczy obróbkowych

W procesach **mechanicznej obróbki metali**, takich jak toczenie, frezowanie, wiercenie czy szlifowanie, stosowane są odpowiednie ciecze obróbkowe, zwane także cieczami chłodzącymi lub chłodziwami do obróbki metali. Ich zastosowanie wpływa na zwiększenie wydajności pracy maszyn poprzez zwiększenie prędkości skrawania, poprawę jakości obrabianych powierzchni, przedłużenie żywotności narzędzia skrawającego, zmniejszenie tarcia, zużycia energii oraz odprowadzenie ciepła wytwarzanego podczas obróbki.

Ciecze do schładzania powierzchni obrabianych metali można zakwalifikować do trzech głównych rodzajów: oleje obróbcze, emulsje olejowe oraz ciecze syntetyczne. Najpowszechniej stosowane są emulsje olejowe.

Co to są emulsje olejowe?

To mieszaniny sporządzane z koncentratów, które miesza się z wodą w dowolnym stosunku, w celu uzyskania stabilnej emulsji. Zawartość oleju w koncentracie jest zazwyczaj nie mniejsza niż 60%. Pozostałą część stanowi emulgator i różnego typu dodatki modyfikujące: inhibitory korozji i utleniania, substancje przeciwsuzytowe i przeciwtarciowe, biocydy lub biostaty. W trakcie obróbki z dużymi prędkościami skrawania, przy niewielkich obciążeniach w strefie kontaktu narzędzia z obrabianym materiałem stosuje się emulsje olejowe, zawierające najczęściej od 2% do 8% (v/v) oleju emulgującego.

2.3. Definicja i podział szkodliwych czynników biologicznych

Szkodliwymi czynnikami biologicznymi mogącymi wywoływać zakażenia, alergie lub zatrucia, wg definicji zamieszczonej w rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki, są:

- ▶ drobnoustroje komórkowe, w tym zmodyfikowane genetycznie
- ▶ jednostki bezkomórkowe zdolne do replikacji lub przenoszenia materiału genetycznego, w tym zmodyfikowane genetycznie
- ▶ hodowle komórkowe
- ▶ pasożyty wewnętrzne człowieka.

Ze względu na rodzaj działania chorobotwórczego na organizm człowieka, szkodliwe czynniki biologiczne można podzielić na:

- ▶ czynniki wywołujące choroby zakaźne i inwazyjne (np. wirusy, bakterie, grzyby)
- ▶ alergeny biologiczne (np. cząstki roślinne i zwierzęce)
- ▶ toksyny biologiczne (np. endotoksyny bakteryjne, mikotoksyny)
- ▶ czynniki rakotwórcze (aflatoksyny – toksyny o właściwościach rakotwórczych, wytwarzane głównie przez grzyby *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus*)
- ▶ biologiczne wektory, czyli stawonogi przenoszące zarazki chorób transmisyjnych (np. kleszcze, komary).

W zależności od zdolności wywoływania zakażenia, szkodliwe czynniki biologiczne podzielono na cztery grupy ryzyka zawodowego:

- ▶ grupa 1 – czynniki, które prawdopodobnie mogą być przyczyną chorób u ludzi
- ▶ grupa 2 – czynniki, które mogą wywoływać chorobę u ludzi i mogą być szkodliwe dla pracowników; jest mało prawdopodobne, że występują powszechnie w środowisku; istnieją skuteczne metody profilaktyki i leczenia
- ▶ grupa 3 – czynniki mogące wywołać ciężki przebieg choroby u ludzi i ich obecność jest poważnym zagrożeniem dla zdrowia pracowników; mogą występować powszechnie w środowisku; istnieją skuteczne metody profilaktyki i leczenia
- ▶ grupa 4 – czynniki, które wywołują ciężki przebieg choroby u ludzi i są poważnym zagrożeniem dla zdrowia pracowników; ich obecność w środowisku pracy wiąże się z dużym ryzykiem; brakuje skutecznych metod profilaktyki i leczenia.

Jak możemy się zarazić czynnikami biologicznymi?

