

Alicja LABER* , Krzysztof ADAMCZUK*

BADANIA WŁAŚCIWOŚCI TRIBOLOGICZNYCH BRĄZU CuSn12Ni2

THE STUDY OF TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF BRONZE CuSn12Ni2

Słowa kluczowe:

właściwości tribologiczne, preparaty eksploatacyjne, brązy, warstwa wierzchnia, warstwa graniczna

Key words:

tribological properties, exploitational preparations, bronzes, boundary layer, surface layer

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań właściwości tribologicznych brązu cynowo-niklowego CuSn12Ni2 smarowanego olejem handlowym silnikowym i maszynowym oraz modyfikowanym preparatem eksploatacyjnym (PE) o działaniu chemicznym . Do badań właściwości tribologicznych wykorzystano tester T-05. Wykazano celowość modyfikowania oleju handlowego silnikowego i maszynowego PE MOTOR LIFE PRO-

* Uniwersytet Zielonogórski – Zakład Obróbki Ubytkowej i Eksploatacji Maszyn, ul. prof. Z. Szafrana 4, 65-246 Zielona Góra.

FESSIONAL, który korzystnie wpłynął na własności smarne olejów i na właściwości tribologiczne.

WPROWADZENIE

O trwałości, niezawodności i bezpieczeństwie pracy współczesnych maszyn i urządzeń decydują procesy tribologiczne zachodzące w węzłach tarcia. Coraz większe wymagania wobec maszyn i urządzeń, ciężkie warunki pracy, stawiają przed konstruktorami nowe wyzwania. Szukają oni nowych materiałów, które będą idealnie nadawały się na węzły tarcia w tych urządzeniach, zmniejszając ich zużycie.

Dużym zainteresowaniem w budowie maszyn cieszą się brązy. Choć ich cena jest wyższa niż innych materiałów, to, ze względu na swoje właściwości, są one stosowane do silnie obciążonych części maszyn, silników, osprzętu oraz do aparatury narażonej na korozję i ścieranie, w przemyśle okrętowym, lotniczym oraz do przekładni mechanicznych.

CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem badań było określenie wpływu preparatu eksploatacyjnego MOTOR LIFE PROFESSIONAL (MLP) na właściwości tribologiczne skojarzenia trącego brąz cynowo-niklowy CuSn12Ni2/ stal X210Cr12 (60 HRC) smarowanego olejem handlowym silnikowym Selektol Special SD 20W/40, olejem maszynowym AN-68 oraz tymi samymi olejami handlowymi modyfikowanymi 5% PE MLP.

WARUNKI BADAŃ

Badania tribologiczne przeprowadzono na tribometrze T-05 produkcji ITeE w Radomiu dla skojarzenia trącego: przeciwpróbka X210Cr12, próbka brąz cynowo-niklowy CuSn12Ni2, smarowanego olejem handlowym silnikowym Selektol Special SD 20W/40, olejem maszynowym AN-68 oraz tymi olejami handlowymi modyfikowanymi preparatem eksploatacyjnym o działaniu chemicznym MOTOR LIFE PROFESSIONAL (MLP). Badania tribologiczne skojarzenia trącego przeprowadzono przy stałej prędkości obrotowej 180 obr./min oraz przy zmiennych obciążeniach 300, 600 i 900 [N].

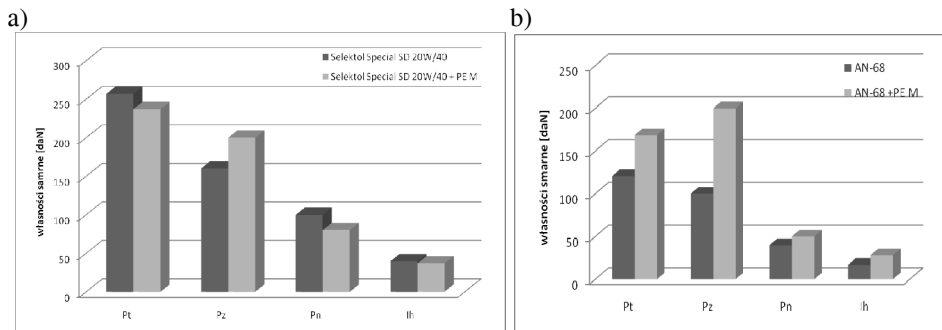
Określono ponadto właściwości smarne środków smarowych przyjętych do badań, a wyniki te uwzględniono w interpretacji wyników badań

tribologicznych. Badania właściwości smarnych zgodnie z PN-76/C-04147 przeprowadzono na tribometrze T-02 produkcji ITeE w Radomiu.

