

PROCES DIAGNOSTYKI UKŁADU HYDRAULIKI SIŁOWEJ W MECHANIZMIE OBROTU PŁUGA

Bogusław Cieślikowski

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie: Rozwijający się przemysł mikroprocesorowy znalazł szerokie zastosowanie w diagnostyce pokładowej układów hydrauliki siłowej maszyn. W diagnostyce technicznej maszyn rolniczych istnieje wiele możliwości wykorzystania komputerów pokładowych w zależności od stopnia automatyzacji procesu i komputeryzacji systemu diagnostycznego. Oprócz funkcji sterowania układami funkcjonalnymi maszyn, komputery pokładowe mają również zadanie monitorowania parametrów roboczych poszczególnych układów.

Słowa kluczowe: diagnostyka funkcjonalna, parametr diagnostyczny, pług obrotowy

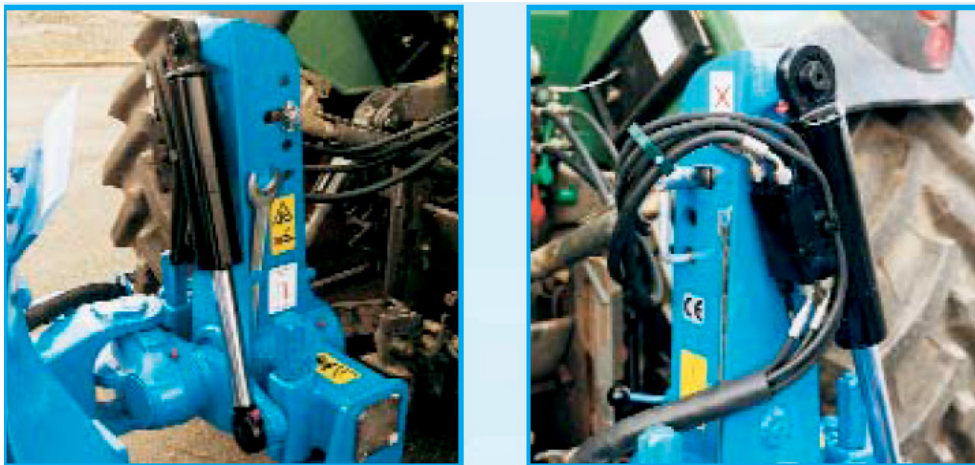
Wstęp

Rozwój układów hydraulicznych wyparł mechaniczny system obrotu pługa, zastąpiony nowoczesnymi rozwiązaniami takimi jak „Gregoire Besson”, w którym listwa zębata przesuwana jest dwoma siłownikami jednostronnego działania. Układ ten stosowany jest w pługach pół-zawieszanych. Mechanizm obrotu wyposażono w dwa teleskopowe siłowniki hydrauliczne, które obracają ramę pługa o kąt 180° . Układ obrotu pługa opatentowany przez firmę LEMKEN stosowany jest obecnie w większości pługów zawieszanych. Wyposażony jest w cylinder dwustronnego działania z rozdzielaczem przełączającym kierunek przepływu oleju (rys.1). W pługu obrotowym układ hydrauliczny odpowiada za takie operacje jak: obrót maszyny, regulacja szerokości roboczej maszyny, zabezpieczenie elementów roboczych (korpusów płużnych) przed uszkodzeniem, regulacja głębokości koła kopiującego.

Celem prac badawczych jest uzupełnienie systemu diagnostyki pokładowej ciągnika pracującego w systemie on-line o moduł kontroli układu hydrauliki siłowej pługa w zakresie pozycjonowania mechanizmu obrotu. Nawiązując do rolnictwa precyzyjnego, układ taki powinien spełniać wymagania normy ISO11783 (ISOBUS) stanowiąc opcjonalne wyposażenie agregatu. Myślą przewodnią jest zatem koncepcja układu autodiagnozy do tworzenia procedur algorytmu diagnostyki pokładowej maszyn rolniczych [Michalski 1997].

