

*Piotr Wanke
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza w Szczecinie*

ANALIZA MOŻLIWOŚCI WDRAŻANIA NOWYCH TECHNOLOGII DO PROCESÓW PRODUKCYJNYCH NA TERENACH WIEJSKICH

Streszczenie

Rozwój produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz zwiększające się zróżnicowanie wymagań stawianych maszynom rolniczym w gospodarstwach i firmach przetwórstwa rolno-spożywczego, wymaga ciągłej modernizacji sprzętu technicznego, który musi być dostosowany do zadań i cechować się dopasowanymi do możliwości ekonomicznymi kosztami eksploatacji. Potrzebne są rozwiązania, umożliwiające racjonalne wykorzystanie nowych technologii oraz opracowanie trafnych strategii obsługiwanie już istniejących systemów technicznych w procesach produkcyjnych na terenach wiejskich. Nawet w nowoczesnych konstrukcjach, pomimo stosowania systemów sterowania typu „on line” do ciągłego monitorowania pracy zespołów roboczych, nie udaje się osiągnąć wymaganego wskaźnika gotowości obiektów technicznych w losowo zmiennych warunkach użytkowania. Przedstawiona w opracowaniu idealizowana koncepcja rozwiązania sformułowanej problematyki może spowodować korzystne zmiany struktury trwałości modułów hierarchicznych pojedynczych maszyn i zwiększenie efektywności eksploatacji całych ciągów technologicznych.

Słowa kluczowe: eksploatacja, trwałość, niezawodność, bezpieczeństwo w rolniczym środowisku pracy

Wstęp

Eksploatacja maszyn i urządzeń rolniczych różnych generacji, praktykowana powszechnie w Polsce, ma wpływ na konieczność zdefiniowania wzajemnych relacji między wykorzystywanymi i obsługiwanymi w procesach roboczych środkami technicznymi, a otoczeniem nieprzystosowanym do użytkowania nowoczesnych maszyn wielooperacyjnych i wielkogabarytowych zestawów transportowych, oddziałujących na ukształtowane ekosystemy. Jednocześnie trudne do przewidzenia reakcje dynamicznie zmiennego środowiska wymuszają na producentach i użytkownikach maszyn opracowywanie nowocześniejszych metod technologicznych i form organizacyjnych indywidualnego użytkowania, obsługiwanie, recyklingu, dostosowanych do rzeczywistych wymagań zoologicznych [Wanke 2005].

Zastąpienie maszyn starszych generacji obiektami nowoczesnymi, spełniającymi aktualne kryteria konstrukcyjne, technologiczne, ergonomiczne, niezawodnościowe i bezpieczeństwa w rolniczym środowisku pracy, jest niemożliwe ze względów ekonomicznych. Najważniejsze z nich to przede wszystkim:

- brak środków własnych w gospodarstwach na niezbędne nakłady inwestycyjne w rozwój,
- wysokie oprocentowanie kredytów bankowych [Banasiak i in. 2002],
- brak innych form finansowania (np. poprzez leasing) [Dreszczyk, Malicki 1999],
- mniejsza od oczekiwanej efektywność nakładów po wdrożeniu nowych maszyn w stosunku do nakładów ponoszonych wcześniej [Dreszczyk, Malicki 1999],
- brak infrastruktury na wsi i w otoczeniu rolnictwa (kompleksowych systemów eksploatacji obiektów technicznych obejmujących instalowanie, rozruch i adaptację do pracy w warunkach rzeczywistych lokalnego środowiska przyrodniczego, użytkowanie oraz obsługiwanie połączone z likwidacją skutków stosowania mechanizacji w ekosystemie), umożliwiającą wdrożenie, utrzymanie w gotowości i optymalne wykorzystanie nowych technik i technologii produkcji.

Konsekwencją relatywnie wysokich kosztów zakupu i wdrażania nowych technologii oraz specyfiki użytkowania sezonowego i kampanijnego (zmniejszający się współczynnik wykorzystania w ciągu roku) są wydłużające się okresy amortyzacji i szybko postępujące procesy starzenia ekonomicznego w stosunku do zużycia fizycznego.

Brak przystosowania infrastruktury drogowej, środków transportu, przechowywania, zasilania w wysokiej jakości proekologiczne materiały eksploatacyjne oraz trudna do ustalenia zmienność warunków pracy, warunkują to, że zróżnicowana środowiskowo i klimatycznie produkcja na terenach wiejskich stwarza konieczność wykonywania dodatkowych - często nieprzewidywalnych i bardzo drogich - czynności obsługowo-naprawczych, nawet w przypadku obiektów technicznych, uznawanych powszechnie za dopracowane konstrukcyjnie i technologicznie, w okresach największej efektywności ich zastosowania.

