

ŁOŻYSKA HI-TF
I ŁOŻYSKA SUPER-TF
+



Jako jeden z wiodących światowych producentów łożysk tocznych, komponentów technologii liniowej i układów kierowniczych, jesteśmy obecni prawie na każdym kontynencie – w zakładach produkcyjnych, biurach sprzedaży i centrach technologicznych – ponieważ nasi klienci doceniają krótkie kanały decyzyjne, sprawne dostawy i lokalny dostęp do naszych usług.



Firma NSK

NSK rozpoczęła swoją działalność w 1916 r. jako pierwszy japoński producent łożysk tocznych. Od tamtego czasu stale rozbudowujemy i ulepszymy nie tylko gamę naszych produktów, lecz również zakres usług dla różnych sektorów przemysłu. Z myślą o nich rozwijamy technologie w dziedzinie łożysk tocznych, systemów liniowych, komponentów dla branży motoryzacyjnej i systemów mechatronicznych. Nasze ośrodki badawcze i produkcyjne w Europie, Ameryce i Azji są ze sobą powiązane w globalnej

sieci technologicznej. Koncentrujemy się nie tylko na rozwoju nowych technologii, ale również na stałej optymalizacji jakości – na każdym etapie procesów.

Nasze działania badawcze obejmują m.in. projektowanie produktu, aplikacje symulacyjne z wykorzystaniem różnorodnych systemów analitycznych, a także opracowywanie nowych typów stali i środków smarnych dla naszych łożysk tocznych.

Partnerstwo oparte na zaufaniu, zaufanie oparte na jakości

Kompleksowa Jakość NSK: współdzielenie naszej globalnej sieci Centrów Technologicznych NSK. Oto jeden z przykładów na to, jak spełniamy wymagania wysokiej jakości.

NSK jest jedną z czołowych firm szcycących się długą tradycją opatentowanych rozwiązań dla części mechanicznych. W naszych centrach badawczych na całym świecie skupiamy się nie tylko na rozwijaniu nowych technologii, ale także na stałym ulepszaniu jakości w oparciu o zintegrowaną

platformę technologiczną: trybologii, technologii materiałowej, analizy i mechatroniki.

Więcej o NSK na stronie internetowej www.nskeurope.pl lub pod numerem telefonu +48 22 645 15 25



Wyjątkowa wytrzymałość, osiągi i oszczędność kosztów: technologia NSK tworzy nowy standard wyjątkowej trwałości serwisowej

Trwałość to bardzo ważna cecha łożysk stosowanych w samochodach, walcarkach i maszynach przemysłowych. Potrzeba zapewnienia większej trwałości staje się coraz bardziej paląca z uwagi na dążenie do zapewniania większej ekonomiczności i dłuższych okresów między przeglądami oraz tworzenie coraz bardziej kompaktowych urządzeń.

W odpowiedzi na to zapotrzebowanie NSK opracowała i dostarczyła na rynek łożyska serii TF. Jednakże, aby zapewnić jeszcze większą efektywność żądaną przez klientów, NSK opracowała nowy materiał oraz nowy proces obróbki cieplnej, których efektem jest nowo opracowana seria łożysk Hi-TF i Super-TF, których osiągi przekraczają osiągi łożysk serii TF.

