

CIECZE DO OBRÓBKI METALI



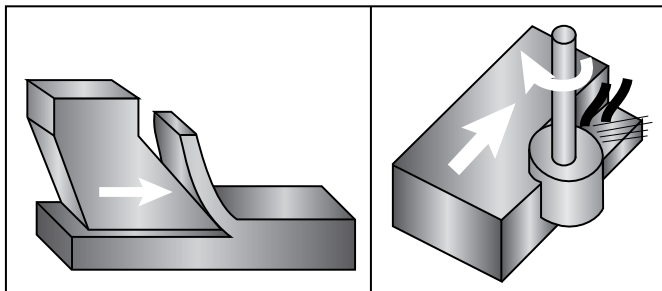
12.1 Obróbka powierzchniowa metali

Obróbka powierzchniowa metali – operacje technologiczne mające na celu otrzymanie z kształtki metalu zamierzonej części wyrobu, poprzez usunięcie nadmiaru materiału narzędziami skrawającymi. Zależnie od geometrii ostrza narzędzia obróbczego, wyróżnia się: obróbkę skrawaniem (wiórową) i obróbkę ścierną.

Obróbka skrawaniem (wiórowa) – proces technologiczny realizowany przy użyciu narzędzi skrawających (noży) o jednym lub więcej ostrzach, o różnych kształtach geometrycznych. W procesie tym skrawana warstwa materiału jest usuwana w postaci wiórów.

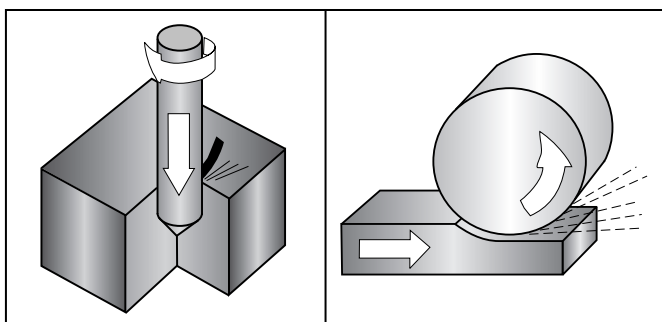
Podstawowymi sposobami obróbki skrawaniem są: toczenie, struganie, dłutowanie (rys. 12.1), frezowanie (rys. 12.2), wiercenie (rys. 12.3), a także: rozwiercanie, przeciąganie i inne procesy obróbki oparte na podobnych zasadach.

Obróbka ścierna – proces technologiczny realizowany przy użyciu ziaren materiału ściernego o mnogiej liczbie ostrzy i bliżej nieokreślonej geometrii.



Rys. 12.1 Toczenie, struganie i dłutowanie

Rys. 12.2 Frezowanie



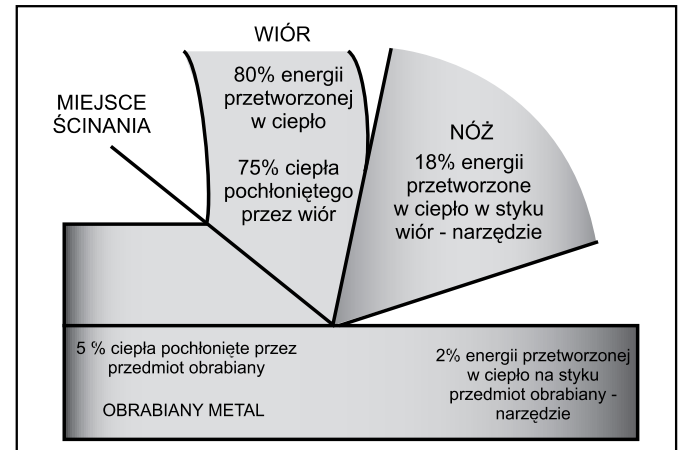
Rys. 12.3 Wiercenie

Rys. 12.4 Szlifowanie

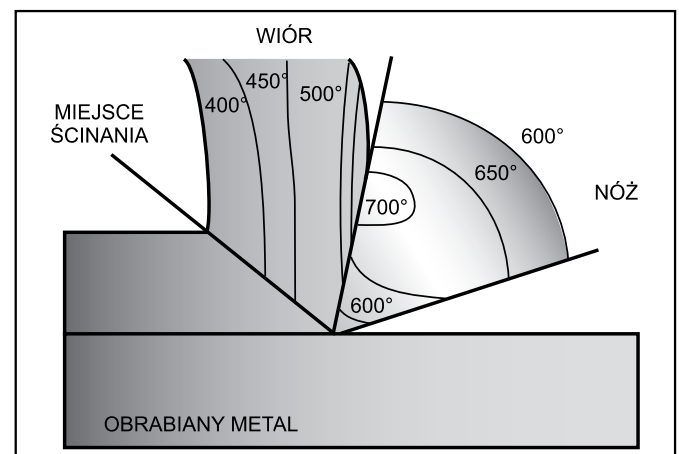
W procesie obróbki ścierniej obrabiana warstwa materiału jest usuwana z pozostałego w postaci mikrowiórów, trudno dostrzegalnych nieuzbrojonym okiem, częściowo podlegających utlenieniu w kontakcie z tlenem z powietrza. Zasadę obróbki ścierniej przedstawia rys. 12.4. Podstawowymi sposobami obróbki ścierniej są: szlifowanie, gładzenie, docieranie, polerowanie itp.

12.2 Chłodzenie

Ocenia się, że podczas procesu skrawania najwięcej energii ulega przetworzeniu w ciepło. Aż 80% ciepła, pochłania wiór. Bilans wydzielanego ciepła przedstawiono na rys. 12.5. Na rys. 12.6



Rys. 12.5 Bilans ciepła podczas procesu skrawania

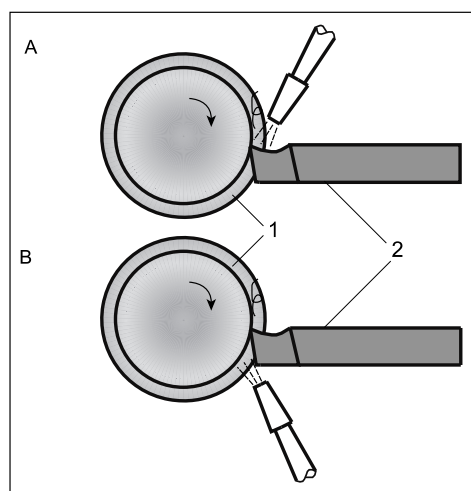


Rys. 12.6 Rozkład temperatury podczas procesu skrawania stali (wg Kronenberg M.: *Machining Science and Application*, Pergamon Press 1996)

przedstawiono rozkład temperatur wióra i narzędzia skrawającego w czasie procesu skrawania stali. Tak wysokie temperatury narzędzia skrawającego mogą być przyczyną jego przyspieszonego zużycia, a także mogą niekorzystnie wpływać na stan warstwy wierzchniej obrabianej powierzchni metalu. Mogą zachodzić procesy utleniania i mikrosparwań, a nawet przemiany krystaliczne warstw położonych głębiej.

W celu obniżenia temperatury ostrzy narzędzi skrawających i zwiększenia w ten sposób ich trwałości, a także w celu obniżenia temperatury powierzchni obrabianego materiału i jego ochrony przed korozją stosuje się chłodzenie: noża, obrabianego materiału oraz przestrzeni obróbki. Do chłodzenia są stosowane ciecze do obróbki metali zwane też cieczami obróbczymi lub cieczami chłodząco-smarującymi.

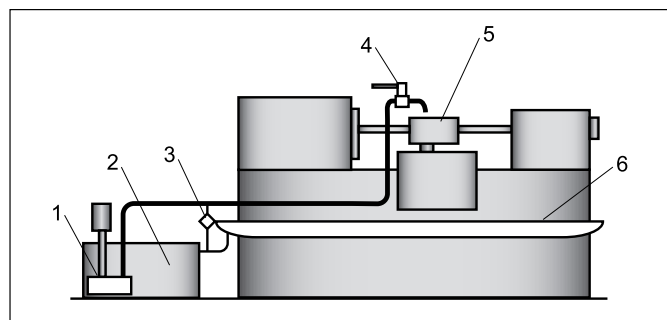
Najczęściej jest stosowane chłodzenie zewnętrzne, polegające na kierowaniu strugi cieczy obróbczej na skrawaną warstwę, powierzchnię natarcia i wiór od góry (rys. 12.7A) lub na powierzchnię przyłożenia ostrza od dołu (rys. 12.7B). W niektórych szczególnych przypadkach jest stosowane chłodzenie wewnętrzne, polegające na podawaniu cieczy obróbczej przez samo narzędzie skrawające.



Rys. 12.7 Sposoby podawania cieczy chłodzących do obszaru skrawania
A - na powierzchnię natarcia i wiór,
B - na powierzchnię przyłożenia ostrza;
1 - obrabiany detal,
2 - narzędzie skrawające,
3 - przewód podający ciecz chłodząco-smarującą

Zasadniczymi częściami typowego systemu chłodzenia wybranej maszyny, przedstawionego na rys. 12.8, są: zbiornik cieczy obróbczej 2, pompa 1, zawór ustalający przepływ 4, zawór przelewowy 3, wanna 6 oraz system przewodów podających ciecz obróbczą 5. Ciecz obróbcza do chłodzonego obszaru jest podawana pompą, poprzez kurek regulujący natężenie przepływu cieczy. W przypadku nadmiernego wzrostu ciśnienia część cieczy wraca do zbiornika poprzez zawór przelewowy. Zanieczyszczona ciecz obróbcza spływa przez siatkę oddzielającą grube wióry, do wanny, w której osadzają się drobne wióry, a następnie do zbiornika.

W dużych zakładach stosujących obróbkę skrawaniem są stosowane urządzenia chłodzące z centralnym zbiornikiem i odstojnikiem. Ciecz obróbcza jest podawana do strefy obróbki poszczególnych maszyn wspólną pompą. W przypadku bardzo dokładnej obróbki (np. szlifowanie dokładnych gwintów, zębów precyzyjnych kół zębatych, honowanie itp.) stosuje się dodatkowe chłodzenie.



Rys. 12.8 Typowy system chłodzenia pojedynczej obrabiarki
1 - pompa, 2 - zbiornik cieczy chłodząco-smarującej, 3 - zawór przelewowy,
4 - kurek do regulacji przepływu, 5 - obrabiana część, 6 - wanna

W przypadku obróbki wiórowej większość wiórów porywanych przez ciecz obróbczą jest zatrzymywana na siatce, natomiast w przypadku szlifowania drobne wióry spływają do zbiornika i są usuwane przy użyciu specjalnych filtrów oraz w czasie okresowego czyszczenia zbiornika. Przy obróbce materiałów magnetycznych w usuwaniu drobnych wiórów są bardzo pomocne specjalne filtry magnetyczne zainstalowane w układzie przepływu cieczy.

12.3 Co to jest ciecz obróbcza?

Jako ciecze obróbcze mogą być stosowane:

- oleje obróbcze,
- emulsje do obróbki metali, zwane chłodziwami lub cieczami chłodząco-smarującymi, otrzymywane przez zmieszanie olejów emulgujących z wodą,
- mikroemulsje,
- ciecze syntetyczne – roztwory substancji chemicznych,
- pasty obróbcze,
- gazy.

W szczególnych przypadkach jako ciecze obróbcze są ponadto stosowane: stopy metali, sole, różnego rodzaju związki organiczne i inne.

Oleje obróbcze są wytwarzane i sprzedawane w stanie gotowym do użycia. Chłodziwa najczęściej są sprzedawane w postaci koncentratów, zawierających obok substancji emulgujących także: dodatki smarnościowe, przeciwkorozyjne, zapobiegające rozwojowi mikroorganizmów, barwniki itp. Stosuje się je jako emulsje, mikroemulsje lub roztwory wodne, o stężeniu koncentratu najczęściej 2... 8%(V/V). W niektórych szczególnych przypadkach koncentraty są stosowane bez rozcieńczania.

12.3.1 Oleje obróbcze

Oleje obróbcze są to oleje o lepkości kinematycznej w temperaturze 40°C w przedziale 10... 800 mm²/s: mineralne, zwierzęce (olej smalcowy) lub roślinne (rzepakowy), niekiedy syntetyczne oraz ich mieszaniny. Rozróżnia się oleje obróbcze zwykłe (chemicznie bierne) i oleje obróbcze aktywowane. Te ostatnie uzyskuje się przez wprowadzenie do zwykłego oleju substancji aktywnych: siarki elementarnej, związków siarki, chloru lub innych. Olej zawierający związki siarki jest nazywany sulfofrezolem, oleje z zawartością chloru (najczęściej chlorowanych parafin) – olejami chlorowanymi. Oleje aktywowane wykazują lepsze właściwości smarne i przeciwzużyciowe, istotne zwłaszcza przy dużych prędkościach obrabiania metalu i dużych naciskach.

Wadą olejów obróbczych jest ich małe ciepło właściwe, co powoduje powolniejsze odprowadzanie ciepła z narzędzia i obrabianego materiału. Oleje obróbcze zwykłe są stosowane w przypadkach, gdy zależy na uzyskaniu dużej dokładności rysy narzędzi skrawających (np.: noży, frezów, ściernic kształtowych). Oleje obróbcze aktywowane są stosowane w przypadkach obróbki materiałów trudno obrabialnych, lub gdy występują bardzo duże naciski między narzędziem i obrabianym materiałem. Zawierają one: inhibitory korozji i utleniania oraz dodatki EP.

Stosuje się także tzw. oleje łatwo lotne (rozpuszczalniki) zawierające lotny rozpuszczalnik, który odparowuje podczas obróbki intensyfikując proces chłodzenia. Rozpuszczalnik jest wychwytywany przez instalację wyciągową, czasami skraplany i zwracany do oleju obróbczego.

12.3.2 Oleje emulgujące (koncentraty) i emulsje olejowe

Oleje emulgujące (koncentraty emulsji) są to oleje o lepkości kinematycznej w temperaturze 40°C, w przedziale 30... 200 mm²/s: mineralne, zwierzęce (olej smalcowy) lub roślinne (rzepakowy), niekiedy syntetyczne oraz ich mieszaniny. Zawartość oleju w koncentracie jest nie mniejsza niż 60%(V/V).

Zawierają one: inhibitory korozji i utlenienia, dodatki EP oraz biocydy.

Emulsje olejowe są otrzymywane z olejów emulgujących (koncentratów), przez ich zmieszanie z wodą średnio twardą (nigdy twardą). Oleje emulgujące mieszają się z wodą w dowolnym stosunku, tworzą stabilne emulsje, koloru mleka. W praktyce eksploatacyjnej stosuje się emulsje olejowe zawierające najczęściej 2... 8%(V/V) oleju emulgującego. W niektórych tylko przypadkach są stosowane emulsje o stężeniu do 10%(V/V). Wielkość cząstek oleju w cieczach chłodząco-smarujących będących emulsjami wynosi, według różnych autorów, 0,1... 20 mikrometrów. Emulsje olejowe znajdują szerokie zastosowanie w przypadkach obróbki z dużymi prędkościami, przy niewielkich obciążeniach w strefie kontaktu narzędzie – obrabiany metal.

12.3.3 Mikroemulsje

Mikroemulsja, zwana niekiedy pseudoemulsją, jest to specyficzny rodzaj stanu skupienia. Składniki mikroemulsji są tak dokładnie zdyspergowane, że tworzą mieszaninę zbliżoną do mieszaniny cząsteczkowej (roztworu). Oznacza to, że każda cząsteczka składnika fazy zdyspergowanej (oleju) znajduje się w odpowiadającym jej otoczeniu fazy ciągłej (wody). Z tego względu mikroemulsje są przezroczyste lub tylko lekko białawe. Czasami są one barwione na różne kolory. W czasie pracy stopniowo stają się nieprzejrzyste.

Niektóre koncentraty cieczy chłodząco-smarujących, obok oleju zawierają składniki syntetyczne – są one nazywane cieczami półsyntetycznymi lub semisyntetycznymi. Koncentraty mikroemulsji lub cieczy półsyntetycznych zawierają olej w ilości poniżej 60%(V/V), najczęściej 10... 40%(V/V) oraz większą zawartość emulgatora. Starsze wersje zawierają azotyny i azotany oraz dietanoloaminę – szkodliwe dla organizmu człowieka.

Mikroemulsje dobrze mieszają się z wodą w dowolnych proporcjach. Można przyjąć, że w każdym punkcie roztworu mikroemulsji są obecne wszystkie składniki koncentratu. Pozwala to na zachowanie właściwości przeciwkorozyjnych i przeciwdziałających rozwojowi mikroorganizmów nawet w bardzo rozcieńczonych roztworach.

Mikroemulsje, w stosunku do emulsji olejowych, mają wiele zalet:

- pozwalają na pracę maszyny z większymi prędkościami skrawania (metale żelazne i kolorowe) – ze względu na zwiększoną zdolność chłodzenia,
- zwiększają trwałość narzędzi skrawających – na skutek likwidacji zjawiska żywienia,
- zwiększają trwałość i niezawodność maszyn – ze względu na lepsze właściwości smarne i przeciwwzręczowe,
- zapewniają nieporównywalnie dłuższą trwałość chłodziwa i nie wymagają stosowania biocydów – ze względu na biostabilność,
- mają lepsze, stabilne w czasie, właściwości przeciwkorozyjne – ze względu na stabilność pH,
- pozwalają na zmniejszenie asortymentu i ograniczenie zapasów – ze względu na wielostronność zastosowań.

Ponadto mikroemulsje mają inne dodatnie cechy:

- charakteryzują się wyjątkową neutralnością dermatologiczną, nie są agresywne względem skóry,
- nie wydzielają nieprzyjemnych zapachów i szkodliwych substancji gazowych,
- nie zawierają składników toksycznych względem ludzi i środowiska naturalnego,
- charakteryzują się małym napięciem powierzchniowym, co gwarantuje dobrą zwilżalność narzędzi i obrabianego materiału,
- rozprzodają się łatwo na powierzchni metalu, tworząc bardzo cienki film smarujący, co pozwala na osiągnięcie prawidłowej obróbki, przy bardzo małym stężeniu koncentratu w chłodziwie,
- unieszkodliwianie zużytego chłodziwa nie stanowi większego

problemu; należy go zubożyć zgodnie z obowiązującymi przepisami i podanymi recepturami,

- łatwo się filtrują.
- Mimo, że ceny mikroemulsji są wyższe niż w przypadku emulsji, ich stosowanie przynosi wymierne efekty ekonomiczne i poprawę warunków pracy personelu.

Średnica kropelek oleju w cieczach chłodząco-smarujących, będących mikroemulsjami wynosi od 0,01 do 0,1 mikrometra.

12.3.4 Roztwory substancji chemicznych

Roztwory substancji chemicznych, zwane czasami syntetycznymi cieczami obróbczymi są sprzedawane w postaci koncentratu specjalnie dobranych substancji chemicznych. Nie zawierają one oleju mineralnego. Ciecze syntetyczne są zestawiane na bazie wody (rozcieńczone do 99,5%), glikoli, produktów kondensacji alkanoamin i kwasu borowego, soli nieorganicznych oraz dodatków typu: inhibitorów korozji i utleniania oraz smarnościowych i EP.

Ze względu na biostabilność i dobre właściwości eksploatacyjne, zastosowanie tego typu cieczy chłodząco-smarujących jest coraz powszechniejsze. Wielkość cząstek w cieczach chłodząco-smarujących, będących cieczami syntetycznymi wynosi 0,001... 0,01 mikrometrów.

Zaletami tego typu cieczy chłodząco-smarujących, w stosunku do mikroemulsji, są także:

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

12.3.5 Pasty

W niektórych przypadkach, np. przy wytłaczaniu lub przy braku w maszynie układu chłodzenia, jako czynnik chłodzący i smarujący są stosowane różnego rodzaju pasty, zawierające drobno zdyspergowane substancje smarujące, jak: grafit, disiarczki molibdenu, azotek boru, tlenki metali (zwane wypełniaczami) i substancje wiążące, np. mydła, parafiny, cerezyny itp. Pasty niekiedy są stosowane jako mieszaniny z wodą lub dodawane do innych cieczy chłodząco-smarujących. Zastosowanie tego typu cieczy obróbczych jest ograniczone do przypadków, gdy występują bardzo duże naciski, w szczególności podczas kształtowania na gorąco.

