

PROBLEMY NIEKONWENCJONALNYCH UKŁADÓW ŁOŻYSKOWYCH  
Łódź, 12 – 14 maja 1999 r.

Klaudiusz LENIK  
Michał PASZECZKO  
Miron CZERNIEC  
Tomasz GORECKI  
Politechnika Lubelska

**EUTEKTYCZNE KOMPOZYTY PROSZKOWE DO KSZTAŁTOWA-  
NIA ŁOŻYSK ŚLIZGOWYCH**

**SŁOWA KLUCZOWE:**

odśrodkowa bimetalizacja, eutektyczne stopy, materiał proszkowy

**STRESZCZENIE**

Opracowano nowy sposób konstytuowania łożysk ślizgowych metodą odśrodkowej bimetalizacji z eutektycznych stopów układu Fe-Mn-C-B-Si. Podstawą sposobu jest nagrzewanie prądem o wysokiej częstotliwości materiału proszkowego bezpośrednio wewnątrz obracającego się wyrobu-tulei. Mikrostruktura warstwy wierzchniej składa się ze stopu podeutektycznego  $Fe_{0,4}Mn_{3,6}C-\alpha-Fe$ , oraz dyspersyjnych cząsteczek  $Fe_2B$ . Przeprowadzono oszacowanie odporności na zużycie eutektycznej warstwy wierzchniej zgodnie z opracowanym modelem matematycznym.

Problematyka konstytuowania niekonwencjonalnych odpornych na ścieranie eutektycznych kompozytów proszkowych wzmocnionych dyspersyjnie jest bardzo aktualna szczególnie dla potrzeb wykonania łożysk ślizgowych. Stopy eutektyczne charakteryzują się wysoką twardością, odpornością na zużycie i korozję oraz podwyższoną granicą plastyczności [1-3].

Celem badań jest konstytuowanie nowych eutektycznych kompozytów proszkowych, oraz opracowanie sposobu odśrodkowej bimetalizacji do kształtowania łożysk ślizgowych.

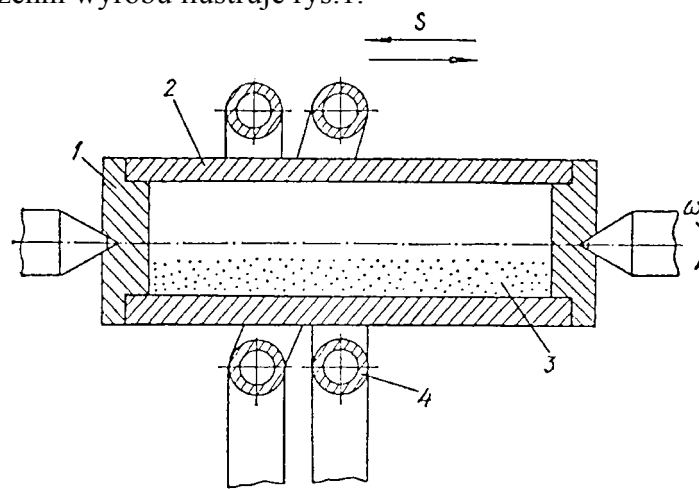
Na podstawie badań układu Fe-Mn-C-B w oparciu o układy sieciowe  $Fe_2B$ -, „ $Fe_2C$ ”-, „ $Fe_2Mn$ ” ,  $Fe_3C$ -, „ $Fe_3B$ ”-, „ $Fe_3Mn$ ” ,  $Fe_3C$ -, „ $Fe_3B$ ”- „ $Fe_{55}Mn_{45}$ ” „ $Fe_{23}C_6$ ”-, „ $Fe_{23}B_6$ ”-, „ $Fe_{23}Mn_6$ ” [1] wyznaczono obszar istnienia eutektyki, oraz zawartość pierwiastków w celu otrzymania stopów eutektycznych. Dla uzyskania optymalnych właściwości do stopu podstawowego wprowadza się odpowiednie pierwiastki. Stopy proszkowe

otrzymane metodą rozpylania stopu ciekłego układu Fe- Mn- C- B-Si na stanowisku URS- 40 [4] przy pionowym kierunku strumienia metalu i gazu (argonu). Wysokość kolumny do rozpylania wynosi 6,5 m.

Struktura kompozytowych stopów proszkowych składa się z eutektyki typu  $Fe_{0,4}Mn_{3,6}C - \alpha - (Fe, Me)$ , oraz dyspersyjnych cząsteczek  $Fe_2B$  [1].