Dodatkowym czynnikiem generującym przypadkowe awarie jest zwiększanie obciążeń eksploatacyjnych, a także zagrożenie występowania przeciążeń w zespołach roboczych i przeniesienia napędu, na skutek ustawicznego dążenia do wzrostu plonowania roślin, wydajności pracy oraz stosowania zestawów wielooperacyjnych i wielkogabarytowych.

Problem ten ujawnia się ze szczególną intensywnością w węzłach kinematycznych, takich jak łożyskowania ślizgowe i toczne, mechanizmy pracujące przy ruchu posuwisto-zwrotnym, wały napędowe sztywne i przegubowe, wielostopniowe przekładnie zębate, matryce granulatorów paszowych itp., eksploatowanych na terenach wiejskich rolniczych i leśnych w warunkach, których nie uwzględniono w fazie projektowania i wytwarzania.

Przypadki takie, to między innymi układy napędowe maszyn samobieżnych i środków transportu, podczas długotrwałej pracy na jednym lub co najwyżej dwóch biegach - najczęściej pełzających - przy pełnym, dynamicznie zmieniającym obciążeniu w warunkach rzeczywistych, albo granulatory przy wykorzystaniu ciągów technologicznych suszenia i granulacji pasz do innych celów. Znamienne jest wykazanie, na podstawie badań własnych np. wałów przegubowych [Wanke 1998], skrzyń przekładniowych kombajnów zbożowych [Wanke 2003], zespołów i mechanizmów silnika [Wanke, Szymura 2005], odmiennego charakteru procesów powstawania i zużycia krytycznych węzłów maszyn przy zastosowaniach rolniczych.

W biosystemach gospodarczo zmienionych na terenach wiejskich zachodzą ustawiczne (niekorzystne) zmiany klimatyczne i hydrologiczne, ograniczające dotychczasowe możliwości produkcji roślinnej i zwierzęcej. Szacuje się, że docelowo można w Polsce wyłączyć z produkcji żywnościowej - podobnie jak w UE - ok. 6 mln ha gruntów V i VI klasy bonitacyjnej do innych celów, np. pod zalesienia, wieloletnie uprawy biomasy na cele energetyczne.

Sprzyja to rygorystycznym wymaganiom ochrony środowiska, w tym przed postępującą erozją gleb, a przede wszystkim skracaniu i sekwestracji obiegu węgla w atmosferze. Dlatego właściciele gospodarstw i firm przetwórstwa rolno-spożywczego i leśnego, dostrzegając potencjał rozwojowy w nowo kreowanych gałęziach działalności gospodarczej, dokonują reorganizacji zaplecza technicznego w poszukiwaniu zamiennych źródeł dochodu.

Szybkie zmiany strukturalne, postęp technologiczny w produkcji oraz niedobory środków finansowych powodują, że nowe zadania są realizowane przy użyciu starszych generacji maszyn. Nowoczesne konstrukcje, ze względu na niewystarczający poziom kultury technicznej obsługi i brak infrastruktury zaplecza eksploatacyjnego zwiększający ryzyko wystąpienia awarii, przyczyniają się w Polskich warunkach do nieuzasadnionego wzrostu kosztów i zagrożeń [Dreszczyk, Wanke 2006].

W związku z przedstawionymi uwarunkowaniami, za strategiczne zadania, stymulujące postęp techniczny w praktyce eksploatacyjnej, uznano etapową budowę nowych systemów eksploatacji, które obejmowałyby swoim zasięgiem maszyny rolnicze różnych generacji. Działania te muszą uwzględniać problematykę:

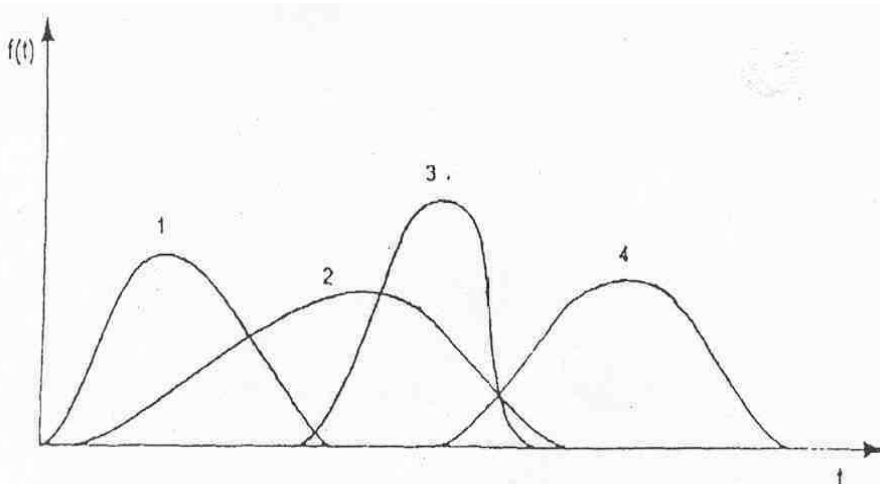
- wdrażania, utrzymania w gotowości i optymalnego wykorzystania maszyn nowych konstrukcji (wszędzie gdzie jest to tylko możliwe i uzasadnione ekonomicznie),
- podtrzymywania i odtwarzania stanu zdatowności oraz ewentualnego jednoczesnego zwiększania potencjalnego zasobu trwałości konstrukcyjnej maszyn starszych typów przez rozpoznanie i modyfikację węzłów krytycznych oraz wykorzystanie przystosowanych do tego celu nowoczesnych technologii napraw i obsługiwania,
- adaptacji maszyn nowych i po naprawie do rzeczywistych wymagań użytkownika sezonowego i kampanijnego oraz indywidualnych wymuszeń lokalnego środowiska pracy,
- minimalizowania lub (jeśli to możliwe) likwidacji zagrożenia skutkami eksploatacji obiektów technicznych w środowisku przyrodniczym przez recykulację i/lub utylizację materiałów, odpadów, poszczególnych części i zespołów wymiennych oraz kompleksowo całych maszyn,
- istnienia wspomaganego komputerowo sprzężenia zwrotnego między użytkowaniem z przerwami i długotrwałymi przestojami a efektywnością obsługiwania i napraw, w celu zapewnienia maksymalnego - możliwego do osiągnięcia w danych warunkach - wskaźnika gotowości technicznej,
- możliwości tworzenia struktur organizacyjnych (indywidualnych, zespołowych bądź lokalnych), ukierunkowanych na efektywne wykorzystanie wysokowydajnych systemów eksploatacji technicznej maszyn rolniczych, wypracowanych w systemie użytkowania tych maszyn z odpowiednim doradztwem w zakresie użytkowania i obsługiowania, dostosowanych do nowych koncepcji zrównoważonego rozwoju terenów wiejskich.

Konstruowanie, wytwarzanie i optymalna eksploatacja maszyn w warunkach rzeczywistych stawiają wysokie wymagania pod względem doskonałości zawodowej, technologicznej i poziomu wiedzy ogólnej. W technice rolniczej i leśnej jest dużo obiektów technicznych, które cechują się nadmierną trwałością ogólną, przy niewystarczającej trwałości zespołów i węzłów [Dreszczyk 1999]. Wprowadzenie nowoczesnych technologii podczas wymiany tych węzłów na elementy nowszej generacji lub zastosowanie nowych metod umacniania powierzchni roboczych [Dreszczyk i in.1996], uzasadnia utrzymanie w użytkowaniu obiektów potrzebnych do produkcji, przy braku możliwości ekonomicznych zastąpienia ich obiektami nowymi.

Sformułowanie problemu

Maszyny rolnicze należą do grupy maszyn roboczych, charakteryzujących się ustaloną specyfiką konstrukcyjną, funkcjonalną, wymiarową, a także sposobem tworzenia zespołów, mechanizmów i układów. Przystosowane są do realizacji zadań użytkowych i obsługowych, i klasyfikowane według róż-

nych kryteriów, np. według częstotliwości i zakresu obsługiwanego technicznego i napraw. Zgodnie z przyjętymi w tej klasyfikacji założeniami należą do grupy obiektów technicznych, zbudowanych z elementów naprawialnych i nienaprawialnych, zgrupowanych w moduły hierarchiczne (mechanizmy, zespoły, układy) o określonym charakterze zmian stanu technicznego, dominującego czynnika destrukcyjnego, możliwości oceny stanu technicznego, następstw wynikających ze zmiany stanu technicznego [Gołąbek 1993, Gołąbek, Oziemski 1994]. Kryteria te są podstawą do tworzenia grup części, mechanizmów i zespołów o zbliżonych właściwościach eksploatacyjnych, i w zależności od ich oddziaływania na jakość realizacji procesów roboczych, traktowane są jako węzły: krytyczne, ważne, mało ważne i pomijalne (rys. 1) [Zwierzycki 2000].