12.3.6 Gazy

Podczas tzw. obróbki na sucho jako czynnik chłodzący niekiedy są stosowane gazy (chłodziwa gazowe): powietrze, ditlenek węgla w postaci tzw. suchego lodu, otrzymywanego w wyniku rozprężania ciekłego ditlenku węgla, azot oraz inne gazy. Wyróżnia się chłodziwa gazowe: obojętne i aktywne. Tego typu chłodzenie nie jest rozpowszechnione, stosuje się je najczęściej przy obróbce narzędziami skrawającymi wykonanymi ze spiekanych węglików.

12.4 Klasyfikacja cieczy obróbczych

Funkcjonuje wiele klasyfikacji cieczy obróbczych. Większość jest oparta na składzie chemicznym i zastosowaniach. Oficjalna, znormalizowana klasyfikacja polska, wg PN-90/C-96099/10, jest tożsama z klasyfikacją ISO 6743/7:1986.

Według ISO 6743/7:1986, ciecze obróbcze są zaliczane do klasy L (środki smarne – lubricants) i dzielone na 17 rodzajów. Każdy rodzaj ma przydzielony kod literowy, składający się z litery M (Metalworking), który jest symbolem grupy i jednej z liter H lub A, oznaczającej zakres stosowania oraz kolejnych liter alfabetu,

TABELA 12.1 Uproszczona klasyfikacja cieczy obróbczych grupy L-M wg ISO 6743/7

Kod literowy	Wyróżniające właściwości	Zakres zastosowania	Objaśnienia
MHA	Przeciwkorozyjne	Operacje wymagające głównie smarowania. Obróbka metali: skrawaniem, ściernia, elektroerozyjna, tłoczenie, ciągnięcie, wyciskanie, walcowanie na zimno	Oleje obróbcze, używane w stanie nierozcieńczonym, mogą zawierać inhibitory utlenienia lub wypełniacze dla szczególnych operacji kształtowania Dla niektórych zastosowań mogą zawierać wypełniacze
MHB	Jak MHA oraz zmniejszające tarcie		
MHC	Jak MHA oraz poprawione właściwości EP, chemicznie nieaktywne		
MHD	Jak MHA oraz poprawione właściwości EP, chemicznie aktywne dodatki EP		
MHE	Jak MHB oraz poprawione właściwości EP, chemicznie nieaktywne dodatki EP		
MHF	Jak MHB oraz poprawione właściwości EP, chemicznie aktywne dodatki EP		
MHG	Smary, pasty, woski stosowane w stanie pierwotnym lub rozcieńczane cieczą typu MHA		
MHH	Mydła, proszki, stałe środki smarne oraz ich mieszaniny		
MAA	Koncentraty, tworzące z wodą mleczne emulsje o właściwościach przeciwkorozyjnych	Operacje wymagające głównie chłodzenia. Obróbka metali: skrawaniem, ściernia, tłoczenie, kucie, ciągnięcie, cięcie, wyciskanie, walcowanie na zimno i na gorąco	Emulsje olejowe, rozcieńczane wodą W czasie eksploatacji emulsje te mogą być nieprzezroczyste. Dla niektórych zastosowań mogą zawierać wypełniacze
MAB	Koncentraty rodzaju MAA, mające właściwości zmniejszania tarcia		
MAC	Koncentraty rodzaju MAA, mające poprawione właściwości EP		
MAD	Koncentraty rodzaju MAB, mające poprawione właściwości EP		
MAE	Koncentraty, tworzące z wodą mikroemulsje, mające właściwości przeciwkorozyjne		
MAF	Koncentraty rodzaju MAE mające właściwości zmniejszania tarcia i poprawione właściwości EP		
MAG	Koncentraty tworzące z wodą przezroczyste roztwory mające właściwości przeciwkorozyjne		
MAH	Koncentraty rodzaju MAG mające właściwości zmniejszania tarcia i/lub poprawione właściwości EP		
MAI	Smary i pasty, stosowane w postaci mieszaniny z wodą		

TABELA 12.2 Klasyfikacja cieczy obróbczych wg DIN 51 385

Nr	Nazwa	Oznaczenie	Określenie
0	Ciecz chłodząco-smarująca	S	Substancje do chłodzenia, smarowania i częściowego oddzielania, stosowane w obróbce materiałów
1	Nie mieszające się z wodą	SN	Do stosowania bez mieszania z wodą (oleje obróbkowe)
2	Mieszające się z wodą	SE	Do stosowania po zmieszaniu z wodą (koncentraty)
2.1	Posiadające tendencję do emulgowania	SEM	Mogące tworzyć niejednorodną emulsję układu woda - olej(koncentraty)
2.2	Emulgujące	SES	Mogące tworzyć jednorodną emulsję układu woda - ole (koncentraty)
2.3	Rozpuszczalne w wodzie	-	Zdolne tworzyć z wodą mieszaniny i roztwory. Przy czym, obok właściwych roztworów mogą powstawać mikroemulsje
3	Zawierające wodę	SEW	Mieszaniny z wodą (gotowe do stosowania)
3.1	Emulsje typu olej w wodzie	SEMW	Emulsja zmieszana z wodą (gotowa do natychmiastowego stosowania)
3.2	Emulsje typu woda w oleju	SESW	Emulsja zmieszana z wodą (gotowa do natychmiastowego stosowania)
3.3	Roztwory	-	Roztwór wodny (gotowy do natychmiastowego stosowania)

oznaczających rodzaj cieczy obróbczej. Symbol grupy może być uzupełniony liczbą oznaczającą klasę lepkościową wg ISO 3448 (PN-78/C-96098).

Uproszczoną klasyfikację cieczy obróbczych grupy L-M przedstawiono w tabeli 12.1.

Klasyfikacja ISO nie znalazła jeszcze pełnej aprobaty wśród producentów i użytkowników cieczy obróbczych. W Niemczech, Polsce i niektórych innych krajach, w dalszym ciągu w powszechnym użytkowaniu jest klasyfikacja niemiecka wg DIN 51 385, którą przytoczono w tabeli 12.2. Jest ona oparta o ogólną klasyfikację ujętą w DIN 51 502, odmienną od klasyfikacji ISO 6743/7:1986.

12.5 Funkcje cieczy obróbczych

Do podstawowych funkcji spełnianych w procesie obróbki metali przez ciecz obróbczą, zalicza się:

- chłodzenie narzędzia skrawającego,
- chłodzenie obrabianego przedmiotu,
- smarowanie w strefie styku ostrza narzędzia skrawającego z obrabianym materiałem i wiórem,
- zmniejszenie współczynnika tarcia,
- poprawę jakości obrabianej powierzchni (dzięki właściwościom smarnym cieczy obróbczej),
- usuwanie wiórów z obszaru obróbki,
- ochrona powierzchni obrabianego materiału przed korozją.

W wyniku stosowania właściwych cieczy obróbczych, uzyskuje

TABELA 12.3 Podział cieczy obróbczych ISO-L-M, według zastosowania do operacji obróbki metali

Kod literowy	Skrawane	Obróbka ścierna	Obróbka elektroizolacyjna	Tłoczenie	Wyciąganie, zgniatanie obrotowe	Ciągnięcie drutu	Kształtowanie, kucie matrycowe	Walcowanie
MHA	P		P					P
MHB	P			P	P	P	P	P
MHC	P	P		P		D	D	
MHD	P			P				
MHE	P	P		P	P			
MHF	P	P		P				
MHG				P		P		
MHH						P		
MAA	P			P				D
MAB	P			P		P	D	P
MAC	P			D		D		
MAD	P			P	P			
MAE	P							
MAF	P	D						
MAG	D	P		D			P	P
MAH	P	P					P	
MAI				P		P		

P - zastosowanie podstawowe, D - zastosowanie dopuszczalne

się zwiększenie wydajności maszyn do obróbki metali poprzez: zwiększenie prędkości skrawania, poprawę jakości obrabianych powierzchni, przedłużenie żywotności narzędzia skrawającego, zmniejszenie tarcia i zużycia energii oraz odprowadzenia wytwarzanego ciepła.

12.6 Podstawowe właściwości użytkowe

Normy ISO 6743-7 i PN-78/C-96098/10 ustalają również podział cieczy obróbczych według zastosowań. Klasyfikację tę przytoczono w tabeli 12.3.

Zastosowania, podane w tabeli 12.3, należy traktować jako informacje ogólne. Nie wyczerpują one innych możliwości zastosowań. Profesjonalni użytkownicy mogą dokonać doboru cieczy obróbczych do innych, niż podane, operacji obróbki metali. Ponadto, poszczególni producenci cieczy obróbczych, przez stosowanie specjalnych dodatków uszlachetniających rozszerzają niekiedy zastosowania oferowanych cieczy.

12.7 Skład cieczy obróbczych

Skład chemiczny cieczy obróbczych jest zróżnicowany, w zależności od ich przeznaczenia i wymaganych właściwości eksploatacyjnych. Podany dalej skład olejów obróbczych i koncentratów cieczy chłodziwo-smarujących, stosowanych w mieszaninach z wodą, jest pewnym uproszczeniem. Poszczególni producenci, na podstawie wyników badań własnych laboratoriów i doświadczeń eksploatacyjnych, ciągle udoskonalają skład swoich cieczy obróbczych.

Oleje obróbcze (do obróbki skrawaniem): baza mineralna, roślinna lub syntetyczna oraz dodatki, których skład jest zależny od przewidywanego zastosowania oleju. Oleje obróbcze nie zawierają wody i nie tworzą z nią trwałych emulsji.

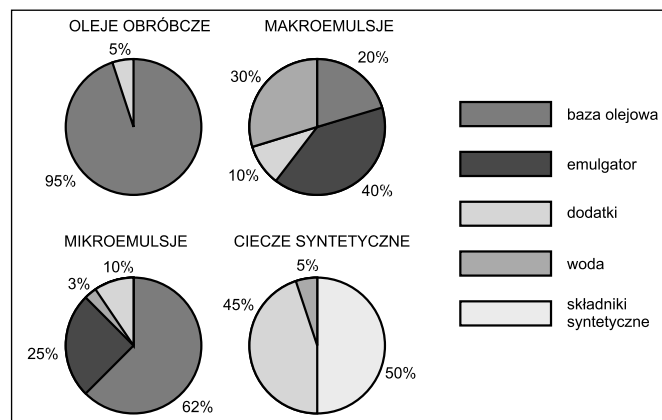
Koncentraty emulsji oraz ciecze półsyntetycznych: stanowią mieszaninę bazy olejowej: rafinowanego oleju mineralnego, zwierzęcego, roślinnego, syntetycznego oraz emulgatora i różnych substancji chemicznych, tworzących z wodą roztwory lub mieszaniny tych substancji, w doświadczalnie określonych proporcjach oraz dodatków: przeciwkorozyjnego i biocydu lub biostatu, prze-

ciwuzyciowego, EP, inhibitora utlenienia a także innych, zależnie od przeznaczenia emulsji. Koncentraty tego typu zawierają wodę i tworzą z nią trwałe, mleczne emulsje wodne (ciecze chłodziwo-smarujące). Emulsje, sporządzone na bazie cieczy półsyntetycznych mogą być przezroczyste lub lekko opalizujące.

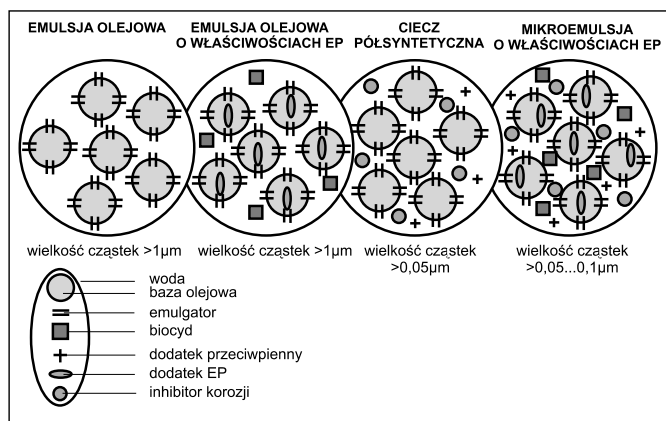
Koncentraty mikroemulsji: baza olejowa w której skład wchodzi: rafinowany olej mineralny, roślinny lub syntetyczny lub ich mieszaniny, emulgator, biostabilne składniki syntetyczne oraz dodatki, zależnie od przeznaczenia mikroemulsji. Koncentraty tego typu zawierają wodę i tworzą z nią trwałe, przezroczyste emulsje wodne (mikroemulsje).

Koncentraty cieczy syntetycznych: obok bazy, najczęściej wody, zawierają składniki syntetyczne aktywne chemicznie, powodujące zmiany na powierzchni miedzi i jej stopów w odróżnieniu od składników nieaktywnych, które takich zmian nie powodują oraz pakiet dodatków. Koncentraty tego typu zawierają wodę i tworzą z nią trwałe, przezroczyste roztwory. Składniki cieczy syntetycznych są biostabilne i z tego względu, na ogół nie zawierają biocydów.

Pasty, na ogół składają się ze stałego środka smarnego, wypełniacza (np. grafitu, disiarczku molibdenu, mydeł i soli metali, tlenków metali itp.). Stałe środki smarne są dodawane w celu poprawienia właściwości smarnych w procesach obróbki metali, w których występują szczególnie duże naciski, np. w procesach



Rys. 12.9 Porównanie składu chemicznego olejów obróbczych i koncentratów cieczy obróbczych



Rys. 12.10 Porównanie budowy różnych typów cieczy chłodząco-smarujących

kształtowania i w operacjach na gorąco. Niekiedy pasty są dodawane do innych cieczy obróbczych lub są emulgowane z wodą.

Porównanie składu poszczególnych cieczy: olejów obróbczych,

koncentratów olejów emulgujących (makroemulsji), koncentratów mikroemulsji i cieczy syntetycznych przedstawia rys. 12.9, natomiast porównanie struktury różnych rodzajów emulsji przedstawia rys. 12.10.

Skład chemiczny typowych cieczy obróbczych przedstawiono w tabeli 12.4. Należy zdawać sobie sprawę z faktu, że skład wielu firmowych cieczy obróbczych jest ściśle chroniony. Wyjątkiem są substancje, które mogą stanowić zagrożenie dla środowiska naturalnego lub użytkownika w przypadku użycia niezgodnego z przeznaczeniem. Są one wówczas podawane w udostępnianych przez producentów „Kartach charakterystyki preparatu”.

Zasadniczymi różnicami między emulsjami, otrzymywanymi z olejów emulgujących i mikroemulsjami jest wielkość cząstek fazy olejowej oraz związane z tym różnice we właściwościach. W emulsjach olejowych cząstki oleju mają średnicę > 1 µm, natomiast średnica cząstek w mikroemulsjach zawiera się w granicach 0,01... 0,1 µm. Wielkość cząstek cieczy syntetycznych jest oceniana na < 0,01 µm.

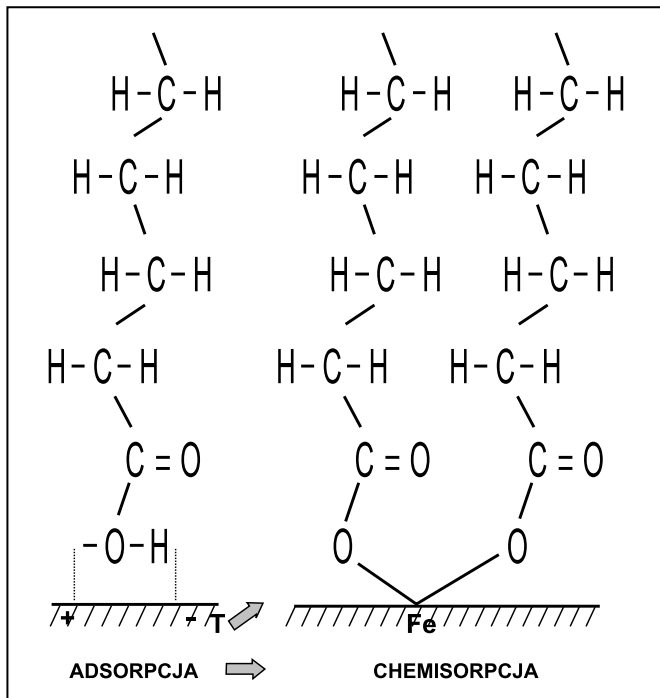
Według współczesnych poglądów, skład chemiczny chłodziwa

Tabela 12.4 Skład chemiczny cieczy obróbczych

Składniki	Oleje obróbcze	Makroemulsje i mikroemulsje	Ciecze syntetyczne
Baza	Olej mineralny, oleje tłuszczowe, produkty uwodornienia kwasów tłuszczowych	Olej mineralny, oleje tłuszczowe, estry, produkty uwodornienia kwasów tłuszczowych	Glikol etylenowy, Glikol propylenowy
Emulgatory	–	Mydła (sole kwasów tłuszczowych), sulfoniany sodowe, produkty hydrolizy tłuszczów roślinnych i zwierzęcych	–
Stabilizatory	–	Wyższe alkohole	–
Składniki biostatyczne	–	Estry, alkanolaminy i sole kwasu borowego, estry kwasów karboksylowych	Estry, alkanolaminy i sole kwasu borowego, estry kwasów karboksylowych, estry fosforanowe
Dodatki przeciwpienne	–	Krzemiany, silikony	Krzemiany, silikony
Dodatki alkalizujące	–	Aminy	Aminy
Dodatki smarńociowe i lepkościowe	–	–	Poliglikole, kwasy tłuszczowe, alkanolamidy
Substancje natłuszczające, (polarne)	Tłuszcze zwierzęce i roślinne, oleje syntetyczne	Tłuszcze zwierzęce i roślinne, oleje syntetyczne	–
Dodatki 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 rdzewienia	Sulfoniany wapnia i baru	Odpowiednie aminy	Odpowiednie aminy
Inhibitory korozji miedzi i jej stopów	Benzotriazol	Benzotriazol	Sole kwasów organicznych i metali alkalicznych, związki siarki i fosforu
Dodatki przeciwmgienne	Poliizobutyleny	Etery poliglikolowe	–
Stale substancje smarne	Grafit, siarczek molibdenu	Grafit, disiarczek molibdenu, proszki szlifierskie	–
Biocydy	–	Fenole, aminy	Fenole, aminy, hydroksyloaminy
Barwniki	Typu tłuszczowego	Typu tłuszczowego lub wodorozpuszczalne lub pigmenty	Wodorozpuszczalne
Dodatki zapachowe	Olejki zapachowe	–	–

TABELA 12.5 Podział cieczy obróbczych na grupy MH, według składu i właściwości wg ISO 6743/7

Kod literowy	Skład cieczy		Właściwości		Objaśnienia
	Rafinowane oleje mineralne	Inne	Zmniejszanie tarcia	Podwyższone właściwości smarne (EP)	
	lub ciecze syntetyczne			chemicznie nie aktywne EP chemicznie aktywne EP	
MHA	+				
MHB	+		+		
MHC	+			+	
MHD	+				+
MHE	+		+	+	
MHF	+		+		+
MHG		+			Smary
MHH		+			Mydła



Rys. 12.11 Mechanizm działania dodatków przeciwozryziowych (AW) – adsorpcja i przeciwzatarciowych (EP) – chemisorpcja

powinien być opracowany zgodnie z zasadami obowiązującymi w tzw. „cyklu życia” (*life cycle*)¹.

Skład cieczy obróbczych ma istotne znaczenie dla ich zastosowań. Powiązanie między składem cieczy grupy M wg ISO 6743/7-1986 i PN-90/C-96099/10, a zastosowaniem przedstawiono w tabeli 12.5.

W praktyce eksploatacyjnej cieczy obróbczych, istotne znaczenie mają właściwości przeciwozryziowe (AW) oraz przeciwzatarciowe (EP). W celu uzyskania odpowiednich właściwości AW i EP stosuje się dodatki. Mechanizm ich działania polega na tworzeniu na powierzchni metalu, mniej lub bardziej trwale przylegającego filmu olejowego. Dodatki AW są związane z powierzchnią metalu siłami adsorpcji i/lub chemisorpcji, a dodatki EP siłami chemisorpcji – tworzą z atomami metalu związki chemiczne, jak to pokazano na rys. 12.11. W pewnych warunkach adsorpcja może przechodzić w chemisorpcję. W tabeli 12.6 przedstawiono podział cieczy obróbczych grupy M (emulsje i roztwory), według składu i właściwości przeciwozryziowych i przeciwzatarciowych.