Układ pomiarowo-rejestrujący pozwala na zapis takich parametrów jak:

- temperatura oleju w układzie,
- zmiana kąta obrotu pługa w funkcji czasu da/dt ,
- przebiegi dynamiczne ciśnienia w układzie hydraulicznym,
- czas obrotu pługa pomiędzy położeniami skrajnymi.



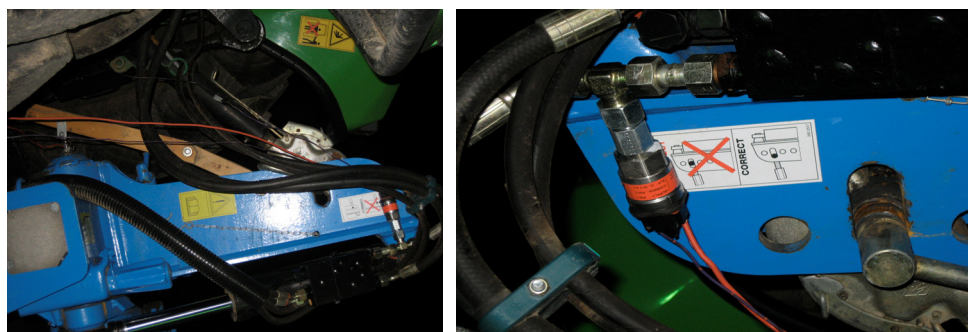
Rys. 1. Elementy układu obrotu pługa firmy LEMKEN VARI-OPAL 7

Fig. 1. Rotation system elements in plough manufactured by LEMKEN VARI-OPAL 7

Dobór środków diagnostycznych

Przeprowadzenie autodiagnozy w określonym wycinku czasowym opiera się na szybkozmiennych pomiarach parametrów diagnostycznych obrazujących zmienność cech funkcjonalnych maszyny. Dobór bezinercyjnego przetwornika sygnału ciśnienia w układzie hydrauliki siłowej dokonano w oparciu o zestaw kryteriów oceniając następujące czujniki: MPX PELETRON, DMP- 333 TEST- TERM, MBS-300 DANFOSS, MBS-450 DANFOSS, LMK-311SENSOR. Zainstalowano w analizowanym układzie następujące przetworniki sygnałów diagnostycznych:

- czujnik ciśnienia: MBS-3000 DANFOSS (rys. 2),
- potencjometr liniowy: PR1 k-A,
- czujnik temperatury: LB- 471T.



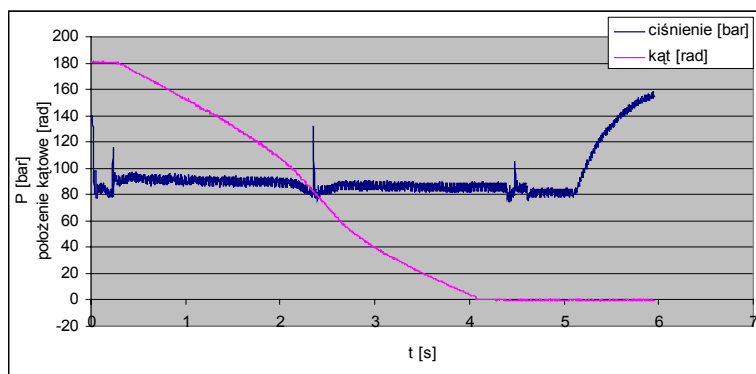
Rys. 2. Zainstalowany bezinercyjny przetwornik ciśnienia MBS-3000 DANFOSS na wyjściu z rozdzielacza hydraulicznego.

