



Whitepaper

Nowa generacja smarów do łożysk zestawów kołowych

Większe bezpieczeństwo i dłuższa eksploatacja

//
KLÜBER
LUBRICATION
your global specialist

W kontekście bezpieczeństwa łożyska zestawów kołowych w pojazdach szynowych odgrywają krytyczną rolę, stanowiąc strefę oddziaływania między pojazdem a szynami. Ich zadaniem jest utrzymywanie masy pociągu m.in. przy dużych prędkościach oraz zapewnianie płynnej i komfortowej jazdy.

Tak jak koła, oś zestawu kołowego wraz z łożyskami jest przedmiotem istotnych zabiegów zmierzających do optymalizacji ich pracy i jak najlepszej konserwacji. Stosowany do tego celu smar ma ściśle określoną funkcję: oddzielić od siebie powierzchnie tarcia, tj. bieżnie i elementy toczne łożyska, ograniczając w efekcie ich zużycie w trakcie eksploatacji.

Poza kwestiami bezpieczeństwa, obecnie jednym z największych wyzwań stojących zarówno przed operatorami składów towarowych i pasażerskich, jak i producentami pojazdów szynowych i ich komponentów jest **redukcja całkowitych kosztów użytkowania (TCO)**. Koszty te są bezpośrednio związane z okresem eksploatacji i częstotliwością konserwacji łożysk zestawów kołowych oraz ich wydajnością.

W niniejszym opracowaniu wyjaśniamy, w jaki sposób nowa generacja smarów do łożysk zestawów kołowych pozytywnie wpływa **bezpieczeństwo, czas eksploatacji i wydajność**.

Wydłużona eksploatacja dzięki nowoczesnym środkom smarnym dostosowanym do konkretnych obszarów zastosowań

W sektorze kolejowym, okresy użytkowania środków smarnych w łożyskach zestawów kołowych zależą od częstotliwości wykonywania rutynowej konserwacji. Częstotliwość taka może wynikać z ilości przejechanych godzin bądź kilometrów. W większości przypadków wymianę środka smarnego wymusza jego starzenie się, przekładające się na niewystarczające smarowanie w trudnych warunkach pracy.

Starzenie środków smarnych jest związane ze starzeniem termicznym wskutek utleniania, starzeniem mechanicznym wskutek działających obciążeń, siłami ścinającymi oraz ubytkami środka smarnego. Optymalną odporność środka smarnego na starzenie można uzyskać odpowiednio dobierając składniki: dodatki, zagęszczacze i olej bazowy.