- ▶ Drogą powietrzno-pyłową i powietrzno-kropelkową – poprzez wdychanie zakażonego powietrza zawierającego wirusy (np. wirusa grypy), bakterie, grzyby, roztocza.
- ▶ Bezpośrednio przez skórę i błony śluzowe – poprzez kontakt z cieczą obróbkową, przedmiotami, narzędziami zainfekowanymi wirusami (np. wirusem zapalenia wątroby typu B), bakteriami, grzybami (np. drożdżakami wywołującymi drożdżycę paznokci), pasożytami.
- ▶ Drogą pokarmową – poprzez spożycie zakażonych środków spożywczych, połknięcie skażonej cieczy obróbkowej.

2.4. Szkodliwe czynniki biologiczne w cieczach obróbkowych

Obecność wody i substancji organicznych pochodzących z oleju emulgującego powoduje, że w chłodziwach, zwłaszcza tych o dużym stopniu spracowania, mogą rozwijać się mikroorganizmy. Są to przede wszystkim bakterie, ale również grzyby pleśniowe i drożdże. W cieczach obróbkowych mogą być także obecne immunologicznie reaktywne związki pochodzenia mikrobiologicznego, tj. endotoksyny bakteryjne i (1→3)-β-D-glukany. W dotychczas przeprowadzonych, licznych analizach mikrobiologicznych z chłodziw wyizolowano ponad **130 gatunków** mikroorganizmów. W przeważającej większości są to bakterie lub grzyby, które nie powinny stanowić zagrożenia dla pracowników, ale potwierdzono także obecność gatunków o właściwościach potencjalnie chorobotwórczych. W tabeli 2.1 zestawiono listę gatunków bakterii i grzybów najczęściej izolowanych z cieczy obróbkowych wraz z krótką charakterystyką ich oddziaływania na organizm człowieka.

Co to są endotoksyny bakteryjne?

To elementy składowe ściany komórkowej wszystkich bakterii Gram-ujemnych, które wykazują silne działanie prozapalne. W wysokich stężeniach mogą wpływać na obniżenie sprawności wydechowej pracowników, którą można ocenić w badaniu spirometrycznym przy pomocy parametru FEV1.

UWAGA!!! Endotoksyny bakteryjne nie są uwzględnione w klasyfikacji wg rozporządzenia ministra zdrowia z dnia 22.04.2005 r.

Tabela 2.1. Szkodliwe czynniki biologiczne najczęściej izolowane z cieczy obróbkowych oraz ich oddziaływanie na organizm człowieka

Czynnik biologiczny B – bakteria; G – grzyb	Grupa zagrożenia*	Działanie na człowieka
<i>B. Shewanella putrefaciens</i>	1	sporadyczne infekcje dróg oddechowych, źródło endotoksyn
<i>B. Pseudomonas stutzeri</i>	1	jw.
<i>B. Pseudomonas aeruginosa</i>	2	zakażenia ran, stany zapalne dróg oddechowych, zakażenia dróg moczowych, źródło endotoksyn
<i>B. Aeromonas hydrophila</i>	2	zakażenia ran, zatrucia pokarmowe, źródło endotoksyn
<i>B. Bacillus subtilis</i>	2	sporadyczne infekcje narządowe, silne reakcje alergiczne
<i>B. Enterobacter spp.</i>	2	zakażenia ran, zakażenia dróg moczowych, źródło endotoksyn
<i>B. Staphylococcus aureus</i>	2	zakażenia ran, stany zapalne dróg oddechowych, zatrucia pokarmowe, alergie skórne
<i>B. Proteus mirabilis</i>	2	zakażenia dróg moczowych, zakażenia ran, źródło endotoksyn
<i>B. Citrobacter freundii</i>	1	sporadyczne infekcje dróg moczowych oraz dróg oddechowych, źródło endotoksyn
<i>B. Comamonas testosteroni</i>	1	sporadyczne infekcje narządowe, źródło endotoksyn
<i>B. Stenotrophomonas maltophila</i>	1	zakażenia ran, stany zapalne dróg oddechowych, zakażenia dróg moczowych, źródło endotoksyn
<i>B. Micrococcus spp.</i>	1	sporadyczne infekcje narządowe
<i>B. Corynebacterium spp.</i>	2	stany zapalne dróg oddechowych, zakażenia ran
<i>B. Escherichia coli</i>	2	zapalenie okrężnicy, zatrucia, infekcje dróg moczowych, źródło endotoksyn

Tabela 2.1, cd.

