

PROBLEMY NIEKONWENCJONALNYCH UKŁADÓW ŁOŻYSKOWYCH

Łódź, 15-16 maja 1997 r.

Jan Wojdak, Paweł Sędlak

Instytut Techniki Rolniczej Akademii Rolniczej - Szczecin

PROBLEMY EKSPLOATACJI I NAPRAW WĘZŁÓW ŁOŻYSKOWYCH MASZYN ROLNICZYCH

SŁOWA KLUCZOWE

łożyska, uszkodzenia awaryjne, eksploatacja, połączenia spoczynkowe, regeneracja, tworzywa anaerobowe.

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono destrukcyjne procesy węzłów łożyskowych maszyn i urządzeń (zwłaszcza rolniczych), które w efekcie prowadzą do niezdatności tych elementów. Ponadto zwrócono uwagę na błędy popełniane powszechnie w procesie naprawy a dotyczące demontażu, weryfikacji, montażu. Przeprowadzono analizę stosowanych metod regeneracji i odtwarzania wartości użytkowej węzłów łożysk ślizgowych i tocznych. Uzyskane wyniki z badań rozpoznawczych zastosowania tworzyw anaerobowych do odtwarzania połączeń spoczynkowych łożysk tocznych i ślizgowych - zasługują na bardzo pozytywną ocenę zastosowania ich w naprawach.

WSTĘP

Maszyny i urządzenia rolnicze wyróżniają się wśród obiektów technicznych tym, że:

- mają bardzo duży udział w gospodarce narodowej,
- ponoszone nakłady na ich obsługę i naprawę należą do największych w kraju,
- pracują sezonowo i poza sprzętem transportowym, są w bardzo małym stopniu wykorzystywane 100-300 h/rok,
- elementy robocze i węzły łożyskowe narażone są bezpośrednio lub pośrednio na specyficzne i bardzo agresywne środowisko przyspieszające zużycie - duże zapylenie twardymi cząstkami, oddziaływanie nawozów mineralnych i organicznych, tarcia suchego lub półsuchego, itp.,
- przeważająca liczba maszyn podczas pracy lub bardzo długiego okresu przechowywania na otwartej przestrzeni narażona jest na zmieniające się warunki atmosferyczne - wilgotność, temperatura, naświetlenie, itp.,

- wykazują niską trwałość i niezawodność w stosunku do nominalnych wartości zakładanych na etapie projektowania i wytwarzania [7].

Łożyska ślizgowe charakteryzują się tym, że wyróżnia się w nich dwie powierzchnie pracy. Powierzchnią główną jest powierzchnia współpracy z czopem wału, a powierzchnią pomocniczą jest osadzenie. Taki podział powierzchni roboczych rzutuje na ich późniejszą pracę i zużycie. Łożyska ślizgowe wykonuje się najczęściej jako jednolite lub dzielone. W pierwszym przypadku łożysko stanowi tuleję-panew, którą wtlacza się bezpośrednio w obudowę. W drugim przypadku łożysko składa się z dwóch lub więcej części, których osadzenie w obudowie jest bardziej złożone. Łożyska dzielone wykonuje się jako półpanewki stalowe wylewane stopem łożyskowym, tworzywem sztucznym lub jako żeliwne, brązowe, itp. Tuleje łożyskowe jednolite wykonywane są w zależności od przeznaczenia z różnych materiałów: stopów na osnowie cyny, miedzi, ołowiu, aluminium lub spieków metalowych, żeliwa, tworzyw sztucznych, drewna. W zależności od grubości ścianek łożyska ślizgowe dzieli się na grubościenne (3-5 mm) i cienkościenne (1,5-3 mm). Budowa i zastosowane materiały rzutują na późniejszą ich podatność na regenerację co nie jest bez znaczenia przy wyborze odpowiednich procesów naprawczych.

Łożyska toczne składają się najczęściej z dwóch pierścieni osadzonych w gnieździe i na czopie oraz z elementów tocznych. Elementami roboczymi głównymi są bieżnie wykonane w pierścieniach osadczych oraz elementy toczne o różnych kształtach geometrycznych. Ponieważ łożyska te pracują w warunkach tarcia tocznego, materiały wykorzystywane w budowie muszą być odporne na zmęczenie. Są to stale wysokiej jakości poddawane dodatkowej obróbce uszlachetniającej. Taka konstrukcja oraz materiały wykorzystane w budowie przez swoją specyfikę zużycia wpływają znacząco na możliwości wykonania zabiegów naprawczych.