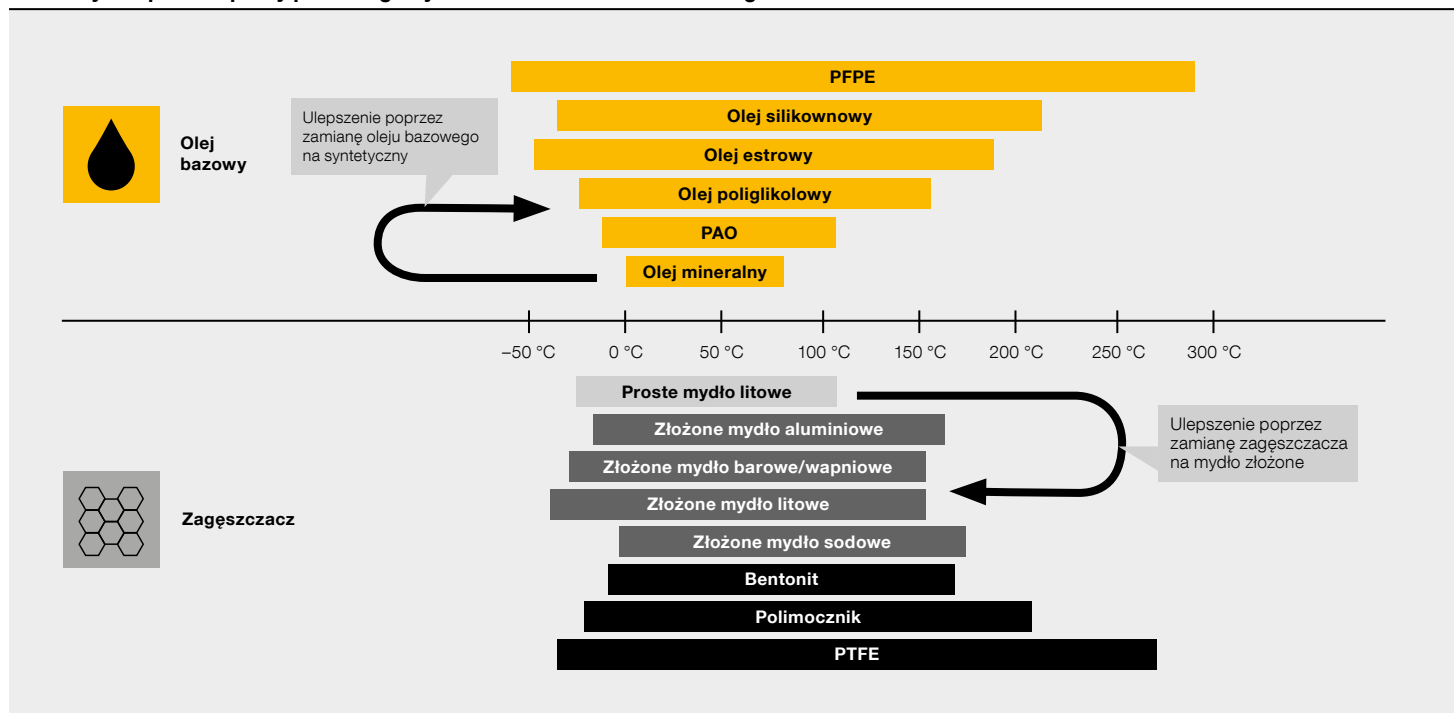
Na znaczne opóźnienie starzenia termicznego pozwala dodanie przeciwutleniaczy. Tego rodzaju dodatki zapobiegają chemicznemu utlenianiu oleju bazowego. Ponadto, dodatki wysokociśnieniowe (EP) i przeciwcierne (AW) zwiększają wytrzymałość mechaniczną środka smarnego na obciążenia.

Rozpatrując środki smarne pod kątem oleju bazowego, głównym rozróżnieniem jest podział na oleje mineralne i syntetyczne. Oleje bazowe syntetyczne mają w swym składzie mniej substancji lotnych niż oleje mineralne i dzięki swojej budowie chemicznej są bardziej odporne na starzenie. Wraz ze wzrostem temperatury roboczej, staje się to istotną zaletą. Również chwilowe temperatury szczytowe, które występują w chwili zadziałania hamulców pociągu, w mniejszym stopniu wpływają na oleje syntetyczne niż na mineralne.

Lepszą odporność na starzenie można uzyskać dobierając do środka smarnego odpowiedni rodzaj zagęszczacza. Przykładowo, zagęszczacze złożone na bazie mydła wykazują wyższą retencję oleju, zwłaszcza w warunkach wysokiej temperatury lub obciążeń mechanicznych. Oznacza to wydłużoną obecność w punkcie tarcia oleju o optymalnych właściwościach i jego niską zależność od temperatury czy obciążeń. Odpowiednie smarowanie punktów styku między elementami jest niezmiernie ważne, a szczególnie w przypadku łożysk tocznych baryłkowych i stożkowych, które są często stosowane w omawianym kontekście.

W przypadku łożysk zestawów kołowych, zastosowanie środka smarnego o prawidłowej odporności na starzenie przekłada się na stały efekt smarujący i wyższy poziom bezpieczeństwa przez cały okres między kolejnymi smarowaniami, a często i po jego upływie.

