

KONCEPCJA SYSTEMU DO SAMODIAGNOZY UKŁADU HYDRAULICZNEGO MASZINY ROBOCZEJ

Leszek SURÓWKA
Wiktor KUPRASZEWICZ

Instytut Politechniczny, Zakład Budowy i Eksploatacji Maszyn,
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Staszica w Pile
64-920 Piła ul. Podchorążych 10, tel. (067) 352-26-12
lsurowka@pwsz.pila.pl wkupraszewicz@pwsz.pila.pl

Streszczenie

Zagadnienie oceny stanu maszyn roboczych nabiera szczególnego znaczenia głównie w fazie eksploatacji, ze względu na uwarunkowania ekonomiczne, ekologiczne i bezpieczeństwa. Stosowane obecnie urządzenia diagnozujące stan obiektów, takich jak maszyny robocze np. koparki, ograniczają się jedynie do analizy wycieków z układu, czy pomiarów ciśnień. Sprawy znacznie się komplikują, jeżeli chodzi o stan przyszły, tzn. jaka jest prognoza, co do dalszej jego eksploatacji. W artykule omówiono problematykę tworzenia systemu do samodiagnozy dla układów hydraulicznych maszyn roboczych.

Słowa kluczowe: systemy samodiagnozy, badania diagnostyczne.

CONCEPTION OF SELF-DIAGNOSTIC SYSTEM FOR WORKING MACHINES

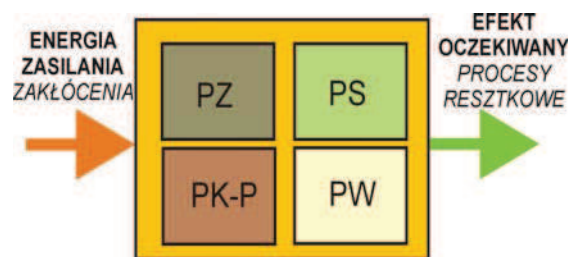
Summary

The problem of technical objects state gathers special meaning mainly in exploitation phase, with regard on economic and ecological conditions as well as safety. Currently practical diagnostic mechanisms of objects state, such as working machines, restrain only to excess penetration beads from construction or pressure measurements. Matters become complicated considerably, about future state - how is prognosis, regarding its further exploitation. In this article the matter of problems of self-diagnosis system creation for hydraulic systems of working machines were under discussion.

Keywords: self-diagnosis systems, investigation diagnostics.

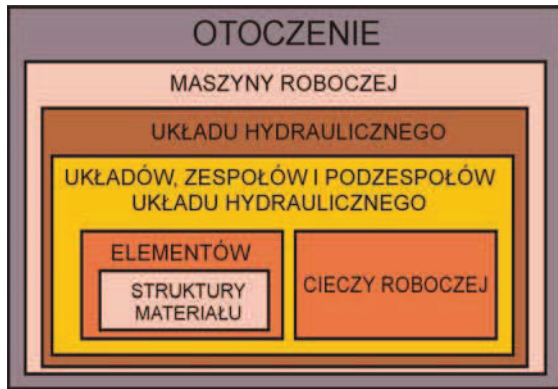
1. ANALIZA PROCESÓW FIZYKO-CHEMICZNYCH UKŁADÓW HYDRAULICZNYCH

Funkcjonowanie układów hydraulicznych polega na współdziałaniu jego bloków, w wyniku którego zachodzi w nim ciągła zamiana pobieranej energii (z zakłóceniami) na założony efekt końcowy i towarzyszące mu procesy resztkowe. Efektem końcowym, zwanym też produktem wyjściowym jest ruch elementu wykonawczego maszyny. Procesy resztkowe to zbiór generowanych w czasie eksploatacji produktów, które zasadniczo nie są planowym celem działania układu. Są to np.: procesy wibroakustyczne, ciepło, produkty zużycia elementów układu itd.. Schemat funkcjonowania układu hydraulicznego przedstawia rys.1.