WYNIKI BADAŃ

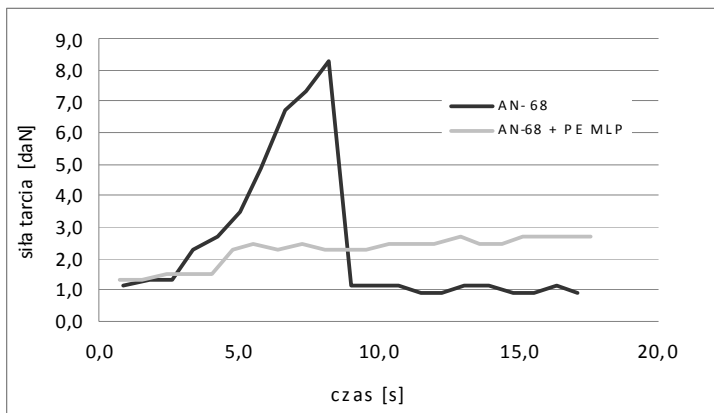
Badania właściwości smarnych środków smarowych

Wyniki badań właściwości smarnych środków smarowych przedstawiono na Rysunkach 1–4.



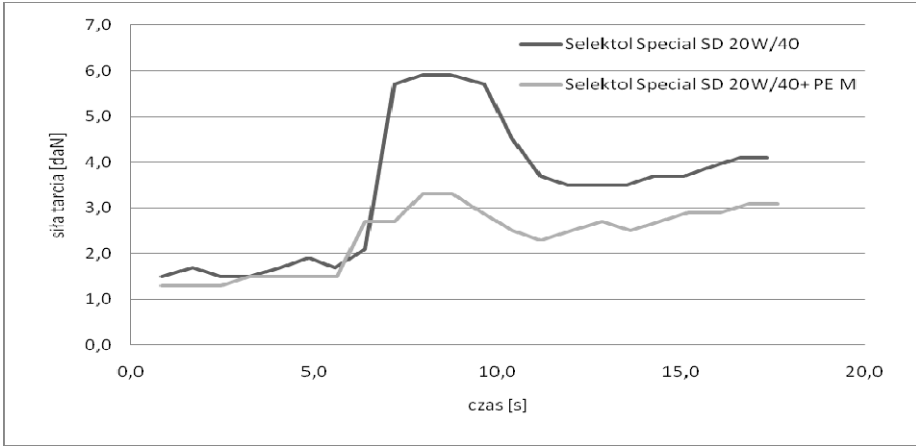
Rys. 1. Właściwości smarne: a) oleju silnikowego Selektol Special SD 20W-40, b) oleju maszynowego AN-68 oraz modyfikowanych PE MLP

Fig. 1. Lubricating properties of engine oil Selektol Special SD 20W-40, machine oil AN-68 and modified PE MLP



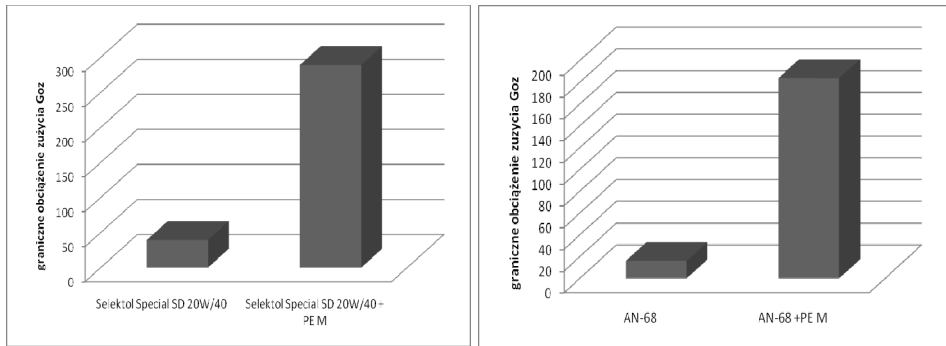
Rys. 2. Przebieg zmienności siły tarcia w czasie dla narastającego obciążenia węzła tarcia 408,8 N/s smarowanego olejem handlowym AN-68 oraz modyfikowanym PE MLP