Współczesne chłodziwa, obok składników gwarantujących właściwości funkcjonalne, zawierają także składniki przeciwdziałające rozwojowi mikroorganizmów, są to tzw. biostatyczne substancje, nie podlegające przyswajaniu przez mikroorganizmy i hamujące procesy ich rozwoju oraz biocydy – toksyczne dla mikroorganizmów (patrz p. 12.9.2 i 12.13).

¹ Patrz: Gawrońska H., Górski W.: Analiza cyklu życiowego cieczy eksploatacyjnych, Paliwa, Oleje i Smary w Eksploatacji, 33, 1997.

Biostaty są to składniki cieczy obróbczych, głównie olejów emulgujących i koncentratów mikroemulsji, zapobiegające rozwojowi mikroflory. Składniki biostabilne, w wielu przypadkach spełniają również rolę emulgatorów, inhibitorów korozji i utleniania itp. Stosowanie biostatów w składzie emulsji pozwala na wydłużenie ich czasu pracy. W odróżnieniu od biocydów nie wymagają one uzupełniania.

Powszechnie stosowanym składnikiem biostabilnym są estry (estry boranowe) lub inne pochodne kwasu borowego oraz inne związki boru. W ostatnich latach jako składniki biostabilne są stosowane estry i inne pochodne kwasów karboksylowych.

Niektóre składniki chłodziw wykazują działanie uczulające, toksyczne, a nawet rakotwórcze. Bardziej szczegółowe omówienie związanych z tym problemów, przedstawiono w p. 12.13.

12.8 Procesy biologiczne

W chłodziwach, stosowanych w procesach obróbki metali, często rozwijają się mikroorganizmy. Intensywność ich rozwoju zależy od składu chłodziwa i warunków użytkowania. Warunkiem niezbędnym rozwoju mikroorganizmów jest obecność wody oraz węglowodorów lub innych substancji organicznych, jak: tłuszcze, estry itp. Rzadziej są one spotykane w olejach obróbczych, chociaż i tam może znajdować się woda, pochodząca np. z kondensacji pary wodnej. Znacznie częściej zakażenie mikroorganizmami występuje w emulsjach wodno-olejowych, gdzie znajdują one wszelkie składniki niezbędne do rozwoju. Rozwój mikroorganizmów w cieczach syntetycznych jest bardzo powolny lub całkowicie wyhamowany. Rozwój mikroorganizmów jest poważnym problemem przemysłu metalowego, z którym chemicy, z różnymi skutkami, walczą już kilkadziesiąt lat.

12.8.1 Rodzaje mikroorganizmów

W chłodziwach stwierdza się obecność: bakterii, grzybów nitkowych, grzybów pleśniowych i drożdży. Najczęściej są spotykane:

- bakterie: *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Caliform bacilli*, *Escherichia coli*, *Desulfovibro*;
- grzyby, drożdże: *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Candida*.

Niekiedy, w określonych warunkach, rozwijają się również:

- organizmy chorobotwórcze: *Streptococci*, *Straphylococci*, *Salmonella*, *Dermatophytes*.

Mikroorganizmy, występujące w chłodziwach, dzieli się również na:

- aerobowe (tlenowe) – pobierające niezbędny do metabolizmu tlen z powietrza, rozpuszczonego w wodzie,
- anaerobowe (beztlenowe) – realizujące procesy metabolizmu na drodze fermentacji; do ich rozwoju tlen nie jest potrzebny; odpowiadają one głównie za degradację mikrobiologiczną emulsji olejowych.

Mikroorganizmy na ogół nie są wprowadzane do chłodziwa wraz koncentratem, lecz rozwijają się w trakcie jego użytkowania. Rozwój mikroorganizmów stwierdza się nawet w chłodziwach,

TABELA 12.6 Podział cieczy obróbczych grupy M, według składu i właściwości - emulsje i roztwory

Kod literowy	Typ cieczy				Podstawowe właściwości		Objaśnienia
	Emulsje	Mikro-emulsje	Roztwory	Inne	Zmniejszanie zatarcia	Podwyższone właściwości EP	
MAA	+						
MAB	+				+		
MAC	+					+	
MAD	+				+	+	
MAE		+					
MAF		+			+	i / lub +	
MAG			+				
MAH			+		+	i / lub +	
MAI				+			Smary, pasty

uznawanych za biostabilne, aczkolwiek następuje on po dłuższych okresach eksploatacji.

Istnieją również mikroorganizmy pobierające tlen z zawartych w chłodziwie związków chemicznych, takich jak: azotany i siarczany.

Substancjami będącymi pożywką dla mikroorganizmów, są organiczne związki węgla, głównie węglowodory oraz związki: azotu, fosforu i siarki.

Rozwojowi mikroorganizmów sprzyja temperatura, w przedziale 20... 30°C oraz pH = 6... 8,5. Bakterie preferują górny zakres tego przedziału, natomiast grzyby dolny. Rozwój mikroorganizmów przy pH > 9 jest bardzo powolny, stąd większość współczesnych cieczy obróbczych zawierających w swoim składzie wodę, jest utrzymywane na poziomie pH > 9.

12.8.2 Źródła zakażeń

Źródłami zakażenia chłodziw najczęściej są:

- woda używana do sporządzania emulsji. Woda pitna zawiera do 10² kolonii mikroorganizmów/ml. Wody powierzchniowe mogą zawierać znacznie większe ilości kolonii;
- skupiska osadów, gromadzące się w martwych przestrzeniach układu chłodzenia. Skupiska te można usunąć jedynie poprzez zastosowanie specjalnych środków dezynfekująco-myjących, przy wymianie chłodziwa;
- brud i zanieczyszczenia, przedostające się do układu z obrabianych detali i otoczenia;
- zarodniki, znajdujące się zawsze w powietrzu.

12.8.3 Skutki rozwoju mikroorganizmów

Efektom rozwoju mikroorganizmów w układzie chłodzenia jest stopniowy rozkład składników chłodziwa.

Towarzyszą temu następujące objawy:

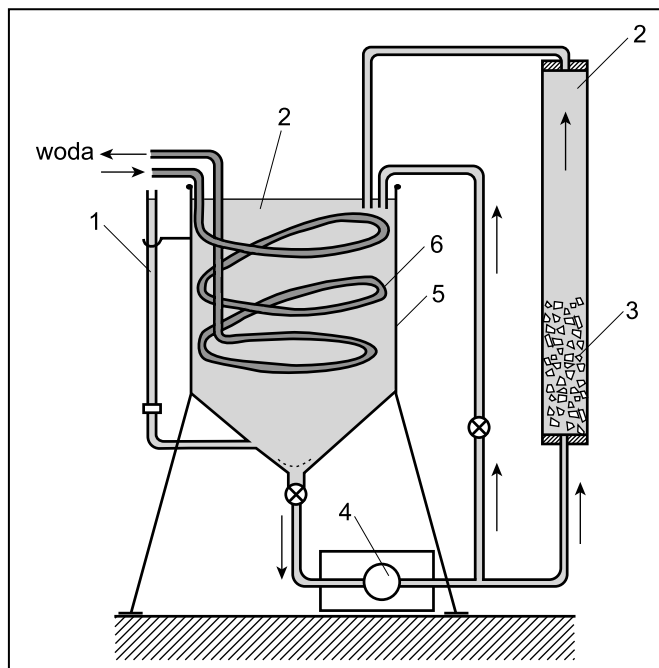
- zmniejszenie pH chłodziwa,
- zwiększanie mikrokropelek fazy zawieszanej (oleju), a w konsekwencji utrata stabilności emulsji i wydzielanie się oleju (rozwarstwianie emulsji),
- pogorszenie właściwości smarnych chłodziwa,
- pogorszenie jakości obrabianych powierzchni,
- zwiększenie agresywności korozyjnej chłodziwa, w wyniku zwiększania się stężenia kwaśnych produktów metabolizmu mikroorganizmów, takich jak: kwas mlekowy, kwas octowy, kwas mrówkowy,
- wydzielanie przez chłodziwo nieprzyjemnego zapachu, na skutek wydzielania się zredukowanych, lotnych związków siarki i azotu. Jest to szczególnie często wyczuwalne po okresie przestojów produkcyjnych (sobota, niedziela),
- pogarszanie się warunków higieny pracy; powstawanie uczuleń i infekcji wśród pracowników,
- zatykanie filtrów w układach cyrkulacyjnych przez skupiska drożdży i grzybów.

Powyższe objawy skutkują skróceniem żywotności chłodziw, zwiększeniem kosztów eksploatacji, przestojami produkcyjnymi, związanymi z wymianą chłodziwa.

12.8.4 Kontrola mikrobiologiczna chłodziw

Kontrola mikrobiologiczna chłodziw w układzie jest zalecana z powodu konieczności podjęcia odpowiednich działań, mających na celu zapobieganie rozwojowi flory bakteryjnej i grzybów, w czasie umożliwiających przeciwdziałanie destrukcji chłodziwa. Do tego celu zaleca się stosować zanurzeniowy test płytkowy dla bakterii i grzybów, szczegółowo opisany w p. 12.10.4.

Jednym z istotnych elementów kontroli mikrobiologicznej jest także kontrola pH chłodziwa. Niewłaściwa dla chłodziwa wartość pH świadczy o rozcieńczeniu lub nadmiernym zateżeniu koncentratu, a szybkie zmniejszanie pH świadczy o rozwoju mikroorganizmów i powinno być sygnałem do podjęcia procedur zaradczych.

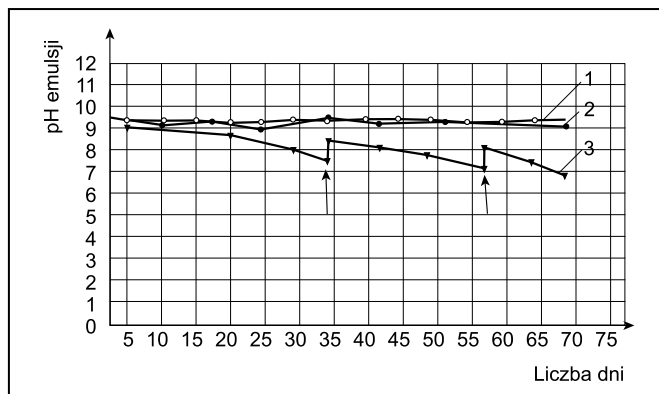


Rys. 12.12 Stanowisko do badań mikrobiologicznej stabilności cieczy chłodząco-smarujących

1 – poziomowskaz, 2 – badana cieć chłodząco-smarująca, 3 – kulki szklane i wióry, 4 – pompa, 5 – zbiornik cieczy chłodząco-smarującej, 6 – chłodnica wodna

Nowoczesne chłodziwa, przed ich wprowadzeniem do obrotu i eksploatacji są szczegółowo badane, m. in. pod kątem ich biostabilności. Badania takie są wykonywane na specjalnych stanowiskach (rys. 12.12), modelujących rzeczywiste, dynamiczne warunki pracy.

Badane chłodziwo zadaje się specjalnie dobranymi bakteriami, symulującymi zakażenia w rzeczywistym środowisku panującym w obrabiarce. Na stanowisku, chłodziwo (emulsja) w temperaturze 37°C, cyrkuluje w warunkach sprzyjających rozwojowi bakterii. Test ten trwa kilka tygodni, nawet kilka miesięcy, aż do osiągnięcia określonego poziomu zakażenia. Przykładowe wyniki badań mikroemulsji oraz emulsji olejowej na takim stanowisku, w rzeczywistych warunkach pracy, przedstawiono na rys. 12.13. O braku rozwoju mikroorganizmów w badanej cieczy chłodząco-smarującej świadczy stabilność pH.



Rys. 12.13 Przykładowe wyniki dynamicznych badań stabilności mikrobiologicznej emulsji poprzez pomiar pH

1 – biostabilna cieć chłodząco-smarująca, badana na stanowisku wg rys. 12.12, 2 – ta sama cieć w praktycznej eksploatacji, 3 – cieć obróbcza nie biostabilna (strzałkami oznaczono: czyszczenie, dodatek biocydu i koncentratu)

12.8.5 Pielęgnacja chłodziw

Pielęgnacja chłodziw ma na celu przeciwdziałanie skażeniom mikrobiologicznym i rozwojowi mikroflory. Sprowadza się ona do działań zapobiegawczych, związanych z higieną produkcji oraz interwencyjnych, polegających na wprowadzeniu do chłodziwa specjalnych środków chemicznych (biocydów), niszczących zarodniki mikroorganizmów i przeciwdziałających ich rozwojowi.

Zasady właściwej pielęgnacji chłodziwa:

- układy cyrkulacyjne powinny być wykonane tak, aby nie występowały przestrzenie martwe. W takich przestrzeniach gromadzą się zarodniki mikroorganizmów, skazujące nowe chłodziwo,
- w dużych układach kanały obiegowe powinny być zabezpieczone przed dostawaniem się do nich kurzu i zanieczyszczeń z hal fabrycznych i atmosfery,
- zanieczyszczenia stałe powinny być usuwane z chłodziwa w sposób ciągły, przy użyciu: filtrów siatkowych, filtrów taśmowych, filtrów przegrodowych, hydrocyklonów, separatorów itp.,
- układy w których znajduje się chłodziwo powinny być skutecznie wentylowane i napowietrzane, co zapobiega rozwojowi mikroorganizmów beztlenowych,
- przed wymianą chłodziwa układy powinny być myte i dezynfekowane,
- środki odkażające (biocydy) używane do odkażania chłodziw powinny być dodawane w optymalnym stężeniu. Zbyt małe stężenie biocydu może doprowadzić do uodpornienia mikroorganizmów na ich działanie, a w efekcie do szybkiego rozwoju mikroorganizmów szczególnie odpornych na działanie biocydu. Stężenie zbyt duże może działać uczulająco na personel i podwyższa koszty odkażania,
- stosowane środki odkażające powinny mieć szerokie spektrum działania na różne grupy mikroorganizmów; najlepiej gdy pochodzą z renomowanych firm mających duże doświadczenie w produkcji tego typu środków,
- środki odkażające należy stosować okresowo, zgodnie z zaleceniami instrukcji stosowania lub bazując na wynikach badań i obserwacji, tak aby nie dopuścić do zakażenia układu,
- należy stosować koncentraty chłodziw dobrej jakości, właściwie zabezpieczone mikrobiologicznie (zawierające w swoim składzie biostaty) na etapie produkcji,
- personel powinien być odpowiednio przeszkolony, aby nie dopuszczać do zanieczyszczenia chłodziw i skażenia układów.

12.8.6 Mycie i odkażanie

Dobre efekty w przeciwdziałaniu skażeniom mikroorganizmami daje mycie i odkażanie układu. Zaleca się je przeprowadzać przed każdą wymianą chłodziwa.

Jedynym racjonalnym sposobem właściwego przygotowania układu do wymiany chłodziwa jest następujące postępowanie:

- całkowite zlanie zużytego chłodziwa,
- usunięcie możliwie dokładnie nagromadzonych osadów,
- umycie układu wodnym roztworem środka myjąco-odkażającego.

TABELA 12.7 Objawy i skutki niewłaściwej jakości olejów obróbczych

Podstawa oceny	Objawy	Diagnoza	Skutki i działania zaradcze
Wygląd	Mętny olej, mgła w otoczeniu maszyny	Olej zawiera wodę	Ryzyko niewłaściwej jakości wyrobu, korozja: • zapobiegać zawodnieniu oleju • odwodnić olej
Woda > 0,02%	Drastyczne obniżenie jakości wyrobu		• wyeliminować źródło wody • zlać odstój ze zbiornika oleju
Zwiększenie lepkości oleju o więcej niż 15 % i liczby kwasowej więcej niż 1 mg KOH/g	Charakterystyczny zapach utlenionego oleju, podwyższenie temperatury oleju	Utlenienie oleju	Ryzyko powstawania nierówności i rys: • wymienić olej, jeśli liczba kwasowa osiągnie wartość >4 mgKOH/g
Obniżenie temperatury zapłonu oleju o więcej niż 30°C – jeśli liczba kwasowa oleju nie uległa istotnej zmianie	Objawy utlenienia oleju jak pociemnienie, i charakterystyczny zapach	Rozkład ogólny oleju, obróbka z prędkością poza dozwolonym limitem	Ryzyko powstawania nierówności i rys: • wymienić olej • zmniejszyć prędkość obróbki
	Zapach rozpuszczalnika	Olej zawiera rozpuszczalnik	Ryzyko pożaru • wymienić olej
Uszkodzenia obrabianego detalu	Rysy i odkształcenia	Obróbka z prędkością poza dozwolonym limitem Olej nieprzystosowany do stosowanej prędkości obróbki	Ryzyko niewłaściwej jakości wyrobu: • zmniejszyć prędkość obróbki

Roztwór środka myjąco-odkażającego może być również wprowadzony do starego chłodziwa, na okres od 6 do 24 h, lub jeżeli to możliwe na dłużej, przy włączonej cyrkulacji.

12.9 Sposoby pielęgnacji chłodziw

12.9.1 Objawy niewłaściwej jakości chłodziw

Niewłaściwa jakość cieczy obróbczej może mieć wiele przejawów, jak: korozja obrabianych metali, zła jakość powierzchni, działanie toksyczne na organizm pracowników lub uczulające na ich skórę, odstręczający zapach i wiele innych. Obserwowana zła jakość cieczy obróbczej może być spowodowana niewłaściwym doborem jakości cieczy do procesu technologicznego, ale również wynikiem niechlujstwa personelu. Znajomość objawów pozwala na podjęcie właściwych środków zaradczych.

Objawy niewłaściwej kondycji olejów obróbczych przedstawiono w tabeli 12.7, a emulsji wodno-olejowych w tabeli 12.8.

12.9.2 Środki odkażające (biobójcze)

Pielęgnację chłodziw w czasie ich eksploatacji prowadzi się poprzez dodawanie środków odkażających, tzw. biocydów. Środki te nie powinny oddziaływać niekorzystnie na człowieka (nie mogą uczulać, być toksyczne).

Ponadto od środków odkażających wymaga się następujących cech, ważnych z eksploatacyjnego punktu widzenia:

- nie powinny reagować z obrabianymi powierzchniami metali,
- nie powinny reagować ze składnikami chłodziw ani pogarszać ich podstawowych właściwości,
- nie powinny wydzielać przykrego zapachu,
- nie powinny barwić skóry i obrabianych powierzchni,
- powinny ulegać biodegradacji przy dużym rozcieńczeniu.

Współczesne biocydy są to substancje chemiczne o działaniu biobójczym (bakteriobójczym, grzybobójczym, pleśniobójczym). Najszersze zastosowanie znajdują środki o szerokim spektrum działania, jednocześnie niszczące wszystkie grupy mikroorganizmów. Ich działanie powinno być rozciągnięte w czasie i trwać aż do wprowadzenia kolejnej porcji, co poprawia ekonomikę ich stosowania.