Rys. 1. Układ hydrauliczny. Oznaczenia: PZ - podsystem zasilania; PS - podsystem sterowania; PW - podsystem wykonawczy; PK-P - podsystem kontrolno - pomiarowy.

Zachodzące procesy fizyko - chemiczne w układach hydraulicznych w czasie ich eksploatacji odnoszą się do zjawisk z obszaru eksploatacji maszyny. Z rysunku 2. wynika, iż procesy fizyko - chemiczne zachodzące w układach hydraulicznych są częścią procesów zachodzących w otoczeniu maszyny roboczej.



Rys. 2. Struktura procesów fizyko – chemicznych obejmujących układy hydrauliczne.

Można zatem wnioskować, iż są one wzajemnie zależne od zjawisk zachodzących w otoczeniu maszyny roboczej jak i zjawisk zachodzących w obszarze współpracujących z układami hydraulicznymi innych zespołami maszyn roboczych. Stąd też procesy zachodzące w układach hydraulicznych zależne są i mają wpływ na wszystko to, co dzieje się w ich otoczeniu. Ze względów przedmiotowości opracowania i edytorskich rozważanie takie ma charakter uzupełniający. Z tego też powodu dalsze rozważanie o procesach zachodzących w układach hydraulicznych sprowadzone zostało tylko do ich elementów.

Zachodzące procesy fizyko – chemiczne w układach hydraulicznych są pewnym konglomeratem zjawisk obejmujących elementy maszyny jako wydzielone elementy konstrukcji a także to, co dotyczy procesów zachodzących na powierzchni jak i wewnątrz materii konstrukcji w zetknięciu z otaczającą atmosferą. Dotyczy to zatem również eksploatowanych w układach hydraulicznych cieczy roboczych. Wszystko to ma związek z procesem zużywania się układów hydraulicznych.

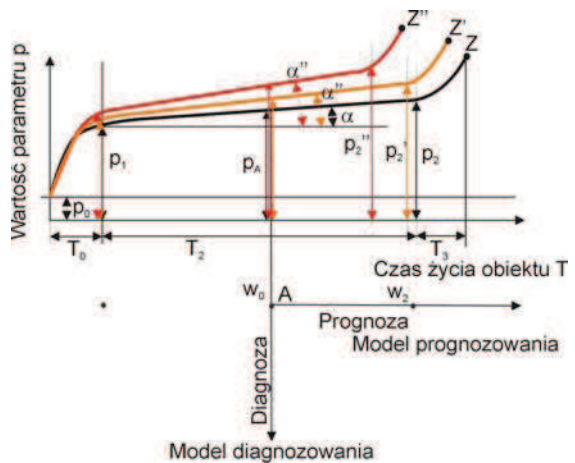
Straty ciśnienia w układach hydraulicznych obejmują szereg zagadnień zależnych od warunków konstrukcyjnych, stanu technicznego i wymuszeń obejmujących budowę i działanie układu.

Analizując zagadnienie strat ciśnień w układach hydraulicznych należy mieć na uwadze, że zmiany wartości ciśnień mierzone w różnych punktach generowane są przez wiele czynników. Oznacza to, że zmiany ciśnień w układach hydraulicznych są zależne od procesów zachodzących w układach hydraulicznych, a tym samym pośrednio zależą od stanu technicznego układu.

2. PRZEBIEG ŻYCIJA ELEMENTÓW UKŁADÓW HYDRAULICZNYCH

W czasie eksploatacji obiektów technicznych w tym układach hydraulicznych, zachodzą w ich elementach różnorodne procesy zużycia. We wszystkich rodzajach tarcia między

współpracującymi elementami maszyn można wyróżnić trzy zasadnicze okresy rys.3.:



Rys. 3. Okresy życia maszyny

- okres docierania;
- okres zużycia o stałej intensywności;
- okres zużycia przyspieszonego.

