

Artykuł techniczny**Zwiększenie trwałości komponentów w wymagających aplikacjach**

Dedykowane powłoki PVD zwiększają twardość powierzchni i trwałość komponentów takich jak: łożyska, koła zębate, rolki w warunkach wysokiego obciążenia.



(Image: Shutterstock)

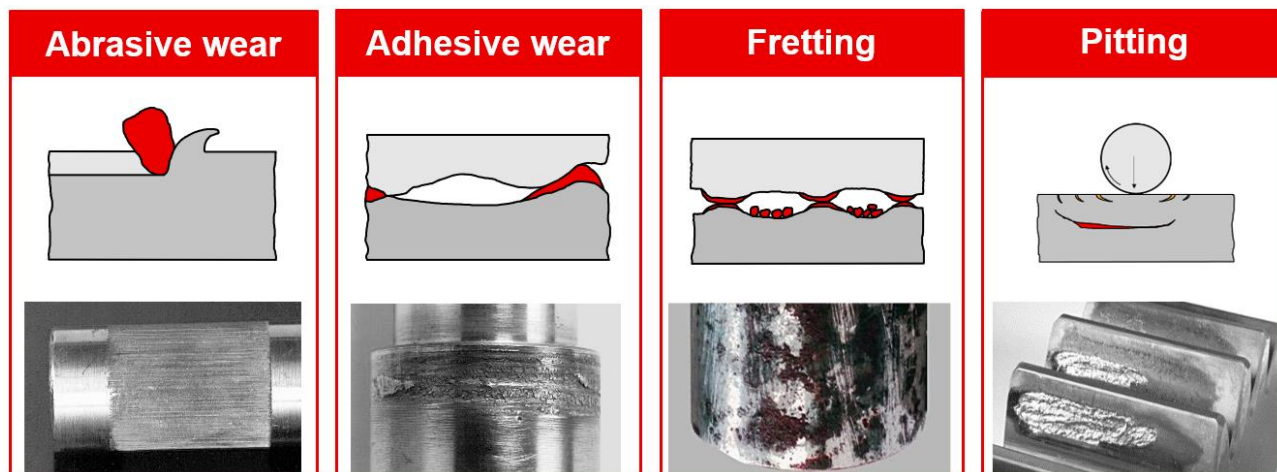


(Image: Shutterstock)



(Image: Shutterstock)

Pomimo, że łożyska, koła zębate i inne komponenty zazwyczaj wykonane są z stali hartowanej lub stopów metali, w przypadku wysokiego obciążenia, nadmiernego zużycia, zmęczenia powierzchni, wżerów, zacierania czy korozji, nadal mogą ulegać awariom.



(Zdjęcie: Oerlikon Balzers)

Takie sytuacje są obserwowane w aplikacjach, w których zachodzi interakcja metal-metal, powtarzające się tarcie przy wysokich prędkościach lub w miejscach gdzie występuje niedostateczne smarowanie, a w skrajnych przypadkach jego brak. Inne czynniki, które wpływają na awaryjność to zanieczyszczenia, temperatura pracy oraz wielkość zadanego obciążenia i jego charakter. W celu rozwiązania tych problemów, inżynierowie produktu i producenci komponentów, często sięgają po specjalne powłoki PVD, które są nakładane w grubościach od 0,5 do 5 mikrometrów a ich zadaniem jest dodatkowe utwardzenie powierzchni.

Stosując dedykowane powłoki, komponenty zyskują większą twardość i niższy współczynnik tarcia (COF). W rezultacie części te zmieniane są rzadko lub w ogóle. Wymagane prace konserwatorskie oraz przestoje maszyn są znacznie krótsze, co przekłada się na większą .