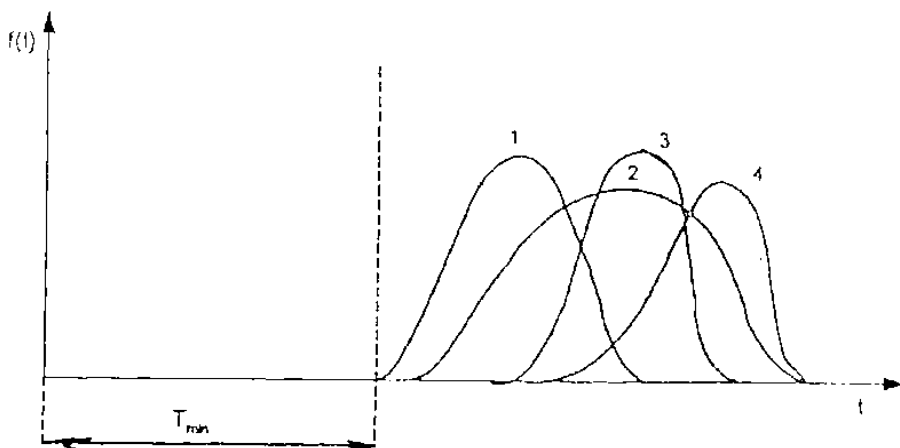
Rys. 1. Rzeczywiste rozkłady trwałości modułów hierarchicznych maszyn rolniczych do osiągnięcia stanu granicznego: 1- węzły krytyczne, 2- ważne, 3- mało ważne, 4- pomijalne

Fig. 1. Real durability distributions for hierarchic modules of agricultural machines to achieve a boundary condition: 1 - critical nodes, 2 - important, 3 - little important, 4 - omissible

Węzły o porównywalnym zasobie trwałości, do chwili osiągnięcia stanu granicznego, wchodzi w skład zespołów technologicznych odnowy - ZTO (obsługi technicznej i naprawy) [Oziemski 1999]. Uwzględniając dodatkowo, że utrata trwałości w ZTO może być spowodowana uszkodzeniami z winy konstrukcji i/lub technologii oraz eksploatacyjnymi, w praktyce eksploatuje się maszyny rolnicze wg strategii „od awarii do awarii” w strumieniu uszkodzeń o stałej intensywności. Szczególnie ważne z punktu widzenia praktyki eksploatacyjnej w rolnictwie jest utrzymanie w dobrym stanie technicznym układów napędowych i roboczych maszyn i pojazdów.

Techniki i technologie wytwarzania i obsługiwanego muszą być tak dopracowane, aby można było uzyskać wysoką niezawodność - szczególnie obiek-

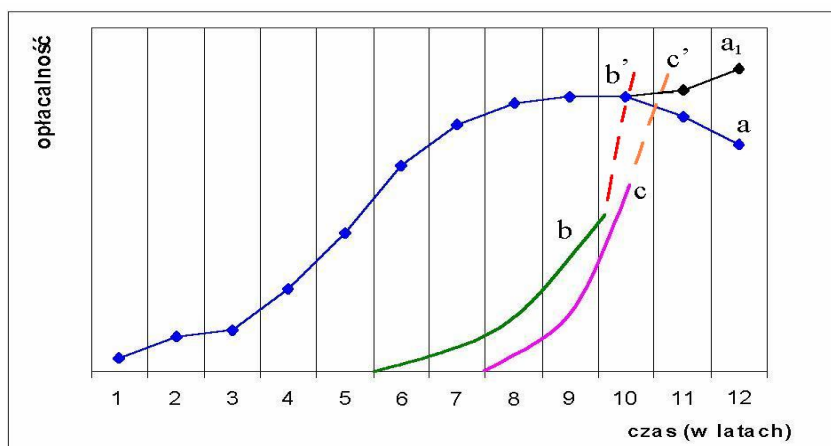
tów nowych oraz bezpośrednio po naprawie - bez obciążania użytkowników uciążliwymi wymaganiami procesów adaptacji do indywidualnych warunków pracy. Dodatkowo zachodzi konieczność zapewnienia sprzężenia zwrotnego między technologią napraw w eksploatacji i technologią wytwarzania jako podstawowego czynnika doskonalenia technicznego i technologicznego konkretnego rozwiązania konstrukcyjnego, które umożliwi ciągły dopływ do producenta informacji, dotyczących funkcjonowania wyrobu w określonych warunkach. Zapewni identyfikację najbardziej zawodnych zespołów i części, zmiana strategii obsługiwanie w całym cyklu życia maszyn, a w konsekwencji zmianę rozkładu trwałości poszczególnych modułów hierarchicznych w sposób zilustrowany na rysunku 2.