Docieranie T_0 jest początkowym okresem współpracy części, w których następuje przekształcanie początkowego (wyjściowego) stanu warstw wierzchnich w stan optymalny, charakterystyczny dla danych warunków współpracy. Do najważniejszych z procesów fizyko – chemicznych okresu docierania zaliczyć należy procesy mechanicznego oddziaływania warstw wierzchnich na siebie oraz fizyko – chemiczne oddziaływanie środowiska docierających się powierzchni. W okresie docierania kształtuje się optymalna chropowatość powierzchni o odpowiedniej wartości parametrów i ukierunkowaniu nadanego obróbką wykańczającą. Drugi okres eksploatacji T_2 charakteryzuje się w przybliżeniu stałą intensywnością zużycia elementów. W okresie tym czynnikami wpływającymi na intensywność zużycia są:

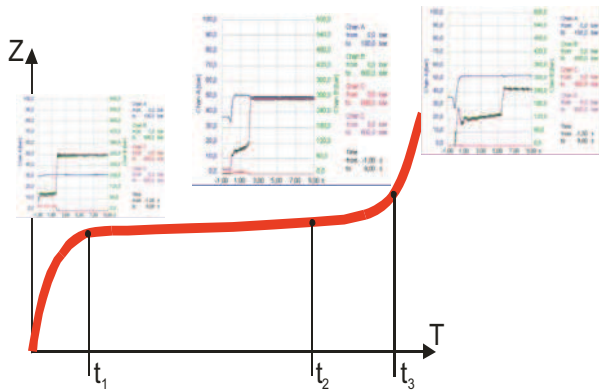
- jakość docierania;
- użytkowanie zgodne z przeznaczeniem;
- intensywność użytkowania;
- jakość materiałów eksploatacyjnych;
- stałość parametrów regulacyjnych;
- przestrzeganie ustalonych warunków użytkowania;
- jakość obsługi technicznego;
- warunki klimatyczne.

Trzeci okres T_3 pracy obiektu, charakteryzuje się przyspieszonym zużyciem części. W okresie tym, pojawiają się przekroczone ustalone wartości luzów w skojarzeniach współpracujących elementów. Jest to przyczyną występowania dodatkowych obciążeń dynamicznych powodujących odkształcenia elementów nie tylko w miejscach połączeń elementów. W węzłach tarcia następują zaburzenia procesów smarowania warstw wierzchnich. Intensywniej pojawiają się ubytki materiału, wzrasta

chropowatość powierzchni. Prowadzi to w stosunkowo krótkim czasie, do awarii maszyny (punkt Z). Należy zauważyć, że w zależności od warunków antropotechnicznych, czas życia maszyny skraca się, co skutkuje przesunięciem się punktu Z w kierunku osi rzędnych.

3. BADANIA ZBIORU ZMIAN CIŚNIENIA ROBOCZEGO PODCZAS RUCHU ROBOCZEGO

Badania poszczególnych zbiorów zmian ciśnienia w przestrzeni roboczej układu hydraulicznego maszyny, w przyjętym przedziale czasowym, wykonano przy pomocy algorytmu klasyfikacji obserwacji na klasy, dla poszczególnych czasów życia maszyny i poszczególnych kanałów roboczych. Na rysunku 4. przedstawiono istotę badania polegającą na badaniu przynależności do klasy, obserwacji dla poszczególnych stanów maszyny w czasie t_1 , t_2 i t_3 .



Rys. 4. Istota badania zmian charakterystyk ruchu roboczego w poszczególnych okresach życia maszyny

Podczas badań wstępnych przebadano 40 zbiorów zawierających przebiegi ciśnienia w czasie trwania ruchu roboczego podczas badania maszyny, dla poszczególnych jej elementów wykonawczych układu hydraulicznego. Dla przedstawienia ogromu pracy jaki należało wykonać podczas badania, oraz z braku możliwości przedstawienia tych wszystkich dokonań ze względu na ograniczenia wynikające z rozmiaru pracy, przedstawiono relacje między obserwacjami dla poszczególnych czasów, dla wybranych losowo 5 przebiegów dla czasów t_1 , t_2 i t_3 .