Hartowanie komponentów oraz alternatywne sposoby powlekania

Wiele komponentów nie jest powlekanych, zamiast tego części wykonuje się ze stali poddawanej obróbce cieplnej, azotowaniu czy nawęglaniu. Równie często do wytworzenia komponentów wykorzystywane są materiały wysokiej wydajności, takie jak stopy na bazie tytanu lub niklu. Nawet one przy dużym obciążeniu, ulegają zużyciu i przedwczesnym awariom (szczególnie przy słabym smarowaniu). Niektóre gałęzie przemysłu nie dopuszczają możliwości smarowania, jak np.

systemy kriogeniczne i próżniowe, sprzęt spożywczy i farmaceutyczny.

W takich przypadkach, inżynierowie sięgają po powłoki, azotowanie lub modyfikują powierzchnię w celu poprawy odporności na zużycie i korozję. Przykładem jest powlekanie czarny tlenkiem. Czarny tlenek jest powłoką wytwarzaną w wyniku reakcji chemicznej żelaza z powierzchni metalu żelaznego z solami utleniającymi. Po obróbce wykańczającej olejem, powłoka sprawia, że powierzchnia odporna jest na korozję, a smarowność jest polepszona, co zapobiega zacieraniu.

Jednakże, czarny tlenek nie jest wytrzymały w warunkach dużego obciążenia.

PTFE(politetrafluorylen), inna popularna alternatywna powłoka, jest znana z niskiego współczynnika tarcia, ale nie jest zalecana do zastosowań o dużym obciążeniu.

Chromowanie i niklowanie są często stosowane w celu ochrony przed zużyciem i korozją. Chrom nadaje komponentom odporność na ścieranie, jednakże mikropęknięcia towarzyszące procesowi ograniczają jego właściwości antykorozyjne. Rozwiązaniem jest stosowanie cienkich powłok, które oferują z kolei ograniczoną odporność na zużycie. Nikiel może być aplikowany z uzyskaniem różnej twardości, maksymalnie 600HV.

Dedykowane powłoki PVD

Fizyczne osadzanie fazy gazowej (PVD) to metoda osadzania próżniowego stosowana do nakładania super cienkich powłok. Proces PVD dla powlekania komponentów odbywa się w bezpiecznych temperaturach 200-500oC (bez ryzyka odpuszczenia stali). W portfolio Oerlikon Balzers znajdziemy wiele powłok na bazie węgla, których zastosowanie zapewni: wysoką twardość powierzchni, niski współczynnik tarcia, właściwości antykorozyjne.

Według dr Floriana Rovere, kierownika Segmentu Budowy Maszyn Oerlikon Balzers, powłoka BALINIT®C (WC / C) jest wysoce odporna na zużycie ściernie. Świetnie sprawdza się w warunkach niedostatecznego smarowania lub pracy na sucho. Ze względu na niski współczynnik tarcia zmniejsza ryzyko korozji wżerowej i ścierniej.

Kolejnym rozwiązaniem powierzchniowym jest BALINIT® DLC - powłoka na bazie węgla. Powłoka nakładana jest metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej (PACVD). Przeznaczona jest do bardziej

wymagających zastosowań, trudniejszych warunków pracy, wyższych prędkości poślizgu. Pozwala to na ochronę przed zużyciem ściernym, adhezyjnym i zarysowaniami.

Wszystkie powłoki z rodziny BALINIT® mogą być nakładane na stale hartowane i niehartowane, stali nierdzewne, nikiel, tytan, miedź, magnez i stopy aluminium.

"Materiały te zapewniają doskonałe połączenie niskiego współczynnika tarcia, takiego jak PTFE, ale z twardością ceramiki" - wyjaśnia Rovere.

Powłoki są bardzo cienkie, standardowo 0.5-5 µm. Ta cecha, w połączeniu z wąską tolerancją grubości nakładanej warstwy sprawia, że powłoka ma pomijalny wpływ na geometrie komponentu i nie ma potrzeby obrabiania detalu po jej nałożeniu.