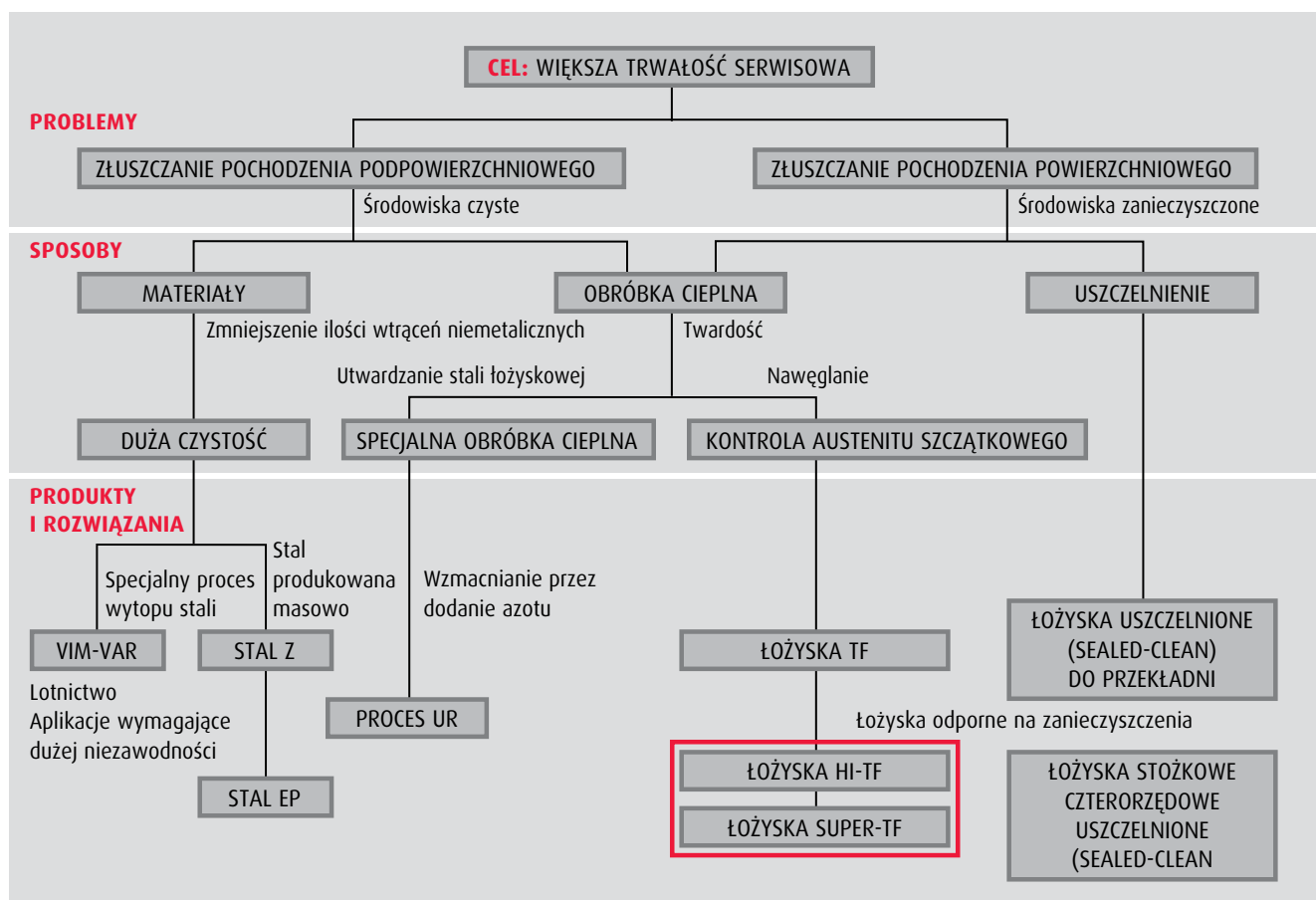
Łożyska Super-TF charakteryzują się większą trwałością serwisową połączoną ze znakomitą odpornością na zużycie ścierne, zatarcia i ciepło w warunkach smarowania zanieczyszczonym środkiem smarnym. Seria łożysk została opracowana także w taki sposób, aby spełniać przewidywane potrzeby klientów zarówno teraz, jak i w przyszłości. Seria ta nadaje się szczególnie do aplikacji wymagających dużej wytrzymałości. Łożyska Hi-TF oferują większą trwałość serwisową, zapewniają znakomitą odporność na zużycie ścierne i zatarcia w warunkach smarowania zanieczyszczonym środkiem smarnym i zapewniają większą ekonomiczność. Ta seria łożysk jest przeznaczona do aplikacji wymagających dostatecznej wytrzymałości.