Badania tribologiczne przeprowadzono na stanowisku tarcia MI- 1M zgodnie ze schematem przedstawionym w pracy [1]. Prędkość tarcia poślizgu zawierała się w przedziale  $V = 0,4; 0,6; 0,8$  m/s, a naciski  $P = 0,25; 0,5; 0,75; 1,0$  MPa.

Perspektywnym sposobem kształtowania łożysk ślizgowych jest odśrodkowa bimetalizacja przy topieniu materiału proszkowego bezpośrednio wewnątrz obracającego się wyrobu- tulei [ 2]. W takich warunkach uzyskujemy optymalne możliwości nagrzewania wyrobu, topienia materiału proszkowego, dyfuzji pierwiastków w powierzchnię wyrobu, oraz kryształizacji uzyskanego metalu ciekłego. Otrzymany efekt to dobre połączenie warstwy eutektycznej z metalem rodzimym. Proces otrzymywania eutektycznej warstwy wierzchniej na wewnętrznej powierzchni wyrobu ilustruje rys.1.



Rys. 1. Schemat procesu otrzymywania warstwy podeutektycznej na wewnętrznej powierzchni wyrobu przy nagrzewaniu prądem wysokiej częstotliwości: 1-tarcza uszczelniająco- centrująca; 2- przedmiot; 3-materiał proszkowy; 4-cewka (przemieszczana).

Fig. 1. The scheme of eutectic layer reciving process on internal surface of workpiece by high-frequency heating: 1-seal-centre disk; 2-workpiece; 3-powder material; 4- coil.

Wewnątrz przedmiotu – tulei znajduje się materiał proszkowy. Przedmiotowi nadajemy ruch obrotowy z zadaną prędkością kątową. Za pomocą cewki prowadzimy nagrzew obracającego się wyrobu w zakresie temperatur 1573-1673 K. Po stopieniu materiału proszkowego następuje chłodzenie wyrobu. Proces otrzymywania eutektycznej warstwy wierzchniej o grubości do 3 mm jest prowadzony na modernizowanej szlifierce kłowej [2].

Mikrostruktura warstwy wierzchniej składa się ze stopu podeutektycznego ( rys. 2).

Podeutektyczna struktura kształtuje się na skutek eutektycznego stopienia w układzie ciec- powierzchnia wyrobu, w wyniku czego następuje wzbogacenie warstwy eutektycznej w żelazo.

Ocenę odporności na zużycie warstwy eutektycznej przeprowadza się na podstawie modelu kinetyki zużycia [1] z uwzględnieniem równania typu:

$$dI_K/dL \cdot \Phi_K(\tau) = 1,$$

gdzie:  $I_K$ - zużycie liniowe,  $L$ - droga tarcia;  $K=1; 2$  numeracja zużywających się elementów;  $\tau = \mu \cdot p$  – jednostkowa siła tarcia;  $\mu$ - współczynnik tarcia ślizgania;  $p$ - naciski kontaktowe.

$\Phi(\tau)$  -charakterystyczna funkcja odporności na zużycie materiałów w skojarzeniu trą-  
cym, wyznaczona na podstawie badań - doświadczalnie, wg. wzoru użytkowego:

$$\Phi_K^{(j)}(\tau) = L/I_j,$$

gdzie: j- dyskretne wartości jednostkowej siły tarcia  $\tau$ .



Rys. 2. Mikrostruktura podeutektycznej warstwy wierzchniej na stali 45. x 200.

Fig. 2. The microstructure of subeutectic surface layer on 45 steel. x 200

Zużycie  $I_j$  jest wyznaczone przez utratę masy próbki  $\Delta M_j$ , powierzchnię tarcia  $S$ ,  
oraz  $\rho$ - gęstość materiału próbki:

$$I_j(L) = \Delta M_j / S \cdot \rho,$$

Dla aproksymacji wartości doświadczalnych funkcji  $\Phi_K^{(j)}(\tau)$  materiałów zapropono-  
wano następującą zależność:

