

Zygmunt TRELA¹

KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE DIAGNOSTYKI UKŁADÓW HYDRAULICZNYCH

W artykule przedstawiono postęp w stosowaniu komputerowego wspomaganie procesów diagnostycznych układów hydraulicznych. Dokonano analizy narzędzi diagnostycznych w zarysie historycznym począwszy od najprostszych metod gdzie komputerowe wspomaganie ogranicza się jedynie do obróbki ręcznie wprowadzonych do komputera wyników badań aż do w pełni zautomatyzowanego systemu diagnostyki układów hydraulicznych zbudowanego w Politechnice Radomskiej, w którym praktycznie cały proces realizowany jest przez system komputerowy zaprogramowany wg. odpowiednich algorytmów diagnostycznych.

COMPUTER ASSISTED DIAGNOSIS OF HYDRAULIC SYSTEMS

In this paper the development of computer-assisted systems used in the diagnosis of hydraulic components is presented. Analysis of diagnostic tools, from historical point of view is also shown. At first the simplest computer diagnostic systems in case of which all data have to be manually put into computer are discussed. Then, fully automated diagnostic systems programmed according to appropriate diagnostic algorithms and built in technical university of radom are described.

1. WPROWADZENIE

Jak większość urządzeń mechanicznych układy hydrauliczne w czasie eksploatacji ujawniają pewne wady i nieprawidłowości w funkcjonowaniu, które mogą być wykryte i zlokalizowane na odpowiednim etapie ich pojawienia się dzięki planowemu stosowaniu procesów diagnostycznych.

Skomplikowany proces diagnostyczny hydraulicznych układów napędowych i sterujących, mnogość i różnorodność parametrów diagnostycznych wymuszają potrzebę komputerowego wspomaganie ich diagnostyki.

Dzięki szybkiemu rozwojowi technik informatycznych stało się możliwe przeniesienie technik wspomaganie komputerowego diagnostyki z laboratoriów i ośrodków badawczych do przemysłu i sfery eksploatacji. Spośród zadań diagnostyki których wykonanie może być wspomaganie komputerowo należy wymienić:

¹ Politechnika Radomska, Wydział Mechaniczny, Instytut Eksploatacji Pojazdów i Maszyn; 26-600 Radom; Al. Bolesława Chrobrego 45, tel: + 48 48 361 76 59, Fax: + 48 48 361 76 44, e-mail: trelaz@pr.radom.pl

- sterowanie układem diagnostycznym, pomiarowym i całym stanowiskiem,
- pomiar i archiwizacja wyników pomiarów,
- oddzielenie sygnału użytecznego od szumów,
- bieżące przetwarzanie danych podczas eksperymentu,
- przesyłanie danych do innych systemów komputerowych,
- wykonywanie prostych obliczeń w trybie interakcyjnym,
- wydruki wyników badań w formie tabelarycznej i graficznej,
- wizualizacja danych na panelach graficznych,
- analiza i wnioskowanie o stanie technicznym badanego obiektu na podstawie wyznaczanych cech sygnałów diagnostycznych,
- obserwacja badanego obiektu poprzez rozbudowane, wielopunktowe układy wizualizacji i monitorowania,

2. KLASYFIKACJA URZĄDZEŃ DIAGNOSTYCZNYCH

W celu uzyskania jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, w jakim stanie technicznym znajduje się w danym momencie układ hydrauliczny i jego elementy składowe niezbędne są środki i metody diagnozowania, które pozwolą na pomiar parametrów diagnostycznych i na ich podstawie ocenę oraz zakwalifikowanie badanego obiektu do jednego z przewidzianych w metodyce diagnozowania stanów. Środki diagnostyczne dzielimy na:

- stacjonarne
- przenośne
- pokładowe.

Stanowiska stacjonarne wykorzystywane są przede wszystkim w zakładach produkujących elementy hydrauliczne do sprawdzenia i regulacji produktów a także w zakładach remontowych do oceny ich stanu technicznego i regulacji. Są skomplikowanymi konstrukcyjnie urządzeniami wyposażonymi w jednostki napędowe, systemy sterujące i pomiarowe. Wszystkie te systemy w ostatnim dwudziestoleciu przeszły duże przeobrażenie i zostały wyposażone w systemy komputerowego wspomaganie, które w pełni przejęły kontrolę nad procesem badawczo-diagnostycznym i sterującym a rola operatora ogranicza się praktycznie do montażu i demontażu badanych elementów.