Łożyska Hi-TF i Super-TF

Łożyska Hi-TF, Super-TF i technologia TF

Dążąc do zwiększenia trwałości serwisowej łożysk, NSK spędziła wiele lat analizując mechanizm zmęczenia łożysk oraz badając i opracowując nowe materiały, procesy obróbki cieplnej i warunki pracy. Zakres sposobów mających na celu osiągnięcie większej trwałości serwisowej podjętych przez nasz zespół badawczy przedstawiono na rys. 1. Technologia zastosowana w naszych łożyskach Hi-TF i Super-TF została zaprojektowana tak, aby maksymalizować trwałość serwisową w warunkach, w których łożyska narażone są na złuszczenie pochodzenia powierzchniowego.



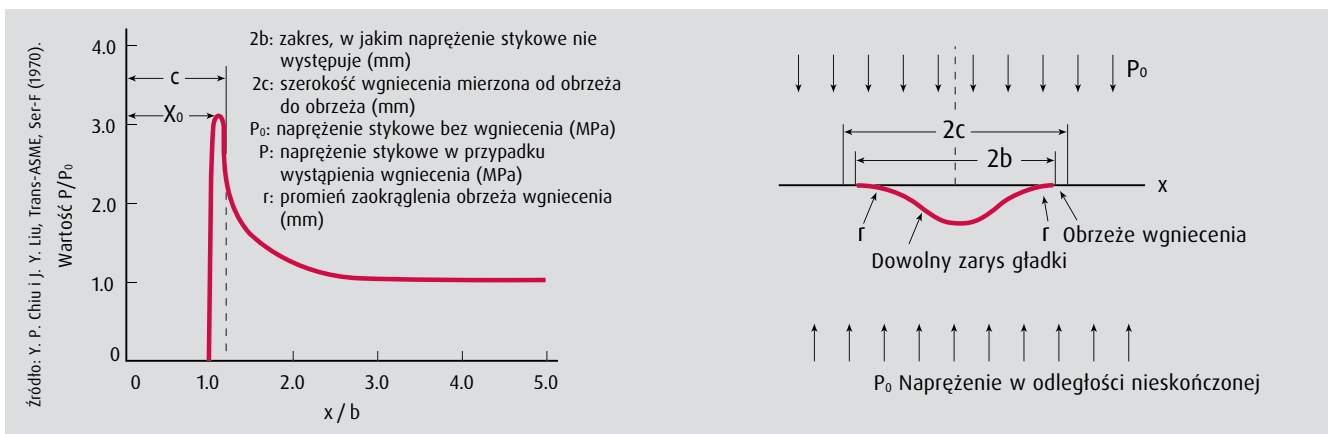
Rys. 1 Sposoby uzyskania większej trwałości serwisowej łożysk

Łożyska Hi-TF i Super-TF

Technologia TF

Problem: smarowanie zanieczyszczonym środkiem smarnym

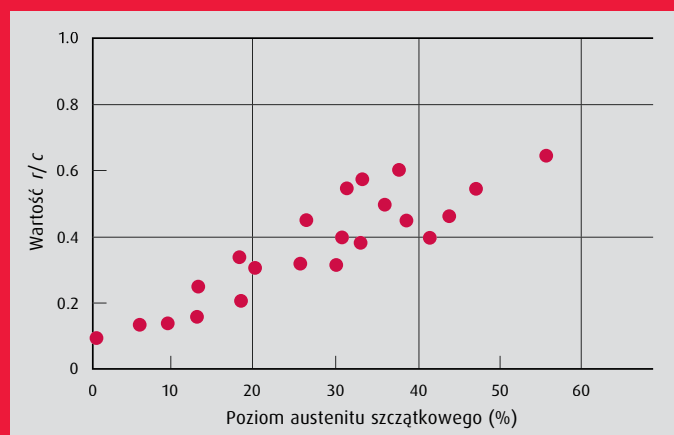
Od łożysk wymagana może być praca w czystym lub zanieczyszczonym środowisku; w środowisku zanieczyszczonym olej smarny w łożyskach ulega łatwo zanieczyszczeniu. Metalowe cząstki lub piasek formierski w oleju smarnym powodują wgniecenia na powierzchniach elementów łożysk. Jak pokazano na rys. 2, wokół tych wgnieceń koncentrują się naprężenia, które w końcu doprowadzają do pęknięć i złuszczenia się inicjowanego powierzchniowo. Koncentracja naprężeń wokół wgniecenia wyrażona jest wzorem $[P/P_0 \propto (r/c)^{-0.24}]$, gdzie "r" to promień zaokrąglenia obrzeża wgniecenia, zaś "2c" to szerokość wgniecenia mierzona od obrzeża do obrzeża. Im większa jest wartość "r/c", tym mniejsza jest koncentracja naprężeń i tym większa jest trwałość serwisowa łożyska.