ANALIZA USZKODZEŃ I STOSOWANYCH METOD REGENERACJI

Niszczenie węzłów łożyskowych jest nie tylko związane z zużyciem naturalnym ale także z uszkodzeniami awaryjnymi. Najczęstszymi przyczynami przyśpieszonego zużywania i powstawania uszkodzeń awaryjnych węzłów łożyskowych są:

- wady konstrukcyjne, materiałowe i błędy w procesie wytwarzania,
- użytkowanie maszyn niezgodne z przeznaczeniem,
- nieprzestrzeganie zasad obsługi technicznej i konserwacji,
- niewłaściwie realizowane naprawy.

W referacie ograniczono się do analizy i oceny procesów naprawy stosowanych w zakładach obsługujących maszyny rolnicze.

W wyniku prowadzonych badań przez autorów w zakładach specjalizujących się w naprawach sprzętu rolniczego zauważono niepokojące zjawisko niszczenia i złomowania wielu łożysk, których zużycie naturalne nie osiągnęło jeszcze wartości granicznych. Taki stan rzeczy należy tłumaczyć nadal niską wiedzą techniczną ludzi zajmujących się naprawami zespołów i maszyn. Obok niskich kwalifikacji należy uznać także brak odpowiednich narzędzi, oprzyrządowania i stanowisk specjalistycznych za główne przyczyny złej jakości prowadzonych napraw.

Zużycie spowodowane przez nieprawidłowo przeprowadzoną naprawę jest obrazem stanu różnorodności zakładów zajmujących się naprawami. Duże zróżnicowanie w oprzyrządowaniu, przepustowości warsztatów, kadry fachowej prowadzi do przeprowadzania napraw od dobrej jakości do niedostatecznej. Zróżnicowana trwałość podzespołów naprawianych nie

wpływa na zadowolenie użytkowników. Nieprawidłowo realizowane procesy demontażowo-montażowe prowadzą często do uszkodzeń części jeszcze zdalnych [8].

Naturalnym procesem zużycia łożysk tocznych jest zużycie zmęczeniowe wierzchniej warstwy elementów roboczych [2]. Obok zużycia naturalnego można wyróżnić uszkodzenia awaryjne, do których zaliczamy: pęknięcia, wykruszenia, wyłamania pierścieni oraz elementów tocznych, wgniecenia i ślady odkształceń na bieżniach, wytarcia bieżni, elementów tocznych oraz powierzchni osadzeń, korozja łożysk, uszkodzenia koszyczków, zatarcia bieżni oraz elementów tocznych, przegrzanie elementów łożyska oraz zmiany w warstwie wierzchniej. Uszkodzenia awaryjne są najczęściej spowodowane przez przeciążenie układu łożyskowego, złe smarowanie, nieodpowiednie uszczelnienie oraz nieprawidłowo przeprowadzone prace demontażowo-montażowe.

Przy rozpatrywaniu uszkodzeń i zużycia łożysk tocznych nie można pominąć zużycia powierzchni osadzeń łożyska na czopie i w gnieździe ponieważ tworzą one nierozdzielną całość jako układ tribomechaniczny. Łożyska są osadzone najczęściej z wciskiem zapewniającym prawidłową ich pracę, jednak w wyniku zmiennych obciążeń, drgań całego zespołu dochodzi do mikroprzesunięć na powierzchni styku i powstania frettingu. Przy uszkodzeniu tego typu pasowanie zostaje zniszczone i powiększający się luz w łożysku powoduje zmianę rozkładu nacisków na powierzchni robocze i szybsze zużycie łożyska. Powierzchnie osadzeń ulegają uszkodzeniu w wyniku prowadzenia prac demontażowo-montażowych przy użyciu nieodpowiednich narzędzi. Ulegają one rozbiciu, porysowaniu, korozji itp..

Naturalnym procesem zużycia łożysk ślizgowych jest ścieranie powierzchni roboczych [2]. Zużycie to może mieć charakter o mniejszym nasileniu lub większym w zależności od różnych czynników zewnętrznych i wewnętrznych. W łożyskach ślizgowych występują również uszkodzenia typu awaryjnego. Zaliczyć do nich należy: pęknięcia, pogięcia, wytopienie materiałów, skorodowanie, rysy, wżery, zatarcia. W procesie wytwarzania oraz eksploatacji w łożyskach tych mogą wystąpić wady kształtu: owalność, stożkowość, ukośne ustawienie. Panwie łożysk ślizgowych współpracując z czopami ulegają zużyciu przez ścieranie, tracą swoje wymiary nominalne oraz kształt i muszą być regenerowane.