Rys. 2. Oczekiwane rozkłady trwałości modułów hierarchicznych maszyn rolniczych do osiągnięcia stanu granicznego (oznaczenia jak na rysunku 1): T_{min} - czas eksploatacji, w którym mogą wystąpić przeglądy inspekcyjne i naprawy doraźne [Zwierzycki 2000]

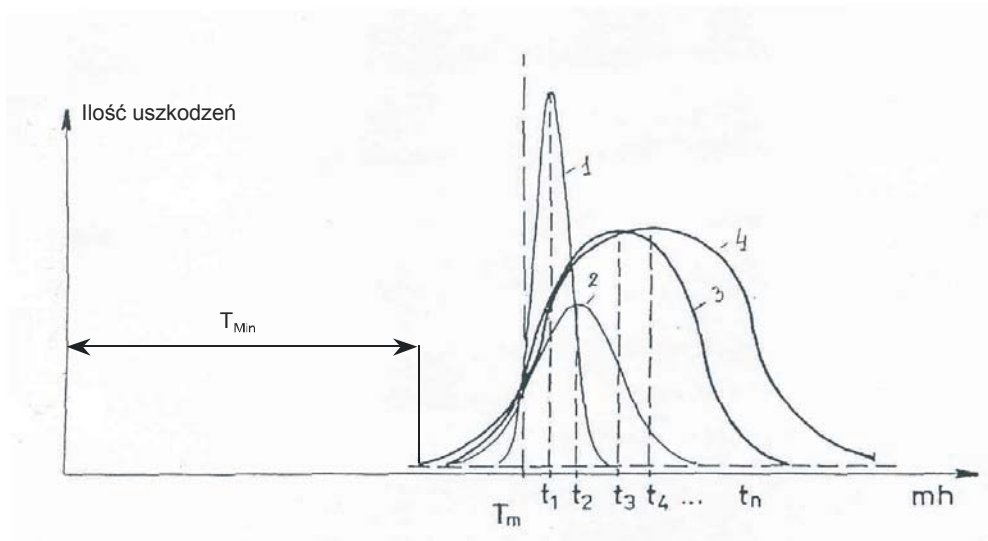
Fig. 2. Expected durability distributions of hierarchic modules of agricultural machines to achieve a boundary condition (notations see fig.1.): T_{min} - using time when inspection surveys and temporary repairs may occur [Zwierzycki 2000]

Za szczególnie ważne, z użytkarnego punktu widzenia, uznano możliwości zwiększania efektywności nakładów, ponoszonych na utrzymanie systemów eksploatacji w rolnictwie, przez wykonywanie cząstkowych aplikacji nowych technologii (zmniejszanie kosztów inwestycyjnych). Modyfikowane w ten sposób krzywe cyklu życia ulegają wydłużeniu dzięki wprowadzeniu do starszych generacji maszyn, dodatkowych „faz ożywienia” nowoczesnymi rozwiązaniami, przystosowanymi do wykorzystania w istniejących układach (rys. 3). Będzie to skutkowało lepszym (optymalnym) wykorzystaniem potencjalnego zasobu trwałości konstrukcyjnej obiektów technicznych w zmiennych warunkach użytkowania sezonowego i kampanijnego w rolnictwie oraz zastąpieniem strategii obsługiwanie w strumieniu uszkodzeń strategią „od naprawy głównej do naprawy głównej” (rys. 4).



