

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

Stanisław Krawiec
Zbigniew Lawrowski
Politechnika Wrocławska

**BADANIA WŁAŚCIWOŚCI TRIBOLOGICZNYCH
SMARU PLASTYCZNEGO
MODYFIKOWANEGO PROSZKIEM PTFE I MIEDZI**

SŁOWA KLUCZOWE:

smar plastyczny, kompozycja smarowa, skuteczność smarowania

STRESZCZENIE

Opisuje się badania tribologiczne na aparacie czterokulowym kompozycji smaru plastycznego 1S ze smarami stałymi: PTFE i miedzią. Badano kompozycje o wybranych stężeniach tych smarów stałych, określonych wcześniej w badaniach jako optymalne. Oceniono skuteczność smarowania tymi kompozycjami według kryteriów zużycia kulek.

1. WSTĘP

Badania opisane niżej są istotnymi fragmentami badań przeprowadzonych w ramach projektów badawczych nr 3 096 091 01/p4 oraz 7T07C 039 08 finansowanych przez Komitet Badań Naukowych.

W pierwszym z nich przeprowadzono szerokie badania nad różnymi kompozycjami smarów plastycznych, łącznie z kompozycjami handlowymi, dla określenia skuteczności smarowania nimi, zależnie od zawartości napelnacza (smaru stałego) w nośniku plastycznym. Zarówno te badania jak i badania zawarte w drugim, wymienionym wyżej, projekcie badawczym przeprowadzone były na aparacie czterokulowym, produkcji Instytutu Technologii Eksploatacji w Radomiu. Metodyka badań odpowiadała normie PN-76/C-04147 „Badania własności smarnych olejów i smarów”.

W ramach drugiego projektu badawczego przeprowadzono szczegółowe badania kompozycji smarnych z wybranymi zawartościami proszków PTFE i miedzi. Ich celem było określenie skuteczności smarowania tymi kompozycjami zależnie od parametrów ruchowych:

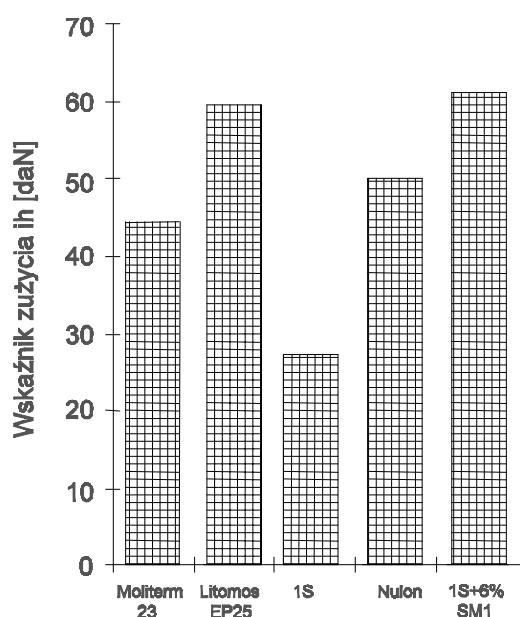
obciążenia i prędkości poślizgu, a więc określenia zakresu najkorzystniejszych warunków działania badanych środków smarnych.

2. BADANIA PRESELEKCYJNE

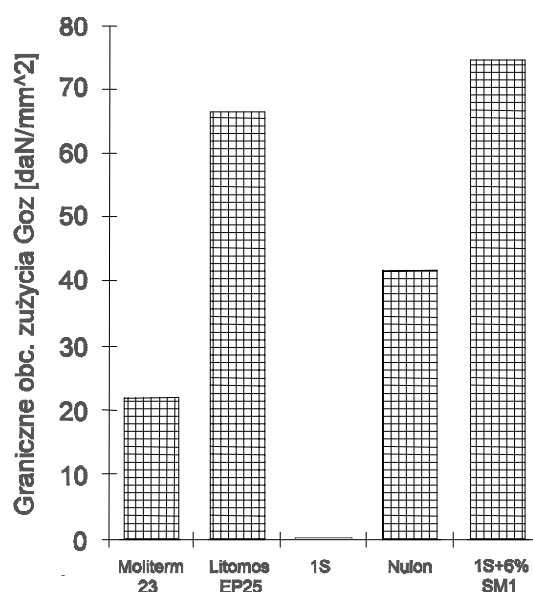
W tej serii badań wybrano najpierw nośnik plastyczny – smar bazowy. Badaniom poddano 3 smary plastyczne: maszynowy 2, STP oraz 1S. Najgorszym z nich – według wskaźnika zużycia I_h okazał się smar samochodowy 1S i ten właśnie smar przyjęto do dalszych badań jako tzw. smar bazowy, który następnie napełniano różnymi smarami stałymi. Przyjęcie najgorszego (pod względem efektywności smarowania) smaru motywujemy tym, że na tle jego nienajlepszych właściwości smarnych najbardziej uwidocznią się korzyści modyfikowania go smarami stałymi.

