

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

Stanisław LABER, Alicja LABER
Politechnika Zielonogórska
Norbert Niedziela
PPKS Zielona Góra

**BADANIA NAD MODYFIKOWANIEM WARUNKÓW PRACY
ŁOŻYSK ŚLIZGOWYCH SILNIKÓW SPALINOWYCH**

SŁOWA KLUCZOWE:

łożyska ślizgowe, smarowanie, niekonwencjonalne dodatki smarne

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badań własności smarnych oleju silnikowego CE/SF SAE 15W/40 oraz modyfikowanego dodatkiem niskotarciowym R-2000. Badania własności smarnych badanych kompozycji smarowych przeprowadzono przed i po procesie eksploatacji (po 20 000 km. przebiegu autobusu).

1. WPROWADZENIE

Trwałość i niezawodność pracy łożysk ślizgowych w tym silników spalinowych zależy od rodzaju smarowania. Najkorzystniejszymi rodzajami smarowania to smarowanie płynne i graniczne.

W pracy łożysk ślizgowych występują jednak ekstremalne warunki, gdzie ten rodzaj smarowania jest niemożliwy do spełnienia. Ma to miejsce w ruchu nieustalonym. Najlepsze oleje, charakteryzujące się bardzo dobrymi własnościami smarnymi, w tym również bardzo wysoką trwałością warstwy granicznej, nie są w stanie zniwelować tzw. "zimnego startu", charakterystycznego dla ruchu nieustalonego. W okresie ostatnich kilku lat prowadzone są szerokie badania nad wyeliminowaniem tego mankamentu [2,3,4]. Całość tych prac ukierunkowana jest nad opracowaniem nowych technologii smarowania, w wyniku których w węzle tarcia powstałaby dodatkowa tzw. „zastępcza warstwa graniczna”[2], charakteryzująca się odmiennymi własnościami (lepszymi) od własności warstwy granicznej powstałej jako efekt stosowania typowego środka smarnego. Możliwym do osiągnięcia jest to poprzez stosowanie tzw. dodatków niskotarciowych opartych na środkach smarnych stałych (np. metale miękkie, dwusiarczki molibdenu i inne) bądź związkach chemicznych. Efekty zmiany warunków smarowania łożysk ślizgowych w/w dodatkami przedstawiono w niniejszym opracowaniu.

2. CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem badań było ustalenie wpływu modyfikowania warunków pracy (smarowania) na własności smarne oleju silnikowego CE/SF SAE 15W/40 oraz modyfikowanego dodatkiem niskotarciowym R-2000 zapewniającym tzw. „twarde smarowanie” - dodatek na bazie metali miękkich (miedzi i ołowiu). Polepszenie własności smarnych badanego oleju w wyniku stosowania w/w dodatku niskotarciowego było podstawą do zastosowania go w warunkach eksploatacyjnych tj. do smarowania silników spalinowych SW-680 zamontowanych w autobusach AUTOSAN eksploatowanych przez PPKS w Zielonej Górze. W normalnych warunkach eksploatacyjnych w/w silniki smarowane są olejem silnikowym CE/SF SAE 15W/40, a czasokres jego wymiany odpowiada przebiegowi autobusów równym 20 000 km.

Do badań przyjęto następujące kompozycje smarowania silników:

Olej silnikowy CE/SF SAE 15W/40;

Olej silnikowy CE/SF SAE 15W/40 + R-2000.

Zakres badań obejmował:

Ocenę własności smarnych przyjętych kompozycji smarnych przed eksploatacją;

Ocenę własności smarnych przyjętych kompozycji smarowych po procesie eksploatacji

Badania własności smarnych badanych kompozycji przeprowadzono na skomputeryzowanym aparacie 4-ro kulowym Testerze T-02 produkcji MCNEMT w Radomiu zgodnie z zaleceniami PN-76/C-04147.

3. WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań własności smarnych oleju silnikowego CE/SF SAE 15W/40 oraz modyfikowanego dodatkiem niskotarciowym R-2000 przedstawiono w tab. 1 oraz na rys.1. Ich analiza wykazuje, że modyfikowanie oleju dodatkiem R-2000 powoduje polepszenie własności smarnych.

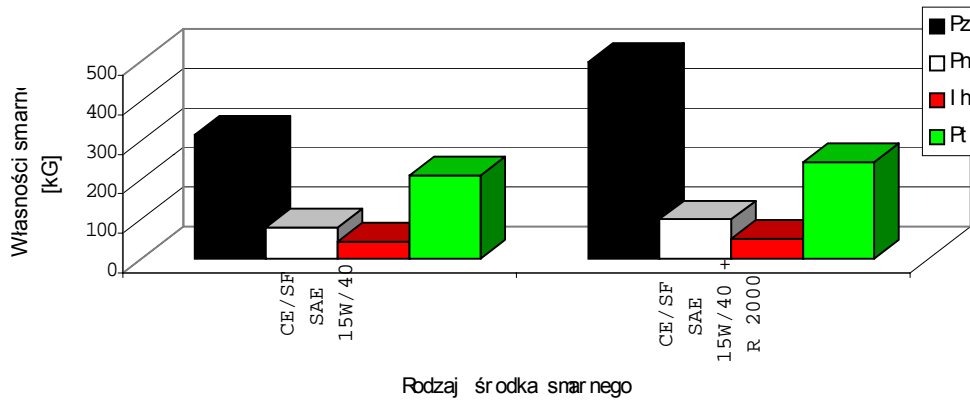
W przypadku stosowania dodatku R-2000 polepszenie własności smarnych nastąpiło w zakresie wszystkich wskaźników tj. siły zespawania P_z , obciążenia niezacierające P_n , obciążenie zacierającego P_t oraz współczynnika zużycia pod obciążeniem I_h .

Potwierdzeniem zamieszczonych wyników badań zamieszczonych w tab.1 oraz na rys.1 są przebiegi zmienności siły tarcia dla zadanego obciążenia $P=315$ KG (obciążenie zespawania dla oleju CE/SF SAE 15W/40) – rys.2 oraz dla narastającego obciążenia od 0÷800 kG – rys.3. Wynika z nich, że w przypadku nie stosowania dodatku, dla stałego obciążenia zadanego (rys.2) bardzo szybko rośnie siła tarcia i towarzysząca temu temperatura oraz następuje zatarcie prowadzące do zespawania elementów trących. W przypadku zastosowania dodatku siła tarcia jest znacznie mniejsza, po okresie intensywnego zużywania następuje stabilizacja siły tarcia na określonym poziomie. W wyniku zwiększenia powierzchni tarcia a tym samym zmniejszeniu nacisków jednostkowych, powstały warunki pracy w zakresie tarcia granicznego

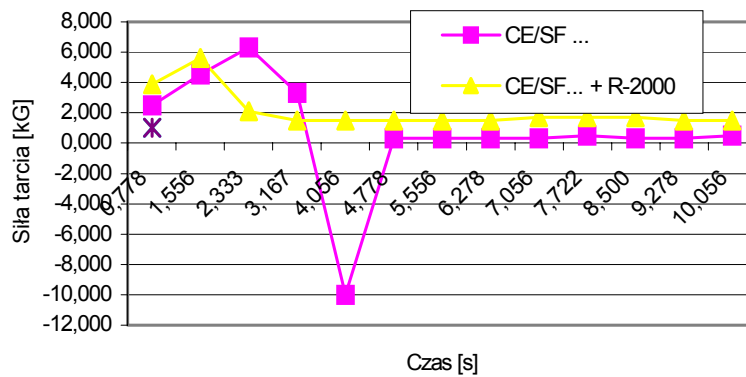
Tabela 1.