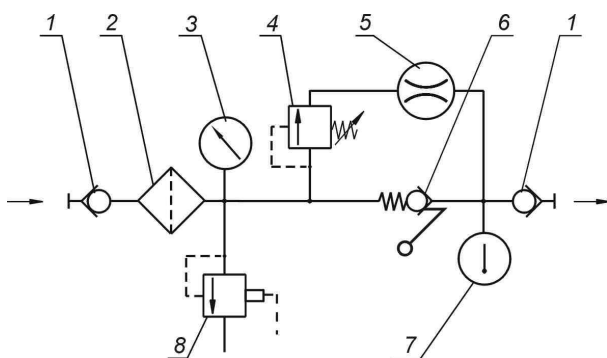
Przenośne urządzenia diagnostyczne wykorzystywane są przede wszystkim w mobilnych brygadach remontowych do oceny stanu technicznego i regulacji elementów układu hydraulicznego bezpośrednio na maszynie w miejscu jej awarii. Wykorzystywane są również w zakładach remontowych do sprawdzania i regulacji parametrów zaworów bezpieczeństwa, zaworów przelewowych i regulacyjnych oraz diagnostyki bezpośrednio na maszynie.

Początkowo były to bardzo proste urządzenia. Ich konstrukcja w najskromniejszym wykonaniu sprowadza się do poprawnego połączenia manometru, przepływomierza zaworu dławiącego i termometru. Przenośna konstrukcja urządzenia ogranicza jego dopuszczalne gabaryty i wagę. Przyłącza urządzenia powinny być na tyle uniwersalne aby można je podłączać do większości systemów hydraulicznych maszyn, urządzeń i pojazdów.

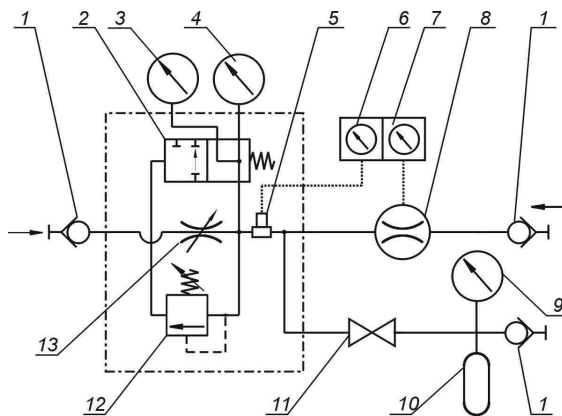
Na początku lat 80-tych następuje burzliwy rozwój przenośnych urządzeń do diagnozowania układów hydraulicznych. Pierwsze konstrukcje nie wykorzystywały nowoczesnych osiągnięć elektroniki. Pozwalały one jedynie dokonać pomiaru

podstawowych parametrów układu i na tej podstawie z wykorzystaniem określonych algorytmów postępowania określić stan techniczny elementów składowych i całego układu hydraulicznego. W grupie tej możemy wyróżnić hydrotester HT3s (rys.1) oraz nieco uproszczoną jego wersję HT3G bez zaworu bezpieczeństwa.

Kolejnym zasługującym na uwagę przenośnym urządzeniem diagnostycznym jest hydrotester USDH3a (rys.2.) z elektronicznym pomiarem temperatury i wydajności pompy oraz możliwością pomiaru przecieków oraz oceny szczelności zewnętrznej i wewnętrznej za pomocą hydraulicznego akumulatora. Wymienione możliwości znacznie zwiększyły funkcjonalność hydrotestera. Przy ich pomocy z dużym prawdopodobieństwem udaje się poprawnie określić uszkodzenia diagnozowanych układów hydraulicznych.



Rys.1. Hydrotester HT3s: 1-szybkozłącza, 2-filtr, 3-manometr, 4-zawór progowy, 5-przepływomierz, 6- zawór zwrotny, 7-termometr, 8-zawór bezpieczeństwa;

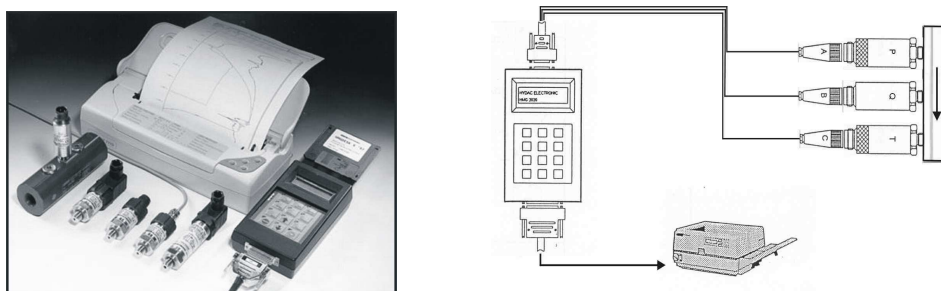


Rys.2. Hydrotester USDH3a: 1- szybkozłącza, 2-zawór przełączający, 3-manometr, 5-czujnik temperatury, 6,7 wskaźnik temperatury i ciśnienia, 8-przepływomierz, 9-manometr, 10-akumulator hydrauliczny, 11-zawór odcinający, 12-zawór bezpieczeństwa, 13-zawór dławiący.