Fig. 2. Inertialess pressure transducer - MBS-3000 DANFOSS installed at output from hydraulic divider

Sygnal odczytany z mostków pomiarowych przetwornika ciśnienia oraz potencjometru pozycjonowania mechanizmu obrotu kierowany był do karty pomiarowej, a następnie do komputera wyposażonego w oprogramowanie Dasy-Lab 6.0. Karta pomiarowa PC-LabCard typu PCL-818L wyposażona jest w 8 analogowych wyjść o częstotliwości próbkowania wynoszącej 10 [MHz] przy zasilaniu napięciem stałym o wartości 0 – 5 [V] [Cieślakowski 2004]. Pomiary zostały przeprowadzone w warunkach obrotu ramy pługa dla pełnego cyklu (obrót maszyny o 180°) dla kroku pomiarowego 0,01 s.

Analiza wyników badań

Analizie poddane zostały przebiegi parametrów ciśnienia cieczy roboczej oraz położenia kąтового ramy pługa w funkcji czasu (rys. 3). Wykazano, iż przebieg ciśnienia panującego w układzie jest ściśle uzależniony od kąta pozycjonowania ramy pługa.

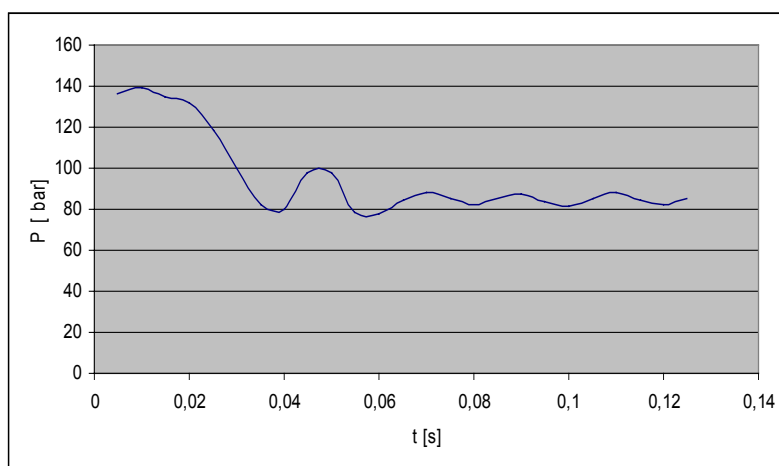


Rys. 3. Przebieg charakterystyk ciśnienia oraz kąta pochylenia ramy pługa w funkcji czasu
Fig. 3. Trajectories of pressure characteristics and plough frame inclination angle in function of time

Zapis charakterystyk ujawnia efekt uderzenia hydraulicznego powstającego głównie podczas przesterowania zaworu rozdzielacza hydraulicznego w trakcie uruchomienia i zatrzymania mechanizmu obrotu pługa w położeniach skrajnych [Dreszer 2005]. Analiza zjawiska uderzenia hydraulicznego dotyczyła trzech faz procesu:

- faza pierwsza ($t = 0$ s) jest wynikiem otwarcia kanału po przesterowaniu rozdzielacza w układzie hydraulicznym. Szybkie przesterowanie rozdzielacza wywołało zaburzenie równowagi sił panujących w układzie powodując zmiany ciśnienia i prędkości miejscowej w każdym punkcie masy cieczy. W trakcie tej fazy następuje zmiana energii potencjalnej na energię kinetyczną cieczy - występuje wtedy tzw. zjawisko ujemnego uderzenia hydraulicznego,
- faza druga kończąca się w przedziale czasu do 5 s reprezentuje ruch ustalony korpusów pługa po unormowaniu się warunków przepływu oleju w układzie hydraulicznym,
- fazy trzecia obejmuje przedział czasu gdy ciśnienie oraz prędkość miejscowa cieczy jest stała. Końcowy etap tej fazy (5-6 s) to zamykanie zaworu rozdzielacza powodujące znaczny przyrost ciśnienia określany jako dodatni uder hydrauliczny.