Własności smarne oleju silnikowego CE/SF SAE 15W/40 czystego oraz modyfikowanego dodatkiem R-2000

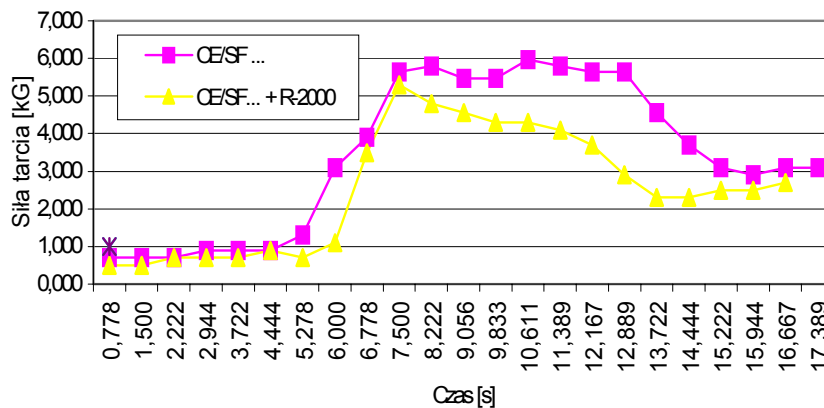
Rodzaj środka smarnego	Własności smarne [kG]			
	P_z	P_n	I_h	P_t
CE/SF SAE 15W/40	315	80	43,18	211,11
CE/SF SAE 15W/40+ R-2000	500	100	50,42	244,75



Rys.1. Własności smarne oleju silnikowego CE/SF SAE 15W/40 oraz modyfikowanego dodatkiem R-2000



Rys.2. Przebieg zmienności siły tarcia węzła tarcia smarowanego olejem silnikowym CE/SF SAE 15W/40 oraz modyfikowanym dodatkiem niskotarciowym R-2000 obciążonym siłą P=315 kG



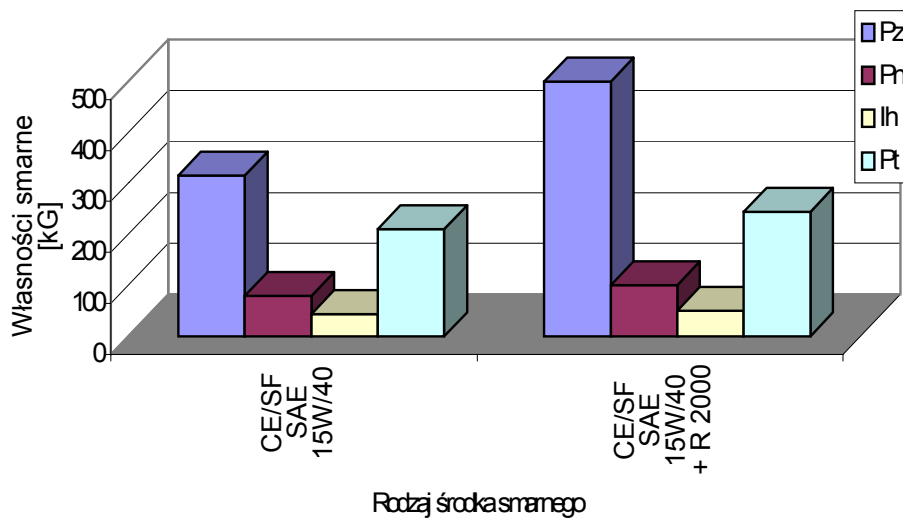
Rys.3. Przebieg zmienności siły tarcia dla zmiennego (narastającego) obciążenia węzła tarcia smarowanego olejem silnikowym CE/SF SAE 15W/40 oraz modyfikowanym dodatkiem R-2000

Badania laboratoryjne własności smarnych badanych kompozycji smarowych były podstawą do zastosowania ich w warunkach eksploatacyjnych. Wyniki tych badań przedstawiono w tab. 2 oraz na rys. 3,4,5,6. Z tabeli 2 wynika, że po okresie eksploatacji takie wskaźniki jak obciążenie zespawania Pz, współczynnik zużycia pod obciążeniem lh oraz obciążenie zacierające Pt są korzystniejsze dla oleju modyfikowanego dodatkiem R-2000. Z po-