Fig. 2. The course of the changeability of the strength of the friction in the time for the growing burden of the knot of the friction 408,8 N/s smeared machine oil AN-68 and modified PE MLP



Rys. 3. Przebieg zmienności siły tarcia w czasie dla narastającego obciążenia węzła tarcia smarowanego olejem handlowym Selektol Special SD 20W/40 oraz modyfikowanym PE MLP

Fig. 3. The course of the changeability of the strength of the friction in the time for the growing burden of the knot of the friction smeared engine handlowym Selektol Special SD 20W/40 and modified PE MLP



Rys. 4. Graniczne obciążenie zużycia badanych środków smarowych

Fig. 4. The border burden of the wear of studied compositions

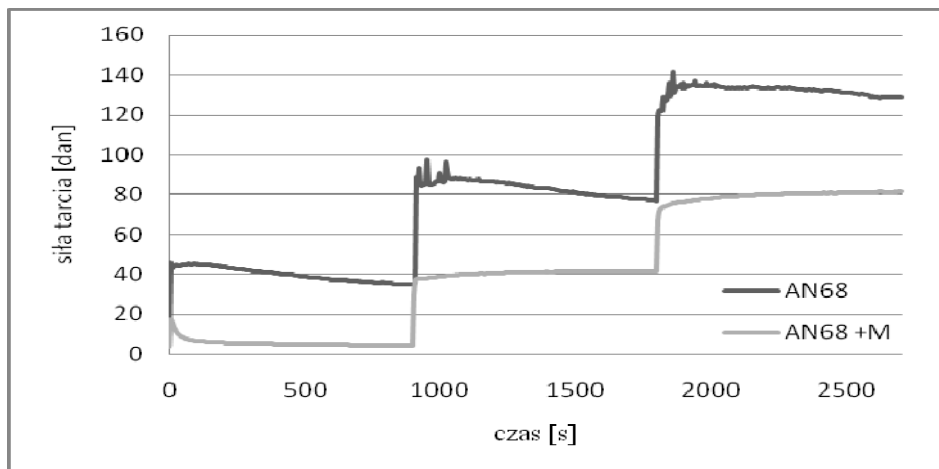
Z Rys. 1–4 wynika, że wprowadzenie do oleju handlowego AN-68 preparatu eksploatacyjnego MLP wpłynęło na poprawę właściwości smarnych. Polepszyły się przeciwzatarciowe wskaźniki oleju modyfikowanego, tzn. obciążenie zespawania P_z , wskaźnik zużycia pod obciążeniem I_h , charakteryzujące przeciwzatarciowe działanie środków smarowych oraz graniczne obciążenie zużycia G_{oz} , charakteryzujące przeciwzużyciowe działanie środków smarowych. Wzrosły również wartości

takich wskaźników jak obciążenie niezacierające P_n , obciążenie zaciera-
jące P_t , charakteryzujące trwałość warstwy smarowej i służące do wy-
znaczenia warunków, w których następuje niszczenie tej warstwy i roz-
poczęcie zacierania [L. 2]. Badania wykazały (Rys. 4), że w sposób zde-
cydowany wzrósł wskaźnik granicznego obciążenia zużycia z wartości
15,78 do wartości 183,68 [daN/mm²], czyli nastąpił aż 12-krotny wzrost
wartości tego wskaźnika. W przypadku oleju handlowego Selektol Spe-
cial SD 20W/40 wprowadzenie PE MLP nieznacznie wpłynęło na zmianę
własności smarnych. Zaobserwowano również, jak w przypadku oleju
maszynowego, bardzo duży wzrost wskaźnika granicznego obciążenia
zużycia G_{oz} z wartości 39,19 do wartości 289,12 [daN/mm²]. O pozy-
tywnym działaniu modyfikowania olejów handlowych, wpływającym na
jakość warstwy granicznej, świadczy przebieg zmienności siły tarcia
(Rys. 2 i 3) dla narastającego obciążenia węzła tarcia. Oba oleje handlo-
we po modyfikacji charakteryzują się małymi zmianami siły tarcia w ca-
łym zakresie badawczym.