Do modyfikacji smaru 1S przyjęto: 4 rodzaje proszków PTFE, tarflenu produkcji Zakładów Azotowych w Tarnowie, 2 rodzaje proszków polioksymetyleny (POM) produkcji tych samych zakładów oraz trzy rodzaje proszków grafitu. Ponadto podobnie do badań przyjęto – do celów porównawczych – następujące rynkowe kompozycje smarowe: Nulon L80, Litomos EP-25 oraz Moliterm 23, obydwie ostatnie z dodatkiem MoS_2 .

Na podstawie tych badań wytypowano najlepsze kompozycje smarowe tak ze względu na rodzaj napełniacza jak i jego ilości. Najlepszym napełniaczem okazał się drobny jednolity, proszek tarflenu (PTFE) SM1 o ziarnistości 0,050 mm a najlepszą wśród naszych kompozycji z tym proszkiem okazała się kompozycja o zawartości 6% PTFE. Kompozycja ta jest równorzędna handlowemu smarowi Litomos EP-25 zawierającemu zarówno MoS_2 jak i dodatki typu EP.



Rys. 1. Wskaźnik zużycia I_h



Rys. 2. Graniczne obciążenie zużycia G_{oz}

Natomiast kompozycje z grafitem i z polioksymetylenem okazały się nieprzydatne do smarowania węzłów ślizgowych w warunkach dużych obciążeń (tj. np. dla styku punktowego). Na rysunkach 1 i 2 pokazano wykresy wskaźników kryterialnych, na podstawie których ocenialiśmy skuteczność smarowania badanymi kompozycjami, odnośnie do wybranych, skutecznych kompozycji.

Jak widać proponowana przez nas kompozycja z 6% zawartością PTFE jest najlepsza i wyraźnie różni się od renomowanego Nulonu a także smaru Moliterm 23, równając do

smaru Litomos EP-25 przeznaczonego do ekstremalnych warunków pracy. Biorąc pod uwagę ceny badanych smarów za 1 kg (na poziomie roku 1998): Nulon 60 zł, Moliterm 10 zł, Litomos EP-25 11 zł zaś nasza kompozycja 1S+6% PTFE 7,4 zł – widać dodatkową korzyść stosowania naszej kompozycji.

3. BADANIA KOMPOZYCJI 1S+6%PTFE ORAZ 1S+6%CU.

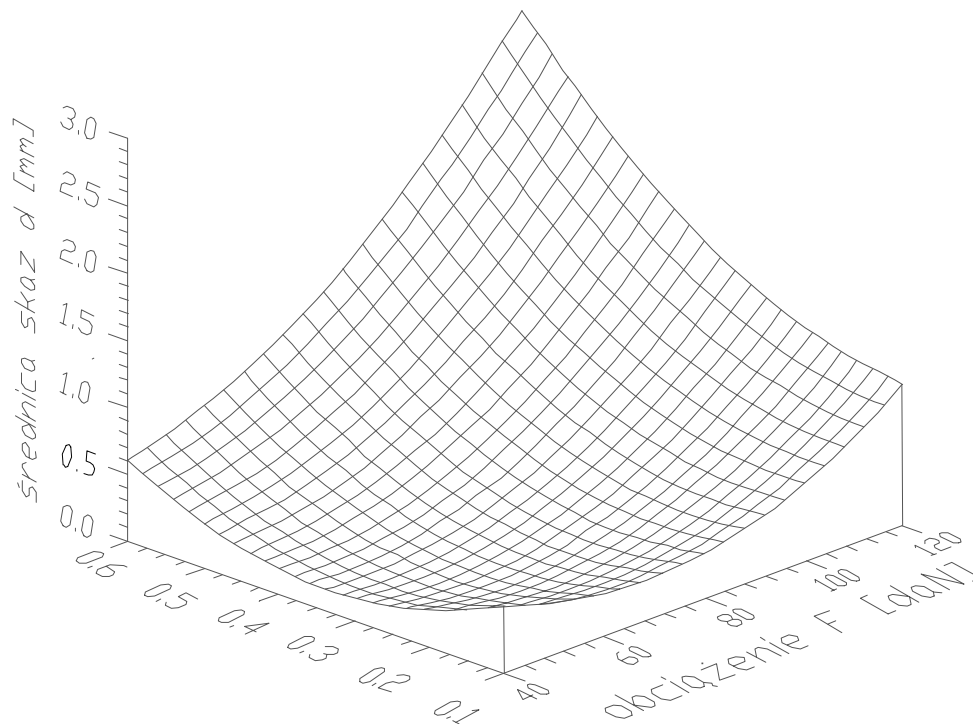
Na podstawie badań preselekcyjnych przeprowadzono serię testów dla określenia wpływu warunków ruchu na skuteczność smarowania wybranymi kompozycjami. Do badań włączono także kompozycje z proszkiem miedzi, które na podstawie naszych wcześniejszych badań rokowały także dobre właściwości smarne.