Czynnik biologiczny B – bakteria; G – grzyb	Grupa zagrożenia*	Działanie na człowieka
<i>B. Mycobacterium chelonae</i>	2	stany zapalne dróg oddechowych, czynnik etiologiczny alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych (tzw. płuco operatora maszyn)
<i>B. Mycobacterium immunogenum</i>	1	jw.
<i>G. Aspergillus fumigatus</i>	2	aspergilloza płuc, astma, alergiczny nieżyt nosa, źródło (1→3)-β-D-glukanów
<i>G. Candida albicans</i>	2	kandydoza skóry i paznokci, reakcje alergiczne, źródło (1→3)-β-D-glukanów
* klasyfikacja wg rozporządzenia ministra zdrowia z dn. 22.04.2005 r.		

Ciecz obróbkowa podczas pracy maszyn jest poddawana procesowi aerolizacji, co skutkuje generowaniem wokół niej mgły olejowej, na cząstkach której transportowane są czynniki biologiczne – głównie bakterie i endotoksyny. Dzięki temu mikroorganizmy i ich toksyny mogą przenikać do układu oddechowego osób narażonych i niekorzystnie oddziaływać na ich zdrowie.

Co to jest „płuco operatora maszyn”?

To odmiana alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych, którą można zaobserwować u pracowników mających kontakt z mgłą olejową zanieczyszczoną głównie bakteriami z rodzaju *Mycobacterium*.

Typowymi objawami są: gorączka, dreszcze, suchy kaszel, trzeszczenie u podstaw płuc, brak świszczącego oddechu, duszność. Objawy te pojawiają się bardzo szybko – zwykle od 4 do 6 godzin po ekspozycji.

PAMIĘTAJ!!! Gdy zaobserwujesz je u siebie, zgłoś się do lekarza.

2.5. Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne

Należy mieć świadomość, że obecnie **brak** ogólnie akceptowanych kryteriów narażenia na szkodliwe czynniki biologiczne, jak również ogólnie uznanych wartości progowych i zaleceń metodycznych. W związku z tym, zgodnie z rozporządzeniem ministra zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r., ocena ryzyka związanego z narażeniem na czynniki biologiczne **powinna być oceną jakościową**. Schemat prawidłowej oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne przedstawiono w tabeli 2.2.

Co to są wiodące czynniki biologiczne?

To czynniki biologiczne występujące w określonym środowisku pracy, tzn. typowe (charakterystyczne) dla określonych procesów produkcyjnych, technologicznych oraz rozwiązań organizacyjnych.

PAMIĘTAJ!!! Znajomość wiodących czynników biologicznych stanowi podstawę i punkt wyjścia do oceny ryzyka dla zdrowia narażonych pracowników.

Aby ułatwić prawidłowe wykonanie oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne, na końcu niniejszej broszury zamieszczono gotowe do wypełnienia karty oceny ryzyka.