Po badaniach właściwości smarnych można było przypuszczać, że
modyfikowanie oleju handlowego AN-68 polepszy pozostałe właściwo-
ści tribologiczne (tj. zużycie, wartość współczynnika tarcia i związaną
z tym temperaturę obszaru tarcia) badanego skojarzenia trącego. W przy-
padku oleju handlowego Selektol Special SD 20W/40 nasze przypusz-
czenia nie były już tak przekonujące.

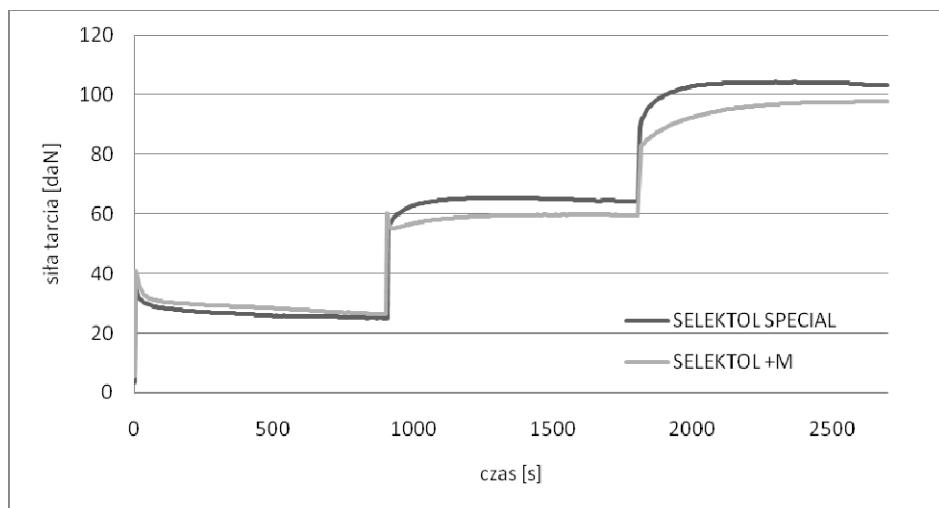
Badania właściwości tribologicznych

Na Rysunkach 5–10 przedstawiono wyniki badań właściwości tribolo-
gicznych skojarzenia trącego: brąz CuSn12Ni2/ stal X210Cr12
(60 HRC). Badania tribologiczne skojarzenia trącego wykazały, że mody-
fikowanie olejów handlowych PE MLP wpłynęło korzystnie na polep-
szenie właściwości tribologicznych (Rys. 5–7), tj. zmniejszenie siły tar-
cia oraz zużycia pary trącej. Temperatura węzła tarcia w obu przypadkach
kształtowała się na zbliżonym poziomie zarówno dla jednego, jak i dru-
giego oleju handlowego (Rys. 10).