Zakresy temperatur pracy poszczególnych składników środka smarnego



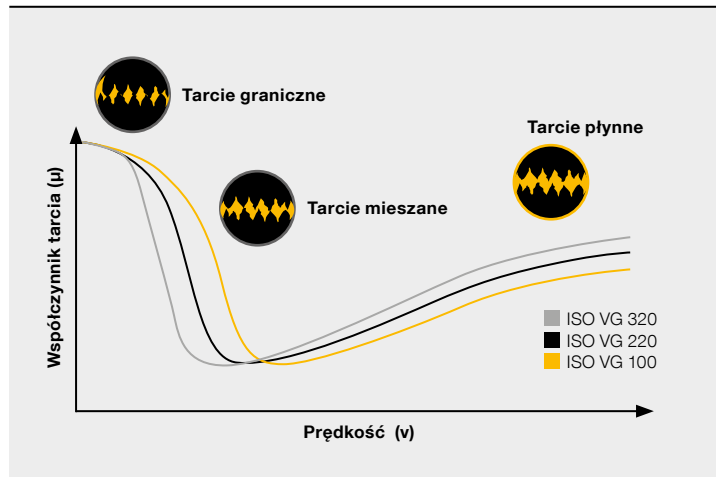
Wyższa wydajność dzięki optymalnym właściwościom w warunkach tarcia

O optymalnej pracy łożysk zestawów kołowych w pojazdach szynowych oraz o redukcji kosztów decyduje wydajne wykorzystanie siły pociągowej. Główny nacisk należy położyć na problem tarcia, ponieważ wpływa ono na pracę, zużycie i czas eksploatacji łożysk.

Po pierwsze konieczne jest ustalenie ogólnych warunków tarcia, występujących podczas pracy danego łożyska przy zmiennych prędkościach. Możliwe jest określenie tarcia granicznego, tarcia mieszanego i tarcia płynnego. Tarcie graniczne zachodzi przy bardzo niskich prędkościach obrotowych, szczególnie w fazie rozpoczynania lub kończenia ruchu. Tarcie graniczne oznacza, że kontakt między powierzchniami tarcia jest bardzo intensywny, skutkując maksymalnym tarciem i zużyciem. Tarcie mieszane to faza następująca między tarciem granicznym a tarciem płynnym. W jej trakcie wciąż w pewnym stopniu dochodzi do bezpośredniego kontaktu, lecz w miarę coraz większego rozdzielania elementów przez film smarny, tarcie zostaje znacznie ograniczone.



Krzywa tarcia przy różnych lepkościach



Wraz ze wzrostem prędkości, lepkość oleju bazowego pozwala na wytworzenie się cienkiego filmu hydrodynamicznego równoważącego obciążenia, co umożliwia całkowitą separację powierzchni tarcia. Graficznie współczynnik tarcia w trakcie jego zmiany w funkcji czasu przedstawia krzywa Stribeck (od nazwiska niemieckiego naukowca Richarda Stribeck). Praca w fazie tarcia płynnego zmierza wraz ze wzrostem prędkości do podwyższenia w środku smarnym wewnętrznego tarcia, które osiąga intensywność zależącą od lepkości oleju bazowego.

Wyższa lepkość oleju bazowego skutkuje zwykle wyższym tarciem wewnętrznym przy wysokich prędkościach, natomiast zapewnia korzystniejsze właściwości tarcia w warunkach tarcia granicznego i mieszanego w niskich i średnich zakresach prędkości. Dlatego też warto dobrać lepkość, która odpowiada konkretnemu zastosowaniu. Na przykład w wagonach towarowych, wyższa lepkość jest zaletą, gdyż łożysko szybciej wychodzi z fazy tarcia granicznego.

Kolejnym składnikiem wpływającym na parametry tarcia są dodatki. Redukcję tarcia w znacznym stopniu umożliwiają środki powierzchniowo czynne EP i dodatki przeciwcierne AW. Ich oddziaływanie na powierzchnie tarcia ma za zadanie osiągnięcie korzystniejszego stopnia tarcia. Decydująca jest w tej mierze współpraca oleju bazowego i dodatków. Maksymalną wydajność zapewnia tylko optymalne dopasowanie tych dwóch składników.

