

**Analiza właściwości reologicznych i smarnych olei typu EAL przeznaczonych
do smarowania łożysk pochwy wału śrubowego**

Układy napędowe statków mają duży wpływ na: efektywność pracy statku, ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko, bezpieczeństwo oraz niezawodność. Pochwa wału śrubowego wraz z jej łożyskami jest nieodzowną częścią układu napędowego z mechanicznym przenoszeniem mocy. W czasie pracy materiał poprzecznych łożysk ślizgowych poddawany jest naprężeniom wywołanym siłą proporcjonalną do całkowitej masy wału i śruby. Z tego względu niezawodność łożysk pochwy wału jest szczególnie ważne dla bezpieczeństwa, a ich trwałość ma istotny wpływ na bezawaryjność pochwy wału i eksploatacji. W przypadku uszkodzenia uszczelki łożyska pochwy wału smarowanego olejem może dojść do wycieku tego oleju i zanieczyszczeniu morza. Z czasem wycieki z pochwy wału stały się znaczącym źródłem przedostawania się oleju smarowego do środowiska wodnego, co może powodować poważne i nieodwracalne szkody w ekosystemie wodnym.

W transporcie morskim, jak we wszystkich innych działaniach, dążymy do tego, aby osiągnąć jak największą możliwą efektywność, a jednocześnie ograniczają negatywny wpływ na środowisko do minimum. W związku z tym położono nacisk na zastąpienie oleju mineralnego olejami typu EAL (Environmentally Acceptable Lubricant - środek smarny akceptowalny dla środowiska) na statkach w celu ochrony środowiska. Mimo bardzo dobrych właściwości oleju typu EAL, wciąż pojawiają się informacje o uszkodzeniach łożysk pochwy wału, kierując przypuszczenia o początku problemu na olej smarujący. Chociaż większość awarii była spowodowana połączeniem wielu czynników, niektórzy kwestionują poprawne działanie olei typu EAL. Z tego względu **celem pracy jest określenie wpływu obecności wody morskiej w olejach typu EAL stosowanych do smarowania łożyska pochwy wału śrubowego na zmianę ich wybranych właściwości fizykochemicznych i eksploatacyjnych.** Ma on pomóc w sprawdzeniu wybranych właściwości oleju tego typu oraz ocenienie, czy mają one wpływ na eksploatację oraz mogą prowadzić do opisywanych w wielu źródłach problemów i uszkodzeń.

W części teoretycznej opisano charakterystykę różnych stosowanych współcześnie rozwiązań systemów smarowania łożyska pochwy wału śrubowego stosowanych w okrętownictwie. W zależności od środka smarnego łożyska pochwy wału śrubowego rozróżniamy na łożyska smarowane olejem lub wodą. W łożyskach smarowanych olejem

stosuje się metale i ich stopy o niskim współczynniku tarcia, a w łożyskach smarowanych wodą wykorzystuje się specjalny materiał rodzaj twardego drewna (gwajaku), gumy lub różne materiały syntetyczne. Największym zaletami łożysk smarowanych olejem są znaczne dopuszczalne obciążenia i trwałość w porównaniu do łożysk smarowanych wodą. W tego typu rozwiązaniach w zależności od konstrukcji, pochwa wału wyposażona jest w uszczelnienia oraz inne elementy niezbędne do smarowania i chłodzenia łożysk. Opisano również typy uszczelnień, przedstawiono wygląd i zastosowanie uszczelnienia wargowego. Przybliżono wygląd i zasadę działania uszczelnienia typu Cederwall'a oraz Simplex.

Ze względu na liczne awarie pochwy wału śrubowego ważny jest dobór odpowiedniego systemu smarowania oraz czynnika smarującego dopasowanego do systemu oraz potrzeb. Scharakteryzowano więc realizowane funkcje, własności fizyczne, chemiczne i eksploatacyjne omawiając przy tym warunki pracy olejów stosowanych w analizowanych systemach smarowania pochwy wału śrubowego. Pochwy wałów śrubowych wymagają stosowania specjalnych olejów, których zadaniami są:

- przenoszenie mocy,
- uszczelnienie,
- chłodzenie i smarowanie łożyska pochwy wału,
- usuwanie zanieczyszczeń z systemu.