Kwalifikowanie węzłów łożyskowych maszyn do naprawy nie jest często uwarunkowane badaniami diagnostycznymi, w wyniku czego proces naprawy często jest realizowany w zakresie i terminie nieodpowiednim do potrzeb. Występują przypadki zarówno przedwczesnej realizacji naprawy (zbędny demontaż i montaż, możliwość uszkodzeń połączeń spoczynkowych, niepożądane dodatkowe docieranie węzłów kinematycznych), jak i spóźnionej (przekroczenie stanu zużycia granicznego).

Demontaż łożysk jest wykonywany często bez wstępnych zabiegów rozluźniających i bez odpowiedniego oprzyrządowania, co prowadzi do uszkodzeń awaryjnych. Wówczas elementy przeznaczone do regeneracji mają nietypowy charakter zużycia z dodatkowo uszkodzonymi fragmentami, np.: pogięcie i zwichrowanie wałów i osi, rozbicia i pęknięcia otworów osadczych łożysk, porysowania i zbitcia czopów oraz gniazd osadczych.

Proces mycia, w wyniku zastosowania nieodpowiednich środków myjących, może być przyczyną niszczenia połączeń pasowanych oraz materiałów nieżelaznych. Powszechnym zjawiskiem jest stosowanie nadmiernie stężonych roztworów wodnych substancji chemicznych i niedostateczne płukanie. Elementy umyte zarówno w roztworach wodnych, jak i rozpuszczalnikach bez międzyoperacyjnego zabezpieczenia przed korozją są bardzo podatne na rdzewienie (bieżnie i elementy toczne łożysk tocznych, czopy wałów, gniazda osadcze, łożyska ślizgowe itp.) [7].

Zanim łożyska zostaną zakwalifikowane do ponownego montażu (zużycie dopuszczalne), do regeneracji (zużycie graniczne) lub kasowania (zużycie niszczące) muszą przejść proces weryfikacji. Na podstawie badań stwierdzono, że w naprawach co najmniej 20-30%

łożysk wymienia się przedwcześnie. Z prowadzonych badań wynikają obiektywne trudności w kwalifikowaniu łożysk do wyżej wymienionych grup. Dotyczy to głównie wyznaczenia zapasu wytrzymałości zmęczeniowej łożysk tocznych, w których nie występują widoczne objawy uszkodzenia awaryjnego. Trwałość ta jest najczęściej funkcją czasu pracy łożyska lub kilometrów przebiegu. Przyjmuje się, że trwałość godzinowa łożysk tocznych dla maszyn rolniczych wynosi 4000-8000 godzin, gdy np.: dla obrabiarek wynosi ona 21000-32000 godzin. Podobnie, powiększenie wartości luzu promieniowego, jest dla maszyn rolniczych 7-10 razy większa niż dla obrabiarek do metali. Kłopoty sprawia także pomiar luzu promieniowego, który powinien być mierzony na łożysku w sposób rzeczywisty, przy zachowaniu parametrów wcisku. Wszelkie uszkodzenia widoczne i wyczuwalne przy badaniach organoleptycznych dyskwalifikują łożyska toczne z dalszej eksploatacji [8].

Weryfikacja łożysk ślizgowych jest oparta na wyznaczeniu luzu dopuszczalnego. Przykładowo panewki dzielone łożysk wałów korbowych silników spalinowych (do średnicy 100 mm) mają luzy konstrukcyjne 0,03- 0,07 mm, luz optymalny po dotarciu 0,05-0,10 mm, a luz dopuszczalny, po przekroczeniu którego łożyska należy uznać za niezdatne do pracy 0,15-0,30 mm. W łożyskach ślizgowych występują błędy kształtu, których przekroczenie maksymalnej wartości 0,2-0,5 luzu dopuszczalnego powoduje to, że należy łożysko poddać procesowi regeneracji lub wymienić na nowe.