Zastosowanie

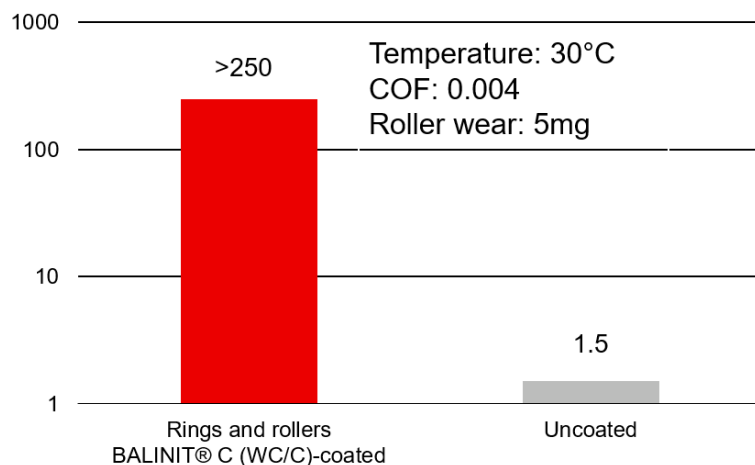
Łożyska

Łożyska ulegają awarii z powodu silnego i nieproporcjonalnie rozłożonego zużycia ściernego. BALINIT® C świetnie nadaje się do stali utwardzanych i łożyskowych dzięki niskiej temperaturze nakładania - poniżej 200 °C.

Powłoki PVD mogą być nakładane nie tylko na zewnętrzne i wewnętrzne bieżnie, ale również na kulki łożysk kulkowych, z zachowaniem jednolitej grubości 0,5-1 µm. Niewielki wzrost chropowatości, jest równoważony dobrymi właściwościami dogładzającymi powłoki, która dociera powierzchnię pierścienia zewnętrznego i wewnętrznego, zapewniając dodatkową ochronę przed zarysowaniami i wżerami.

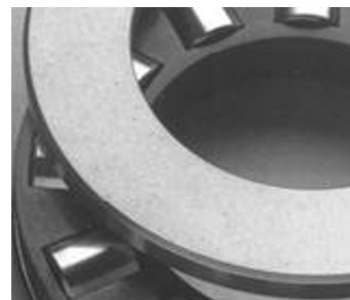
Roller bearings Cylindrical roller thrust bearing test

Lifetime [hours]



Test conditions:

Bearing: 81206
Load: 33kN
Cage material: PA 66
Speed: 15 rpm,
Lubrication: Dry running
Source: IME / RWTH Aachen



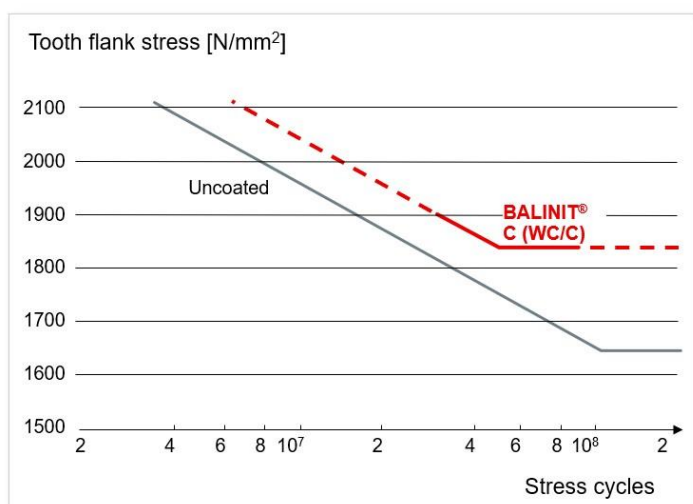
BALINIT® C (WC/C) powłoka na pierścieniu i rolki. Zapewnia zwiększoną żywotność, zmniejszony współczynnik tarcia. (Wykres: Oerlikon Balzers)

Łożyska na miękkich rolkach kalandrów maszyn papierniczych często podlegają zatarciom. Powłoka PVD zmniejsza ryzyko zatarcia, przy jednoczesnym zwiększeniu żywotności części. W rezultacie papiernie, mogą wstrzymać się z wymianą łożysk do kolejnego szlifowania, co znacznie skraca przestoje produkcyjne. Podobnie, łożyska walcowe w sprężarkach często narażone są na niskie obciążenia i wibracje, co powoduje zatarcia. Zastosowanie powłoki PVD eliminuje ten problem.