W latach 90-tych pojawiły się nowe przyrządy diagnostyczne w wersjach elektronicznych z mikroprocesorami, które pozwalają na zautomatyzowanie procesu diagnozowania. Wśród takiego typu urządzeń na uwagę zasługuje elektroniczny mikroprocesorowy przyrząd HMG2020 [3]. Widok oraz schemat jego podłączenia przedstawiono na rys.3.

Przyrząd przeznaczony jest do pomiaru podstawowych parametrów w układach hydraulicznych. Pozwala na jednoczesny pomiar pięciu parametrów: ciśnienia i różnicy ciśnień, natężenia przepływu, temperatury i prędkości. Umożliwia wyznaczenie charakterystyki pompy, określenie czasu reakcji zaworu elektromagnetycznego, czasu reakcji hamulca hydraulicznego itp.

Wartości mierzonych parametrów wyświetlane są bezpośrednio na wyświetlaczu i rejestrowane w wewnętrznej pamięci przyrządu. Po zakończeniu prób rezultaty pomiarów mogą być wydrukowane w formie tabel czy też wykresów na drukarce podłączanej bezpośrednio do urządzenia lub skopiowane do komputera w celu dalszej obróbki i analizy przy pomocy specjalnego oprogramowania.



a)

b)

Rys. 3. Przyrząd HMG2020 a) widok ogólny, b) schemat podłączenia w układzie hydraulicznym.

Podobne i bardziej zautomatyzowane urządzenia są produkowane do dziś przez czołowych producentów elementów i układów hydraulicznych na całym świecie a ich pojawienie było początkiem intensywnego rozwoju komputerowych systemów wspomagania diagnostyki układów hydraulicznych.

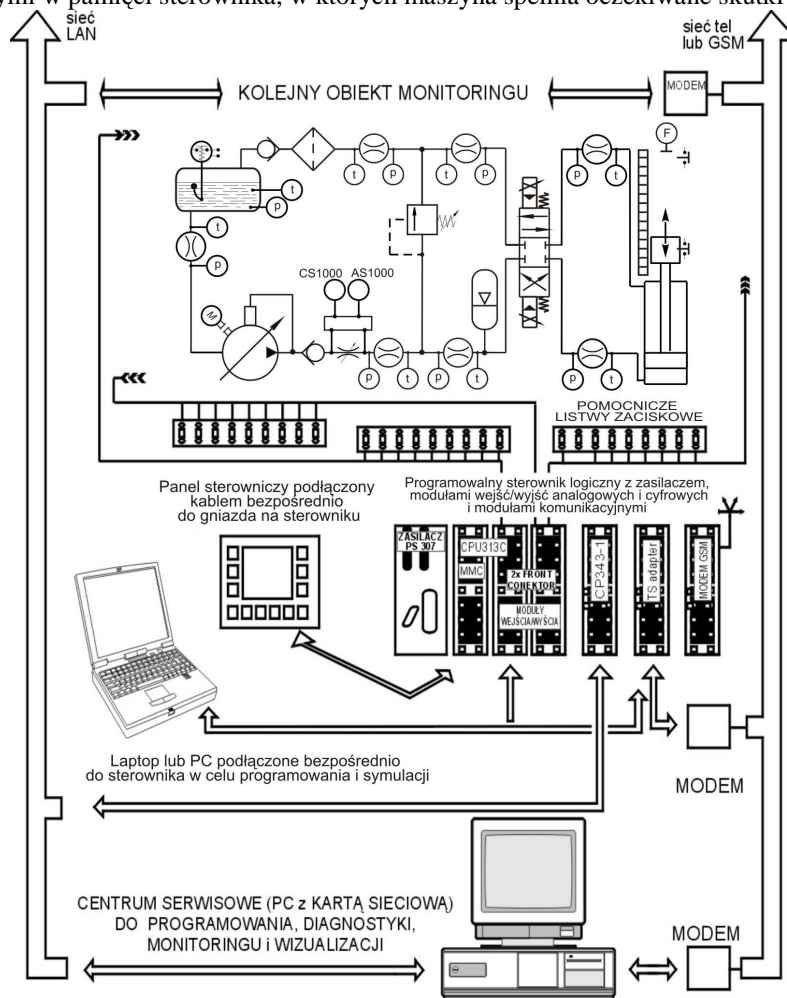
Wychodząc na przeciw zapotrzebowaniu na pokładowe systemy diagnostyczne układów hydraulicznych stosowanych w stacjonarnych oraz mobilnych urządzeniach i pojazdach w Politechnice Radomskiej zbudowano system diagnostyki układów hydraulicznych, w którym praktycznie cały proces realizowany jest przez system komputerowy zaprogramowany wg. odpowiednich algorytmów diagnostycznych.