METODY REGENERACJI

Regeneracja obejmuje całokształt działań technologiczno-obróbczych, w wyniku których przywraca się części zużytej (parze współpracującej lub podzespołowi) pożądane wymiary, kształt i właściwości gwarantujące użytkowanie zgodnie z wymaganiami. Ze względów organizacyjnych i technicznych regenerację węzłów łożyskowych traktuje się jako fazę składową procesu naprawy zespołu (silnika, przekładni, pompy itp.) lub całej maszyny [7]. Zakres regeneracji węzłów łożyskowych ogranicza się do węzłów ślizgowych tj. czopów i łożysk tulejowych jednolitych oraz odtwarzania połączeń spoczynkowych zarówno łożysk ślizgowych, jak i tocznych. Analizę metod regeneracji węzłów łożyskowych przedstawiono niżej.

Przy stosowaniu wymiarów naprawczych odzyskuje się najczęściej tylko jedną część z dwóch współpracujących (np. wał korbowy), a drugą przeznaczają na złom i jest to najczęściej część tańszą (np. łożyska wału korbowego).

Metody spawalnicze mimo wielu zalet i bardzo szerokiego rozpowszechnienia nie nadają się do odtwarzania uszlachetnionych i umocnionych warstw wierzchnich wykazujących nieznaczne ubytki materiału. Również przy regeneracji gniazd wykonanych z materiałów innych niż żelazne metody te mają ograniczone zastosowanie.

Podobnie różne odmiany metalizacji natryskowej są nieprzydatne do odtwarzania uszlachetnionych warstw wierzchnich wykazujących nieznaczne ubytki materiału. Ponadto w wielu przypadkach, w których występują obciążenia zmienne i naciski powierzchniowe, metalizację eliminuje bardzo mała przyczepność do podłoża.

Z procesów galwanicznych metodą bardzo przydatną w regeneracji jest chromowanie galwaniczne. Posiada ono jednak małą wgłębność krycia (utrudnione osadzanie powłok na powierzchniach rozwiniętych o ostrych krawędziach) i skomplikowany proces. Pozostałe metody galwaniczne, takie jak niklowanie czy żelazowanie, umożliwiają nakładanie powłok o gorszych właściwościach (twardość, przyczepność, odporność korozyjna).

W metodach chemicznych najszerokie zastosowanie znalazło niklowanie chemiczne, umożliwiające nakładanie powłok o właściwościach zbliżonych do właściwości powłok uży-

skanych w wyniku chromowania galwanicznego. Pewnym ograniczeniem jest mała wydajność procesu i niedostatecznie opanowany proces osadzania.

Przy regeneracji uszkodzonych gniazd można zastosować tulejowanie. W takich przypadkach tuleja jest osadzana na wcisk. Stosowanie tej metody nie jest możliwe przy cienkich ścianach obudowy. Niekiedy tulejowanie nie jest także możliwe ze względów technologicznych, jest trudne i wymaga wielu zabiegów technicznych.

Tworzywa sztuczne, mimo że znalazły zastosowanie w regeneracji (klejenie, wypełnianie ubytków, zalewanie, odtwarzanie połączeń spoczynkowych), nie przyjęły się do odtwarzania warstwy wierzchniej w węzłach tribologicznych (ruchowych) narażonych na obciążenia zmienne [5].

Ocenę stosowanych metod regeneracji w węzłach łożyskowych przy użyciu odpowiednich wskaźników przedstawiono w tabl.1.