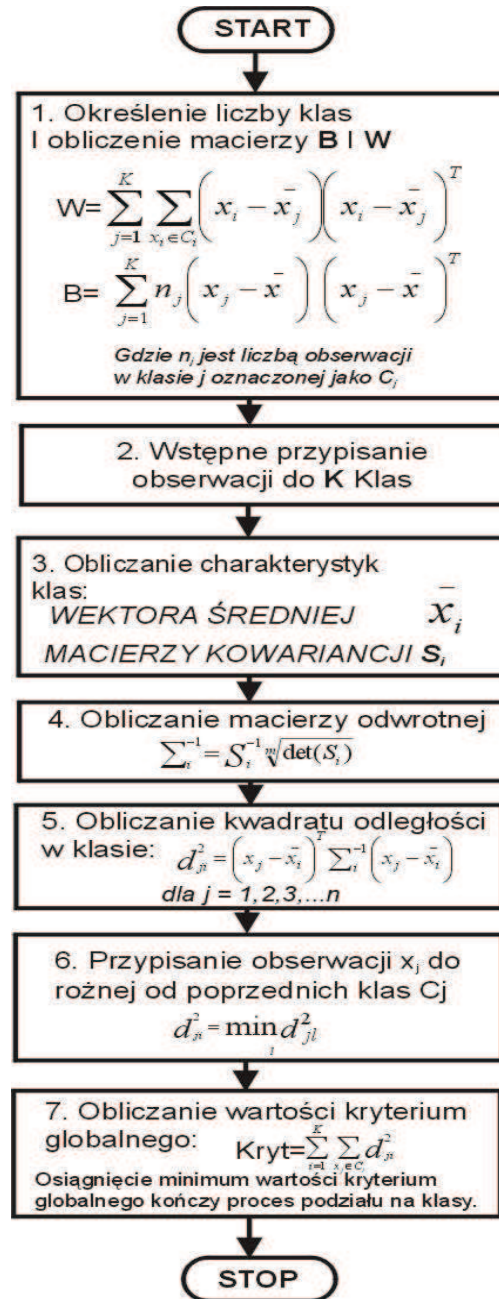
Podziału poszczególnych stanów maszyny dla czasów badania t_1 , t_2 i t_3 dokonano wykorzystując metodę pomiaru odległości między skupiskami poszczególnych obserwacji.

Poprawności przypisania obserwacji do poszczególnych klas uzyskano wykorzystując znaną zależność, że macierz całkowitej sumy kwadratów odchylenia obserwacji od środka ciężkości obserwacji T , jest sumą całkowitej sumy kwadratów W odchylenia od średnich wewnątrz klasowych

i całkowitej sumy kwadratów odchylenia średnich wewnątrz klasowych od średniej globalnej B .

$$T = B + W \quad (1)$$

Badano szybkość spadku pewnej funkcji wariancji uogólnionej lub całkowitej, obliczonej na podstawie W . Algorytm klasyfikacji obserwacji na klasy przedstawiony został na rys. 5.



Rys. 5. Podział obserwacji na klasy

Osiągnięcie wartości minimum dla kryterium globalnego oznacza zakończenie procesu klasyfikacji, tj. przypisanie poszczególnych obserwacji do klasy. Ponieważ liczba klas jest znana, działanie programu potwierdza słusność podziału obserwacji na klasy, jeżeli zwiększenie liczby klas o jedna nie będzie możliwe do ich uzyskania.