Badania przeprowadzono według planowanego eksperymentu. Wykorzystano plan rotalny na pięciu poziomach, dających stałość oszacowania funkcji regresji

Poniżej zostaną opisane badania wymienionych wyżej kompozycji: 1S+6% PTFE, 1S+6% Cu, Litomos EP-25 (jako wzorzec) oraz czysty smar 1S. Każda z tych kompozycji była traktowana jako wielkość stała i dla każdej oddzielnie wyznaczono funkcję regresji.

Obszary wielkości zmiennych przyjęto najszersze z możliwych, które zapewniały spełnienie podstawowego warunku stosowalności planowanego eksperymentu tj. aby dla każdego układu zmiennych wejściowych obiekt badań (skojarzenie ślizgowe) działał – tu nie ulegał zatarciu. Wynosiły one: obciążenie nadane $F=32$ do 128 daN; obciążeniu temu odpowiada nacisk herzowski $p=2165$ do 3437 MPa; prędkość poślizgu $v= 0.04$ do 0,68 m/s (tj. prędkość obrotowa górnej kulki $n= 104$ do 1772 obr/min.).

Jako wielkość wyjściową eksperymentu przyjęto zużycie kulek dolnych, określone średnicą śladu wytarcia (skazy). Wielkościami stałymi w danej serii tej części badań były: kształt próbek, ich materiał, twardość i chropowatość powierzchni.