Rys. 3. Typowy przebieg krzywej cyklu życia maszyn lub technologii z oczekiwanymi zmianami: a- faza schyłkowa starej generacji produktu, b- nowa technologia o powolnym wzroście, c- nowa technologia o szybkim wzroście, a₁- faza ożywienia starej generacji nowymi technologiami

Fig. 3. Typical course of life cycle curve of machines or technologies with expected changes: a- the final phase of old generation product, b- new technology with slow increase, c- new technology with fast increase, a₁- the revival phase of old generation with new technologies



Rys. 4. Oczekiwany (idealizowany) model rozkładu intensywności uszkodzeń: t_1 - zespoły technologiczne odnowy (ZTO), T_{Min} - czas bezawaryjnej eksploatacji danego zespołu (pozostałe oznaczenia, jak na rysunkach 1 i 2)

Fig. 4. Expected (idealized) model of distribution of failure rates: t_1 - technological units of renovation (ZTO), T_{Min} - time of failure-free usage of given assembly (further notations see Fig. 1 and 2)

Podsumowanie

Zaproponowane rozwiązanie idealizowane przedstawionej problematyki może zapewnić identyfikację i eliminowanie węzłów krytycznych oraz zmianę struktury trwałości modułów hierarchicznych maszyn rolniczych, a także zwiększenie wskaźnika gotowości sezonowej i kampanijnej oraz efektywności systemów technicznych w wyniku optymalizacji wykorzystania potencjalnego zasobu trwałości konstrukcyjnej w całym cyklu życia użytkowanych obiektów technicznych i technologii.

Nowe koncepcje zrównoważonego rozwoju gospodarstw i firm na terenach wiejskich determinują ciągłą modernizację sprzętu technicznego, który musi być dostosowany do zadań i cechować się dopasowanymi do możliwości ekonomicznych kosztami eksploatacji wg zasady nowe rozwiązanie – mniejsze koszty.

Potrzebne są rozwiązania umożliwiające pokonanie bariery niedoboru kapitału, racjonalne wykorzystanie dotychczas posiadanego sprzętu technicznego oraz opracowanie programów budowy systemów technicznych odpowiadających rzeczywistym potrzebom producentów.

Bibliografia

Banasiak J., Bieniek J., Detyna J. 2002. Aktualne problemy użytkowania maszyn rolniczych. Eksploatacja i Niezawodność, 2: 63-72

Dreszczyk E. 1999. Sterowanie obsługiwaniem maszyn na podstawie monitorowania stanu technicznego węzłów krytycznych. Inżynieria Rolnicza, 5(11): 93-100

Dreszczyk E., Malicki M. 1999. Modele elastycznego inwestowania w maszyny rolnicze. Inżynieria Rolnicza, 5(11): 101-106

Dreszczyk E., Wanke P. 2006. Systemowe rozwiązanie recyklingu modernizacyjnego obiektów technicznych. Inżynieria Rolnicza, 2(77): 269-278

Dreszczyk E., Wanke P., Wojdak J. 1996. Umacnianie powierzchni roboczych węzłów kinematycznych ze szczególnym uwzględnieniem fazy docierania. Inżynieria Powierzchni, 4: 47-53

Gołąbek A. 1993. Modele uszkodzeń maszyn. VI Konferencja pt. Rozwój podstaw budowy, eksploatacji i badań maszyn roboczych ciężkich. Wyd. PW IMCR, Zakopane, s. 350

Gołąbek A., Oziemski S. 1994. Założenia do budowy systemów badań bezpieczeństwa i procedur certyfikacji maszyn. Problemy Maszyn Roboczych, 4. Wyd. ITE, Radom, s. 154

Oziemski S. 1999. Efektywność eksploatacji maszyn. Podstawy techniczno-ekonomiczne. Wyd. ITE, Radom, s. 357

Wanke P. 1998. Badania wpływu obróbki tarciowej na właściwości warstwy wierzchniej wybranych elementów węzłów krytycznych. Rozprawa doktorska, s. 124

Wanke P. 2003. Badania nad konstytuowaniem korzystnych właściwości WW w procesach eksploatacji maszyn rolniczych. Inżynieria Systemów Biogrotechnicznych, z. 2-3(11-12): 283-289, Warszawa-Płock

Wanke P. 2005. Wpływ węzłów krytycznych na eksploatację maszyn rolniczych. Seminarium naukowe Instytutu Inżynierii Rolniczej AR w Szczecinie, (na prawach rękopisu)

Wanke P., Szymura D. 2005. Analiza stanów zużycia i metoda naprawy węzła kinematycznego czop-panewka wału korbowego silnika S 400. Inżynieria Rolnicza, 4(64): 321-330, Kraków

Zwierzycki W. 2000. Prognozowanie trwałości par ślizgowych. W monografii: Tribologia i Tribotechnika, Wyd. ITE, Radom, s. 67-68

Recenzent: Aleksander Szeptycki