Niezależnie od skoków ciśnień powstałych w wyniku przesterowaniem rozdzielacza zauważyć można, iż uśredniony przebieg ciśnienia jest prostoliniowy z wyjątkiem skoku ciśnienia (ok. 2,5 s po przesterowaniu rozdzielacza) spowodowanego działaniem sił bezwładności mechanizmu, w chwili przechodzenia ramy pługa przez tzw. martwy punkt. Rozszerzony przebieg zmian dynamicznych ciśnienia w tym przedziale fazy obrotu pługa przedstawiono na rys. 4. Spełnienie wszystkich warunków początkowych procesu diagnozy gdy kontrolowane parametry mieszczą się w przedziale dopuszczalnym (wg danych producenta maszyny), określa stan sprawności maszyny w stosunku do zadanej funkcji celu [Dreszer, Dubowski 2005].



Rys. 4. Nadwyżka dynamiczna ciśnienia powodowana siłą bezwładności mechanizmu w fazie przechodzenia mechanizmu przez „martwy punkt”

Fig. 4. Dynamic surplus of pressure generated by mechanism inertial force at the stage of mechanism going through “dead centre”

W przypadku gdyby jeden z parametrów został przekroczony to układ wykazuje stan niesprawności, jak np.: znacznie dłuższy czas obrotu ramy pługa stosunku do wymaganego lub znaczne przekroczenia wartości chwilowych ciśnień roboczych co skutkuje radykalnym obniżeniem trwałości uszczelnień w układzie hydraulicznym. Istnieje możliwość rozbudowy systemu autodiagnozy z wykorzystaniem magistrali sygnałowej LIN w celu kontroli parametrów roboczych, co stanowi przedmiot analiz prowadzonych w ramach prac Katedry. Należy zaznaczyć, iż nadwyżki dynamiczne mające źródło w zjawisku uderzenia hydraulicznego występują w wąskich przedziałach czasowych poniżej zdolności adaptacyjnej układu wynikającej z możliwości otwarcia zaworu ciśnieniowo-nadmiarowego pompy oleju.

Wnioski

1. Na podstawie przeprowadzonej analizy układu hydraulicznego obrotu pługa oraz charakterystyk pomiarowych wykazano istnienie możliwości wprowadzenia systemu auto-diagnozy w zakresie oceny pozycjonowania mechanizmu obrotowego pługa.
2. Nawiązując do rolnictwa precyzyjnego, układ taki powinien spełniać wymagania normy ISO11783 (ISOBUS) stanowiąc opcjonalne wyposażenia agregatu [Niziński, Michalski 2002].
3. Analiza zjawiska „udar hydraulicznego” pozwoli na ocenę możliwości agregatowania pługa obracalnego z określonym modelem ciągnika dając podstawy do opcjonalnego wyposażenia układu hydraulicznego w system tłumienia pulsacji.

Bibliografia

- Dreszer K., Dudowski A.** 2005. Napędy hydrostatyczne w maszynach rolniczych. ISBN 978-83-927505-05.
- Cieślukowski B.** 2004. Vibration signal in estimation of working parameters of the fertiliser distributor. V International Scientific Conference on “Microprocessor Systems in Agriculture” Płock. s. 21-26.
- Michalski R. i in.** 1997. Mikroprocesorowe systemy nadzoru stanu technicznego kombajnu zbożowego. II Konferencja Naukowa „Systemy mikroprocesorowe w rolnictwie”. s. 44-50.
- Niziński S., Michalski R.** 2002. Diagnostyka obiektów technicznych, Biblioteka Problemów Eksploatacji, Radom . s. 100-164.
- Materiały reklamowe New Holland. 2002. CHN New Holland.

DIAGNOSTIC PROCESS FOR FORCE HYDRAULICS SYSTEM IN PLOUGH ROTATION MECHANISM

Abstract. Developing microprocessor industry has numerous applications in on-board diagnostics of force hydraulics systems in machines. In technical diagnostics of farm machines there are many ways for using on-board computers, depending on the degree of process automation and diagnostic system computerisation. Apart from control function for functional systems of machines, on-board computers are also expected to monitor working parameters of individual systems.

Key words: functional diagnostics, diagnostic parameter, rotary plough

Adres do korespondencji:

Bogusław Cieślukowski; e-mail: bcieslikowski@ar.krakow.pl
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 120
30-149 Kraków