Tabela 2.2. Schemat oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne

Etap oceny ryzyka	Charakterystyka etapu oceny ryzyka
1	Scharakteryzuj dokładnie miejsce pracy, uwzględniając informacje o używanych maszynach i narzędziach, wykonywanych czynnościach, czasie ich wykonywania oraz zastosowanych środkach zapobiegawczych. W szczególności zwróć uwagę na czynności i/lub procesy, którym towarzyszy zwiększone tworzenie się aerozoli (mgły olejowej) oraz istnieje ryzyko skałeczenia.
2	Zidentyfikuj zagrożenia biologiczne na stanowisku pracy. PAMIĘTAJ!!! Obowiązujące prawo umożliwia Ci to w dwojaki sposób: – w oparciu o doniesienia literaturowe i/lub wyniki badań przeprowadzonych w podobnych zakładach pracy, – w oparciu o wyniki badań własnych (ocena narażenia zgodnie z obowiązującymi normami).
3	Posiadasz już listę wiodących czynników biologicznych. Przyporządkuj je do właściwych grup zagrożenia w oparciu o załącznik nr 1 do rozporządzenia ministra zdrowia z 22.04.2005 r. PAMIĘTAJ!!! Uwzględniaj wszystkie oznaczenia dodatkowe, jakie są przypisane danemu czynnikowi.
4	Na podstawie zidentyfikowanych i przypisanych do odpowiednich grup zagrożenia drobnoustrojów oceń stopień zagrożenia dla całego, badanego stanowiska pracy i czynności na nim wykonywanych. Pozwoli Ci to na określenie właściwego stopnia hermetyczności, który umożliwi zastosowanie odpowiednich środków zapobiegawczych.
5	Na podstawie załącznika nr 5 do rozporządzenia ministra zdrowia z 22.04.2005 r. rozważ możliwe do zastosowania w Twoim zakładzie pracy środki zapobiegawcze, które pozwolą ograniczyć ryzyko zawodowe związane ze szkodliwymi czynnikami biologicznymi.
6	Sporządź wymaganą przepisami prawa, odpowiednią dokumentację.
7	Poinformuj pracowników o wynikach wykonanej oceny ryzyka zawodowego.

2.6. Ograniczanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne przy pracach z cieczami obróbkowymi

Pamiętaj!

Możesz eliminować lub ograniczać narażenie na szkodliwe czynniki biologiczne na swoim stanowisku pracy!

Należy pamiętać, iż wszelkie działania profilaktyczne służące ochronie osób zatrudnionych przed czynnikami szkodliwymi, w tym biologicznymi, powinno opierać się na filozofii **STOP**, czyli sposobie postępowania zakładającym zhierarchizowane wprowadzanie środków ochrony pracowników. Przyjmuje się, że najpierw powinno się wprowadzać **S**ystemowe środki ochrony (np. odpowiednie akty prawne), następnie w obrębie poszczególnych zakładów pracy – **T**echniczne i **O**rganizacyjne, zaś na samym końcu – środki ochrony indywidualnej (z ang. **P**ersonal).

Pracodawco!

- Sprawdź, czy istnieją techniczne możliwości zhermetyzowania procesów produkcyjnych poprzez zainstalowanie dodatkowych osłon ograniczających rozprzestrzenianie się mgły olejowej.
- Oceń, czy istnieją realne możliwości technologiczne i finansowe wprowadzenia cieczy syntetycznych, które są bardziej odporne na rozwój mikroorganizmów.
- Oceń, czy istnieją możliwości zastosowania systemów odciągowych i filtracyjnych.

- Dokonuj regularnej kontroli mikrobiologicznej używanych cieczy obróbkowych.
- Podczas okresowej wymiany cieczy obróbkowej w maszynie przeprowadź czyszczenie układów aplikujących chłodziwo.
- Zastosuj jako dodatek do cieczy obróbkowych odpowiedni biocyd.
- PAMIĘTAJ!!! Stosuj tylko środki wpisane do Rejestru Produktów Biobójczych. Stosuj je zgodnie z zaleceniami producenta.
- Dbaj o czystość zbiorników, w których przygotowywane są ciecze obróbkowe.
- Zapewnij pracownikom dostęp do bieżącej wody i środków higienicznych.
- Zapewnij pracownikom czyste miejsce do spożywania posiłków.
- Wprowadź w życie 3-stopniowy plan ochrony skóry.



Ochrona skóry
zgodnie z
danym
zagrożeniem



Czyszczenie skóry
dokładne, ale
delikatne



Pielęgnacja skóry
w celu
zregenerowania
skóry po pracy

- Zapewnij pracownikom dostęp do myjek do oczu na wypadek zachlapania ich cieczą obróbkową.
- Zapewnij pracownikom prawidłowo dobrane środki ochrony indywidualnej, ze szczególnym uwzględnieniem środków ochrony układu oddechowego.