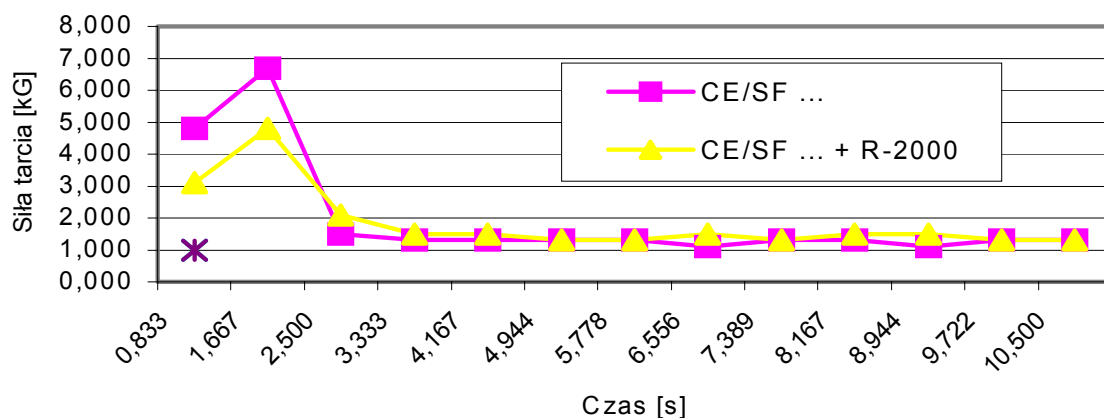
równań przebiegów zmienności sił tarcia wynika, że dla stałego obciążenia węzła tarcia siłą $P=315$ kG (rys.5) oraz dla narastającego obciążenia (rys.6) korzystniejsze warunki pracy występują w węzle tarcia smarowanym olejem z dodatkiem R-2000. – mniejsze siły tarcia zarówno w okresie intensywnego zużywania jak również w okresie stabilizacji oporów ruchu.

Tabela 2. Własności smarne oleju silnikowego CE/SF SAE 15W/40 oraz modyfikowanego dodatkiem niskotarciowym R-2000 po przebiegu autobusów równym 20 000 km

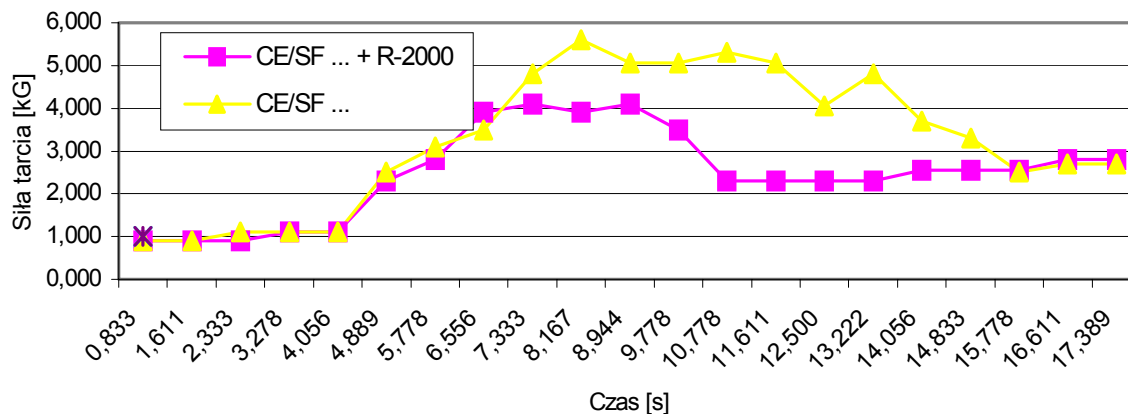
Przebieg autobusu [km]	Własności smarne [kG]			
	P_z	P_n	I_h	P_t
CE SF SAE 15W/40	400	63	35,66	134
CE SF SAE 15W/40 + R-2000	500	63	39,38	146,63