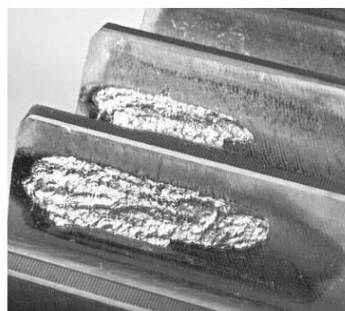
Koła zębate

Koła zębate doświadczają podobnych warunków zużycia. Powłoka PVD znacznie zmniejsza ryzyko zarysowań i wżerów. Dzięki zastosowaniu BALINIT C wykazano 4 krotnie wyższą trwałość przekładni. Test FZG pokazuje, że wytrzymałość zmęczeniowa wzrasta o 10-15% dla przekładni hartowanych, a niepowlekanych. W teście kryterium uszkodzenia dla żywotności przekładni zdefiniowano jako zużycie pojedynczych zębów o 4% spowodowane wżerami/pittingiem.

Highly loaded, fast-running gear



Test method: FZG-C-test
Material: Case hardened steel
Hardness: 62 HRC
Roughness: $R_z = 3 \mu\text{m}$
End of test after 4% material wear per tooth (weight-based)



BALINIT® C (WC/C) zwiększa granicę wytrzymałości zmęczeniowej dla przekładni hartowanych o 10-15%. Zmniejszone tarcie. (Wykres: Oerlikon Balzers).

Poprawa wyników możliwa była dzięki niższym naciskom powierzchniowym (ciśnienie Hertza), co jest wynikiem zredukowanego tarcia i świetnych właściwości pracy BALINIT® C.

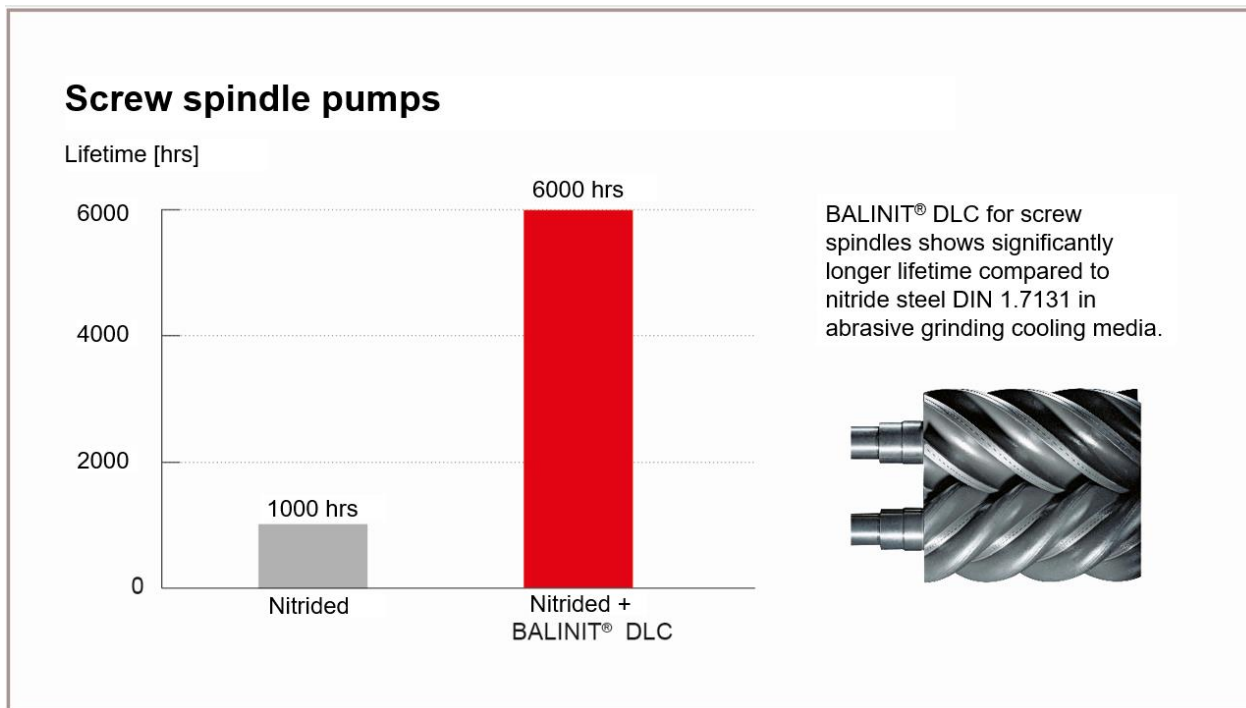
Powłoki znajdują również zastosowanie w aplikacjach na przekładniach ślimakowych, gdzie smarowanie nie wystarcza do ochrony przed zatarciem i zużyciem. Ruch ślizgowy i siła pomiędzy powierzchniami ślimaka i przekładni utrudniają tworzenie filmu smarnego/olejowego. Z tego powodu elementy najczęściej wykonane są z brązu berylowego.