Tablica 1.
Zestawienie wskaźników regeneracji węzłów łożyskowych

| L. p | Rodzaj pary współpracującej (elementu) Zasady regeneracji | Podstawowe wskaźniki techniczno ekonomiczne | | | | | |
|------|---|---|------------------------------------|---------------------------------------|--|---|--|
| | | Wskaźnik trwałości węzła w % | Ograniczenia krotności regeneracji | Przyczepność powłoki do podłoża w MPa | Obniżenie wytrzymałości zmęczeniowej w % | Odporność na zużycie indywidualna w stosunku do stali 45 hartowanej indukcyjnie w % | Nakłady w stosunku do wymiany na części nowe w % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Para ślizgowo-obrotowa, szlifowanie czopu na podwymiar i wymiana panewki | 90-100 | 3-5 | ok. 700 | 5 | 90-100 | 24 |
| 2 | j.w.czop chromowany | 150 | 1-3 | 400-450 | 10-15 | 140 | 35 |
| 3 | j.w.czop napawany | 80-95 | do 2 | 450-550 | 10-20 | 85 | 30 |
| 4 | j.w.czop metalizowany | 60-80 | do 2 | 50-100 | 5-15 | 50 | 50 |
| 5 | j.w.czop pokrywany powłoką metalożywiczną | 40-60 | 2-5 | 50-100 | 5-10 | 80-120* | 5-15 |
| 6 | Para toczna igiełkowa, napawanie bieżni czopa | 87 | 1 | 500 | 20-35 | 90 | 35 |
| 7 | Gniazdo-łożysko ślizgowe: przetłaczanie, tulejowanie, tworzywa sztuczne inne | 90 | 1-3 | - | 5-20 | 90-100 | 5-20 |
| 8 | Czop-łożysko toczne: przywrócenie wymiaru nominalnego przez powłoki metalowe | 90-100 | 1-3 zapas wytrzym. zmęczeniowej | 50-300 | 5-35 | 70-95 | 5-25 |
| 9 | Gniazdo w korpusie łożysko toczne: przywrócenie wymiaru nominalnego przez tulejowanie, powłoki z tworzyw sztucznych | 90-100 | 1-3 zapas grubości ścianek | 50-300 | 10-50 obniżenie sztywności | 40-80 | 2-10 |

* Uwaga.

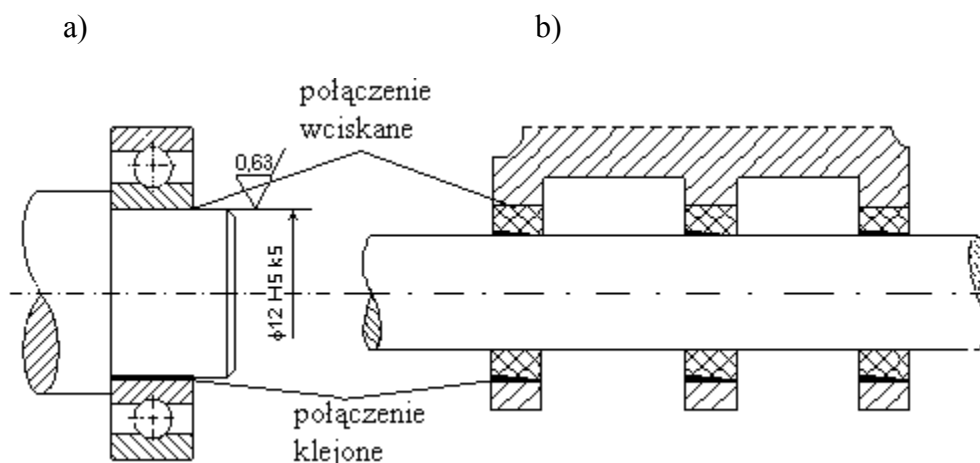
Tworzywo intensywniej ścierało łożysko.

BADANIE PRZYDATNOŚCI TWORZYW ANAEROBOWYCH W ODTWARZANIU POŁĄCZEŃ SPOCZYNKOWYCH

Dotychczas stosowane metody regeneracji węzłów łożyskowych a w szczególności ich połączeń spoczynkowych nie spełniały kryterium szybkiej i łatwej do przeprowadzenia operacji technologicznej. Jak wynika z przedstawionej analizy metody te posiadały wiele wad i wymagały specjalistycznego oprzyrządowania oraz pochłaniały wiele czasu. Nie spełniały one warunków niezbędnych dla przeprowadzenia napraw sprzętu rolniczego, który z uwagi na specyfikę krótkich okresów agrotechnicznych wymagał szybkiej naprawy.

Postęp techniczny w dziedzinie tworzyw sztucznych otworzył nowe możliwości w zastosowaniu ich w regeneracji połączeń spoczynkowych. Opracowane tworzywa anaerobowe pozwalają na szybkie i tanie odtworzenie połączeń spoczynkowych różnych elementów i części. Dodatkowym atutem tych tworzyw jest możliwość stosowania ich w warunkach użytkownika oraz niewielkich zakładów naprawczych. Pojawienie się tych materiałów regeneracyjnych na polskim rynku i szeroka oferta skłoniła autorów do przeprowadzenia wstępnych badań ich przydatności w naprawach maszyn rolniczych a w szczególności węzłów łożyskowych.

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono przydatność tworzyw anaerobowych do odtwarzania uszkodzonych połączeń spoczynkowych w węzłach łożysk ślizgowych i tocznych rys.1.