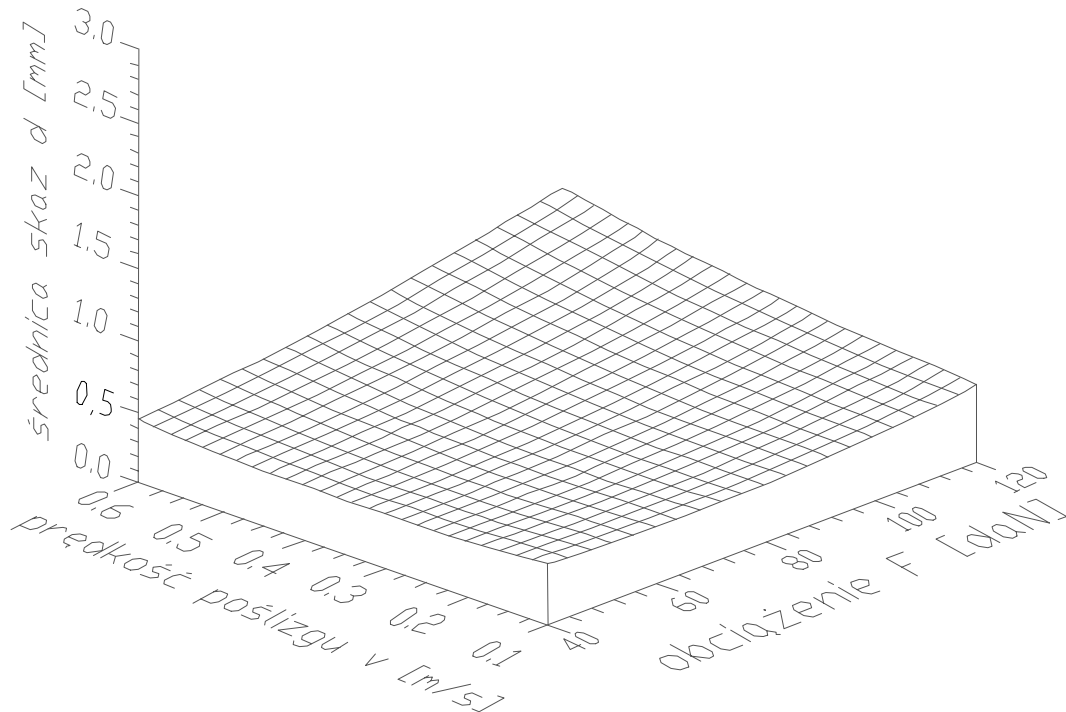


Rys. 3. Zależność $d=f(F,v)$ dla smaru 1S

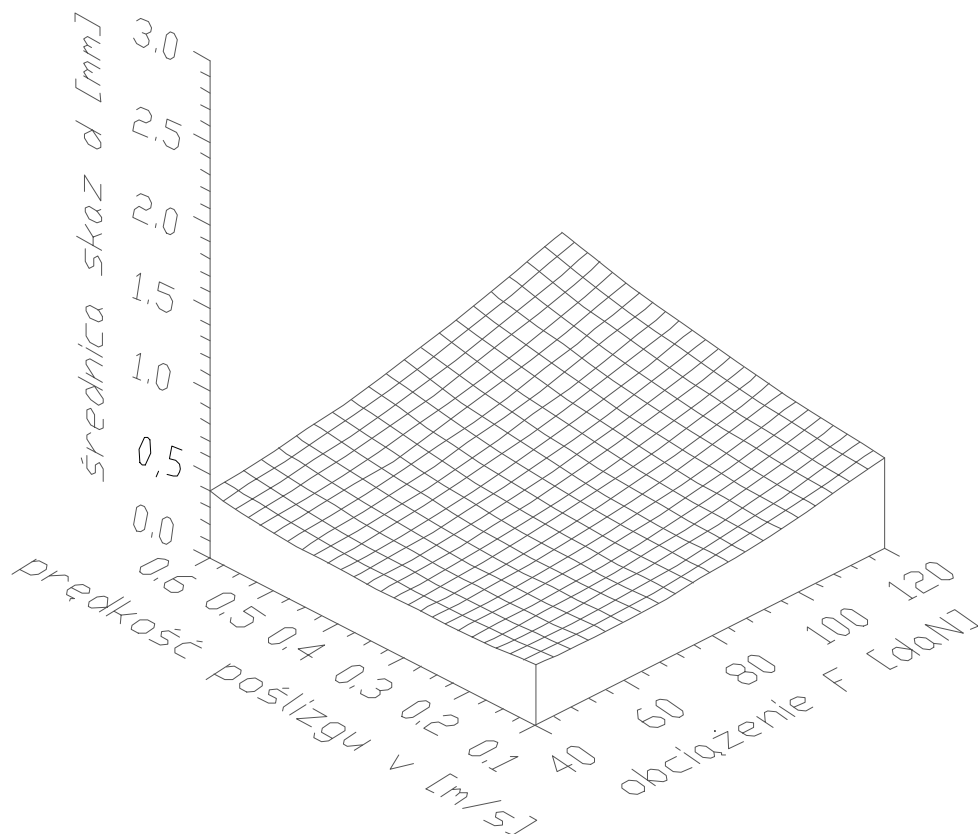
Próbkami były kulki łożyskowe ze stali ŁH15 o średnicy 12,7 mm, wykonane w 16 klasie dokładności i grupie wymiarowej $S= 0 \mu\text{m}$. Pozostałe cechy kulek były zgodne z normą

PN - 83/M-86452; ponadto stałe w każdej serii były – kompozycja smarowa oraz droga tarcia $s=33,5m$.