Większe bezpieczeństwo dzięki zaawansowanym formułom środków smarnych

Uszkodzenia łożysk zestawów kołowych w pociągach pasażerskich i towarowych mogą nieść ze sobą niemożliwe do przewidzenia skutki. W tym kontekście **odporność na zużycie, stabilność na naprężenia ścinające i wytrzymałość na obciążenia** środków smarnych odgrywają kluczową rolę. Ważnym aspektem jest zapobieganie efektowi tzw. zagrzanym maźnic, ponieważ znacznie przyspiesza on starzenie się danego środka smarnego.

Wczesne wytworzenie się warstwy środka smarnego, chroni przed obciążeniami powierzchni tarcia, tj. elementy toczne łożysk z bieżniami, gdyż zostają one oddzielone od siebie, co znacznie **zapobiega ścieraniu**, a tym samym przedłuża eksploatację łożyska. Specjalistycznie dobrane dodatki przeciwciernie umożliwiają uzyskanie znacznie niższych współczynników tarcia. Zużycie łożysk bada się w trakcie testów wżerowych FAG-FE8.

Stabilność na naprężenia ścinające określa odporność środka smarnego na obciążenia mechaniczne i jest miarą jego ogólnej stabilności. Utrata lepkości i spójnej struktury wskutek naprężeń mechanicznych w smarach stosowanych w łożyskach zestawów kołowych nie może doprowadzać do zbytniego ubytku i wycieku smaru z łożyska. Wystarczająca ilość środka smarnego w łożysku jest podstawowym wymogiem. W tym celu Klüber Lubrication stosuje wyselekcjonowane, w pełni syntetyczne oleje bazowe i zagęszczacze, które spełniają te warunki, co pozwala uzyskiwać dłuższe okresy eksploatacyjne środków smarnych.

Szczególnie w przypadku wagonów towarowych **wytrzymałość obciążeniowa** środka smarnego jest istotną właściwością określającą jego zdolność do pochłaniania nacisku w łożyskach zestawów kołowych. Obciążenia osiowe mogą osiągać nawet 25 ton, działając zarówno na łożysko, jak i środek smarny. Aby możliwe było utworzenie się warstwy środka smarnego o odpowiedniej grubości, niezmiernie ważna jest wystarczająca stabilność zagęszczacza oraz dobór oleju bazowego o odpowiedniej lepkości. W Klüber Lubrication potrafimy pogodzić te kolidujące wymogi poprzez oferowanie dwóch różnych smarów – jeden jest przeznaczony specjalnie do składów poruszających się z dużymi prędkościami i przy niskich obciążeniach, takich jak pociągi dużych prędkości i pasażerskie, a drugi do składów jeżdżących z małą prędkością i przy wysokich obciążeniach, takich jak pociągi towarowe.

Korzyści w skrócie

- ▶ Lepsze właściwości zapobiegające starzeniu i stałe smarowanie dzięki zaawansowanej formule oleju bazowego i zagęszczacza
- ▶ Lepsze bezpieczeństwo eksploatacji dzięki optymalnemu zapobieganiu zużyciu, świetnej stabilności na naprężenia ścinające i specjalistycznemu dostosowaniu do obszaru zastosowania
- ▶ Wyższa wydajność łożysk zestawów kołowych wykorzystujących oleje bazowe o lepkości odpowiadającej poszczególnym warunkom

Zalety specjalistycznych środków smarnych do łożysk zestawów kołowych



Okres eksploatacji

Optymalne zapobieganie starzeniu i nieprzerwana warstwa środka smarnego



Bezpieczeństwo

Wyższe bezpieczeństwo dzięki lepszemu zapobieganiu zużyciu, świetnej odporności na ścinanie i wysokiej wytrzymałości na obciążenia



Wydajność

Wyższa wydajność dzięki odpowiednio dostosowanej technologii zastosowanej w oleju bazowym



Wydanie 12.23

Wydawca i prawa autorskie:
Klüber Lubrication München GmbH & Co. KG
Geisenhausenerstraße 7, 81379 München, Germany, HRA 46624
www.klueber.com