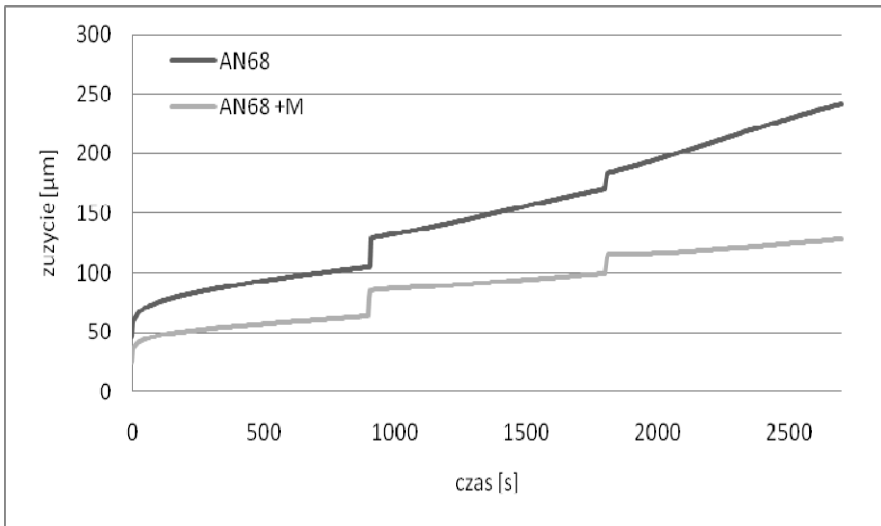
Rys. 5. Przebieg zmienności siły tarcia w czasie dla węzła tarcia CuSn12Ni2/ X210Cr12 w obecności oleju handlowego AN-68 oraz modyfikowanego PE MLP

Fig. 5. The course of the changeability of the strength of the friction in the time CuSn12Ni2/ X210Cr12 in the presence of oil AN-68 and modified PE MLP



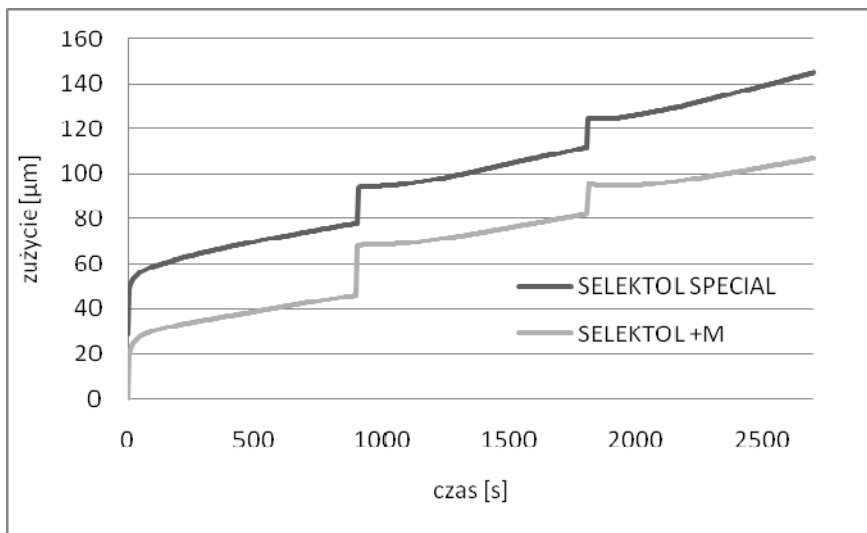
Rys. 6. Przebieg zmienności siły tarcia w czasie dla węzła tarcia CuSn12Ni2/ X210Cr12 w obecności oleju handlowego Selektol Special SD 20W/40 oraz modyfikowanego PE MLP

Fig. 6. The course of the changeability of the strength of the friction in the time Cu-Sn12Ni2/ X210Cr12 in the presence oil Selektol Special SD 20W/40 and modified PE MLP