4. PODSUMOWANIE

1. Określanie stanu maszyny roboczej, na podstawie analizy pulsacji ciśnienia w układzie hydraulicznym metodą klasyfikacji pomiaru odległości między poszczególnymi grupami tj. klasami dla czasów badania obiektu t_1 , t_2 i t_3 , mogą być wykorzystane w konstruowaniu systemów do samodiagnozy maszyny.
2. Przyjęcie przedziału badania pewnej liczby wektorów pulsacji ciśnienia roboczego, w poszczególnych układach hydraulicznych maszyny, dla przedziału ruchu roboczego analizowanego elementu, jest przedziałem wystarczającym do rozróżniania stanów reprezentowanych przez poszczególne klasy.
3. Powyższa metodyka wyznaczania przedziału pomiaru zmian pulsacji ciśnienia roboczego w poszczególnych układach hydraulicznych maszyny i klasyfikacja go metodą pomiaru odległości może być zastosowana w automatycznych układach diagnostycznych maszyn roboczych.

LITERATURA

- [1] Bocheński C., Michalski R.: Aspekty rozwoju systemu utrzymania pojazdów i maszyn rolniczych. Materiały konferencyjne, VIII Międzynarodowe Sympozjum im. Prof. Cz. Kanafojskiego, Płock 2000.
- [2] Chalamoński M.: Diagnostowanie układów hydraulicznych maszyn roboczych. Wydawnictwo Akademii Techniczno - Rolniczej, Bydgoszcz 1999.
- [3] Cholewa W., Korbacz J., Kościelny J., Kowalczyk Z.: Diagnostyka procesów, WNT, Warszawa 2002 r.
- [4] Kupraszewicz W.: Rozprawa doktorska „Budowa i egzemplifikacja systemu doradczego wybranego silnika wysokoprężnego”; ATR, Bydgoszcz 2002 r.
- [5] Mulawka J. J.: „Systemy ekspertowe” WNT Warszawa 1996 r.
- [6] Niziński S.: „Elementy diagnostyki obiektów technicznych”; Uniwersytet Warmińsko-Mazurski. Olsztyn 2001 r.
- [7] Surówka L.: Diagnostowanie układów hydraulicznych pojazdów. Materiały konferencyjne, II Międzynarodowy Kongres Diagnostyki Technicznej, Warszawa 2000.
- [8] Tylicki H.: Procedury rozpoznawania stanu technicznego maszyn. Materiały konferencyjne, Międzynarodowy Kongres Diagnostyki Technicznej „Diagnostyka 2000” Gdańsk 2000.
- [9] Tylicki H., Surówka L.: Badanie stanu technicznego układów hydraulicznych maszyn roboczych i pojazdów. Materiały konferencyjne, Forum Młodych 2000. Bydgoszcz – Borówno 2000.

- [10] Żółtowski B. Tylicki H.: „Wybrane problemy eksploatacji maszyn”; Wyd. PWSZ, Piła 2004 r.
- [11] Żółtowski B; Cempel Cz.: „Inżynieria diagnostyki maszyn”; Wyd. BPE, PTT i ITE-PIB, Radom 2004 r.



Mgr inż. Leszek Surówka jest pracownikiem dydaktycznym Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Pile. Od roku 2000 współpracuje z Katedrą Maszyn Roboczych i Pojazdów, ATR w Bydgoszczy, gdzie bierze udział w różnych pracach naukowych, w zespole prof. dr hab. inż. Bogdana Żółtowskiego. Od kilku lat, zajmuje się problematyką diagnozowania układów hydraulicznych maszyn i realizuje pracę doktorską z tej dziedziny, pod kierownictwem dr. hab. inż. Henryka Tylickiego. W czasie wolnym interesuje się fotografią i wędkarstwem.



Dr inż. Wiktor Kupraszewicz jest pracownikiem dydaktycznym Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Pile. Od roku 1996 współpracuje z Katedrą Maszyn Roboczych i Pojazdów, ATR w Bydgoszczy, gdzie bierze udział w różnych pracach naukowych, w zespole prof. dr hab. inż. Bogdana Żółtowskiego. Interesuje się metodami i środkami diagnozowania silników spalinowych z zastosowaniem techniki komputerowej, w tym sztucznej inteligencji w diagnostyce technicznej. W czasie wolnym interesuje się sportem, uprawia żeglarstwo i narciarstwo.