Rys. 2 Koncentracja naprężeń wokół wgniecenia powierzchniowego

Rozwiązanie: technologia TF

NSK jest światowym liderem badań i rozwoju właściwości materiałowych mających na celu zmniejszenie koncentracji naprężeń wokół wgnieceń powierzchniowych. Jak pokazano na rys. 3, nasze badania wykazały, że wysoki poziom austenitu szczątkowego jest wyjątkowo skutecznym sposobem maksymalizacji wartości r/c wokół wgnieceń powierzchniowych w materiale łożyska. Technologia TF to unikatowy proces obróbki cieplnej opracowany przez NSK w celu optymalizacji poziomu austenitu szczątkowego w materiałach stosowanych w łożyskach.



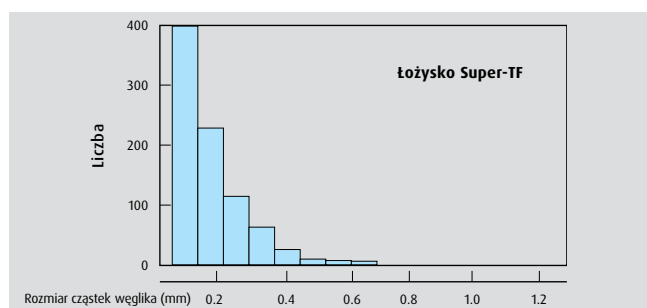
Rys. 3 Relacja wartości r/c i poziomu austenitu szczątkowego

Właściwości materiałowe łożysk Hi-TF i Super-TF

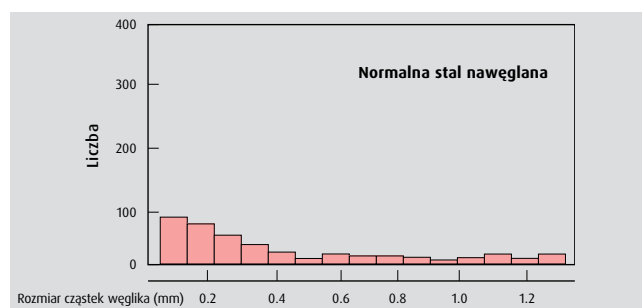
NSK opracowała łożyska Hi-TF i Super-TF jako dwie serie łożysk oferujących dużą trwałość serwisową, przekraczającą trwałość serwisową łożysk TF. Jak widzieliśmy, sposób osiągnięcia dużej trwałości serwisowej zastosowany w łożyskach Super-TF polega na minimalizacji koncentracji naprężeń wokół brzegów wgnieceń powierzchniowych. W maksymalizacji wartości r/c i redukcji koncentracji naprężeń wokół wgnieceń pomaga wysoki poziom austenitu szczątkowego. Jednakże sam austenit ma miękką mikrostrukturę i zmniejsza twardość materiału łożyska. W celu osiągnięcia zdających się wykluczających celów, to jest większej twardości materiału łożyska i wyższego poziomu austenitu szczątkowego zdecydowaliśmy się zastosować technikę, która zarówno sprzyjałaby jednorodnemu rozkładowi, jak i zmniejszeniu rozmiarów cząstek węglików i węglikoazotków w materiale łożyska.