Od środków biobójczych wymaga się niemal natychmiastowego działania. Powinny one szybko niszczyć żyjące w chłodziwie mikroorganizmy, a także ich zarodniki. Tym samym hamują proces wytwarzania enzymów, rozkładających oleje. Powodują one zahamowanie rozwoju mikroorganizmów, w wyniku oddziaływań

TABELA 12.8 Objawy i skutki niewłaściwej jakości emulsji wodno-olejowych oraz środki zaradcze

Parametr	Częstotliwość i metody kontrol	Objawy	Przyczyny	Następstwa	Zalecenia
Wygląd	Codziennie, wzrokowo	Śluz w oleju	Atak grzybów	Mała trwałość emulsji, klejenie się	Wymienić emulsję, wy czyszczyć i odkazić układ chłodzenia
		Obecność stałych zanieczyszczeń	Awaria systemu filtra cyjnego	Zła jakość wyrobu, krótka żywotność narzędzi	Sprawdzić system filtra cji i podjąć działania naprawcze
		Zabrudzenie powierzchni chłodziwa olejem	Przedostawanie się ole ju obcego, uszkodzenie uszczelnień	Mała trwałość emulsji, zła ochrona przeciwkorozyjna, niebezpieczeństwo rozwoju mikroorganizmów	Odseparować olej, sprawdzić i naprawić uszczelnienia
Zapach	Codziennie	Nieprzyjemny zapach chłodziwa	Rozwój mikroflory	Mała trwałość emulsji, niewłaściwe proporcje koncentratu i wody, obecność obcych olejów	Zastosować biocyd, unikać zanieczyszczenia emulsji, oczyścić układ
Pienienie	Wzrokowo, codziennie podczas pracy	Pienienie się emulsji	Zbyt twarda woda	Wypływanie emulsji ze zbiornika	Doraźnie stosować dodatek przeciwpienny, stosować wodę o wymaganej twardości
Stężenie koncentratu odnosić do karty wyrobu lub wymagań procesu technologicznego	Współczynnik załamania światła (patrz p. 10.5) lub metodą wysalania (patrz p. 10.6)	Większe niż wymagane	Straty wody w wyniku odparowania, niewłaściwe proporcje koncentratu i wody	Pojawienie się zapachu, niskie pH, mała trwałość emulsji, korozja obrabianych materiałów, objawy skórne u personelu	Zmniejszyć stężenie emulsji
Odczyn (pH)	W zależności od procesu i stosowanego chłodziwa: codziennie lub dwa razy na tydzień	Mniejsze niż wymagane; pH – mniejsze niż 8,8 jest groźne	Niewłaściwe proporcje koncentratu i wody	Zła ochrona przeciwkorozyjna, niebezpieczeństwo rozwoju mikroorganizmów, zła jakość wyrobów, krótka żywotność narzędzia skrawającego	Zwiększyć stężenie
	Pełhametr lub papierki wskaźnikowe,	pH powyżej wymaganego	Użycie niewłaściwego koncentratu lub środka czyszczącego, za duża zawartość biocydów,	Zła jakość wyrobu, objawy skórne u personel	Wymienić lub rozcieńczyć emulsję
		pH poniżej wymaganego o 0,5 jednostki	Podejrzanie o rozwój mikroorganizmów (sprawdzić testem mikrobiologicznym)	Może nastąpić dalszy rozwój mikroorganizmów	Dodać biocyd
		pH poniżej wymaganego o więcej niż 1 jednostkę	Rozwój bakterii, zbyt małe stężenie koncentratu	Korozja wyrobów, mała trwałość emulsji, tworzenie się nitrozoamin	Dodać stężonej emulsji, zastosować biocyd
Skażenie mikroorganizmami	Testy mikrobiologiczne (patrz p. 10.4) kontrola 1 do 2 razy w miesiącu lub w przypadku zaobserwowania innych objawów	Bakterie powyżej 10 ⁴ kolonii/litr, grzyby i drożdże powyżej niewielkiej obecności	Rozwój mikroorganizmów, małe stężenie koncentratu, zmniejszenie stężenia biocydów	Przykry zapach, mała zasadowość (zbyt niskie pH), mała trwałość emulsji, korozja obrabianych materiałów i objawy skórne u personelu	Dodać stężonej emulsji, dodać biocyd. W przypadku rozwoju grzybów lub drożdży odkazić układ przy użyciu środków myjących i wymienić płyn emulsji
Zawartość azotynów	Test na azotyny (patrz p. 10.8) - kontrola raz na tydzień	Zawartość azotynów powyżej 20mg/l lub azotanów powyżej 50 mg/l	Rozwój bakterii, przedostanie się z wodą azotanów lub azotynów, obecność olejów obcych, kontakt emulsji ze spalinami z atmosfery lub z powierzchni obrabianego materiału	Obecność amin drugorzędowych powoduje powstanie nitrozoamin	Częściowa wymiana emulsji, kontrola stężenia nitrozoamin, wprowadzenie do emulsji inhibitorów korozji
Ślady korozji na żeliwie i stali	Test Forda lub Herberta (patrz p. 10.7)	Wynik badania > 0 (w niektórych uzasadnionych przypadkach >1)	Niewłaściwie dobrany koncentrat, pH niższe od wymaganego procesem technologicznym	Korozja wyrobów z żeliwa i stali	Dobrać właściwy koncentrat zawierający inhibitory korozji, dodać inhibitor korozji, postępować jak podano przy pH

na istotne dla życia mikroorganizmów procesy fizjologiczne. Jako składniki biostatyczne najczęściej są stosowane rozpuszczalne w olejach estry kwasu borowego (estry boranowe) oraz inne związki boru. Jako biocydy jest stosowana grupa organicznych związków chemicznych lub mieszanin takich związków. Wyklucza się związki niekorzystnie oddziałujące na organizm (np. wydzie-

lające formaldehyd, tworzące nitrozoaminy – działające rakotwórczo), a w szczególności na skórę człowieka. Produkty ich przemian chemicznych i mikrobiologicznych również nie mogą wykazywać działania toksycznego, rakotwórczego, uczulającego itp. np. w USA jako biocydy do stosowania są dopuszczone zaledwie 22 związki chemiczne i 8 mieszanin. Z tych względów jako biocydy należy

stosować substancje produkowane przez renomowane firmy. Są one na pewno dokładnie sprawdzone pod względem toksykologicznym. Problemy toksyczności biocydów omówiono w p. 12.13.

12.9.3 Konserwacja chłodziw

Konserwacja chłodziw ma na celu zapobieganie zakażeniu emulsji i układu oraz odkażanie zakażonych już emulsji. Zapobieganie skażeniom chłodziw uzyskuje się również poprzez stosowanie chłodziw biostabilnych, odpornych na rozwój mikroorganizmów oraz przez utrzymanie chłodziwa w czystości.

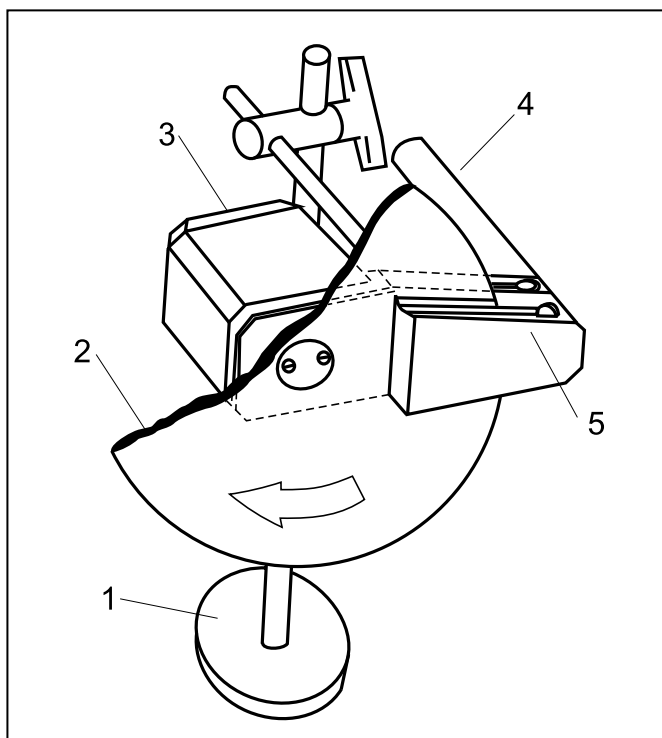
W tym zakresie zaleca się następujące działania:

- okresowy monitoring jakości chłodziwa i podejmowanie działań korygujących w przypadkach zaobserwowanych odchyłach od wartości normatywnych i typowych,
- utrzymywanie cieczy w czystości: usuwanie obcych olejów, usuwanie wiórów, zapobieganie przedostawaniu się zanieczyszczeń z otoczenia.

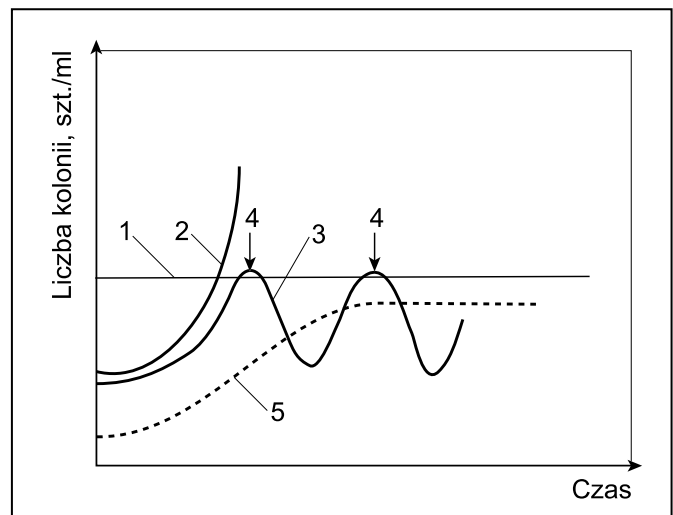
Usuwanie obcych olejów wygodnie jest przeprowadzać przy użyciu specjalnego urządzenia. Schemat tego urządzenia przedstawia rys. 12.14. Działanie urządzenia polega na ciągłym wychwytywaniu obcego oleju z powierzchni emulsji przez obracającą się tarczę, z której olej jest usuwany zbierrakiem do specjalnego pojemnika.

- odkażanie cieczy, zbiorników i układu.

Odkażanie chłodziw polega na wprowadzeniu do nich środków odkażających. Wymaga się, aby środki odkażające działały natychmiastowo, ponieważ po środek biobójczy sięga się wówczas, gdy proces rozwoju mikroorganizmów jest zaawansowany. Ze względu na zróżnicowaną jakość środków biobójczych, częstotliwość ich dodawania i ich ilości są zróżnicowane. Zależą od skuteczności działania biocydów i skuteczności biostatycznej składników cieczy chłodziwo-smarującej. Wpływ mają również czynniki eksploatacyjne jak: stosowana technologia, higiena produkcji, czystość układu, a przede wszystkim jakość koncentratu. Przedziały czasowe między wprowadzaniem kolejnych porcji biocydu wahają się od tygodnia do kilku miesięcy.



Rys. 12.14 Urządzenie do usuwania obcych olejów z powierzchni emulsyjnej cieczy obróbczych
1 – statyw, 2 – tarcza zbierająca olej, 3 – silnik napędzający tarczę zbierającą, 4 – odprowadzenie oleju, 5 – zbierrak



Rys. 12.15 Porównanie stabilności mikrobiologicznej różnych rodzajów chłodziw
1 – poziom naturalny, 2 – chłodziwo klasyczne bez dodawania biocydów, 3 – chłodziwo klasyczne z dodawaniem biocydów, 4 – moment wprowadzenia biocydu, 5 – chłodziwo biostabilne (mikroemulsja)

Właściwe stosowanie środków odkażających może w istotny sposób wpłynąć na ekonomikę produkcji. W kalkulacji należy również uwzględnić koszt przestojów, związanych z wymianą chłodziwa, koszty sporządzania nowego i utylizacji zużytego chłodziwa oraz ewentualnego obniżenia jakości wyrobów.

Porównanie przebiegu rozwoju mikroflory w chłodziwach, stanowiących emulsje, bez uzupełniającego dozowania biocydów i z okresowym dozowaniem biocydów oraz biostabilnych mikroemulsji, przedstawia rys. 12.15. Należy zauważyć, że w chłodziwie bez dodatku biocydu rozwój mikroorganizmów jest nieograniczony, aż do wyczerpania substancji odżywczych.

12.9.4 Nadzorowanie stężenia emulsji

W czasie pracy, z różnych względów, stężenie koncentratu w emulsji może ulec zmianie. Ponieważ stężenie koncentratu w emulsji jest specjalnie dobierane (optymalizowane) zależnie od obrabianego metalu oraz typu stosowanych procesów obróbczych, powinno ono podlegać okresowej kontroli.

Kontrola zawartości koncentratu polega na pomiarze współczynnika załamania światła, przy użyciu refraktometru. W celu obliczenia aktualnego stężenia emulsji, bezpośrednio odczyty z refraktometru należy pomnożyć przez współczynnik korygujący, zazwyczaj podawany w karcie wyrobu. Współczynniki korygujące są różne dla emulsji, sporządzonych z różnych rodzajów koncentratów. Podane przykładowo współczynniki korygujące odnoszą się wyłącznie do określonej emulsji. Należy je ustalać odrębnie dla każdego gatunku cieczy obróbczej. Jeżeli stężenie koncentratu jest większe niż wymagane, należy dodać wody, a jeżeli mniejsze, należy dodać nowej emulsji o dużym stężeniu. Należy unikać dodawania koncentratu bezpośrednio do emulsji znajdującej się w zbiorniku maszyny. Ponowne ustalenie stężenia emulsji przywraca również właściwe pH.

12.10 Laboratoryjne metody badań

Kontrola jakości koncentratów i cieczy chłodziwo-smarujących, częściowo jest wykonywana standardowymi metodami właściwymi dla olejów smarnych (np. cieczy hydraulicznych), a częściowo metodami specyficznymi dla tej grupy cieczy eksploatacyjnych. Użytkowników najbardziej interesują metody badań stosowane bezpośrednio podczas eksploatacji cieczy chłodziwo-smarujących, bardziej szczegółowo opisane w p. 12.10.3 – 12.10.9.

12.10.1 Standardowe metody badań

Podstawowe, laboratoryjne metody kontroli jakości koncentratów, w wielu przypadkach polegają na oznaczeniu znormalizowanych parametrów, stosowanych w badaniach olejów smarnych:

- barwa,
- gęstość w temp. 15°C,
- lepkość kinematyczna w temp. 40°C,
- temperatura zapłonu,
- liczba kwasowa,
- liczba zmydlenia,
- właściwości smarne,
- działanie korodujące na miedź,
- odporność na pienienie,

W szczególnych przypadkach cieczy stosowanych do obróbki wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością badana jest zawartość benzenu i węglowodorów aromatycznych.

12.10.2 Specyficzne metody badań

Obok typowych metod standardowych, zostały opracowane i są powszechnie stosowane metody specyficzne, nie stosowne w przypadku innych cieczy eksploatacyjnych. Zestawienie metod badań specyficznych dla tej grupy cieczy eksploatacyjnych, przedstawia tabela 12.9.

Do celów kontroli wybranych parametrów, szczególnie istotnych ze względów eksploatacyjnych, poszczególne firmy dysponują specjalnymi, walizkowymi zestawami testów.

TABELA 12.9 Specyficzne metody badań koncentratów i roztworów cieczy chłodząco-smarujących

Właściwości	Metody badań	
	Producentów (francuskie)	Inne
Mętność	CNOMO D 651692	
Mieszalność z wodą	CNOMO D 655202	
Rezerwa alkaliczna	CNOMO D 601704	PN-85/C-04066 ASTM D 2896 ASTM D 974 NFT 60112
Wartość pH	CNOMO D 151666	PN-89/C-04963 DIN 51369
Współczynnik załamania światła	CNOMO D 651667	PN-81/C-04952
Stężenie metodą wysalania		DIN 51368
Trwałość w czasie przechowywania	CNOMO D 695201	
Test korozyjności materiałów żelaznych	CNOMO D 635200	PN-92/M-55789, DIN 51360, IP 287
Test korozyjności materiałów nieżelaznych (aluminium, miedź, mosiądz, brąz)	CNOMO D 635223	
Odporność na pienienie w obiegu	CNOMO D 655212	
Odporność na żywienie	CNOMO D 651663	
Kontrola mikrobiologiczna		NF M - 07070
Azotany i azotyny		PN-73/C-04576 DIN 38 405
Twardość wody		PN-71/C-04554

Uwaga! Przed zastosowaniem norm sprawdzić ich aktualność.

12.10.3 Stężenie jonów wodorowych – pH

Istotnym parametrem, określającym jakość chłodziw, stanowiących emulsje wodno-olejowe lub roztwory wodne jest ich odczyn (zasadowość lub kwasowość), przeważnie określane poprzez podanie pH (patrz p. 4.10.7) roztworu.

Pomiar odczynu chłodziw najczęściej jest wykonywany kolorymetrycznie, przy użyciu tzw. papierka wskaźnikowego. Pomiar polega na porównaniu zabarwienia papierka wskaźnikowego zwilżonego chłodziwem z barwną skalą wzorców, której odpowiednie barwy oznaczają określone pH. Dokładność pomiaru pH przy użyciu papierka wskaźnikowego nie zawsze jest wystarczająca do celów praktyki użytkowania chłodziw.

Znacznie dokładniejsze wyniki pomiarów można uzyskać przy użyciu potencjometrycznie pehametrów laboratoryjnych lub przenośnych.

12.10.4 Kontrola mikrobiologiczna

Do kontroli mikrobiologicznej chłodziwa podczas pracy stosuje się specjalne zestawy, w skład których najczęściej wchodzi:

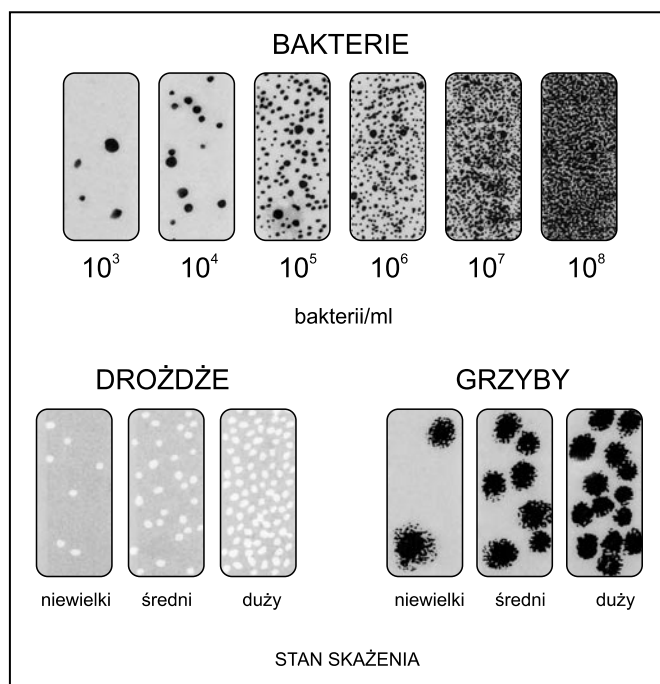
- pojemnik z płytką testową (dip slide) pokrytą odpowiednimi pożywkami,
- pojemnik z ciekłą pożywką,
- strzykawka,
- wzorce.

Strona jaśniejsza płytki testowej służy do wykrywania obecności bakterii, a strona ciemniejsza do wykrywania obecności drożdży i grzybów. Wszystkie składowe części zestawu, istotne dla wyniku oznaczania, są sterylne.

Oznaczenie polega na pobraniu próbki badanej cieczy, jej ujednorodnieniu poprzez wytrząsanie, a następnie pobraniu 2 ml ujednorodnionej próbki przy użyciu strzykawki i przeniesieniu tej porcji do pojemnika, zawierającego ciekłą pożywkę. Do tej mieszaniny należy włożyć płytkę testową i energicznie wytrząsnąć 10 razy. Płytkę testową przenosi się następnie do naczynia, w którym była umieszczona pierwotnie (niektóre zestawy do mikrobiologicznej kontroli emulsji wodno-olejowych, nie przewidują stosowania rozcieńczania i ciekłej pożywki).

Skażone płytki inkubuje się przez 48 godzin (bakterie) lub 96 godzin (drożdże i grzyby) w temperaturze 27... 30°C. Po czasie inkubacji porównuje się liczbę powstałych na płytkach kolonii mikroorganizmów ze wzorcami (rys. 12.16). Liczbę kolonii bakterii w 1 ml chłodziwa określa się poprzez pomnożenie przez 10, liczby wynikającej z wzorca. Mnożnik wynika z rozcieńczenia próbki. W przypadku pomiaru bez rozcieńczania, mnożnika nie należy stosować.

Stan skażenia drożdżami i grzybami określa się jako: niewielki, średni lub duży.



Rys. 12.16 Wzorce ilości mikroorganizmów

12.10.5. Współczynnik załamania światła

Pomiar współczynnika załamania światła cieczy chłodząco-smarujących wykonuje się przy użyciu refraktometrów laboratoryjnych lub polowych (patrz p. 4.24), poprzez naniesienie kropelki badanej cieczy na pryzmat urządzenia pomiarowego i naprowadzeniu pokręteł krzyża siatki na linię podziału. Odczyt wartości współczynnika załamania światła następuje na skali, najczęściej umieszczonej w okularze przyrządu. Do celów korekty składu cieczy chłodzących jest wystarczające stosowanie refraktometru typu polowego.

