

**Elżbieta ROGOŚ, Andrzej URBĄSKI**

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom

## **ZMIANA WŁAŚCIWOŚCI EMULSYJNYCH CIECZY OBRÓBKOWYCH PODCZAS EKSPLOATACJI**

### **Słowa kluczowe**

Ciecze obróbkowe, eksploatacja, zanieczyszczenia, skażenie mikrobiologiczne.

### **Streszczenie**

Oceniono zmiany wybranych właściwości emulsyjnych cieczy obróbkowych podczas eksploatacji. Badano ciecze stosowane przy szlifowaniu oraz frezowaniu. Kontrolowano kluczowe parametry określające zdolność eksploatacyjną cieczy.

Stwierdzono, że eksploatacja emulsyjnych cieczy obróbkowych prowadzi przede wszystkim do pogorszenia ich właściwości mikrobiologicznych, przeciwkorozyjnych i czystości. Rodzaj obróbki ma istotny wpływ na zawartość zanieczyszczeń stałych. Zmiana pozostałych ocenianych parametrów nie zależy od prowadzonych procesów obróbkowych.

### **Wprowadzenie**

W procesach ubytkowej obróbki metali, w których występują niewielkie obciążenia kontaktowe w strefie narzędzie–obrabiana powierzchnia, stosowane są emulsyjne ciecze obróbkowe, dostarczane w postaci koncentratów do przygotowywania emulsji olejowych [1–3]. Najczęściej użytkowane są jako 2÷5% mieszaniny z wodą [4]. Koncentraty wytwarzane są na bazie olejów mineralnych. W znacznie mniejszym stopniu wykorzystywana jest baza roślinna i synte-

tyczna. Zawartość oleju w koncentracji jest nie mniejsza niż 60%. Pozostałą część stanowi emulgator i różnego typu dodatki modyfikujące. Rodzaj zastosowanej bazy, jak również skład chemiczny istotnie wpływają na właściwości eksploatacyjne cieczy obróbkowych [5–7].

Kluczowym problemem związanym z eksploatacją emulsyjnych cieczy obróbkowych jest szybkie zmniejszanie potencjału eksploatacyjnego [8, 9]. Składniki cieczy, przede wszystkim olej bazowy i emulgatory, a także dodatki modyfikujące w połączeniu z wodą, wykorzystywaną do wytworzenia emulsji, tworzą system zawierający wystarczający zasób substancji organicznych dla intensywnego rozwoju mikroorganizmów. Efektem rozwoju mikroflory jest stopniowy rozkład składników cieczy. Następuje zmniejszenie jej zdolności eksploatacyjnej [10, 11].

Celem pracy było zbadanie zmian właściwości fizykochemicznych i mikrobiologicznych emulsyjnych cieczy obróbkowych podczas eksploatacji w wybranych obrabiarkach.

## 1. Metodyka badań

Przedmiotem badań były emulsyjne ciecze obróbkowe eksploatowane w dwóch różnych zakładach przemysłowych. Dwie z nich wykorzystywane były podczas szlifowania, trzecia służyła do schładzania powierzchni metali podczas frezowania. Ciecze były różnych producentów. Badania rozpoczęto w pierwszym miesiącu eksploatacji każdej z cieczy. W jednym przypadku, przed wprowadzeniem świeżej cieczy, stosowano mycie układu zasilania cieczą obróbkową środkiem biobójczym. W pozostałych przypadkach układ płukano świeżo przygotowaną cieczą obróbkową. W dwóch przypadkach monitorowanie właściwości cieczy prowadzono przez okres 8 miesięcy, w trzecim, z uwagi na zmianę rodzaju cieczy na syntetyczną, przez 5 miesięcy. Próbkę do badań pobierano co 14–21 dni. Ubytki technologiczne uzupełniano świeżo przygotowaną cieczą obróbkową. Szczegółowe dane dotyczące eksploatacji badanych cieczy zestawiono w tabeli 1.