W tym celu nasi badacze, jako pierwsi na świecie, opracowali nowy typ stali, w której znalazła się właściwa ilość pierwiastka

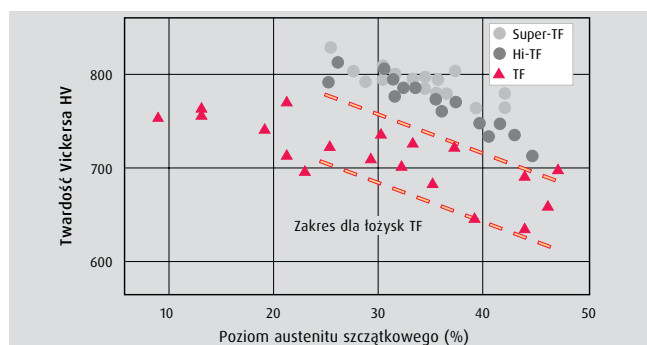
wykorzystywanego w tworzeniu węglików, i stworzyli proces azotonawęglania, mający na celu wyodrębnienie bardzo drobnych cząstek węglików i azotków. W łożyskach Hi-TF zastosowano nowy typ stali o nazwie SAC1, zawierającej określoną ilość chromu. W łożyskach Super-TF zastosowano nowy typ stali o nazwie SAC2, zawierającej określoną ilość chromu i molibdenu. Jakkolwiek koszt łożyska Super-TF jest nieco wyższy niż łożyska standardowego, w przypadku łożyska Hi-TF koszt nie wzrósł dzięki zastosowaniu stali chromowo-manganowej (SAC1). Rysunki 4 i 5 ilustrują wynik analizy obrazu rozkładu węglików w łożyskach Super-TF i w łożyskach wykonanych z normalnej stali nawęglanej. Wyraźnie widać, że materiał łożysk Super-TF charakteryzuje się większą liczbą drobnych cząstek węglików i węglikoazotków. Rys. 6 pokazuje, że tworzenie się drobniejszych cząstek węglików i węglikoazotków daje większą twardość i wyższy poziom austenitu szczątkowego w łożyskach Hi-TF i Super-TF w porównaniu do łożysk TF. W rezultacie, łożyska Hi-TF i Super-TF uzyskują większą wartość r/c (rys. 7).



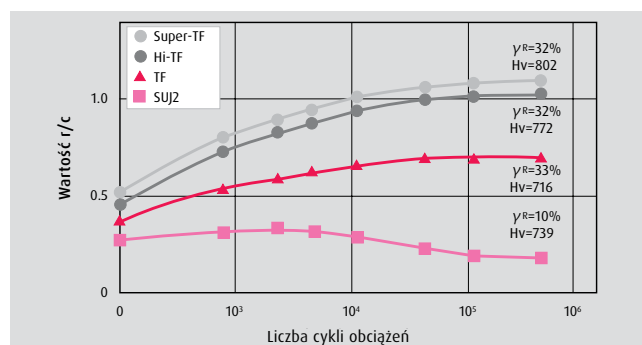
Rys. 4 Średnia średnica cząstek węglików i węglikoazotków w łożyskach Super-TF



Rys. 5 Średnia średnica cząstek węglików i węglikoazotków w łożyskach wykonanych z normalnej stali nawęglanej



Rys. 6 Relacja pomiędzy twardością materiału i poziomem austenitu szczątkowego



Rys. 7 Zmiana wartości r/c pod wpływem powtarzanych obciążeń

Łożyska Hi-TF i Super-TF

Trwałość serwisowa w warunkach smarowania zanieczyszczonym środkiem smarnym

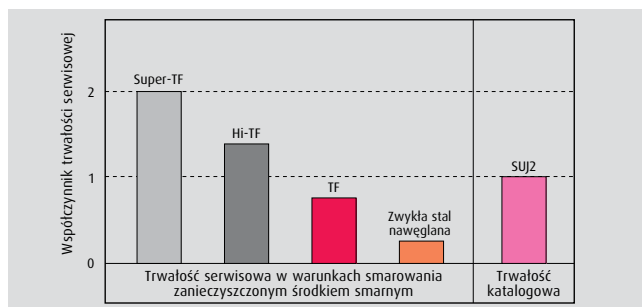
Tabela 1 i rys. 9 pokazują wyniki testu żywotności przeprowadzonego w warunkach smarowania zanieczyszczonym środkiem smarnym dla łożysk stożkowych NSK L44649/10. Jeżeli trwałość serwisową zwykłych łożysk tego typu wykonanych ze stali nawęglanej przyjęto jako 1, wówczas trwałość L10 łożysk TF, Hi-TF i Super-TF wynosić będzie odpowiednio 4,5, 7,1 i 10,2 (tabela 1). Łożyska Hi-TF i łożyska Super-TF oferują więc ponad siedmio- i dziesięciokrotnie większą trwałość serwisową w porównaniu do zwykłych łożysk ze stali nawęglanej. Na trwałość serwisową wpływają zarówno warunki, w jakich łożysko jest eksploatowane, jak i ilość zanieczyszczeń obecnych w środku smarnym. W warunkach smarowania zanieczyszczonym środkiem smarnym trwałość serwisowa może spaść aż do 1/5 wartości katalogowej. W wyniku dążenia do zwiększenia trwałości serwisowej w warunkach smarowania zanieczyszczonym środkiem smarnym, po raz pierwszy w historii łożyska Hi-TF i Super-TF mogą osiągnąć trwałość serwisową przekraczającą wartości katalogowe dla istniejących produktów warunkach smarowania zanieczyszczonym środkiem smarnym.