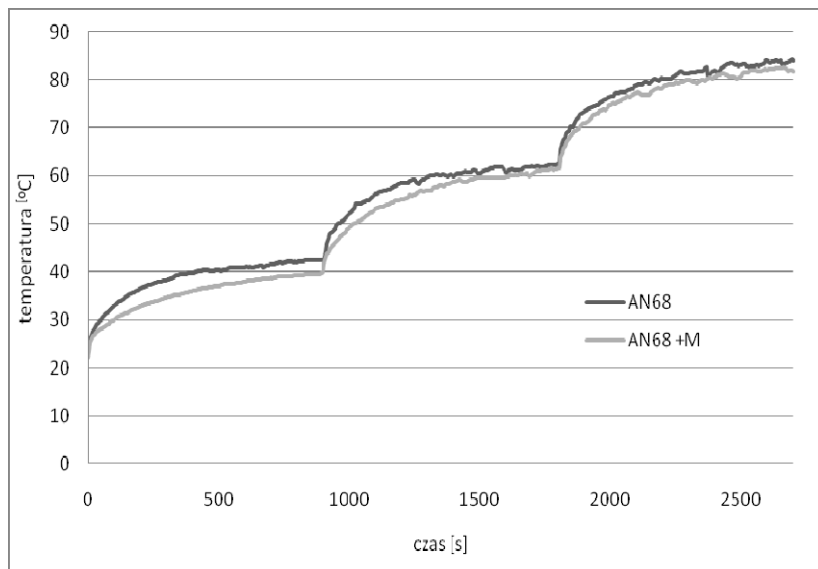
Rys. 7. Przebieg zużycia w czasie dla węzła tarcia, CuSn12Ni2/ X210Cr12 smarowanego olejem handlowym AN-68 oraz modyfikowanym PE MLP

Fig. 7. The course of wear in time for the knot of the friction CuSn12Ni2/ X210Cr12 smeared machine oil AN-68 and modified PE MLP



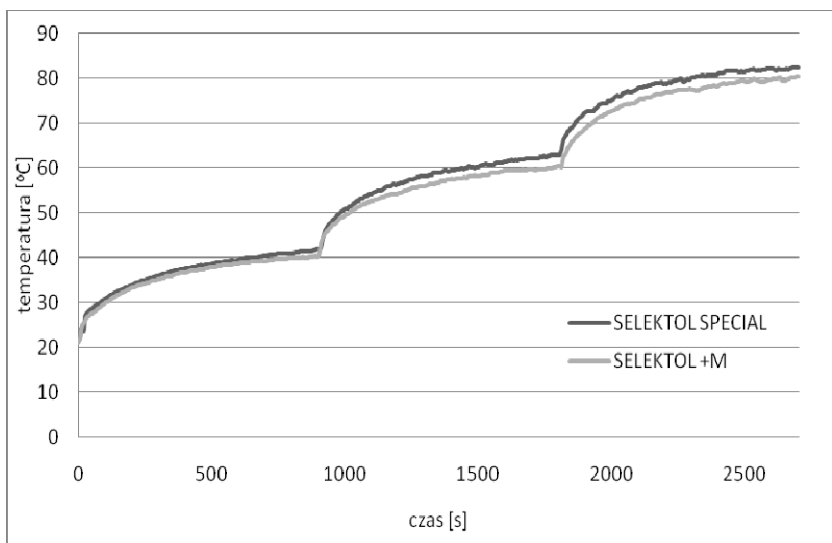
Rys. 8. Przebieg zużycia w czasie dla węzła tarcia, CuSn12Ni2/ X210Cr12 smarowanego olejem handlowym Selektol Special SD 20W/40 oraz modyfikowanym PE MLP

Fig. 8. The course of wear in time for the knot of the friction CuSn12Ni2/ X210Cr12 smeared engine oil Selektol Special SD 20W/40 and modified PE MLP



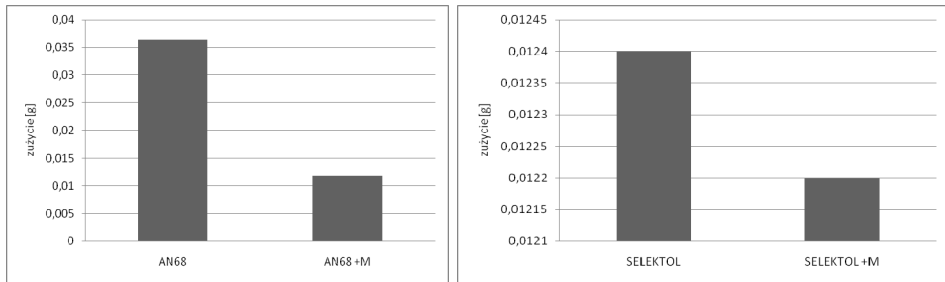
Rys. 9. Przebieg zmienności temperatury w czasie dla węzła tarcia CuSn12Ni2/ X210Cr12 smarowanego olejem handlowym AN-68 oraz modyfikowanym MLP