- Zapewnij systematyczne szkolenie pracowników w zakresie ryzyka zawodowego związanego z czynnikami biologicznymi i bezpieczeństwa pracy z tymi czynnikami.
- W celu zwiększenia świadomości pracowników odnośnie do występowania szkodliwych czynników biologicznych w miejscu pracy umieść odpowiedni znak ostrzegający.
- Regularnie aktualizuj ocenę ryzyka zawodowego.



Pracowniku!

Pamiętaj!

Przestrzeganie podstawowych zasad higieny osobistej w prosty sposób chroni Cię przed szkodliwymi czynnikami biologicznymi.

- Myj dokładnie ręce, szczególnie przed spożyciem posiłków oraz przed i po skorzystaniu z toalety (ograniczasz w ten sposób ryzyko zakażenia zarówno siebie, jak i cieczy obróbkowych).
- Nie dotykaj rękoma nosa, ust, oczu i uszu dopóki ich nie umyjesz!!!
- Jeśli musisz wypalić papierosa, rób to czystymi dłońmi.
- Dbaj o higienę rąk stosując się do planu ochrony skóry.
- Stosuj przekazane Ci odpowiednie środki ochrony indywidualnej.
- Utrzymuj w czystości swoje miejsce pracy, zwracając szczególną uwagę na usuwanie wiórów z układów aplikujących ciecz obróbkową.
- Zapoznaj się z kartami charakterystyk stosowanych cieczy obróbkowych oraz dodawanych do nich biocydów.
- Nie trzymaj zabrudzonej odzieży roboczej razem z innymi ubraniami.

- Zgłaszaj natychmiast każde zranienie i chorobę, która według Ciebie może być wynikiem wykonywanej pracy.
- Jeśli zachorujesz, poinformuj koniecznie swojego lekarza, że pracujesz w kontakcie z cieczami obróbkowymi. Taka informacja pomoże lekarzowi postawić prawidłową diagnozę.

2.7. Dokumentacja oceny ryzyka w zakresie czynników biologicznych w zakładzie pracy, w którym odbywa się obróbka powierzchniowa metali z użyciem cieczy obróbkowych

1. Określenie zakresu pracy

Firma:
Dział:
Miejsce pracy/obszar:
Liczba pracowników na tym samym miejscu pracy:
Krótki opis czynności:
Ustalenia/ocena: (kierownik zakładu) Data:
Osoby uczestniczące w ocenie: dr (lekarz zakładowy) (specjalista ds. BHP),, (specjaliści)

2. Zebranie informacji

2.1. Informacje o czynniku biologicznym

Np. bakterie: *Enterobacter aerogenes*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli*; grzyby: *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus*

Jakie czynniki biologiczne występują?					
Lp.	B = Bakterie Fu = Grzyby V = Wirusy Pa = Pasożyty	Czynnik biologiczny	Grupa zagrożenia	Droga przenoszenia	Uwagi (np. działania toksyczne, alergizujące itp.)
1	Fu	<i>Candida albicans</i>			
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
Czy przy ekspozycji mieszanej można określić drobnoustroje wiodące?					

2.2. Informacje o przebiegu prac, procesach pracy i czynnościach

Jak wygląda przebieg prac i proces pracy?	
Gdzie występują czynniki biologiczne?	
Jakie typowe czynności są wykonywane?	
Jak długo trwa czynność i jaki ma przebieg czasowy?	
Jak długotrwałe i jak częste jest narażenie?	
Czy z danej czynności wynikają specjalne drogi przenoszenia?	
Czy istnieją dane dotyczące narażenia pracowników?	np. (wynik pomiaru)

2.3. Informacje o doświadczeniach i praktykach specyficznych dla branży

Jakie są doświadczenia z porównywalnych czynności?	
Czy wystąpiły już zachorowania związane z omawianą czynnością?	

Czy lekarzowi zakładowemu znane są przypadki zachorowań związane z wykonywanymi czynnościami?	
Czy istnieją wyniki badań profilaktycznych z zakresu medycyny pracy?	