Zwykła stal nawęglana	TF	Hi-TF	Super-TF
1	4.5	7.1	10.2

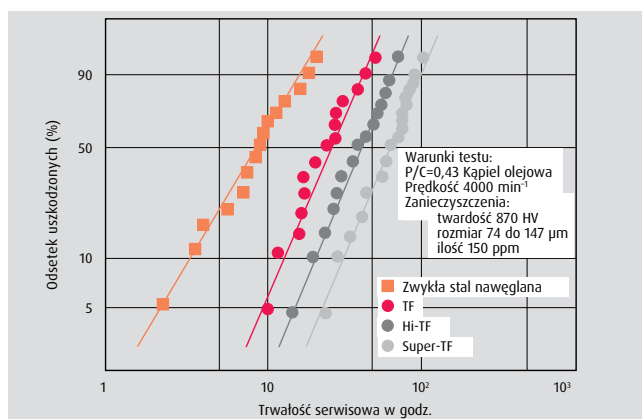
Tabela 1 Porównanie trwałości serwisowej łożysk stożkowych L44649/10

Trwałość serwisowa w warunkach smarowania czystym środkiem smarnym

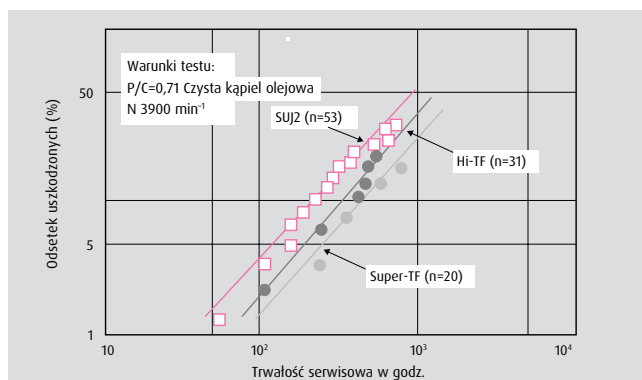
Rys. 10 pokazuje wyniki testu żywotności przeprowadzonego w warunkach smarowania czystym środkiem smarnym dla łożysk kulkowych poprzecznych 6206. W warunkach smarowania czystym środkiem smarnym łożyska Hi-TF i Super-TF wykazują nieco większą trwałość serwisową w porównaniu do trwałości serwisowej łożysk wykonanych ze stali SUJ2. Najistotniejszym czynnikiem jest czystość stali, z której wykonano łożysko. Materiał o większej czystości oferuje większą żywotność.



Rys. 8 Porównanie trwałości serwisowej w warunkach smarowania zanieczyszczonym środkiem smarnym



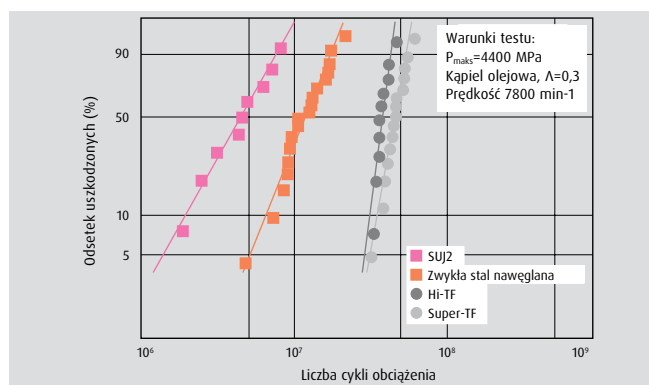
Rys. 9 Trwałość serwisowa łożysk L44649/10 w warunkach smarowania zanieczyszczonym środkiem smarnym