W przypadku większości emulsji zależność między stężeniem emulsji a współczynnikiem załamania światła jest liniowa, co przykładowo dla emulsji sporządzonych z różnych koncentracji pokazano na rys. 12.17. Prostoliniowa zależność pozwala w praktyce eksploatacyjnej na określenie stężenia S koncentratu w emulsji, na podstawie wzoru (12.1):

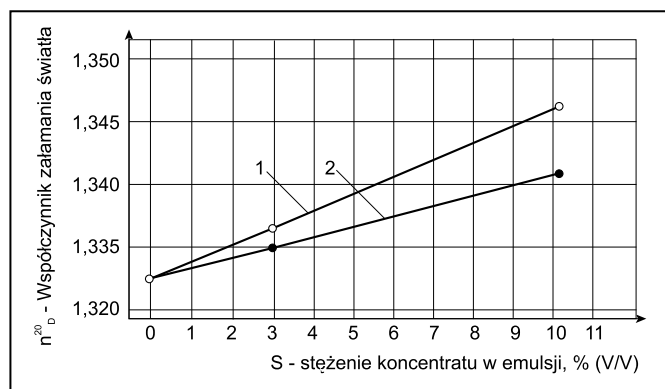
$$S = n_{D}^{20} \cdot W \quad (12.1)$$

gdzie:

n_{D}^{20} – współczynnik załamania światła badanej emulsji wodno-olejowej,

W – korygujący współczynnik refraktometryczny, podawany w kartach katalogowych.

Należy brać pod uwagę fakt, że dokładny wynik pomiaru

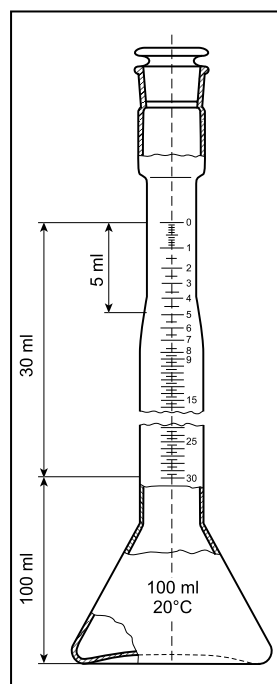


Rys. 12.17 Zależność współczynnika załamania światła od stężenia koncentratu dla przykładowo wybranych emulsji
1 – emulsja olejowa, 2 – emulsja semisyntetyczna

uzyskuje się w przypadku emulsji świeżo sporządzonych. Dokładność pomiaru maleje w miarę zanieczyszczenia emulsji.

12.10.6 Pomiar stężenia metodą wysalania

W praktyce eksploatacyjnej, często stosowaną metodą kontroli stężenia jest metoda wysalania. Zasada metody polega na wprowadzeniu do 100 ml emulsji, umieszczonej w specjalnej kolbie pomiarowej wg DIN 51368 (rys.12.18) 30 ml 50% kwasu siarkowego, wymieszaniu i wygrzaniu mieszaniny w temperaturze 95°C, w czasie 8 godzin. Po schłodzeniu kolby odczytuje się ilość wydzielonego oleju. Stężenie koncentratu w emulsji oblicza się, mnożąc otrzymany wynik przez współczynnik wysalania, właściwy określonemu gatunkowi koncentratu.



Rys. 12.18 Kolba do wysalania wg DIN 51368

12.10.7 Działanie korodujące na stopy żelaza

Ważną właściwością cieczy obróbczych jest brak działania korodującego na stopy żelaza. Do oceny są stosowane dwie stosunkowo proste, znormalizowane metody: Herberta i Forda. Zasada obu metod jest podobna. W przypadku metody Herberta, polega na przetrzymaniu przez 24 h w określonych warunkach płytki żeliwnej z nałożonymi wiórkami stalowymi, zwilżonymi badaną cieczą i następnie ocenie stanu skorodowania powierzchni płytki. W przypadku metody Ford-Test, zasada metody polega na przetrzymaniu przez 2 h, w określonych warunkach bibuły filtracyjnej z nałożonymi wiórkami żeliwnymi, nasączonymi badaną cieczą i następnie ocenie stanu powierzchni bibuły. W obu metodach stan skorodowania jest oceniany na podstawie wielkości powierzchni, na której wystąpiły ślady korozji, wyrażonej w %. Obie metody odnoszą się do siedmiostopniowych skal stopnia skorodowania. W których 0 - oznacza brak korozji, a 6 - bardzo silne działanie korodujące.

12.10.8 Test na azotyny (nitrozoaminy)

Powody, dla których kontrola nitrozoamin jest niezbędna, omówiono szerzej w p. 12.13. Bezpośrednie oznaczanie nitrozoamin wymaga specjalnej aparatury i jest długotrwałe. Z tych względów dostępne metody oznaczania nie są przydatne w praktyce eksploatacyjnej. Nitrozoaminy mogą występować w cieczy obróbczej tylko wówczas, gdy zaistnieją w niej jednocześnie aminy i azotyny. Ponieważ aminy są częstym składnikiem chłodziw, obecność azotynów jest warunkiem koniecznym pojawienia się nitrozoamin. W tej sytuacji, metodę oznaczania nitrozoamin zastąpiono metodą oznaczania azotynów. Polega ona na zanurzeniu w chłodziwie paska, na końcu którego jest naniesiony wskaźnik zmieniający barwę, w zależności od stężenia azotynów (pośrednio nitrozoamin).

12.10.9 Kontrola twardości wody

Twardość wody jest to jej właściwość, związana z obecnością w niej soli wapnia i magnezu. Miarą twardości wody jest umowna wartość, określająca zawartość soli wapnia lub równoważnych ilości soli magnezu. W Polsce dotychczas powszechnie były stosowane tzw. stopnie niemieckie (1°n). Stopień niemiecki odpowiada zawartości 1 części wagowej tlenku wapnia CaO w 100 000 częściach wody. Aktualnie obowiązującą w Polsce jednostką twardości wody jest milival/litr (mval/l). Milival/litr jest to twardość, jaką nadaje wodzie 1 miligramo-równoważnik jonów Ca (20,04 mg) lub Mg (12,16 mg): 1 mval/l = 2,8°n.

W innych krajach są stosowane inne stopnie twardości wody:

- we Francji – stopnie francuskie: 1°f = 0,56°n,
- w Wielkiej Brytanii – stopnie angielskie: 1° ang. = 0,80°n.
- w Rosji – tonostopień = 1000°n.

W tabeli 12.10 podano zwyczajowe określenia twardości wody, odniesione do różnych jednostek.

Uwaga: W dokumentacji technicznej twardość wody jest często oznaczana symbolem TH, i podawana w stopniach francuskich (°f).

Według francuskiej klasyfikacji wyróżnia się następujące klasy twardości wody:

- woda miękka: TH = 0 ... 20°f (0 ... 4 mval/l),
- woda o średniej twardości: TH = 20 ... 35°f (4 ... 7 mval/l),
- woda twarda: TH = 35 ... 100°f (7 ... 40 mval/l).

Twardość wody jest oznaczana metodami miareczkowymi (w wyspecjalizowanych laboratoriach). Do celów technicznych, oznaczanie twardości wody wykonuje się poprzez zanurzenie w niej specjalnego papierka wskaźnikowego i porównanie jego zabarwienia z załączoną skalą wzorców.

12.11 Dobór cieczy obróbczych do zastosowań

Dobór olejów obróbczych do zastosowań jest dokonywany głównie według lepkości kinematycznej i wymaganych właściwości smarnych (AW lub EP), w zależności od prędkości obróbki, rodzaju obrabianego materiału i niektórych innych parametrów. Najlepsze rezultaty uzyskuje się przez sprawdzenie w praktyce.

Dobór emulsji wodno-olejowych zależy również od rodzaju obrabianego materiału, prędkości skrawania i właściwości emulsji. Przykładowe prędkości obróbki różnych metali podano w tabeli 12.11. Ze względu na mnogość czynników, wpły-

TABELA 12.10 Określenia twardości wody wyrażone w różnych jednostkach

Określenie twardości wody	Stopnie niemieckie °n	Stopnie francuskie °f	Stopnie angielskie °ang.	Milivale/litr mval/l
Bardzo miękka	0 ... 4	0 ... 7,1	0 ... 5	0 ... 1,43
Miękka	4 ... 8	7,1 ... 14,3	5 ... 10	1,43 ... 2,86
Średnio twarda	8 ... 12	14,3 ... 21,4	10 ... 15	2,86 ... 4,28
Dość twarda	12 ... 18	21,4 ... 32,1	15 ... 22,5	4,28 ... 6,43
Twarda	18 ... 30	32,1 ... 53,6	22,5 ... 37,5	6,43 ... 10,7
Bardzo twarda	> 30	> 53,6	> 37,5	> 10,7

TABELA 12.11 Szybkość skrawania różnych metali przy zastosowaniu emulsji

Obrabiane materiały	Szybkość skrawania, m/min	Istotne właściwości emulsji
Żeliwo: • szare (grafitowe), • perlityczne, • ferrytyczne	200 ... 300 100 200	- myjące - chłodzące - przeciwkorozyjne - usuwanie wiórów - stabilność
Stal: • miękka, • średnio twarda, • twarda	100 ... 200	- myjące - chłodzące - zwilżające - smarność (czasami) - przeciwkorozyjne - stabilność
Aluminium i stopy aluminium	W zależności od gatunku 200 ... 1000	- zwilżające - chłodzące - smarność - przeciwkorozyjne - myjące - stabilność
Stale stopowe: • martenzytyczne, • austenityczne, • ferrytyczne	200 ... 400	- obróbkowe - zwilżające - smarność - dostosowanie do warunków użytkowania - stabilność
Miedź i stopy miedzi	W zależności od gatunku 200 ... 500	- zwilżające - chłodzące - smarność

TABELA 12.12 Wpływ składu wody na właściwości eksploatacyjne emulsji

Właściwości wody	Twardość		Zawartość [Cl ⁻]		Zawartość [SO ₄ ²⁻]		Zawartość [HCO ₃ ⁻] [CO ₃ ²⁻]	
	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘
Właściwości emulsji	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘
Łatwość tworzenia emulsji	↘	↗	-	-	-	-	-	-
Stabilność w warunkach statycznych	↘	↗	-	-	-	-	-	-
Właściwości przeciwkorozyjne	↘	↗	↘	↘	-	-	↘	↗
Skłonność do pienienia	↗	↘	-	-	-	-	-	-
Odporność na skażenie bakteriami	↘	↗	-	-	↘	↗	-	-
Odczyn (pH)	↘	↗	-	-	-	-	-	-
Skłonność do żywienia	↗	↘	-	-	-	-	-	-

↘ - maleje, ↗ - rośnie, - bez wpływu

wających na jakość obróbki oraz zróżnicowanie właściwości koncentratów różnych firm, dane zawarte w tabeli 12.11 należy traktować jako orientacyjne.

12.12 Zalecenia praktyczne

12.12.1 Jakość wody

Ponieważ woda w składzie cieczy chłodząco-smarujących stanowi 88... 96% (V/V), dla jakości sporządzanej emulsji istotne znaczenie ma nie tylko jakość zastosowanego koncentratu, ale także jakość użytej wody.

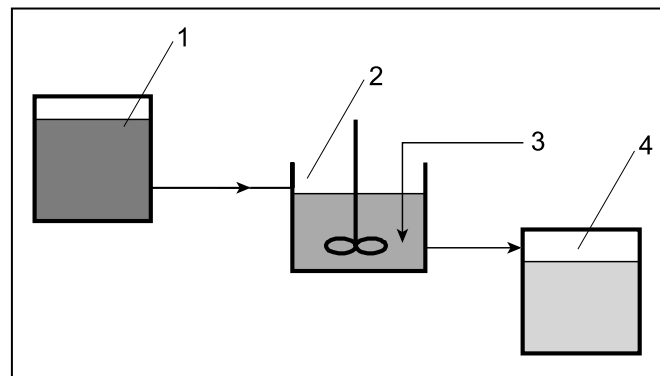
Podstawowymi właściwościami, jakich wymaga się od wody używanej do sporządzania wodnych cieczy chłodząco-smarujących są:

- odczyn obojętny (pH – około 7),
- twardość od miękkiej do średniej, nigdy twarda lub bardzo twarda,
- brak chlorków [Cl⁻], siarczanów [SO₄²⁻] i węglanów [HCO₃⁻][CO₃²⁻] powyżej dopuszczalnych norm dla wody pitnej,
- brak skażeń mikrobiologicznym, w stopniu większym niż wymagania dla cieczy chłodząco-smarujących.

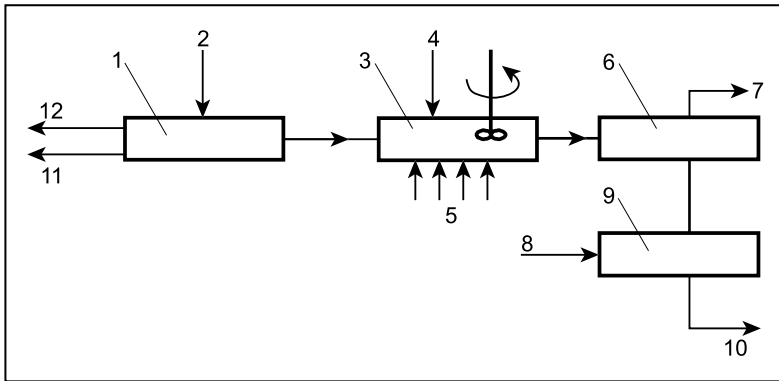
O jakości cieczy chłodząco-smarujących świadczy również proporcja zawartości jonów wapnia i magnezu zawartych w wodzie. Decyduje ona o skłonności do tworzenia piany, a także o tworzeniu nierozpuszczalnych mydeł. Z tych względów, przy sporządzaniu emulsji i roztworów, ogólna twardość wody może być jedynie wskazówką wstępną; ostateczną odpowiedź mogą dać jedynie próby. Wpływ składu chemicznego wody, na eksploatacyjne właściwości emulsji, przedstawia tabela 12.12.

12.12.2 Sporządzanie emulsji i przygotowanie maszyny

Do sporządzania emulsji należy stosować czystą wodę o małej twardości, okresowo kontrolowaną. Temperatura wody powinna wynosić powyżej 10°C. Emulsję należy sporządzać w urządzeniu,



Rys. 12.19 Schemat urządzenia mieszająco-dozującego, do sporządzania emulsji wodno-olejowych i roztworów cieczy obróbkowych
1 - zbiornik koncentratu, 2 - mieszalnik, 3 - dopływ wody, 4 - zbiornik emulsji



Rys. 12.20 Schemat instalacji rozdzielania emulsji
1 – zbiornik na zużytą emulsję, 2 – zużyta emulsja, 3 – reaktor, 4 – kwas reakcyjny, 5 – grzanie, 6 – zbiornik do odstawiania i dekantacji oleju, 7 – olej, 8 – roztwór ługu sodowego, 9 – neutralizator, 10 – zneutralizowana woda, 11 – zanieczyszczenia stałe, 12 – obce oleje

którego schemat przedstawia rys. 12.20 lub przy użyciu specjalnego urządzenia mieszająco-dozującego.

W każdym przypadku należy przestrzegać zasady, aby koncentrat dolewać do wody, a nie wodę do koncentratu. Poważnym błędem jest sporządzanie emulsji w zbiorniku maszyny. Nie należy również dolewać koncentratu lub wody bezpośrednio do zbiornika maszyny.

Przed wprowadzeniem nowej emulsji (chłodziwa) do maszyny, należy starannie usunąć zanieczyszczenia istniejące w układzie: szlasy, wióry, produkty korozji, itp. Zbiornik maszyny oraz instalację obiegową należy wymyć wodnym roztworem płynu dezynfekująco-czyszczącego. Po spuszczeniu roztworu myjącego, układ należy wypłukać czystą wodą i dopiero wówczas napełnić nowo sporządzoną emulsją.

12.12.3 Utylizacja zużytej emulsji

Zużytego chłodziwa, w żadnym przypadku, nie należy odprowadzać do ścieków lub gruntu, ze względu na jego toksyczne działanie na organizmy żywe oraz możliwość skażenia wód gruntowych.

Istnieje wiele technologii utylizacji zużytych chłodziw. Najczęściej stosowane w praktyce polegają na:

- działaniu określonych środków chemicznych jak kwas siarkowy, chlorek magnezu, jednozasadowy fosforan sodowy itp. lub czynników fizycznych, przyspieszających rozdzielenie emulsji (podgrzewanie i mieszanie) oraz doprowadzeniu wody do stanu, umożliwiającego odprowadzenie jej do ścieków,
- odparowaniu wody w cienkiej warstwie i spalaniu wydzielonego oleju w specjalnych piecach. Ciepło pary wodnej jest wykorzystywane do ogrzewania innych urządzeń,
- odwirowywaniu zanieczyszczeń i oleju przy użyciu specjalnych wirówek.

Przykładem pierwszego sposobu, najczęściej stosowanego jest technologia, której schemat przedstawiono na rys. 12.20. Zużyte chłodziwo jest wprowadzane do wydzielonego zbiornika magazynowego. W zbiorniku tym następuje oddzielenie części olejów obcych oraz odstawienie zanieczyszczeń stałych (wiórów), które są okresowo odprowadzane. Emulsja ze zbiornika magazynowego jest dekantowana z nad osadu i przetłaczana do reaktora, wyposażonego w mieszadło oraz grzejniki. Do reaktora jest wprowadzany 20% kwas siarkowy (H_2SO_4). Roztwór jest podgrzewany. Proces rozdzielania emulsji trwa około 8 godzin. Zakwaszone chłodziwo jest wprowadzane do separatora, w którym następuje oddzielenie oleju i rozpuszczonych w nim składników. Wydzielony olej jest zazwyczaj spalany w specjalnych piecach. Zakwaszona woda jest przetłaczana do neutralizatora, do którego jest wprowadzany ług sodowy ($NaOH$) w ilości zapewniającej neutralizację kwasu siarkowego. Zneutralizowana woda jest odprowadzana do instalacji ściekowej.

12.13 Ciecze do wytłaczania

12.13.1 Wytłaczanie

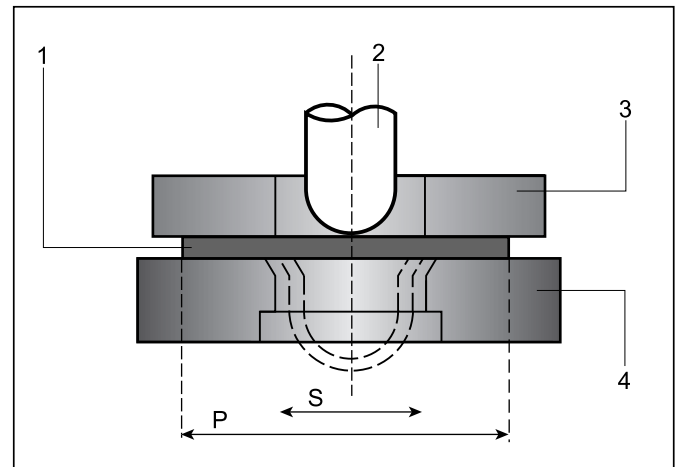
Wytłaczanie – proces technologiczny obróbki metali, w którym materiał wyjściowy w postaci płytki (blachy) zostaje przekształcony w wytłoczkę.