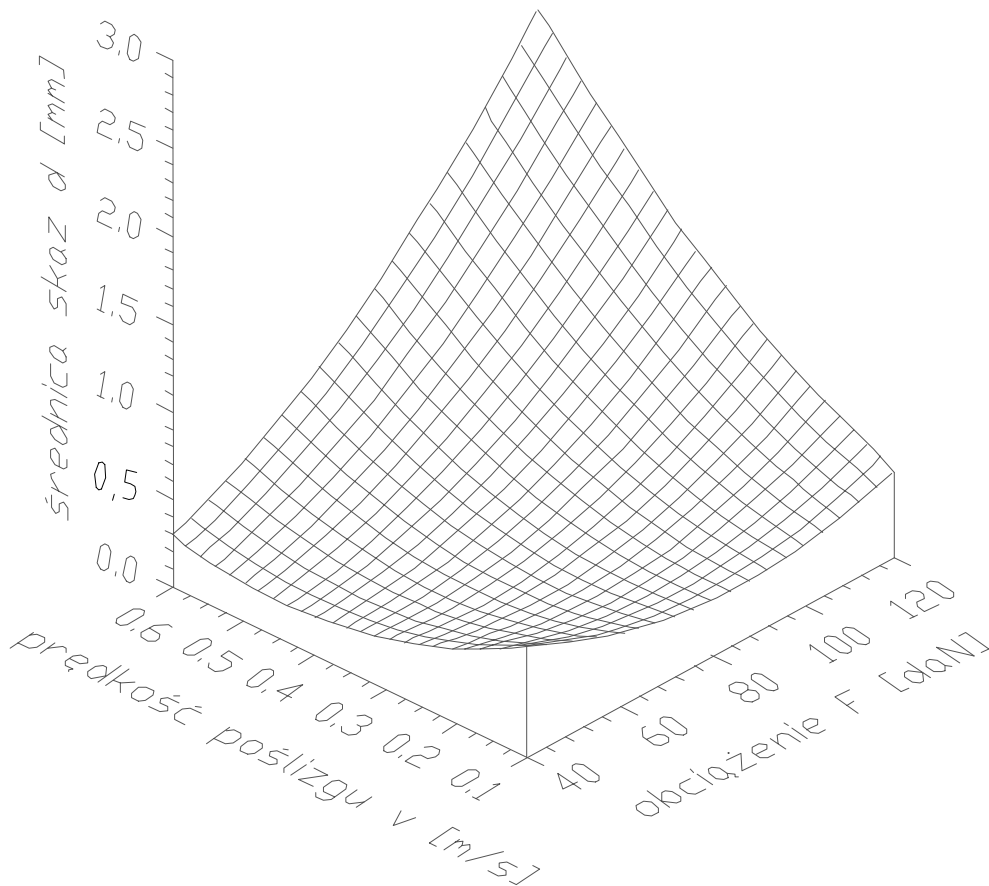
Przyjęta wartość drogi tarcia odpowiada drodze ruchomej kulki podczas wykonywania znormalizowanego oznaczenia wskaźnika granicznego zużycia G_{oz} . Na rysunkach 3 – 6 pokazano wyniki badań.



Rys. 4. Zależność $d=f(F,v)$ dla smaru Litomos EP-25



Rys. 5. Zależność $d=f(F,v)$ dla kompozycji 1S+6% PTFE



Rys. 6. Zależność $d=f(F,v)$ dla kompozycji 1S+6% Cu

4. WNIOSKI

Zilustrowane graficznie równania regresji zużycia w funkcji parametrów ruchowych p i v wyraźnie różnicują badane smary pod względem skuteczności smarowania. Można mówić o dwóch grupach kompozycji smarowych różniących się właściwościami smarnymi w ekstremalnych warunkach pracy (dużych naciskach skoncentrowanych).

W pierwszej grupie znajdują się smar Litomos EP-25 oraz nasza kompozycja 1S+6% PTFE, w drugiej zaś pozostałe kompozycje (wymienione w niniejszym opracowaniu i wielu innych tu nie wymienionych), w tym także kompozycja 1S+6% Cu.

Dwa smary pierwszej grupy mają bardzo płaską charakterystykę, co oznacza możliwość ich stosowania w szerokim obszarze obciążeń i prędkości. Natomiast charakterystyki pozostałych smarów mają bardzo wyraźne ekstrema: minima przy określonych wartościach p i v . Oznacza to, że można je skutecznie stosować tylko w określonym punkcie wykresu, tj. przy określonych wartościach par parametrów p i v .

Jakkolwiek kompozycje z proszkiem miedzi wykazały zmniejszenie zużycia w stosunku do nienapełnionego (czystego) smaru a także niektórych innych kompozycji smarowych, to – wbrew oczekiwaniom – nie stanowią one konkurencji dla handlowej kompozycji Litomos EP-25 a także naszej kompozycji 1S+6% PTFE.

Badaliśmy również kompozycje z azotkiem boru BN (nie opisane w niniejszej pracy). Również i ta kompozycja wykazała lokalne minima, w których skutecznie można ją stosować. Przypuszcza się, że ograniczone do obszarów w okolicach minimów dobre właściwości tego związku spowodowane są dużą jego twardością, co powoduje możliwość działania ściernego.

Badania naszych kompozycji smarowych prowadzone były z użyciem jednego nośnika plastycznego – smaru 1S. Przypuszczamy, że zastosowanie innych smarów, o lepszych właściwościach smarnych, na nośnik kompozycji z PTFE, Cu i Bn może spowodować jeszcze lepsze właściwości tribologiczne tych środków. Rzecz wymaga dalszych badań.

THE INVESTIGATION ON THE PROPERTIES OF A PLASTIC LUBRICANT WITH SOLID LUBRICANTS PTFE AND COPPER

ABSTRACT

The authors describe tribological research on a tetranodular apparatus of the composite of plastic lubricant 1S with solid lubricants PTFE and copper.

The research was conducted on the composites of chosen concentrations of the solid lubricants which had been determined as optimum.

The effectiveness of lubricating with these composites was estimated on the basis of the wear of the spheres.

Recenzent: Jan Burcan