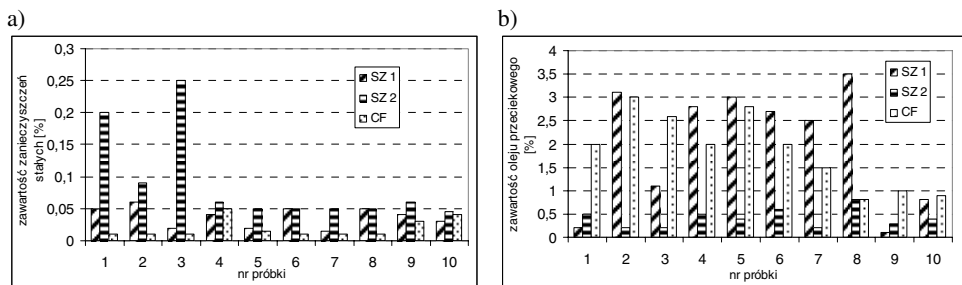
Tab. 1. Dane dotyczące eksploatacji badanych cieczy obróbkowych

Symbol próbki	CF	SZ1	SZ2
Miejsce eksploatacji	centrum frezerskie	szlifierka	szlifierka
Rodzaj obróbki	zgrubna i dokładna	dokładna	dokładna
Sposób eksploatacji	pn÷pt 2 zmiany	pn÷pt 2 zmiany	pn÷pt 3 zmiany
Rodzaj obrabianego materiału	stal stopowa	stal stopowa	stal stopowa i węglowa
Woda do sporządzenia emulsji	wodociągowa	wodociągowa	wodociągowa
Płukanie układu	ciecz obróbkowa	ciecz obróbkowa	biocydy
Czas prowadzenia badań	8 miesięcy	8 miesięcy	5 miesięcy

Podczas badań oceniano wybrane właściwości, które w sposób znaczący odzwierciedlają zdolność eksploatacyjną cieczy i najszybciej ulegają pogorszeniu podczas użytkowania. Były to: wartość wskaźnika pH (PN-89/C-04965), stopień skażenia mikrobiologicznego (metoda „dip slide” za pomocą próbników mikrobiologicznych), właściwości przeciwkorozyjne (PN-92/M.-55789), smarne (PN-76/C-04147), stopień czystości (PN-89/C-04087), zawartość oleju przeciekowego (DIN 51368) oraz stężenie, za pomocą współczynnika załamania światła (PN-81/C-04952).

## 2. Wyniki badań i dyskusja

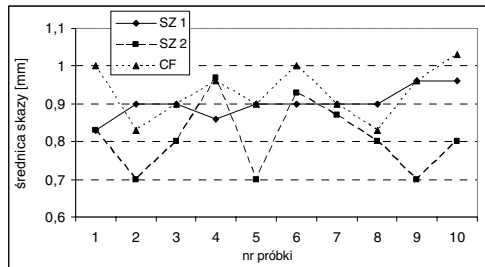
Wyniki oceny zawartości zanieczyszczeń stałych i oleju przeciekowego w emulsyjnych cieczach obróbkowych eksploatowanych podczas szlifowania i frezowania zestawiono na rys. 1.



Rys. 1. Zmiana zawartości a) zanieczyszczeń i b) oleju przeciekowego w emulsyjnych cieczach obróbkowych eksploatowanych podczas szlifowania i frezowania

Eksploatacja cieczy obróbkowych prowadzi do zanieczyszczenia cząstkami stałymi i olejem przeciekowym. Ilość zanieczyszczeń stałych w cieczach zależy od rodzaju prowadzonej obróbki. Zdecydowanie większe zanieczyszczenie cieczy następowało podczas szlifowania (rys. 1a). W niektórych przypadkach poziom cząstek stałych w cieczach stosowanych przy szlifowaniu 10-krotnie przekraczał poziom oznaczony dla cieczy eksploatowanej przy frezowaniu. W każdej z badanych cieczy stwierdzono obecność oleju przeciekowego. Jego ilość nie była zależna od rodzaju prowadzonej obróbki (rys. 1b).

Analiza wyników badań właściwości smarnych wykazała zróżnicowaną zdolność badanych cieczy obróbkowych do ochrony elementów trących przed zużyciem (rys. 2).