Proces wytłaczania jest prowadzony narzędziami stalowymi w postaci stempla ciągowego o wewnętrznym kształcie wykonywanej części i matrycy o zewnętrznym kształcie tej części. W niektórych przypadkach jedno z tych narzędzi jest zastępowane gumą lub ciecżą. W niektórych procesach wytłaczania jest stosowany dociskacz, którego zadaniem jest zapobieganie tworzenia się sfaldowań w trakcie przemieszczania metalu. Istotnym parametrem jest współczynnik tłoczenia (G), zależny od średnicy tłoczenia (S) i średnicy płytki wyjściowej (P). Współczynnik tłoczenia jest określany wzorem (12.2):

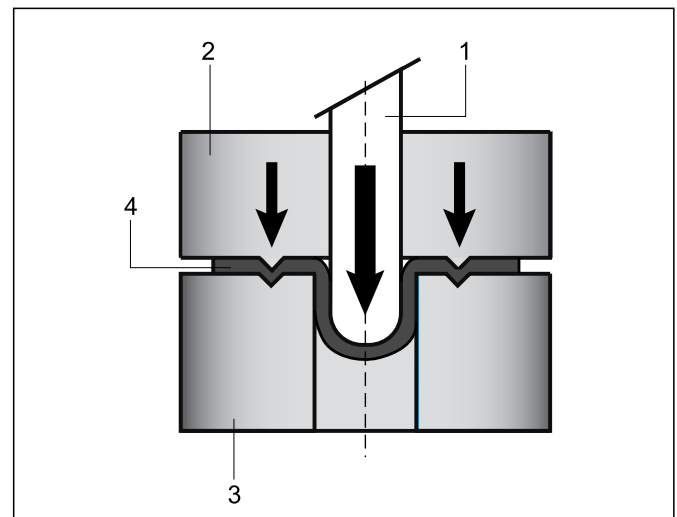
$$G = \frac{S}{P} \quad (12.2)$$

Zasadę wytłaczania przedstawiono na rys. 12.21.

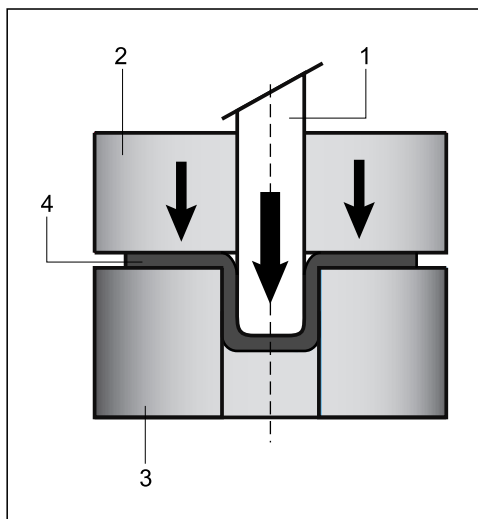
Blachy cienkie wytłacza się na zimno, a blachy grube na gorąco. Procesowi wytłaczania mogą być poddawane wszystkie materiały wykazujące wystarczająco duży margines między granicą plastyczności a obciążeniem niszczącym. Są to np.: stal, stal nierdzewna, cynk, tytan, stopy glinu, mosiądże i brązy. Wytłaczanie jest prowadzone przy użyciu pras hydraulicznych lub mechanicznych.



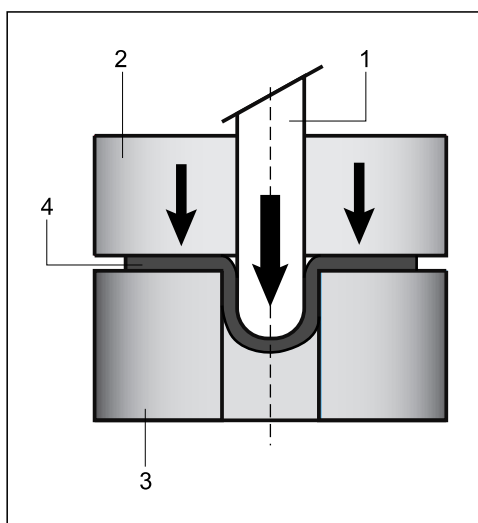
Rys. 12.21 Zasada wytłaczania
1 – płytka wyjściowa, 2 – stempel ciągowy, 3 – dociskacz, 4 – matryca, S – średnica tłoczenia, P – średnica płytki wyjściowej



Rys. 12.22 Wytłaczanie przez rozciąganie



Rys. 12.23
Wytlaczanie przez obciskanie



Rys. 12.24 Wytlaczanie mieszane (roztlaczanie + obciskanie)
1 - stempel ciągowy, 2 - dociskacz, 3 - matryca, 4 - płytka

Proces wytlaczania jest realizowany dwoma podstawowymi metodami:

- roztlaczaniem,
- obciskaniem, oraz metodą mieszaną.

Roztlaczanie (rys. 12.22) jest procesem polegającym na rozciąganiu materiału w kierunku dwóch osi pod naciskiem półkolistego stempla ciągowego. Rozciągana blacha staje się cieńsza pod wpływem działania stempla.

Obciskanie (rys. 12.23) jest procesem polegającym na rozciąganiu promieniowym w części pionowej elementu poddawanego obróbce, połączonym ze ściskaniem stycznym, pod wpływem stempla ciągowego o płaskim spodzie. W tym przypadku płytka wyjściowa przesuwa się między matrycą, a dociskaczem i następuje pogrubienie materiału.

Wytlaczanie mieszane (rys. 12.24) jest procesem polegającym na jednoczesnym zastosowaniu roztlaczania i obciskania.

W ostatnim czasie metoda wytlaczania znajduje coraz większe zastosowanie ze względu na dużą wydajność dochodzącą do 30 000 sztuk wyrobów na godzinę oraz możliwość produkcji części o złożonych kształtach i bardzo dokładnej tolerancji wymiarów.

Wytlaczanie jest procesem precyzyjnym związanym z wieloma czynnikami istotnymi dla efektu końcowego, do których można zaliczyć:

- elastyczność, plastyczność i opory wewnętrzne materiału (lepkość),
 - przemiany struktury krystalicznej materiału w trakcie tłoczenia,
 - wymiary płytki wyjściowej; dobór średnicy wyjściowej jest czynnością bardzo trudną i wymagającą dużego doświadczenia.
- oraz wielu innych czynników, które mają istotny wpływ i znaczenie dla procesu.

Procesy obróbki plastycznej jak: wytlaczanie, wykrawanie, roztlaczanie, obciskanie, przeciąganie itp. są stosowane w produkcji: części samochodowych, puszek, części układów elektrycznych i różnego rodzaju kształtek wytwarzanych masowo.

12.13.2 Smarowanie w procesach wytlaczania

W procesach wytlaczania, smarowanie jest bardzo ważną funkcją. W wyniku stosowania właściwego smarowania unika się przegrzania i nadmiernego zużycia narzędzi.

W wyniku właściwego smarowania jest możliwe uzyskanie znacznych efektów ekonomicznych, polegających na:

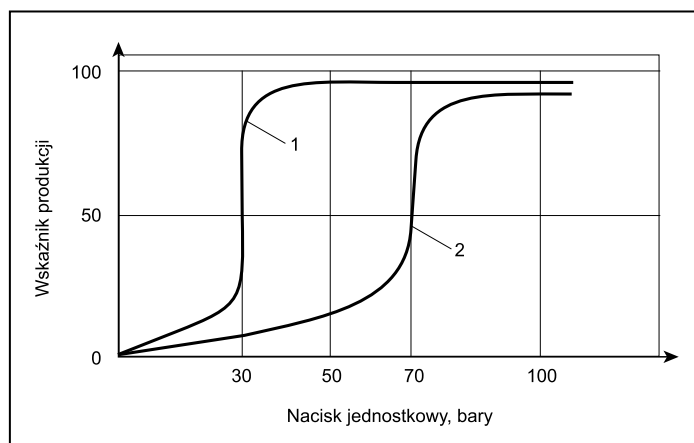
- polepszeniu jakości wyrobów,
- zwiększeniu wydajności,
- zmniejszeniu zużycia narzędzi,
- zmniejszeniu nacisku stempla.

W szczególnie trudnych operacjach obróbki plastycznej są stosowane cieczy z poprawionymi właściwościami EP.

W procesach wytlaczania jest stosowana szeroka gama cieczy obróbczych stosowanych także w procesach: skrawania, obróbki ścierniej, ciągnięcia, kucia matrycowego itd., co uwidoczniło w tabeli 12.3.

Dla końcowego efektu jakościowego i ekonomicznego istotne znaczenie ma dobór właściwej cieczy obróbczej o dopasowanych do procesu właściwościach. Jest to problem bardzo złożony, a do jego rozwiązania są niezbędne doświadczenie i wiedza praktyczna. Niekiedy zmiana gatunku cieczy obróbczej na lepiej dostosowaną do danego procesu może przynieść znaczne efekty finansowe oraz istotną poprawę jakości wyrobu.

Przykładowo, na rys. 12.25, na podstawie wyników badań Centrum Badawczego TOTAL zobrazowano efekt zmniejszenia siły tłoczenia z 70 barów do 30 barów w odniesieniu do zastosowania tradycyjnych środków smarnych, jest to wynik zastosowania nowoczesnych, specjalnych środków smarnych.

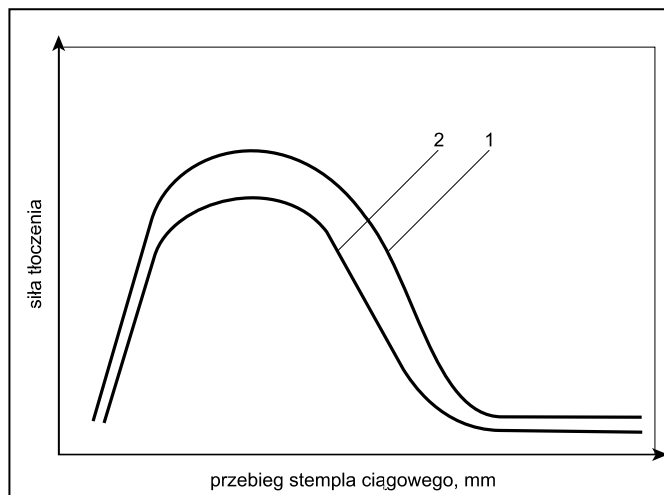


Rys. 12.25 Efekt zmniejszenia siły tłoczenia w wyniku zastosowania mikroemulsji w odniesieniu do tradycyjnego środka smarnego
1 - z zastosowaniem mikroemulsji,
2 - z zastosowaniem środka tradycyjnego

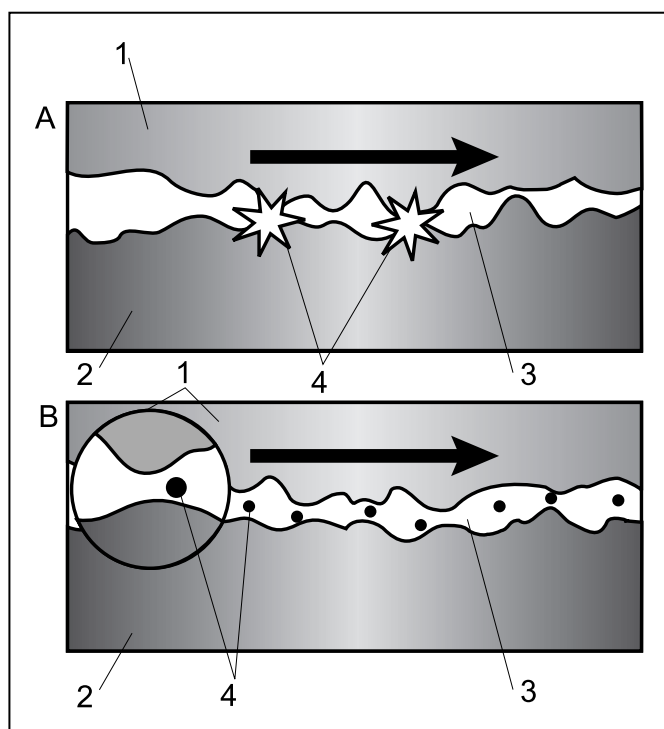
12.13.3 Środki smarne do procesów wytlaczania

Współczesne środki smarne stosowane w procesach wytlaczania są rezultatem badań i poszukiwań w dziedzinie techniki smarowniczej. W wyniku stosowania nowoczesnych środków smarnych uzyskuje się:

- maksymalne wykorzystanie właściwości metali poddawanych obróbce,
- zmniejszenie współczynników tarcia, w wyniku zastosowania specjalnie dobranych modyfikatorów tarcia. Współczynnik tarcia suchego wynosi $f = 0,3 \dots 0,5$, a przy zastosowaniu nowoczesnego środka smarnego $f = 0,05$,
- zwiększenie czasu użytkowania narzędzi stosowanych w procesie wytlaczania,



Rys. 12.26 Podatność metalu na tłoczenie w wyniku zastosowania mikroemulsji
1 – olej klasyczny, 2 – mikroemulsja



Rys. 12.27 Mechanizm przeciwdziałania powstawaniu mikrosypin i zatarć w wyniku zastosowania mikroemulsji

A – powstawanie mikrosypin lub zatarcia w wyniku zastosowania niewłaściwego środka smarnego, B – mechanizm przeciwdziałania powstawaniu mikrosypin i zatarć w wyniku zastosowania mikroemulsji, zawierającej specjalny dodatek smarnościowy:

1 – narzędzie, 2 – obrabiana część, 3 – środek smarny, 4 – specjalny dodatek smarnościowy

- oszczędność energii w wyniku zmniejszenia wymaganej siły nacisku,
- zwiększenie o około 25% zdolności metalu do odkształceń (patrz rys. 12.26).

Środki smarne stosowane w procesach wytłaczania, wykazują wiele wyróżniających właściwości, mających istotny wpływ na przebieg procesu wytłaczania.

Do takich właściwości można zaliczyć:

- doskonałe zwilżanie powierzchni obrabianego materiału i narzędzi,
- trwałą warstwę smarującą, odporną na „wysuszenie” przy znacznych obciążeniach,
- zmniejszenie ilości mikrosypin i zatarć (rys. 12.27), w wyniku zastosowania specjalnych dodatków smarnościowych, a w efekcie obniżenie temperatury narzędzi i obrabianych materiałów, co pozwala na zwiększenie wydajności produkcji,

- dostosowanie do każdego procesu wytłaczania,
- działanie myjące,
- działanie ochronne (przeciwkorozyjne) na obrabiane powierzchnie.

Wyróżnia się następujące grupy środków smarnych do wytłaczania i wykrawania stali zwykłych i nierdzewnych, aluminium i jego stopów, metali kolorowych i ich stopów oraz innych, np. tytanu:

- oleje obróbcze, o zróżnicowanej lepkości i dobrej smarności, co pozwala na wszechstronne ich użytkowanie we wszystkich procesach wytłaczania,
- oleje emulgujące tworzące z wodą trwałe emulsje olejowo-wodne, stosowane w stężeniach 25... 30%, łączące skuteczność stosowania z oszczędnością,
- oleje z lotnymi rozpuszczalnikami, co umożliwia bezpośrednie tłoczenie części a następnie ich spawanie i malowanie, bez konieczności uprzedniego odtłuszczenia,
- pasty do wytłaczania.

12.13.4 Praktyka eksploatacyjna

W zależności od typu środka smarnego istnieje wiele sposobów ich nanoszenia:

- zanurzenie (proces ciągły w przypadku tłoczenia z blach w zwoju),
- nanoszenie wałkiem filcowym z aplikatorem,
- rozpylanie (szczególnie w miejscach trudnodostępnych),
- zraszanie i przepływ (zwłaszcza przy dużym rytmie pracy maszyny i małych częściach, gdy konieczne jest chłodzenie urządzenia).

Środki smarne powinny być łatwe do usunięcia z powierzchni metalu:

- na gorąco, poprzez zanurzenie lub spryskiwanie detergentem alkalicznym,
- poprzez odtłuszczenie przy użyciu rozpuszczalników,
- poprzez zmycie wodą.

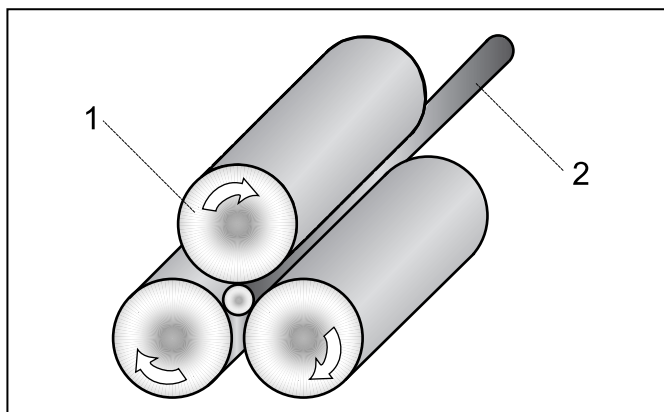
Dobór optymalnego środka smarnego do celów związanych z tłoczeniem jest trudnym problemem. Należy przy tym brać pod uwagę następujące czynniki:

- współczynnik tłoczenia wg wzoru (12.4), im jest on mniejszy tym mniejsze naprężenia występują w tłoczonym metalu,
- grubość blachy (płyty) wyjściowej, im jest ona większa tym lepsze właściwości smarne i większą zdolność do przenoszenia ekstremalnych nacisków powinna mieć ciecz smarująca,
- właściwości tłoczonego metalu, z którym ciecz obróbkowa powinna być kompatybilna,
- typ stosowanej prasy i związane z tym warunki wytłaczania: prędkość, naciski,
- warunki składowania detali niekiedy wymuszają stosowanie cieczy obróbczych o dobrych właściwościach przeciwkorozyjnych i ochronnych,
- technologia nanoszenia środka smarnego gwarantująca jednolite smarowanie, która musi uwzględniać złożoność kształtów, wymagane tolerancje,
- proces odtłuszczenia (mycia) powinien być starannie dobrany zarówno do kształtu produkowanej części jak i rodzaju materiału, z którego jest ona wykonana.

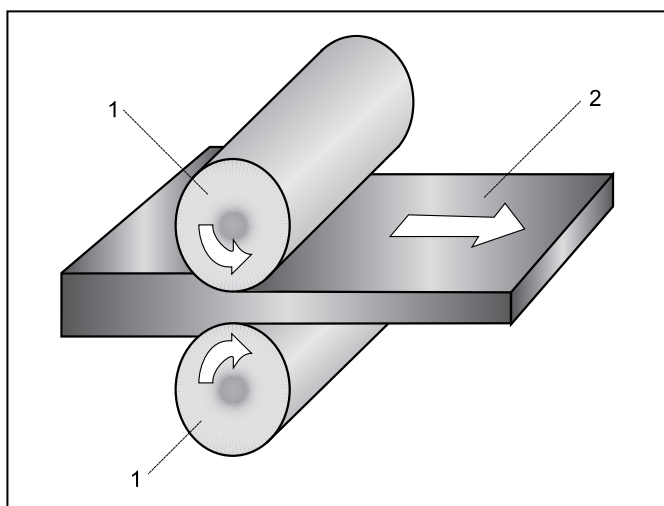
12.14 Walcowanie

Walcowanie – sposób obróbki plastycznej metali, którego zasada polega na odkształcaniu metalu obracającymi się walcami lub przesuwającymi się szczękami w celu uzyskania pożądanego kształtu, zmiany struktury a w konsekwencji właściwości mechanicznych.