Rys.4. Własności smarne oleju silnikowego CE/SF SAE 15W/40 oraz modyfikowanego dodatkiem R-2000 po przebiegu autobusu równym 20 000 km



Rys.5. Przebieg zmienności siły tarcia dla zmiennego (narastającego) obciążenia węzła tarcia oleju silnikowego CE/SF SAE 15W/40 oraz modyfikowanego dodatkiem R-2000



Rys.6. Przebieg zmienności siły tarcia wężła tarcia smarowanego olejem silnikowym CE/SF SAE 15W/40 oraz modyfikowanego dodatkiem niskotarciowym R-2000 obciążonego siłą P=315 kG po przebiegu autobusu równym około 20 000 km

4. WNIOSKI

W świetle przeprowadzonych badań laboratoryjnych własności smarnych oleju silnikowego CE/SF SAE 15W/40 oraz modyfikowanego dodatkiem niskotarciowym R-2000 można sformułować następujące wnioski:

Zastosowanie dodatku niskotarciowego R-2000 w sposób zasadniczy wpływa na polepszenie własności smarnych oleju silnikowego CE/SF SAE 15W/40 polepszając takie jego wskaźniki jak: obciążenie zespawania, obciążenie niezacierające, współczynnik zużycia pod obciążeniem oraz obciążenie zacierające. Ma to bardzo istotne znaczenie, gdyż modyfikowanie warunków pracy (smarowania) łożysk ślizgowych tym dodatkiem powinno spowodować zmniejszenie współczynnika tarcia (oporów ruchu) oraz zużycia, a w konsekwencji mieć istotny wpływ na zwiększenie trwałości i niezawodności ich działania;

Dodatek niskotarciowy powoduje zwiększenie trwałości warstwy granicznej oraz posiada zdolność jej regeneracji, a tym samym węzeł tarcia może pracować pod większym obciążeniem w warunkach tarcia granicznego – istotne znaczenie w przypadku czasowego przeciążenia łożysk (rozruch – hamowanie);

Wyniki badań laboratoryjnych znalazły praktyczne potwierdzenie w warunkach eksploatacyjnych. W przypadku modyfikowania warunków pracy dodatkiem R-2000 po okresie eksploatacji 20 000 km olej posiada lepsze własności smarne a tym samym istnieje możliwość zwiększenia czasokresu pracy (eksploatacji) oleju, co ma istotne znaczenie ze względów ekonomicznych eksploatacji.

LITERATURA

- [1]. Stanisław Laber, Alicja Laber: Własności smarne olejów przekładniowych modyfikowanych dodatkami miedziowymi. Materiały Konferencji nt. „Problemy niekonwencjonalnych układów łożyskowych”. Łódź – 1995 r.
- [2]. W. Wiślicki: Niekonwencjonalne dodatki do olejów smarowych. Paliwa Oleje i Smary 17/95 r.

- [3]. Badania wdrożeniowe nowej technologii smarowania silników spalinowych opartej na wykorzystaniu niekonwencjonalnych dodatków niskotarciowych. Sprawozdanie z badań. Centrum Naukowo – Producyjno - Handlowe LASTA-POL. Zielona Góra 1998 r.
- [4]. Stanisław Laber, Alicja Laber: Badania w zakresie ograniczenia ujemnych skutków „zimnego rozruchu”. Praca nie publikowana.

RESEARCH ON THE MODIFICATION OF THE WORK OF SLIDE BEARING IN A FUEL ENGINE

ABSTRACT

The paper shows some results of research on lubrical properties (weld point, seizure load, non seizure load and load-wear index) of an engine oil CE/SF SAE 15W/40 and the one modified by lubricat additive called R-2000. The research on lubrical properties was conducted before and after using the oil.

Recenzent: Jan Burcan