Przeanalizowano wszystkie obowiązujące przepisy i normy odnoszące się do smarowania pochwy wału i możliwości używania konkretnych olei. Szczególną uwagę poświęcono na Vessel General Permit (VGP - Ogólne Zezwolenia dotyczące Statku) wydane przez Agencję Ochrony Środowiska (EPA - Environmental Protection Agency) w Stanach Zjednoczonych. Ze względu na nieuchronność wycieków, oleje typ EAL posiadają takie własności jak: biodegradowalność, minimalna toksyczność oraz nie wykazują zdolności do bioakumulacji. Preparaty typu EAL wykonane są na bazie olejów roślinnych, biodegradowalnych estrów syntetycznych lub biodegradowalnych glikolach polialkilenowych zamiast bazy z olejów mineralnych, dzięki czemu mogą zapewnić znacznie zmniejszony negatywny wpływ na środowisko wodne. Analizowane przepisy nakładają obowiązek stosowania olei typu EAL (Environmentally Acceptable Lubricant - środek smarny akceptowalny dla środowiska) na większości statków na wodach przynależnych do terenu Stanów Zjednoczonych. Oleje tego typu mają być stosowane we wszystkich urządzeniach statkowych, gdzie istnieje prawdopodobieństwo przedostania się środków smarnych do wody morskiej (liny stalowe, linie wałów, łożyska rufowe, stabilizatory, stery strumieniowe azymutalne itp.). Zasady uznane przez

wszystkie główne towarzystwa klasyfikacyjne na świecie odzwierciedlają duże znaczenie uszczelnienia w zapobieganiu poważnym zanieczyszczeniom lub awariom. Do wyraźnych przypadków należy między innymi rejestracja zużycia łożysk, temperatury oleju i czystości oleju.

Zdefiniowano czym jest olej typu EAL i określono jego najważniejsze własności:

- biodegradowalność,
- niewykazywanie zdolności do bioakumulacji,
- minimalna toksyczność dla środowiska wodnego.

Oleje typu EAL mogą być różnie oznakowane w wielu krajach. W Niemczech jest to oznakowanie ekologiczne Blue Angel, w krajach skandynawskich Nordic Swan, a w krajach europejskie EEL (European Ecolabel for Lubricants)

Wprowadzenie teoretyczne ma pozwolić na rozumienie i określenie trudnych i złożonych warunków pracy dla oleju typu EAL. Z tego względu wykonano badania: lepkości w zależności od ciśnienia, lepkości w zależności od zawartości wody morskiej i temperatury oraz dodatkowo własności przeciwzatarciowych i przeciwzużyciowych w zależności od zawartości wody morskiej. Dodatek wody morskiej wynosił odpowiednio 0%, 2,5%, 5% oraz dla odpowiednich olei 10 i 20%. Przebadana została próbka oleju mineralnego o podobnych właściwościach, jako odniesienie do uzyskanych wyników. Porównanie oleju mineralnego z olejami typu EAL, prowadzi do otrzymania odpowiedzi na pytania takie jak:

- jaki wpływ ma zawartość wody morskiej na właściwości oleju typu EAL;
- czy w rzeczywistości zawartość wody morskiej w oleju nie stanowi zagrożenia dla smarowanego układu.

Podsumowanie

Praca zawiera takie zagadnienia jak: charakterystyka różnych stosowanych współcześnie rozwiązań systemów smarowania łożyska pochwy wału śrubowego stosowanych w okrętownictwie, charakterystykę realizowanych funkcji, właściwości fizycznych, chemicznych i eksploatacyjnych, warunki pracy olejów stosowanych w analizowanych systemach smarowania pochwy wału śrubowego, analizę obowiązujących przepisów i normy odnoszące się do smarowania pochwy wału oraz charakterystykę olei typu EAL.

Odpowiedzią na problemy dużej ilości wycieków olei z pochwy wału śrubowego jest zastosowanie olei typu EAL. Chociaż ich zastosowanie rośnie, to stanowią one jedynie niewielki procent całego rynku środków smarnych. Główną tego przyczyną może być ich koszt, który jest około trzy do pięciu razy większy niż w przypadku olei mineralnych.

Analizując wyniki przeprowadzonych badań można stwierdzić, że oleje typu EAL nawet przy dodatku wody morskiej (dla wybranych olei do 20%) charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami fizykochemicznymi. Porównując oleje typu EAL z olejem mineralnym, można zaobserwować, że oleje typu EAL przy wzroście ciśnienia oraz temperatury zachowują się podobnie, a wartość granicznego obciążenia zacierania oscyluje w tych samych wartościach jak dla olei mineralnych. Dla dwóch badanych olei EAL można jednak zaobserwować jeden negatywny parametr - dużo niższe wartości obciążenia zacierającego w porównaniu od innych badanych olei tego typu oraz oleju mineralnego. W praktyce oznacza to, że przy ich zastosowaniu łożysko pochwy wału może być bardziej obciążone ryzykiem zatarcia.