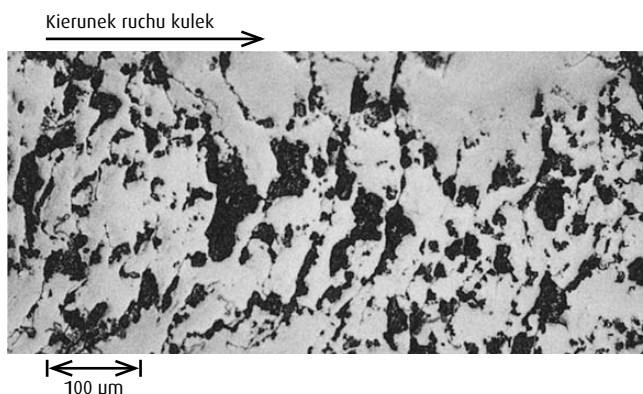
Rys. 10 Trwałość serwisowa łożysk 6206 w warunkach smarowania czystym środkiem smarnym

Trwałość serwisowa w warunkach ograniczonego smarowania

W warunkach ograniczonego smarowania, gdy istniejąca warstewka filmu olejowego EHL jest niewystarczająca, dochodzi do bezpośredniego kontaktu powierzchni metalowych i następuje zmniejszenie trwałości łożyska. Rys. 11 pokazuje wyniki testów żywotności przeprowadzonych w warunkach, gdzie parametr filmu olejowego Λ , który reprezentuje stosunek grubości filmu olejowego do chropowatości powierzchni, jest bardzo mały ($\Lambda = 0.3$). Jeżeli Λ jest bardzo mały, pojawia się mikrośluszczenie (Rys. 12), jednakże w łożyskach Hi-TF i Super-TF koncentracja naprężeń w obszarach styku jest zredukowana, dając w przybliżeniu około 4,7 i 5,5 razy większą trwałość serwisową niż w przypadku łożysk ze zwykłej stali nawęglanej.



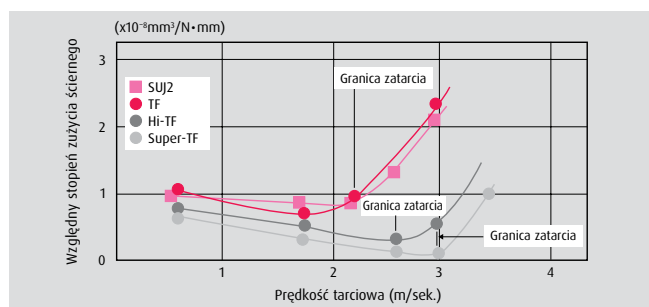
Rys. 11 Testy żywotności w warunkach ograniczonego smarowania



Rys. 12 Mikrośluszczenie

Odporność na zużycie ściernie i zatarcia

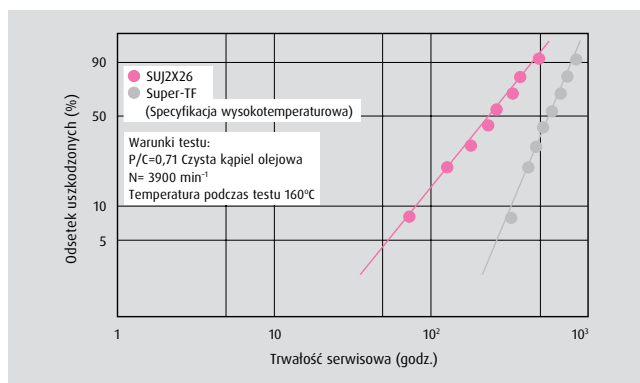
Innym celem, poza zwiększoną trwałością serwisową w warunkach smarowania zanieczyszczonym środkiem smarnym, jest zwiększenie odporności łożyska na zużycie ściernie i zatarcia poprzez zapewnienie dobrego rozproszenia dużej liczby węglików i azotków w materiale łożyskowym. Rys.13 prezentuje wyniki testu zużycia ściernego metodą Sawina, pokazując stopień zużycia ściernego i granicę zatarcia dla różnych typów materiałów łożyskowych. Test wykazuje, że łożyska Hi-TF i Super-TF posiadają lepszą odporność na ścieranie od łożysk ze stali SUJ2 i od łożysk typu TF. łożyska Hi-TF i Super-TF są także o 20% i 40% bardziej odporne na zatarcia niż łożyska ze stali SUJ2 i łożyska typu TF.