Rys. 2. Zmiana właściwości przeciwwuzyciowych emulsyjnych cieczy obróbkowych eksploatowanych podczas szlifowania i frezowania

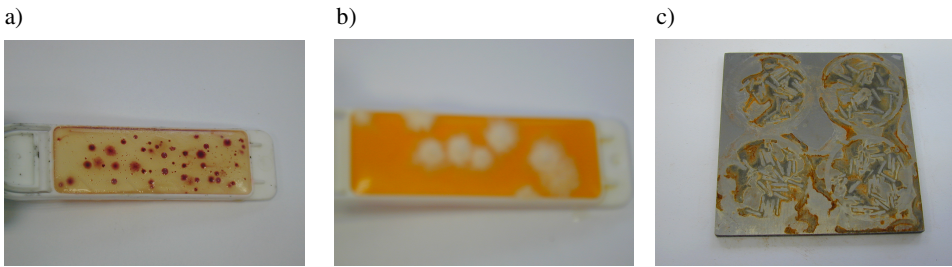
Największe zmiany właściwości przeciwwuzyciowych stwierdzono po badaniu cieczy stosowanej do szlifowania, oznaczonej symbolem SZ 2. Zużycie testowego węzła tarcia, wyrażone średnią wartością średnicy skaży na kulkach odbiegały od wartości wyjściowej o ok.  $\pm 20\%$ . Mogło to wynikać z obecności w cieczy dużej ilości zanieczyszczeń, różnej w kolejnych okresach eksploatacji. Zmiany właściwości przeciwwuzyciowych cieczy SZ 2 i CF były mniejsze. Stwierdzone średnice skaży na kulkach testowych wahały się w granicach:  $\pm 10\%$  dla cieczy SZ 1 i  $\pm 15\%$  dla cieczy CF.

W tabeli 2 zestawiono wyniki badań skażenia mikrobiologicznego oraz właściwości przeciwkorozyjnych badanych cieczy obróbkowych. W ocenie właściwości przeciwkorozyjnych symbol H oznacza obecność plam czarnych, a R rdzawych na płytkach testowych. Stopień skorodowania oznaczano wg skali: od 0 – brak korozji do 6 – bardzo silna korozja.

Stwierdzono, że emulsyjne cieczy obróbkowe wykazywały obecność mikroorganizmów na każdym etapie eksploatacji. Rodzaj prowadzonych procesów obróbkowych nie miał istotnego wpływu na zawartość bakterii i grzybów w stosowanych cieczach. Poziom bakterii w cieczach eksploatowanych podczas obróbki wiórowej i szlifowania był porównywalny i wahał się w granicach  $10^3$ – $10^7$  w  $1\text{cm}^3$  cieczy. Szczegółowa analiza danych literaturowych dotyczących odporności mikrobiologicznej tego typu cieczy wskazuje, że w praktyce eksploatacyjnej toleruje się skażenie drobnoustrojami nieprzekraczające ilości  $10^6$  w  $1\text{cm}^3$  cieczy obróbkowej. W wielu przypadkach poziom ten został przekroczony. W niektórych cieczach stosowanych podczas frezowania i sporadycznie podczas szlifowania stwierdzono obecność grzybów pleśniowych. Skażenia grzybami drożdżopodobnymi nie stwierdzono na żadnym etapie eksploatacji badanych cieczy. Ciecze stosowane do frezowania CF i szlifowania SZ 2 działały korodująco na stal i żeliwo na każdym etapie badań, co mogło być skutkiem obecności mikroorganizmów lub wyczerpania się dodatku przeciwkorozyjnego. Nie stwierdzono tego zjawiska podczas badania cieczy do szlifowania SZ 1. Przykładowe wyniki badań skażenia mikroorganizmami i działania korodującego na stal próbki nr 7 cieczy SZ 2 przedstawiono na rysunku 3.