Podczas eksploatacji zęby przekładni z brązu szybko się zużywają. Pokrycie stalowego ślimaka powłoką na bazie węgla może polepszyć niezawodność i zmniejszyć zużycie przekładni z brązu.

Pompy, kompresory

Pompy śrubowe, wrzecionowe, łopatkowe, zębate, krzywkowe i odśrodkowe często pracują w mediach ściernych i słabo smarujących. Może to być medium chłodzące w szlifierkach, dla pomp śrubowych i

zębatych. Śruby z powłoką BALINIT zapewniają idealne połączenie twardości i niskiego tarcia, zapobiegając zużyciu w warunkach słabego smarowania.



BALINIT DLC dla wrzecion śrubowych wykazuje znacznie dłuższą żywotność w porównaniu ze stalą DIN 1.7131 w ściernych, chłodzących mediach szlifierskich. (Wykres: Oerlikon Balzers)

Podobnie, elementy sprężarek przemysłowych, takie jak tłoki posuwisto-zwrotne, śruby lub płyty zaworowe, mogą ulec znacznemu zużyciu, gdy praca bezolejowa, suche gazy, czynniki chłodnicze, wysoka lub niska temperatura ograniczają stosowanie smarów.

Rozwiązania szyte na miarę

Oerlikon Balzers oferuje usługi z zakresu projektowania i produkcji urządzeń oraz powlekania w 110 centrach na całym świecie.

Według Floriana Rovere, Oerlikon Balzers posiada wszelkie możliwości badawczo-rozwojowe, aby dostosować rozwiązania w zakresie powłok do unikalnych wymagań. Oprócz grubości i twardości powłoki można precyzyjnie kontrolować właściwości takie jak: struktura, odporność chemiczna i temperaturowa oraz przyczepność.

W większości przypadków nie jest wymagana zmiana formuły powłoki, ponieważ jest ona już zoptymalizowana pod kątem środowisk o dużym obciążeniu i wysokim współczynniku tarcia.

„Uważam, że inżynierowie są najbardziej zaskoczeni dwoma czynnikami, gdy dowiadują się o tych specjalistycznych powłokach PVD”, mówi Rovere. Po pierwsze, że powłoka może być nakładana w grubości zaledwie 0,5 lub 1 mikrometra. Po drugie, powłoki te mogą wytrzymać cały okres eksploatacji maszyny lub systemów, w których się znajdują, pomimo trudnych warunków pracy”.

Więcej informacji na temat rozwiązań powierzchniowych Oerlikon Balzers w zakresie komponentów uzyskają Państwo: Michał Pieczonka, Kierownik PrC, michal.pieczonka@oerlikon.com