Rys.1. Regeneracja połączenia spoczynkowego: a) łożyska tocznego, b) łożyska ślizgowego

Stwierdzono, że zakres szczeliny pomiędzy łączonymi elementami nie może przekroczyć 0,15-0,20 mm. Tak więc przy owalizacji, wybiciu, wytarciu, błędach kształtu, wżerach, rysach itp., nie trzeba uzupełniać materiału rodzimego inną techniką regeneracji [1]. Analiza efektów techniczno-ekonomicznych w stosunku do tradycyjnych metod tj. tulejowania lub nakładania powłok metalowych wykazuje znaczne obniżenie kosztów o 60-75% oraz zasadnicze uproszczenie procesu regeneracji [6]. Wyniki z badań połączeń regenerowanych przy użyciu tworzyw anaerobowych przedstawiono w tabl.2.

Po przeprowadzeniu badań wstępnych w zastosowaniu tworzyw sztucznych zwrócono uwagę na następujące zagadnienia:

- przy mocowaniu łożysk tocznych na tworzywo anaerobowe lub materiał metalożywiczy brak jest naprężeń wywołanych połączeniem wciskaniem, a co się z tym wiąże brak zmniejszenia luzu w łożysku (konieczne się staje zastosowanie łożysk o mniejszym luzie promieniowym), dlatego też tworzywa te powinny znaleźć zastosowanie już w procesie

- wytwarzania (upraszczają konstrukcję węzła i zwiększają podatność technologiczną w naprawach),
- przy wykorzystaniu łożysk już eksploatowanych konieczne staje się przeprowadzenie dodatkowych badań eksploatacyjnych,
 - w jakim stopniu jest zapewnione współosiowe mocowanie elementów węzła, jak masa wklejanego łożyska oraz wymiary zewnętrzne wpływają na ustalenie w gnieździe i na czopie,
 - jak wpływają błędy kształtu nieregenerowanej powierzchni osadzeń na trwałość i niezawodność węzła łożyskowego w eksploatacji,
 - jaka jest możliwa krotność tak prowadzonego procesu naprawczego [6].

Tablica 2.
Ocena odtwarzanych połączeń spoczynkowych przy użyciu tworzyw anaerobowych

| Rodzaj pary Skojaznienie materiałów | Połączenie tradycyjne | | | Połączenie przy użyciu tworzyw anaerobowych | | | | | | |
|--|---|---|--------------------------|---|---|---|--------------|--------------|---|------------------|
| | Paso- wanie, wcisk w [μm] | Chro- powa- tość [R _Z] | Siła wcisku w [kN] | Two- rzywo anae- robowe * | Chro- powa- tość [R _Z] | Siła ścinająca połączenie w [kN] przy szczelini | | | Wytrzymałość tworzyw w [N/mm ²] | |
| | | | | | | 0,04 [mm] | 0,10 [mm] | 0,14 [mm] | produ- centa | w bada- niach |
| Łożysko ślizgowe połączenie gniazdo- powierzchnia osadzenia brąz-stal Ø gniazda 14 mm | H7/p6 17,2 | 1,60 | 5,63 | a | 5-25 | 8,24 | 7,28 | 6,21 | 16-30 | 12,73 |
| | | | | b | 5-25 | 16,60 | 10,84 | 9,60 | 30-40 | 21,61 |
| | | | | c | 5-25 | 12,71 | 9,61 | 8,62 | 25-34 | 18,06 |
| Łożysko toczne 6201 pierścien wewnętrzny-czop wał stal-stal d = 12 mm | k5 14,8 | 0,63 | 2,61 | b | 5-25 | 11,21 | 10,06 | 7,32 | 30-40 | 31,56 |
| | | | | d | 5-25 | 7,74 | 8,40 | 6,03 | 20-35 | 24,47 |
| | | | | e | 5-25 | 3,01 | 2,41 | 1,99 | 7-16 | 8,17 |
| Łożysko toczne 6201 pierścien zew- nętrzny-gniazdo stal-stal D = 32 mm | H7 28,8 | 1,60 | 6,59 | f | 5-25 | 18,81 | 15,25 | 14,19 | 20-31 | 20,01 |
| | | | | a | 5-25 | 16,51 | 14,82 | 12,81 | 16-30 | 18,30 |
| | | | | g | 5-25 | 9,31 | 7,01 | 6,92 | 6-14 | 9,64 |