$$\Phi_K(\tau) = B_K [\tau_K^{(0)}]^{m_K} / [\tau - \tau_K^{(0)}]^{m_K}$$

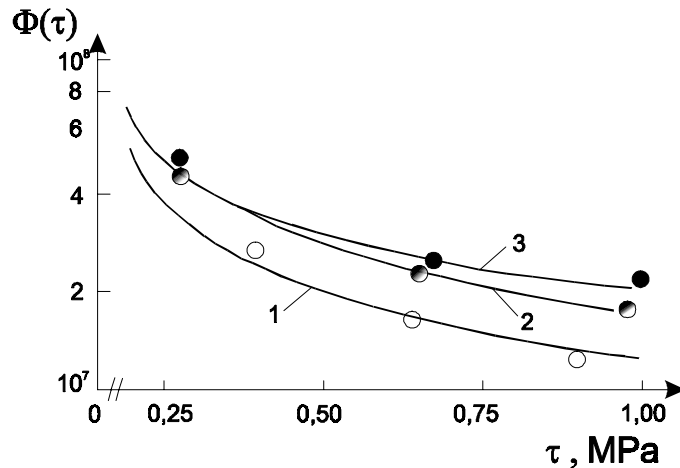
gdzie:  $B_K, m_K, \tau_K^{(0)}$  - wskaźniki odporności materiałów na zużycie;  
 $\tau_K^{(0)}$  - wartość  $\tau$ , przy której materiał nie ulega zużyciu.

Wskaźniki odporności na zużycie  $B, \tau^{(0)}$ , m wyznaczone metodą najmniejszych kwa-  
dratów podane są w tabelicy 1.

Tablica 1.  
Wskaźniki funkcji odporności na zużycie podeutektycznej warstwy wierzchniej przy tarceniu po stali 45 borowanej

Środo- wisko	v = 0,4 m/s			v = 0,6 m/s			v = 0,8 m/s		
	$\tau^{(0)}$	m	B · 10 <sup>6</sup>	$\tau^{(0)}$	m	B · 10 <sup>6</sup>	$\tau^{(0)}$	m	B · 10 <sup>6</sup>
Piasek	0,15	0,42	19,6	0,15	0,5	16,3	0,15	0,51	12

Wyniki badań przedstawiono w postaci wykresu odporności na zużycie (rys. 3)



Rys. 3. Diagram odporności na zużycie warstwy podeutektycznej przy tarciu z przeciwpróbką ze stali 45 borowanej przy zużyciu ściernym:  $v=1-0,4$  m/s; 2- 0,6 m/s; 3 - 0,8 m/s; droga tarcia  $L=1675$  m;  $S=2,5 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>.

Fig. 3. The diagram of wear resistance for eutectic laer by friction with 45 boride steel as antisample:  $v=1-0,4$  m/s; 2- 0,6 m/s; 3 - 0,8 m/s; friction path  $L=1675$  m;  $S=2,5 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>.

Reasumując przedstawione wyniki można stwierdzić że odporność na zużycie nowo opracowanych warstw eutektycznych jest wyższa od 2 do 5 razy, w porównaniu z materiałami typu PG SR, oraz 10009 Borotak (firmy Plazma –Technik AG Szwajcaria) [1].

#### LITERATURA:

1. M. Paszczko, W. Gołubiec, M. Czerniec: Formiowanie i frikcyjna stojkość ewtektycznych pokrytj. Kijów : Naukowa Dumka 1993. 344 s.
2. W. Gołubiec, M Paszczko : Iznosostojkije pokrytija iz ewtektiki na osnowie sistiemy Fe-Mn-C-B. Kijów : Naukowa Dumka 1989, 160 s.
3. Y. Taran, W. Mazur: Struktura ewtekticzieskich spławow. Metalurgia 1978. 311 s.
4. M. Paszczko, G. Erszow, N. Uškowa: Oderzannia ewtektycznych poroszkowych spławiw na osnowi zaliza dla znosostijkich pokrytitiw. Metaloznawstwo ta obrobka materialiw, Nr 3-4.1997. s. 37-41.

## THE EUTECTIC COMPOSITE POWDER MATERIAL FOR THE FORMING OF SLIDE BEARINGS

### ABSTRACT

The paper presents a new method of slide bearing forming by the use of centrifugal bimetalization with eutectic alloy on the basis of the Fe-Mn-C-B-Si system.

The microstructure of surface layer consists of subeutectic  $Fe_{0,4}Mn_{3,6}C-\alpha-Fe$  alloy and dispersional  $Fe_2B$  particles. The base of this method, it is high- frequency heating powder material direct inside the spin workpiece-sleeve.

The authors have measured wear resistance of the eutectic surface layer according to mathematical model

*Recenzent: Jan Burcan*