Fig. 9. The course of temperature in time for the knot of the friction CuSn12Ni2/ X210Cr12 smeared machine oil AN-68 and modified PE MLP



Rys. 10. Przebieg zmienności temperatury w czasie dla węzła tarcia CuSn12Ni2/ X210Cr12 smarowanego olejem handlowym Selektol Special SD 20W/40 oraz modyfikowanym PE MLP

Fig. 10. The course of temperature in time for the knot of the friction CuSn12Ni2/ X210Cr12 smeared oil Selektol Special SD 20W/40 and modified PE MLP



Rys. 8. Zużycie wagowe próbek z brązu CuSn12Ni2

Fig. 8. The weight wear of samples from the bronze CuSn12Ni2

WNIOSKI

1. Badania wykazały, że modyfikowanie oleju handlowego AN-68 oraz Selektol Special SD 20 W/40 preparatem eksploatacyjnym MLP w sposób zdecydowany wpłynęło na poprawę właściwości smarnych w przypadku oleju maszynowego oraz na nieznaczną ich zmianę w przypadku oleju silnikowego.
2. Poprawa własności smarnych w wyniku modyfikacji oleju handlowego Selektol Special SD 20W/40 i oleju AN-68 wpłynęła na obniżenie wartości zużycia skojarzenia trącego.
3. Polepszenie właściwości tribologicznych poprzez modyfikowanie środka smarowego związane jest z poprawą własności warstwy granicznej zdolnej do przenoszenia większych obciążeń dynamicznych i temperaturowych oraz odpornej na przerywanie.
4. Modyfikowanie oleju AN-68 obniżyło wartość siły tarcia, natomiast modyfikowanie oleju Selektol Special SD 20W/40 wpłynęło nieznacznie na jej zmianę.

LITERATURA

1. Laber S., Laber A.: Wybrane zagadnienia tribologiczne związane z problematyką tarcia bezzużyciowego. Politechnika Zielonogórska, Zielona Góra 1997.
2. Szczerek M., Tuszyński W.: Badania Tribologiczne. Biblioteka Problemów Eksploatacji, Instytut Technologii Eksploatacji. Radom 2000.
3. Hohn B.R. i inni: A scuffing load capacity test with the FZG gear test rig for gear lubricants with high EP performance. Tribotest. 1999, t. 5, nr 4, s. 383–390.
4. Lawrowski Z.: Tribologia. PWN, Warszawa 1993.

5. Laber A.: Modyfikowanie własności smarnych oleju silnikowego preparatem eksploatacyjnym o działaniu chemicznym. Tribologia: Teoria i Praktyka 2008, R. 39, nr 1.
6. Laber A.: Ocena stanu geometrycznego powierzchni przed i po procesie tarcia skojarzenia trącego smarowanego olejem silnikowym modyfikowanym preparatem eksploatacyjnym o działaniu chemicznym. Tribologia: Teoria i Praktyka 6/2008.
7. Laber A.: Efekty eksploatacyjne silnika spalinowego smarowanego preparatem eksploatacyjnym o działaniu chemicznym. Tribologia: Teoria i Praktyka 1/2009.
8. Laber S.: Preparaty eksploatacyjne o działaniu chemicznym: MOTOR LIFE. Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra 2001.
9. Dobrzański L.: Materiałoznawstwo z podstawami nauki o materiałach. WNT, Warszawa 1996.
10. Marczak R.: Tribologiczne właściwości materiałów łożyskowych. Informator WITPiS. Sulejówek 1977.
11. PN-76/C-04147.: Badanie własności smarnych olejów i smarów.

Recenzent:
Janusz JANECKI

Summary

In this paper the results of research of tribological properties of bronze CuSn12Ni2 lubricating with machine oil AN-68, engine oil Selektol Special SD 20W/40 and modified with PE MLP have been presented.

Tester T-05 was used for testing. The desirability of modifying AN-68 by PE MLP was demonstrated. It hold an influence on the lubricating properties of oils and on the tribological properties profitably.