3.0. Klasyfikacja rodzaju czynności

Czynności niezamierzone (narażenie na czynniki biologiczne jest efektem ubocznym wykonywanej pracy)

4.0. Ocena czynności

Poziom bezpieczeństwa (stopień hermetyczności)

5.0. Ustalenie działań ochronnych

Przestrzeganie minimalnych wymagań ogólnych środków z zakresu higieny

Ustalenie środków bardziej specyficznych

Działania, które należy przeprowadzić			
Działanie	Uwagi	Wprowadzić do	Wprowadzone
Łatwe do czyszczenia urządzenia i pomieszczenia w obszarze pracy			
Działania służące uniknięciu/zmniejszeniu powstawania aerozoli (np. efektywny wyciąg powietrza przy maszynie wykraczający poza zwykłą wentylację pomieszczenia)			
Udostępnienie warunków i pomieszczeń do mycia pracowników			

Działania, które należy przeprowadzić			
Działanie	Uwagi	Wprowadzić do	Wprowadzone
Oddzielenie przebieralni od stanowisk pracy			
Mycie rąk po przerwaniu/zakończeniu czynności			
Opracowanie planu ochrony skóry łącznie z udostępnieniem odpowiednich środków do ochrony i pielęgnacji skóry			
Oddzielenie pomieszczeń socjalnych od obszarów pracy oraz przechowywanie żywności i napojów poza obszarami pracy			
Okresowe i ew. doraźne czyszczenie odzieży roboczej i środków ochrony indywidualnej			
Oddzielne przechowywanie odzieży zwykłej i odzieży roboczej/środków ochrony indywidualnej			
Regularne (codzienne, ew. częstsze) czyszczenie pomieszczeń/stanowisk pracy			
Czyszczenie przy unikaniu narażenia na czynniki biologiczne			
Zakaz wstępu do pomieszczeń socjalnych, dyżurek i innych pomieszczeń w odzieży roboczej			
Przygotowanie odpowiednich materiałów pierwszej pomocy			
Stosowanie urządzeń zamkniętych/ośloniętych			
Udostępnienie środków ochrony indywidualnej			

Działania, które należy przeprowadzić			
Działanie	Uwagi	Wprowadzić do	Wprowadzone
Budowlane oddzielenie miejsc pracy			
Brak ponownego wykorzystania zużytego powietrza z wyciągu			
Ograniczenie liczby zatrudnionych mających kontakt z czynnikami biologicznymi			
Opracowanie instrukcji obsługi			
Instruktaż dla pracowników zewnętrznych			
Profilaktyczne badania z zakresu medycyny pracy			
Inne działania, które należy przeprowadzić			
Działanie	Uwagi	Wprowadzić do	Wprowadzone
Plan higieny, mycie			
Instruktaż			
Instrukcja obsługi			
Pomiary			

6.0. Kontrola skuteczności działań ochronnych

Czy wprowadzono działania ochronne?		
	Działania ochronne	Uzasadnienie
Jakich działań ochronnych nie wprowadzono		
Jakie działania ochronne planuje się wprowadzić w późniejszym terminie		
Inne:		
Kontrola urządzeń wentylacyjnych		
Czy wprowadzono działania ochronne?		
	Działania ochronne	Uzasadnienie
Okresowe działania ochronne (zależne od pory roku)		
Plan przerw		
Czy ponownie wystąpiły zachorowania/utrudnienia w pracy?		
		Jeżeli tak, powrót do punktu 5.0

2.8. Piśmiennictwo

Kodeks pracy i przepisy wykonawcze

Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 sierpnia 2003 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (DzU nr 169, poz. 1650).

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (DzU nr 81, poz. 716).

Dyrektywy

Dyrektywa Rady 2000/54/EC z dnia 17 września 2000 r. dotycząca ochrony pracowników przed działaniem czynników biologicznych w pracy.

Normy

PN-EN 13098: 2002 *Powietrze na stanowiskach pracy – Wytyczne dotyczące pomiaru zawieszonych w powietrzu mikroorganizmów i endotoksyn.*

PN-EN 14031: 2004 *Powietrze na stanowiskach pracy – Oznaczanie zawieszonych w powietrzu endotoksyn.*