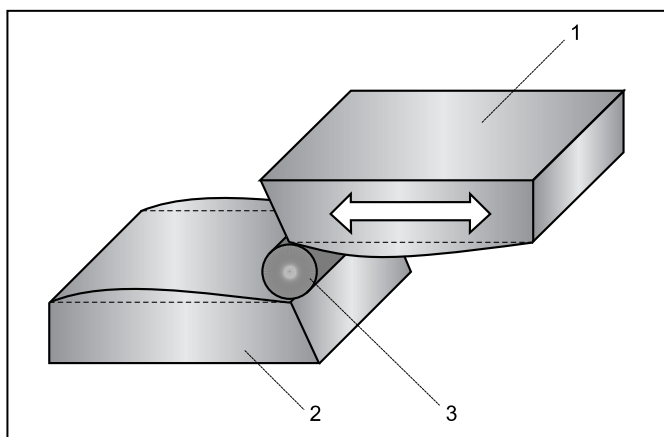
Procesy walcowania polegają na wywołaniu walcami lub szczękami, postępowego, obrotowego lub jednocześnie postępowego



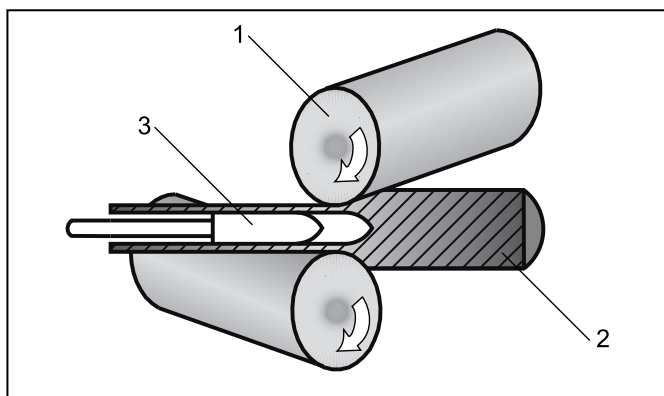
Rys. 12.28 **Walcowanie wzdłużne**
1 – walce przeciwbieżne, 2 – walcowana blacha



Rys. 12.29 **Walcowanie poprzeczne**
1 – walce współbieżne, 2 – walcowany materiał



Rys. 12.30 **Walcowanie poprzeczne szczękami płaskimi**
1 – szczeka ruchoma, 2 – szczeka nieruchoma 3 – walcowany materiał



Rys. 12.31 **Walcowanie skośne**
1 – walce o osiach skośnych, 2 – walcowany materiał (w tym przypadku rura)

i obrotowego ruchu metalu, z jednoczesną zmianą jego kształtu, wywołanego tarciem między powierzchnią narzędzia i powierzchnią obrabianego metalu. Wyróżnia się walcowanie:

- **Wzdłużne**, wówczas gdy kierunek wydłużania metalu jest zgodny z kierunkiem wektora obwodowej prędkości walców o przeciwnych kierunkach obrotów (rys. 12.28). W procesie walcowania wzdłużnego otrzymuje się wyroby o zróżnicowanych kształtach przekroju poprzecznego, jednakowego na całej długości wyrobu (blachy, taśmy, kształtowniki, pręty, szyny, rury itp.) lub zmiennego w rezultacie tzw. walcowania okresowego,
- **Poprzeczne**, wówczas gdy obrabiany metal ma ruch obrotowy i wydłuża się w kierunku prostopadłym w stosunku do wektora prędkości obrotowej walców (rys.12.29). Do walcowania poprzecznego zalicza się również walcowanie gwintów, molety, rowków, itp. szczękami płaskimi (rys. 12.30). W procesie walcowania poprzecznego otrzymuje się wyroby o kształcie walcowym (rury, pręty itp.), kulistym lub śrubowym (śruby, koła zębate);
- **Skośne**, wówczas gdy wydłużenie metalu następuje w kierunku różnym od prostego, w stosunku do wektora obwodowej prędkości walców o osiach wchrowatych i takim samym kierunku obrotów (rys. 12.31). W procesie walcowania skośnego otrzymuje się wyroby o kształcie walcowym (rury, pręty itp.) lub śrubowym (śruby, koła zębate, ślimaki itp.).

W zależności od temperatury walcowania wyróżnia się:

- **Walcowanie na gorąco**, w którym materiał jest odkształcany i jednocześnie następuje rekrytalizacja metalu. W procesach odkształcania na gorąco otrzymuje się wyroby o dużym przekroju lub grubości, z trudno odkształcalnych stali i stopów oraz surowców do walcowania na zimno,
- **Walcowanie na zimno**, w którym materiał jest tylko odkształcany. W procesach odkształcania na zimno otrzymuje się cienkie blachy, taśmy, folie, rury o niewielkich średnicach.

12.14.1 Smarowanie w procesach walcowania

W procesach walcowania smarowanie jest bardzo ważną czynnością. Stosowanie właściwego smarowania pozwala na:

- zmniejszenie zużycia walców,
- otrzymywanie wyrobów o pożądanych wymiarach i powierzchniach,
- zwiększenie wydajności.

12.14.2 Środki smarne do procesów walcowania

W procesach walcowania szczególnie istotne są właściwości smarne stosowanych środków smarnych. W większości operacji walcowania są stosowane środki smarne z poprawionymi właściwościami EP.

Wyróżnia się środki smarne do procesów walcowania na gorąco i na zimno.

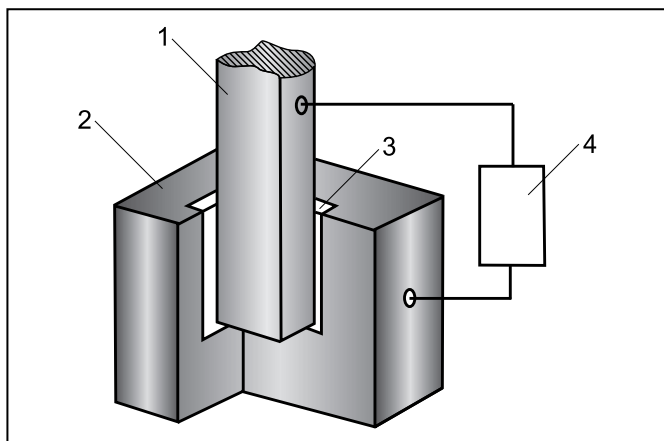
12.15 Obróbka elektroerozyjna

Obróbka elektroerozyjna – proces technologiczny kształtowania metali polegający na wykorzystaniu zjawiska erozji elektrycznej do usuwania nadmiaru materiału.

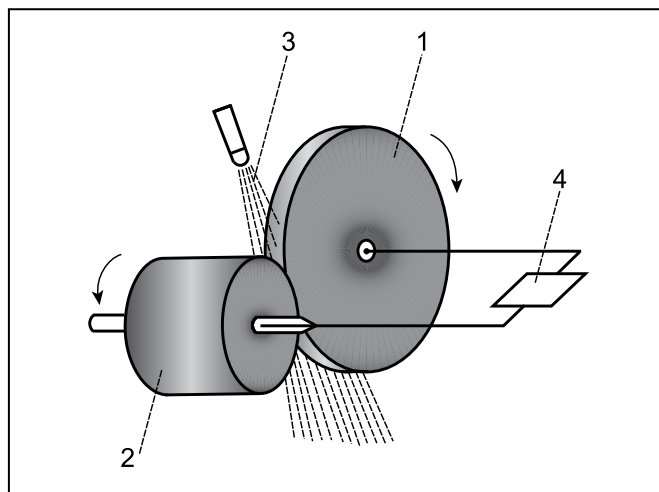
Do tej grupy metod obróbki metali zalicza się:

- obróbkę elektroiskrową,
- obróbkę anodowo-mechaniczną,
- obróbkę elektrokontaktową.

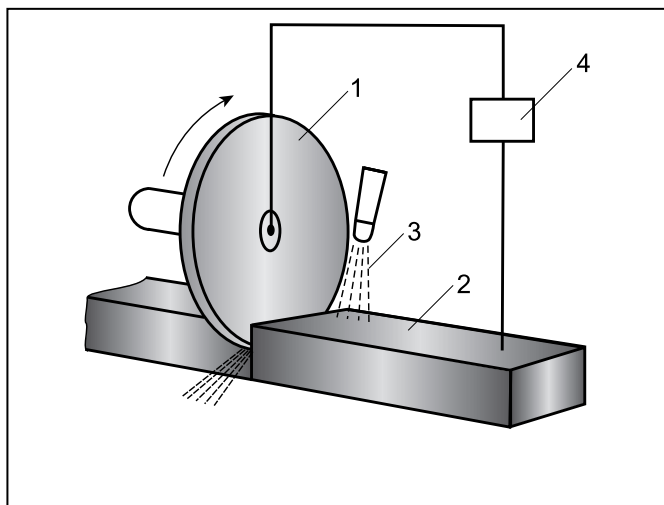
Techniki te stosuje się, gdy ze względu na wymagany kształt obrabianego detalu lub inne ograniczenia, nie można stosować technik konwencjonalnych. Proces obróbki elektroerozyjnej jest prowadzony przy użyciu specjalnych maszyn: drążarek elektro-



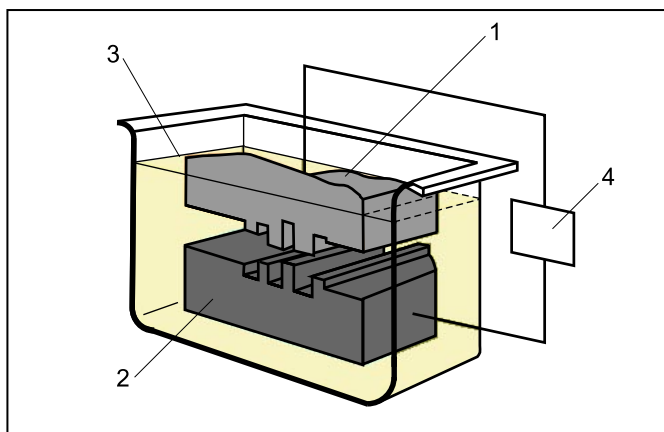
Rys. 12.32 Drażenie metodą elektroerozyjną
1 – elektroda robocza, 2 – obrabiany przedmiot, 3 – ciecz obróbcza, 4 – generator impulsów



Rys. 12.35 Szlifowanie metodą elektroerozyjną
1 – elektroda robocza, 2 – obrabiany przedmiot, 3 – ciecz obróbkowa (dielektryczna), 4 – generator impulsów



Rys. 12.33 Przecinanie metodą elektroerozyjną
1 – elektroda robocza, 2 – obrabiany przedmiot, 3 – ciecz obróbcza, 4 – generator impulsów



Rys. 12.34 Grawerowanie metodą elektroerozyjną
1 – elektroda robocza, 2 – obrabiany przedmiot, 3 – ciecz obróbcza, 4 – generator impulsów

iskrowych, szlifierek i pił anodowo-mechanicznych i innych, opartych na podobnej zasadzie.

Typowymi przykładami zastosowania obróbki elektroerozyjnej są: obróbka spieków (np. węglików spiekanych) i innych trudno-skrawalnych metali, regeneracja narzędzi do plastycznej obróbki metali (np. matryc kuźniczych). Technika ta jest także stosowana do usuwania z otworów złamanych narzędzi, urwanych śrub itp. (przenośne drążarki elektroimpulsowe).

Szczególną odmianą obróbki elektroerozyjnej jest obróbka elektroiskrowa. Polega ona na usuwaniu nadmiaru obrabianego metalu iskrowymi wyładowaniami elektrycznymi, wytwarzanymi

między elektrodą roboczą a obrabianym detalem, stanowiącym drugą elektrodę. Procesy obróbki przebiegają w cieczy dielektrycznej, która wypełnia przestrzeń między elektrodami. Jako źródło wyładowań elektrycznych są stosowane generatory impulsów elektrycznych. Uzyskiwane efekty zależą m.in. od napięcia, natężenia i mocy impulsów elektrycznych, a także od rodzaju i jakości stosowanej cieczy dielektrycznej, a zwłaszcza zawartości w niej zanieczyszczeń stałych i wody. Technika ta jest stosowana w operacjach drążenia (rys. 12.32), przecinania (rys. 12.33), grawerowania (rys. 12.34) i szlifowania (rys. 12.35).

W technikach elektroerozyjnych, w drążarkach elektroiskrowych, są stosowane ciecze będące dielektrykami, a w obrabiarkach anodowo-mechanicznych elektrolity np. roztwory szkła wodnego, roztwory soli nieorganicznych, a nawet woda.

W drążarkach elektroiskrowych ciecz dielektryczna stanowi ośrodek, w którym jest zanurzony obrabiany detale oraz elektroda robocza.

Od cieczy do obróbki elektroiskrowej wymaga się dobrych właściwości dielektrycznych i dejonizacyjnych, stosunkowo małej lepkości, odpowiednio dobranej do zastosowania oraz jak najwyższej temperatury zapłonu. Te dwa ostatnie warunki niosą w sobie sprzeczność. W przypadku cieczy organicznych, będących często dobrymi dielektrykami, im mniejsza ich lepkość tym na ogół niższa temperatura zapłonu.

Jako ciecze do obróbki elektroiskrowej są stosowane wąskie frakcje lekkich destylatów naftowych, zbliżone do oleju transformatorowego, oleju napędowego lub nafty świetlnej, odpowiednio oczyszczone i uszlachetnione, poprzez wprowadzenie do ich składu odpowiednich dodatków. Według klasyfikacji ISO 6743/7 są to ciecze zaliczane do grupy MHA.

12.16 Bezpieczeństwo pracy

12.16.1 Problemy toksyczności cieczy obróbkowych

Ciecze obróbcze zawierają substancje, które mogą być niebezpieczne dla zdrowia człowieka i środowiska naturalnego. Substancje takie, w pewnych warunkach, mogą także tworzyć się podczas pracy.

Uzyskiwanie wymaganych właściwości współczesnych chłodziw, przeznaczonych do obróbki metali, zapewnia się wyłącznie, przez wprowadzenie odpowiednich składników i dodatków. Znaczącą poprawę jakości chłodziw rzadko uzyskuje się przez dodanie pojedynczego składnika.

Zasadniczo wzbogacanie dodatkami chłodziw ma na celu:

- zachowanie odpowiednich właściwości, przez długi okres,

- poprawienie właściwości użytkowych aktualnie stosowanych chłodziw,
- dostosowanie chłodziwa do stosowanego procesu obróbki.

Zawartość wprowadzanych dodatków może sięgać 30%. Dodatki mogą zawierać inne szkodliwe substancje, będące ich zanieczyszczeniami. Niektóre składniki cieczy obróbczych i przypadkowe zanieczyszczenia, występujące w nieprzewidzianych ilościach, niekiedy mogą reagować między sobą, nieoczekiwanie tworząc substancje szkodliwe. Podobne reakcje mogą zachodzić w przypadku mieszania cieczy pochodzących od różnych producentów.

Każda z tych cieczy może nie być szkodliwa, podczas gdy ich mieszanina będzie wykazywać działanie toksyczne lub uczulające. Z tych względów mieszanie cieczy różnych, nawet renomowanych producentów, nie jest zalecane.

W celu wyjaśnienia szkodliwego oddziaływania składników i dodatków, obszerniej omówiono możliwe szkodliwe działania poszczególnych grup substancji, stosowanych w składzie cieczy chłodząco-smarujących.

Przy czym należy wyróżnić:

- oleje bazowe,
- dodatki wprowadzone przez producenta,
- zanieczyszczenia wprowadzone w trakcie procesu obróbki,
- substancje świadomie wprowadzane do układu chłodziw w trakcie dezynfekcji (biocydy) i czyszczenia układu.

Oleje bazowe mogą wnosić do chłodziw pewne substancje szkodliwe.

Dotyczy to:

- węglowodorów, będących składnikami olejów mineralnych,
- syntetycznych węglowodorów,
- częściowo syntetycznych olejów,
- olejów roślinnych np.: rzepakowego, rycynowego i innych.

Mineralne oleje węglowodorowe, stanowiące główne składniki olejów obróbczych oraz składniki koncentratów chłodziw emulgujących z wodą, występują jako kombinacje węglowodorów: parafinowych, naftenowych i aromatycznych. Zagrożenia mogą występować, ze względu na obecność śladowych ilości policyklicznych węglowodorów aromatycznych. Typowym reprezentantem tej grupy jest benzopiren (benzochryzen). Zawartość w chłodziwie benzopirenu wynosząca 50 mg/kg (50 ppm) lub większa, jest traktowana się jako stężenie rakotwórcze.

W emulsjach wodno-olejowych, zwykle nie napotyka się na znaczące ilości benzopirenu, gdyż zawartość w nich oleju bazowego nie przekracza 10%, a wysokie temperatury pracy – właściwe dla tworzenia się benzopirenów ze względu na dużą zawartość wody, praktycznie nie występują. W przypadkach wątpliwych, np. przy długotrwałym przechowywaniu chłodziw z dodatkami EP, wydaje się celowe oznaczenie w nich zawartości benzopirenu.

W obiegach olejów obróbczych panują w zasadzie wysokie temperatury i dłuższe czasy przestoju. Także i w takich przypadkach, przy długim czasie przestoju, stężenia benzopirenu na ogół nie wynoszą powyżej 50 ppm.

Oddziaływanie oleju bazowego na skórę poprzez zmywanie ochronnej warstwy tłuszczu, obecnego na skórze, oraz zamykanie przez olej porów skóry, prowadzi niekiedy do powstania tzw. trądziku olejowego.

Opary i aerozole chłodziw. Duża wydajność obróbki skrawaniem wymaga znaczących obrotów, co w powiązaniu z podwyższeniem temperatury prowadzi do wzmożonego wydzielania oparów i tworzenia aerozoli. Kontakt z powietrzem zanieczyszczonym obcymi substancjami występującymi na stanowisku pracy, może powodować podrażnienia skóry i dróg oddechowych. Stężenie mgły olejowej w powietrzu nie powinno przekraczać:

15 mg/m³ – dla 15 minut pracy,
5 mg/m³ – dla 8 godzin pracy.

Takie stężenie powinien zapewniać sprawny system wentylacji.

W składzie olejów obróbczych, w celu zmniejszenia wydzielania oparów i aerozoli stosuje się dodatki przeciwmgielne powodujące powstawanie dużych kropli, które pod działaniem sił grawitacyjnych lub przez zastosowanie odpowiedniego oddzielacza są łatwo usuwane z powietrza otaczającego maszynę. Dodatków takich nie należy wprowadzać do cieczy obróbczych bez porozumienia z ich producentem, ponieważ pomiędzy dodatkami i składnikami cieczy mogą zachodzić reakcje chemiczne, prowadzące do powstania substancji toksycznych.

Emulgatory, są to składniki umożliwiające wytwarzanie stabilnych emulsji chłodziw otrzymywanych z koncentratów, zawierających oleje węglowodorowe i inne, nie mieszające się z wodą.

Ze względu na rozpuszczanie i zmywanie przez emulgatory tłuszczów ze skóry oraz ich działaniem alkalizujące, istnieje niebezpieczeństwo uszkodzenia kwaśnej, ochronnej warstwy skóry. Na wspomniane zagrożenia szczególnie należy uważać w trakcie manipulowania koncentratami, przy wyschnięciu emulsji na skórze lub przy przenikaniu cieczy przez odzież.

Inhibitory korozji mogą powodować podrażnienia skóry. Wynika to z agresywności stosowanych związków chemicznych oraz ich zdolności do rozpuszczania i zmywania tłuszczów ze skóry oraz alkalicznego odczynu.

Nitrozoaminy są grupą związków chemicznych, stanowiących poważne zagrożenie. Testy przeprowadzane na zwierzętach wykazały, że są to substancje rakotwórcze.

Nitrozoaminy (mogą wystąpić w chłodziwach) stwarzają zagrożenia rakotwórcze dla ludzi oraz mogą działać szkodliwie na żołądek, płuca, przewód pokarmowy, wątrobę, a także powodować powstawanie pęcherzy na skórze.

Nitrozoaminy są to związki chemiczne o ogólnym wzorze (12.3):



Związki te mogą występować podczas eksploatacji niektórych cieczy chłodząco-smarujących. Mogą one powstawać z powszechnie występujących w przyrodzie: amin i azotynów, w reakcji przebiegającej według wzoru (12.4):



Szczególnie niebezpieczne są nitrozoaminy powstające z II i III- rzędowych amin.

Aminy były i są stosowane w niektórych koncentraty cieczy chłodząco-smarujących. Stosuje się je celem uzyskania dobrego zabezpieczenia przeciwkorozyjnego, podwyższenia pH oraz uzyskania efektu buforowego, istotnego w czasie użytkowania emulsji. Najczęściej stosowano do tego celu dietanoloaminę.

Azotyny (np. azotyn sodu – NaNO₂) były wcześniej często stosowane w koncentraty cieczy chłodząco-smarujących, jako dodatki przeciwkorozyjny. Są one same w sobie substancją bardzo trującą i rakotwórczą. Od pewnego czasu azotyny nie są stosowane jako składnik koncentratów. W związku z tym brak drugiego ogniwa reakcji do powstania nitrozoamin.

Jednak nie załatwiło to całkowicie problemu nitrozoamin, ponieważ azotany i azotyny mogą przedostawać się do cieczy chłodząco-smarujących z otoczenia, np. z:

- azotynów z hartowania w kąpielach solnych,

- produktów przemiany materii mikroorganizmów,
- wody, stosowanej do sporządzania emulsji,
- tlenków azotu z atmosfery, powstających w wyniku wyładowań atmosferycznych, emisji spalin, pożarów itp.
- spłukiwanych środków myjących, czyszczących i przeciwkorozyjnych zawierających azotyny,
- przez zmieszanie z innymi cieczami chłodząco-smarującymi starej generacji, zawierającymi azotyny.