Rys. 13 Porównanie odporności na zużycie ściernie

Odporność na wysoką temperaturę

Rys. 14 pokazuje wyniki testów żywotności przeprowadzonych z użyciem łożysk 6206 w temperaturze 160°C w warunkach smarowania czystym środkiem smarnym. Wyniki testu pokazują, że łożyska Super-TF (w specyfikacji wysokotemperaturowej) mają około 4 razy większą trwałość serwisową niż łożyska ze stali stalowe SUJ2X26.



Rys. 14 Test żywotności łożyska 6206 w warunkach wysokiej temperatury i smarowania czystym środkiem smarnym

Notatki



Biura sprzedaży NSK – Europa, Bliski Wschód i Afryka

Polska i Europa Środkowo-Wschodnia

NSK Polska Sp. z o.o.
Warsaw Branch
Ul. Migdałowa 4/73
02-796 Warszawa
Tel. +48 22 645 15 25
Fax +48 22 645 15 29
info-pl@nsk.com

Bliski Wschód

NSK Bearings Gulf Trading Co.
JAFZA View 19, Floor 24 Office 2/3
Jebel Ali Downtown,
PO Box 262163
Dubai, UAE
Tel. +971 (0) 4 804 8205
Fax +971 (0) 4 884 7227
info-me@nsk.com

Francja i kraje Beneluksu

NSK France S.A.S.
Quartier de l'Europe
2, rue Georges Guynemer
78283 Guyancourt Cedex
Tel. +33 (0) 1 30573939
Fax +33 (0) 1 30570001
info-fr@nsk.com

Hiszpania

NSK Spain, S.A.
C/ Tarragona, 161 Cuerpo Bajo
2ª Planta, 08014 Barcelona
Tel. +34 93 2892763
Fax +34 93 4335776
info-es@nsk.com

Niemcy, Austria, Szwajcaria, Skandynawia

NSK Deutschland GmbH
Harkortstraße 15
40880 Ratingen
Tel. +49 (0) 2102 4810
Fax +49 (0) 2102 4812290
info-de@nsk.com

Republika Południowej Afryki

NSK South Africa (Pty) Ltd.
25 Galaxy Avenue
Linbro Business Park
Sandton 2146
Tel. +27 (011) 458 3600
Fax +27 (011) 458 3608
nsk-sa@nsk.com

Rosja

NSK Polska Sp. z o.o.
Russian Branch
Office 1 703, Bldg 29,
18th Line of Vasilievskiy Ostrov,
Saint-Petersburg, 199178
Tel. +7 812 3325071
Fax +7 812 3325072
info-ru@nsk.com

Turcja

NSK Rulmanları Orta Doğu Tic. Ltd. Şti
19 Mayıs Mah. Atatürk Cad.
Ulya Engin İş Merkezi No: 68/3 Kat. 6
P.K.: 34736 - Kozyatağı - İstanbul
Tel. +90 216 4777111
Fax +90 216 4777174
turkey@nsk.com

Wielka Brytania

NSK UK Ltd.
Northern Road, Newark
Nottinghamshire NG24 2JF
Tel. +44 (0) 1636 605123
Fax +44 (0) 1636 643276
info-uk@nsk.com

Włochy

NSK Italia S.p.A.
Via Garibaldi, 215
20024 Garbagnate
Milanese (MI)
Tel. +39 02 995 191
Fax +39 02 990 25 778
info-it@nsk.com

Zapraszamy na naszą stronę internetową: www.nskeurope.pl

Global NSK: www.nsk.com