* Uwaga.
Lepkość tworzyw anaerobowych w temp. 25°C w [mPa×s]: a-125; b-700; c-3000; d-2200; e-150; f-850; g-130

Obok tworzyw anaerobowych badaniom poddano również materiały kompozytowe, tj. materiały metalożywiczne wykorzystane w procesie odnowy uszkodzonych połączeń spoczynkowych. Stwierdzono przydatność tego typu materiałów przy uzupełnianiu ubytków materiałowych większych od 0,2 mm. Szczególnie są one przydatne przy odtwarzaniu kształtu i wymiarów uszkodzonych gniazd łożyskowych [6]. Przy wykorzystaniu nieuszkodzonych powierzchni łożysk jako wzorników kształtu i wymiaru (bez dodatkowej obróbki mechanicznej), należy zastosować również tworzywa anaerobowe do mocowania pierścieni osadycznych w tak odtworzonym gnieździe i czopie. Materiały kompozytowe metalożywiczne znajdują również zastosowanie do odtwarzania warstwy wierzchniej czopów wałów. Jednak w tym zastosowaniu mają one ograniczenia. Nie mogą być wykorzystane do odtwarzania warstw wierzchnich pracujących przy dużych naciskach i obciążeniach zmiennych. Przy regeneracji

czopów współpracujących z łożyskiem ślizgowym stwierdzono trwałość zbliżoną do trwałości czopów oryginalnych [4]. W czasie eksploatacji nie stwierdzono ujemnych zjawisk [3]. Wadą jednak tych tworzyw jest nadal niska temperatura pracy (do 120°C) oraz intensywniejsze zużywanie powierzchni łożyska ślizgowego niż czopa, co obniża trwałość całego węzła łożyskowego.

PODSUMOWANIE

W procesie obsługi i naprawy węzłów łożyskowych obserwuje się niepokojące zjawiska, takie jak: niewłaściwe smarowanie, nieodpowiedni co do jakości i czasu realizacji demontaż oraz brak odpowiednich kryteriów weryfikacji (zużycie dopuszczalne, graniczne i niszczące). Przywracanie wartości użytkowej węzłom łożyskowym dokonuje się zróżnicowanymi procesami technologicznymi, które często nie gwarantują odpowiedniej jakości i nie zapewniają powtarzalności wyników.

Regeneracja realizowana na odpowiednim poziomie zapewnia dużą efektywność. Przeprowadzone badania rozpoznawcze odtwarzania połączeń spoczynkowych węzłów łożyskowych przy użyciu tworzyw anaerobowych, wykazują możliwość istotnego uproszczenia procesu naprawy i znaczące korzyści techniczno-ekonomiczne.

LITERATURA

1. Bieńkowski S.: Regeneracja połączeń spoczynkowych przy użyciu tworzyw sztucznych, Praca magisterska AR Szczecin 1994.
2. Lawrowski Z.: Tribologia, tarcie, zużywanie, smarowanie, PWN Warszawa 1993,
3. Materiały z konferencji „Regeneracja '95”. Bydgoszcz 1995, s 41-60,
4. Materiały z konferencji „Inżynieria Łożyskowania '96”. Gdańsk 1996, s 63-80, 139-146,477-484,
5. Tribologia dla eksploatacji, III Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna POLTRIB '95, Ja chranka 1995 [str. III 3-11],
6. Sędłak P. : Naprawa zespołów maszyn przy użyciu tworzyw sztucznych na przykładzie pompy hydraulicznej. Praca magisterska AR Szczecin 1995,
7. Wojdak J. : Naprawa sprzętu rolniczego, PWRiL Warszawa 1987,
8. Wojdak J. : Regeneracja części maszyn, AR Szczecin 1989.

REPRODUCTION OF FUNCTIONAL QUALITY OF BEARING SETS DURING EXPLOITATION

Summary

The paper presents destructive processes in bearing joints of machines and devices (especially agricultural ones) which in the result lead to unserviceableness of these elements. Moreover, attention is paid to errors commonly made during the repairing process, and related to disassembly, assembly and wearing-in. The analysis of the methods of regeneration and reproduction of the functional value of slide and rolling bearing joints have been carried out. The results obtained from preliminary tests of using anaerobic materials for reproducing the rest couplings of slide and rolling bearings deserve very good opinion about the using of these materials in repairing.

Recenzent Prof. dr hab. inż. Jan Burcan