Tabela 2. Zmiana właściwości mikrobiologicznych i przeciwkorozyjnych emulsyjnych cieczy obróbkowych eksploatowanych podczas szlifowania i frezowania

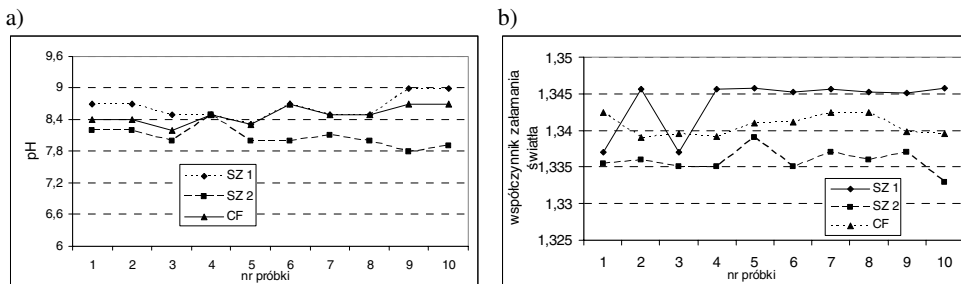
Nr	Bakterie	Grzyby pleśniowe	Grzyby drożdżopodobne	Dział. korodujące
SZ 1				
1	10 <sup>7</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H0
2	10 <sup>5</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H0
3	10 <sup>6</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H0
4	10 <sup>6</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H0
5	10 <sup>7</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H0
6	10 <sup>5</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H0
7	10 <sup>7</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H0
8	10 <sup>3</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	HO
9	10 <sup>3</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H1R1
10	10 <sup>6</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H0
SZ 2				
1	10 <sup>7</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H1R1
2	10 <sup>7</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H1R1
3	10 <sup>6</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H0
4	10 <sup>6</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H2R2-W
5	10 <sup>7</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H3R3-W
6	10 <sup>4</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H3R3-W
7	10 <sup>7</sup>	wysoki	nie stwierdzono	H4R2-W
8	10 <sup>6</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H1R1
9	10 <sup>5</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H4R2-W
10	10 <sup>6</sup>	niski	nie stwierdzono	H3R3-WH2R2
CF				
1	10 <sup>7</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H1R1
2	10 <sup>7</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H1R2-W
3	10 <sup>5</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H3R2-W
4	10 <sup>5</sup>	średni	nie stwierdzono	H2R2
5	10 <sup>7</sup>	średni	nie stwierdzono	H2R3-W
6	10 <sup>5</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H2R2-W
7	10 <sup>4</sup>	średni	nie stwierdzono	H2R2-W
8	10 <sup>4</sup>	nie stwierdzono	nie stwierdzono	H2R2
9	10 <sup>6</sup>	niski	nie stwierdzono	H1R1
10	10 <sup>6</sup>	niski	nie stwierdzono	H2R2



Rys. 3. Przykładowe skażenie a) bakteriami i b) grzybami pleśniowymi oraz c) działanie korodujące na stal emulsyjnej cieczy obróbkowej eksploatowanych podczas szlifowania

Na testowych płytkach mikrobiologicznych widoczne są liczne kolonie komórek bakterii (w ilości  $10^7$  w  $1 \text{ cm}^3$  cieczy) i grzybów (wysoki poziom gęstości kolonii), natomiast na płytce żeliwnej wyraźne ślady korozji (H4R2).

Wyniki oceny wartości wskaźnika pH i współczynnika załamania światła emulsyjnych cieczy obróbkowych eksploatowanych podczas szlifowania i frezowania przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Zmiana a) wartości wskaźnika pH i b) współczynnika załamania światła emulsyjnych cieczy obróbkowych eksploatowanych podczas szlifowania i frezowania

Wyznaczone wartości wskaźnika pH wszystkich badanych cieczy zawierały się w granicach 7,8–9 (rys. 4a). Warunkami korzystnymi dla rozwoju bakterii i grzybów jest środowisko o pH 6–9 i temperaturze 20–30°C. Górny zakres przedziału pH bardziej sprzyja rozwojowi bakterii, dolny grzybów. Potwierdziły to wyniki badań skażenia mikrobiologicznego cieczy wykazujące obecność znacznej ilości bakterii i niewielkiej grzybów pleśniowych (tab. 2).

Podczas prowadzenia badań wartość współczynnika załamania światła wszystkich badanych cieczy utrzymywała się na zbliżonym poziomie. Wskazywało to na stabilne stężenie eksploatowanych cieczy i możliwość spełniania założonych funkcji technologicznych.