Z tych względów, nawet przy stosowaniu cieczy chłodząco-smarujących wolnych od azotynów, mogą powstawać nitrozoaminy. Dotychczas nie opracowano prostych metod kontroli zawartości nitrozoamin. Parametr ten może być kontrolowany pośrednio, poprzez oznaczanie zawartości azotynów (patrz p. 12.10.8). Opracowane we Francji normy dopuszczające zawartość azotynów, w cieczach chłodząco-smarujących, wynoszą 20 mg/l, a dla azotanów 50 mg/l. Poniżej tych wartości stężenie nitrozoamin nie jest wykrywalne. W Polsce, azotyn sodu jest uznany za silną truciznę i jego stosowanie musi być prowadzone pod szczególną kontrolą, przewidzianą dla trucizn.

W celu zmniejszenia ryzyka dla zdrowia pracowników, obecnie koncentraty cieczy chłodząco-smarujących nie zawierają składników podatnych na proces powstawania nitrozoamin. Oznacza to, że jeśli nawet w emulsji zostanie stwierdzona obecność azotynów (np. z obcych źródeł), to nie musi prowadzić do powstania rakotwórczej nitrozodietanolaminy.

Zasygnalizowany problem nitrozoamin wskazuje na konieczność wymiany cieczy chłodząco-smarujących starych generacji, zawierających dietanolaminę na nowoczesne, nie zawierające w swoim składzie tej substancji.

Z tych względów, chłodziwa nie powinny zawierać jakichkolwiek amin drugorzędowych, stosowanych jak dodatki. Zawartość drugorzędowych amin w chłodziwach, traktowanych jako zanieczyszczenia, np. jako części składowe mgieł, nie może przekraczać 0,2% masy (w odniesieniu do koncentratu chłodziwa). Wzmiankowana wartość graniczna, zgodnie z odpowiednimi przepisami, nie dotyczy specjalnych łatwo podlegających nitrozowaniu amin drugorzędowych tak zwanych wychwytyjących, lub podobnych amin pierwszorzędowych, które są stosowane celem zapobiegania tworzenia się nitrozoamin. Również środki do mycia nie powinny zawierać drugorzędowych amin lub „ukrytych” amin drugorzędowych, jakie np. istnieją w etanolamidowych kwasach tłuszczowych.

Jeżeli producent przewiduje zastosowanie alkanoamin jako środka przeciwkorozyjnego, przypadkowe azotyny mogą wchodzić w reakcję tworzenia nitrozoamin. Dlatego, każde przypuszczenie, dotyczące obecności azotynów w chłodziwie, powinno być skontrolowane, poprzez stosowanie paskowych wskaźników testowych.

Estry aminowe kwasów borowych nie są publikowane w wykazach substancji niebezpiecznych. Jednak kwas borowy oraz jego pochodne są stosowane jako środki hamujące wzrost niektórych roślin, co może mieć znaczenie dla ochrony środowiska. Z tego względu, wartości graniczne zawartości kwasu borowego są ujęte w rozporządzeniach dotyczących ścieków.

Ten typ związków działa jednocześnie hamująco na wzrost grzybów tak, że pod względem recepturowym traktowany jest jako fungicyd.

Dodatki smarowościowe AW. Jako dodatki smarowościowe (AW) są stosowane tłuszcze roślinne i zwierzęce. Wpływają one na zwilżanie oraz przyczepność olejów mineralnych względem powierzchni metalowych. Jest to wynik oddziaływań polarnych, które ukierunkowują ładunki drobin na powierzchniach metali. Poprzez ten efekt poprawia się właściwości smarne, zarówno olejów obróbczych jak i chłodziw zawierających wodę.

Dodatki EP. Jeżeli nie uzyskuje się zamierzonego efektu w wyni-

ku dodania tłuszczów lub estrów syntetycznych, wtedy znajdują zastosowanie tzw. dodatki EP.

W trakcie rozkładu dodatków EP mogą powstawać substancje, oddziaływujące szkodliwie na zdrowie człowieka, łącznie z uszkodzeniem skóry (np. odtłuszczenie, podrażnienie, uczulenie). Przy stosowaniu chłodziw zawierających siarkowe dodatki EP, należy zachować szczególną ostrożność, ze względu na ich uczulające oddziaływanie.

Fosforany trikrezolowe, stosowane powszechnie jako dodatki EP, mogą zawierać fosforany o-trikrezolowe jako zanieczyszczenia, które ze względu na ich toksyczność, nie powinny występować w składzie chłodziw.

Fosforowódor (fosfina) jest silnie trującym gazem o charakterystycznym zapachu czosnku. Wpływa on szkodliwie na układ nerwowy, krew i procesy przemiany materii. Powstanie fosforowodoru jest możliwe podczas obróbki (frezowanie, obróbki skrawaniem, wiercenie) żeliwa sferoidalnego (odlewy żeliwne zawierające grafit w postaci kulek), z zastosowaniem mieszających się z wodą chłodziw.

Dotychczas dokonywane pomiary nie wykazały występowania na stanowiskach pracy najwyższych dopuszczalnych stężeń fosfiny. Jednakże podczas obróbki większych powierzchni (np. przy zwilżaniu chłodziwami usypisk wiórów) dopuszczalne stężenia fosfiny na stanowisku pracy wynosi 0,1 ppm, o ile pomieszczenie nie jest należycie przewietrzane. O każdym przypadku wystąpienia zapachu czosnku (nie pochodzącego ze źródeł naturalnych), należy poinformować personel odpowiedzialny za sprawy bhp.

Biocydy. Producenci oferują wielką ilość różnych środków konserwujących, które częściowo figurują w kartach bezpieczeństwa produktu, pod nazwą „stabilizatorów” lub mogą być „ukryte” jako dodatki przeciwkorozyjne.

Biocydy uczestniczą w przemianie materii lub w strukturalnej zmianie organizmów bakterii lub grzybów z jednej strony, a z drugiej strony wpływają na człowieka. Oddziaływując skutecznie na mikroorganizmy, u ludzi stwarzają zagrożenie alergiczne (uczuleniowe) tak, jak wszystkie środki konserwujące. Stosowanie dużych stężeń biocydów zwiększa to uczulenie. Przy nabytej alergii również zwiększa się z czasem wrażliwość na małe ilości tych substancji.

Podczas stosowania biocydów nie należy ich przedawkować. Przy stosowaniu biocydów w zbyt małej ilości można uodpornić zarodniki, przez co dalsze zwiększanie tych środków nie prowadzi do unicestwienia mikroorganizmów. W takim przypadku należy zmienić typ biocydu. Przy przedawkowaniu biocydów, u osób mających kontakt z chłodziwami, występują zwykle podrażnienia skóry lub alergiczne choroby skóry. Przy stosowaniu, np. produktów formalinopochodnych dochodzi także zanieczyszczenie powietrza na stanowisku pracy.

Formaldehyd był najwcześniej wprowadzonym do chłodziw, czystym związkiem o działaniu biobójczym. Niedogodnością jego stosowania był wymóg stosowania stosunkowo dużego stężenia w chłodziwie, zmniejszało się ono szybko w trakcie pracy w wyniku ulatniania się i szybkiego rozkładu. Powodowało to przenikanie formaldehydu do powietrza wokół stanowiska pracy oraz ograniczenie jego właściwości biobójczych. Ponadto należy zaznaczyć, że formaldehyd wykazuje słabe oddziaływanie na grzyby.

Formaldehyd prawdopodobnie posiada właściwości rakotwórcze, przez co jako czysta substancja nie może być stosowany.

Jednakże zostały opracowane substancje, które w miarę upływu czasu uwalniają minimalne ilości formaldehydu, są to

preparaty o przedłużonym działaniu. Są one mniej lotne od formaldehydu i gwarantują skuteczność oddziaływania przez dłuższy czas.

Do tej grupy, pod względem budowy chemicznej należy zaliczyć:

- o-formale, np. benzyloalkoholohemiformalne,
- n-formale, np. heksahydrotriazynę, morfolinę lub pochodne oksazolidyny.

O-formale, chociaż są mniej stabilne pod względem chemicznym, jako biocydy działają szybciej. N-formale w trakcie rozkładu uwalniają aminy, które przywracają pH emulsji, obniżone przez oddziaływanie zarodników. Niektóre n-formale w trakcie hydrolizy tworzą także nitrozowane aminy.

Wobec heksahydrotriazyny, która jest stosowana w chłodziwach jako środek konserwujący, bakterie i grzyby mogą zachowywać się obojętnie. Zaś wysokie temperatury wpływają na rozkład tego związku chemicznego.

Występujące, alergiczne choroby przypisuje się wprowadzonym wcześniej do chłodziw nadmiernym ilościom formaldehydu, lecz mogą występować również alergie, spowodowane także preparatami formaldehydowymi. Ilość formaldehydu w powietrzu, na stanowisku pracy, nie powinna przekraczać 0,5 ppm.

Tiazole, np. 2-merkaptobenzotiazol, mające znakomite własności zarodnikobójcze stanowią dobry przykład, opisywany w kartach bezpieczeństwa jako „inhibitor korozji” o dodatkowych właściwościach konserwacyjnych. Merkaptobenzotiazol ze względu na alergiczne oddziaływanie nie powinien być stosowany w chłodziwach.

Izotiazoliny są stosowane w chłodziwach od szeregu lat, jako biocydy.

Z tej grupy związków najczęściej są stosowane:

- oktylotiazoliny, stosowane głównie w chłodziwach jako środki grzybobójcze (fungicydy),
- mieszanina chlorometyloizotiazoliny z metyloizotiazoliną (najczęściej w stosunku 3:1), która chociaż zakłóca stabilność koncentratu, bywa wprowadzana do chłodziw jako środek konserwujący.

Izotiazoliny w małych stężeniach wykazują właściwości alergizujące. Zauważono uczulenia u osób narażonych na powtarzający się kontakt z roztworem zawierającym 12,5 ppm mieszaniny chlorometyloizotiazoliny z metyloizotiazoliną (3:1). Zwykle stosowane stężenie tej mieszaniny w chłodziwie dochodzi do 15 ppm, a w przypadku zastosowania dawki uderzeniowej – do 35 ppm.

Liczba osób, na których izotiazoliny oddziałują alergicznie jest całkiem znaczna, na co wskazują liczne uczulenia spowodowane stosowaniem tych środków w poprzednich latach jako konserwantów w kosmetyce. Aktualnie poddawane są dyskusji mutagenne własności tych substancji, ponieważ w warunkach laboratoryjnych stwierdzono podwyższone oddziaływanie mutagenne izotiazolin na bakterie.

Na podstawie opisanego, potencjalnego zagrożenia, izotiazolinę wprowadza się do użytkowania tylko wtedy, gdy konserwujące oddziaływanie nowo wprowadzonego chłodziwa jest niedostateczne, aby powstrzymać rozwój bakterii i grzybów. W tym przypadku szczególnie należy uważać, aby nie nastąpiło przedawkowanie środka. Ocena tej konieczności oraz konserwacja powinny być przeprowadzone tylko przez fachowy personel.

Omawiane środki konserwujące stanowią zaledwie wycinek stosowanych obecnie substancji tego typu. Najczęściej spotyka się kombinacje (zestawienia) rozmaitych typów biocydów, zapewniającą większą skuteczność preparatu.

Środki konserwujące stosuje się do zaatakowania, uszkodzenia i w końcowym efekcie, do uśmiercania mikroorganizmów. Niezbyt trudno wyciągnąć z tego wnioski, że te substancje oddziałują także na inne organizmy (np. rośliny, zwierzęta, ludzi), powodując znane uszkodzenia – podrażnienia, alergiczne oddziaływanie na skórę oraz drogi oddechowe.

Należy zawsze mieć na względzie, że oddziaływanie biocydów o stężeniu powyżej 5000 ppm, prowadzi do silnego podrażnienia skóry ludzkiej, aż do oddziaływania żrącego, ślinotoku lub uszkodzenia rogówki oka. Dlatego też, podczas dozowania tego środka do chłodziw drogą bezpośrednią muszą być zachowane wszelkie środki ostrożności.

Alternatywne postępowanie obniżające poziom zawartości zarodników np. przy użyciu metod fizycznych lub fizykochemicznych jest dopiero rozważane.

Chłodziwa biostabilne i biostatyczne. Jak wynika z wycinkowego przeglądu środków konserwujących, dodatki wprowadzane do chłodziw stwarzają zagrożenie zdrowotne. W ostatnim czasie zareagowali na to zagadnienie producenci, przez wprowadzenie chłodziw alternatywnych.

W rezultacie powstały tzw. „łagodne środki”, określane jako chłodziwa:

- biostabilne,
- biostatyczne.

Cel wprowadzenia „łagodnych środków” można ująć skrótowo: dążenie do zmniejszenia zagrożeń zdrowotnych oraz wydatków z tym związanych, przy jednoczesnym utrzymaniu odpowiednich technicznych właściwości tych środków.

Dalsze poszerzenie gamy chłodziw opiera się aktualnie na bazie produktów kondensacji kwasu borowego. Zastosowanie związków boru, mających silne właściwości bakteriobójcze, prowadzi do ograniczenia liczby kolonii mikroorganizmów (CFU) w mililitrze chłodziwa do 10^5 ... 10^6 .

Oferta rynkowa proponuje dalsze chłodziwa z dodatkami na bazie pochodnych kwasu borowego, działających bakteriobójczo. Jednakże te lub podobne biocydy, stosowane w „klasycznych” recepturach, stwarzają także pewne zagrożenie zdrowotne.

W utylizowanych, zużytych chłodziwach mogą znajdować się sole boru, które powstają przez rozkład emulsji. W Niemczech zawartość w ściekach soli kwasu borowego, pod względem ilościowym, nie jest ograniczona przepisami. Kraje o znacznym udziale cytrusów w rolnictwie, jak Włochy lub Australia, mają odpowiednie przepisy dotyczące zawartości boru w ściekach; kwas borowy działa trująco na rośliny, zwłaszcza cytrusowe.

Ta grupa chłodziw zawiera także związki boru jako bakteriocydy, w istocie oddziałujące jednak na grzyby – fungicydy. W tym przypadku „pożywienie” dla bakterii jest na tyle mało toksyczne, że liczba zarodników dochodzi do 10^7 kolonii/ml, co jednak nie ma wpływu na techniczne własności chłodziw. Jednak, przy dużej ilości zarodników istnieje zagrożenie zdrowotne, które w sprzyjających warunkach może powodować infekcje. Przy stosowaniu tego rodzaju chłodziw należy podejmować odpowiednie środki bezpieczeństwa, ze względu na ludzi o osłabionym układzie immunologicznym (np. po systematycznym zażywaniu leków kortyzonowych), zwłaszcza wtedy, gdy chłodziwo generuje znaczną ilość mgieł.

Jony metali. Istnienie w chłodziwie drobnego ściuru metalowego jest nie do uniknięcia. Badania wykazały występowanie w chłodziwach jonów metali. Są to zwykle nikiel, kobalt i chrom – potencjalne alergeny. Przy bardzo wysokich stężeniach jonów w chłodziwach, również ich stężenie w powietrzu otaczającym miejsce pracy jest odpowiednio wysokie.

W niektórych chłodziwach jako środki konserwujące są stosowane jony metali: miedzi lub srebra. Problemem, sprawiającym w tym wypadku kłopoty na stanowiskach pracy, są najwyższe dopuszczalne stężenia, wynoszące dla miedzi 1 mg/m^3 , a dla srebra $0,01 \text{ mg/m}^3$.

Jednoznaczne stwierdzenie wystąpienia wartości granicznych określonych jonów metali w używanych chłodziwach, nie jest możliwe. Jednakże występuje szereg zachorowań alergicznych skóry, kontaktującej się z chłodziwami zawierającymi nikiel. W wątpliwych przypadkach, kwestie te powinien wyjaśnić lekarz chorób skórnych lub alergolog.

12.16.2 System oczyszczania

Wybrany system oczyszczania ma na celu usunięcie z układu zanieczyszczeń oraz mikroorganizmów.

Podstawę tego systemu stanowi kombinacja substancji: myjących np. emulgatorów, stabilizatorów, biocydów oraz środków przeciwkorozyjnych. Alternatywą wobec omawianego systemu jest rozdzielenie czynności mycia od dezynfekcji wtedy, gdy wymagają tego określone okoliczności. Przykładowo, dotyczy to mycia układu, który nie zawiera praktycznie mikroorganizmów.

Po wprowadzeniu środka myjącego do zużytego chłodziwa są usuwane zanieczyszczenia z przewodów oraz z zakątek układu, podobnie jak i resztki bakterii oraz grzybów. Ważne jest, aby objętość środka będącego w obiegu intensywnie przepłukała wszystkie miejsca układu. Po 1... 2 godzinach wzrasta w obiegu ilość wypłukiwanych grzybów. W rezultacie, po 6... 8 godzinach, następuje zabicie grzybów. Niecałkowita likwidacja grzybów stwarza konieczność ponownego wprowadzenia odpowiedniego środka.

Po 8... 10 godzinach zużyte chłodziwo należy usunąć. Przepłukiwanie układu powinno się wykonywać, stosując rozcieńczone roztwory chłodziw z niewielkim dodatkiem sody (węglanu sodu). Pomocne przy tej czynności jest szczotkowanie oraz mycie strumieniem pod wysokim ciśnieniem. Na zakończenie tego procesu układ przepłukuje się wodą i wprowadza się świeże chłodziwo.

Rady licznych producentów środków myjących, którzy sugerują wprowadzanie do obiegu ich tanich środków myjących i odkażających, należy traktować z dużą ostrożnością. Pozostająca znaczna ilość biocydów oraz istniejące w zużytym chłodziwie resztkowe pozostałości powodują podrażnienia skóry i oczu, a podczas wdychania oparów i aerozoli mogą występować stany zapalne dróg oddechowych. Źródłem emisji tych szkodliwych substancji mogą być pomieszczenia, w których znajdują się urządzenia mechaniczne zasilane centralnie. Zaznacza się, że po dodaniu środka myjącego do układu, nie wolno dalej pracować stosując dotychczasowe chłodziwo.

12.16.3 Podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy

Mimo, że koncentraty są sporządzane ze składników spełniających wymogi bezpieczeństwa pracy, na poziomie współczesnej wiedzy, w celu uniknięcia jakiegokolwiek ryzyka podczas pracy ze sporządzonymi cieczami chłodząco-smarującymi, należy przestrzegać następujących podstawowych zasad:

- miejsce pracy należy utrzymywać w porządku i czystości,
- przed przystąpieniem do pracy, zabezpieczyć ręce silikonowym kremem ochronnym,
- podczas pracy chronić oczy i ciało; nosić ubranie, rękawice i okulary ochronne,
- do czyszczenia maszyn stosować bawełniane szmaty, zabrudzone szmaty wrzucając do przeznaczonych na ten cel pojemników, które po dniu pracy powinny być opróżnione,
- unikać kontaktu ciała z cieczą chłodząco-smarującą, a w szczególności nie myć tą cieczą rąk,
- nie używać do mycia rąk past, zawierających trociny, ręka może ulec drobnemu okaleczeniu lub otarciu, które da znać o sobie podczas dalszej pracy,
- nie myć rąk rozpuszczalnikami lub benzyną,
- unikać rozlewania cieczy chłodząco-smarującej wokół stanowiska pracy, a przypadkowo rozlaną ciecz, dokładnie zbierać szmatami bawełnianymi,
- do cieczy chłodząco-smarującej nigdy nie wrzucać odpadków,
- gromadzącą się na powierzchni cieczy warstwę olejową usuwać, gdy tylko to będzie możliwe,
- emulsję napowietrzać w sposób ciągły lub okresowo,
- dopilnować, aby okresowo była prowadzona kontrola jakości cieczy chłodząco-smarującej,
- w przypadku skaleczeń, skorzystać z pomocy medycznej,
- nie przechowywać przygotowanych na zapas rozcieńczonych koncentratów,
- koncentrat przechowywać w pomieszczeniach o temperaturze 12°C do 40°C, w okresie nie dłuższym niż 12 miesięcy,
- sporządzając emulsję do pracy, wlewać zawsze koncentrat do wody, a nie wodę do koncentratu.