## Podsumowanie

Przeprowadzone badania wybranych właściwości eksploatacyjnych emulsyjnych cieczy obróbkowych stosowanych podczas szlifowania i frezowania wykazały, że podczas eksploatacji następowało nadmierne zanieczyszczenie cieczy cząstkami stałymi i olejem przeciekowym. Stwierdzono obecność mikroorganizmów, zmiany właściwości smarnych i przeciwkorozyjnych. Rodzaj obróbki miał zasadniczy wpływ na ilość zanieczyszczeń generowanych podczas eksploatacji, głównie cząstek stałych. Nie stwierdzono wpływu rodzaju obróbki na wartości pozostałych ocenianych parametrów cieczy.

Stwierdzono, że skażenie microbiologiczne emulsyjnych cieczy obróbkowych jest problemem dotyczącym każdego etapu eksploatacji. Nie ustalono istotnego wpływu rodzaju obróbki na zawartość bakterii i grzybów w cieczach. Procesowi skażenia microbiologicznego sprzyja złożony skład chemiczny emulsyjnych cieczy obróbkowych. Nie bez znaczenia jest wyznaczona wartość wskaźnika pH roztworów roboczych, sprzyjająca procesom rozkładu składników cieczy przez mikroorganizmy.

## Bibliografia

1. Grzesik W.: Podstawy skrawania materiałów metalowych. WNT, Warszawa 1998.
2. Praca zbiorowa pod red. Dreła J.: Encyklopedia technik wytwarzania stosowanych w przemyśle maszynowym. Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej 2001.
3. Praca zbiorowa pod red. Kosmola J.: Techniki wytwarzania. Obróbka wiórowa i ścierna. Wyd. Politechniki Śląskiej 2002.
4. Banasiak W.: Rola cieczy obróbkowych w procesie skrawania. Tribologia, 1989, 2, 17–20.
5. Zwierzycki W.: Oleje, paliwa i smary dla motoryzacji i przemysłu. RN „Glimar” SA, ITeE, Radom, 2001, 468.
6. Michel A.: Kühlschmierstoffe für Hochleistungsfertigungsverfahren. Tribologie und Schmierungstechnik, 1996, 1, 7–13.
7. Marzec S., Pytko S.: Tribologia procesów skrawania metali. Nowe ciecze chłodząco-smarujące. ITeE Radom, 1999.
8. Steinmec F. i inni: Uwarunkowania ekologiczne stosowania emulsji olejo-wodnych w obróbce wiórowej metali. Nafta-Gaz, 2000, 10, 605–615.
9. Musiałek K. i inni.: Badania niektórych właściwości środowiskowych i technologicznych świeżych i zużytych emulsji stosowanych w obróbce skrawaniem. Paliwa, oleje i smary w eksploatacji, 2003, 108, 21–29.
10. Kąkol M.: Utylizacja przetworzonych cieczy chłodząco-smarujących. Paliwa, Oleje i Smary w Eksploatacji, 1999, 70, 30–34.

11. Sokovič M., Kopač J.: Introduction of the new ecologically accepted cutting fluids in the machining processes. Part I. Czystsza produkcja w Polsce 2000, 1, 2–6, Part II. Czystsza produkcja w Polsce 2000, 2, 2–7.

Recenzent:  
**Janusz MAGIERA**

*Praca naukowa finansowana ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, wykonana w ramach realizacji Programu Wieloletniego pn. „Doskonalenie systemów rozwoju innowacyjności w produkcji i eksploatacji w latach 2004–2008”.*

### **The change of emulsive properties of cutting fluids in service**

#### **Key words**

Cutting fluids, service, impurities, microbiological contaminations.

#### **Summary**

The change of selected emulsive properties of cutting fluids during service was investigated. The fluids used for grinding and milling were tested. The key parameters determining operational properties in service were measured.

It was stated, that operation of emulsive cutting fluids leads to the worsening of their microbiological properties, anticorrosive properties and purity. The kind of processing has an important effect on the content of solid impurities. The change in the rest of the estimated parameters does not depend on the kind of processing performed.