3. SYSTEM DIAGNOSTYCZNY UKŁADU HYDRAULICZNEGO

W wyniku prowadzonych badań [1,2] zbudowano dla typowego układu hydrostatycznego system diagnostyki i monitoringu (rys.4). Zbudowany jest ze sterownika z modułami wejść/wyjść analogowych i cyfrowych, modułów komunikacyjnych oraz

przetworników do pomiaru podstawowych parametrów napędu hydrostatycznego tj. ciśnienia, natężenia przepływu, temperatury, momentu, siły, prędkości liniowej i obrotowej, stopnia zanieczyszczenia oleju i zawartości wody w oleju oraz poziomu cieczy w zbiorniku.

Diagnostyka realizowana jest przez sterownik systemu wykorzystujący procedury diagnostyczne opracowane na podstawie algorytmów oceny stanu technicznego dla poszczególnych elementów, zespołów lub całego urządzenia wprowadzone do jego pamięci. Sterownik zbiera dane z czujników, przetworników i wyłączników opatrując je stemplem czasowym oraz zapisuje w buforze z oknem czasowym. Parametry mogą być filtrowane według potrzeb użytkownika. Wybrane wartości parametrów diagnostycznych oraz reakcje systemu na zmiany parametrów wymuszane przez podzespoły wykonawcze są rejestrowane, analizowane i porównywane z wartościami lub wzorcami tj. stanami zapisanymi w pamięci sterownika, w których maszyna spełnia oczekiwane skutki działania.



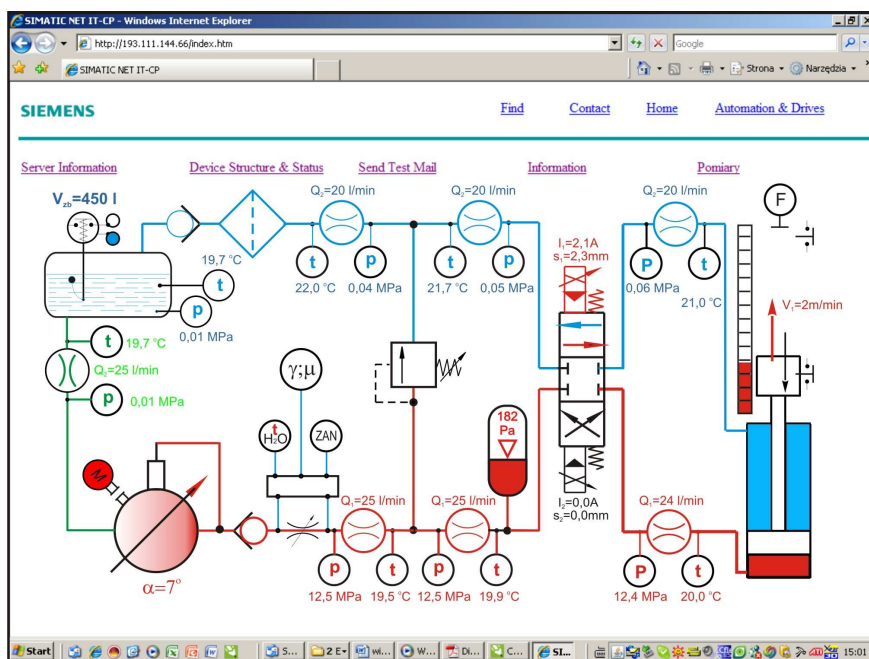
Rys.4. System diagnostyki i monitorowania układów hydraulicznych

Jeśli wystąpią pomiędzy nimi istotne rozbieżności, to funkcja samo diagnozy zinterpretuje tą sytuację, jako wystąpienie usterki i zarejestruje w pamięci wartość parametru lub odpowiedni kod usterki.

W przypadku wystąpienia stanów alarmowych następuje wygenerowanie odpowiedniego sygnału operatorowi oraz wysłanie informacji wraz z parametrami alarmowymi do Centrum Serwisowego.

System umożliwia nadzór, sterowanie, parametryzację i zobrazowanie pracy maszyny lub procesu na komputerze klasy PC. Jego główne funkcje obejmują zbieranie aktualnych wyników pomiarów, ich wizualizację, sterowanie procesem, alarmowanie oraz archiwizację danych. Może nadzorować pojedyncze jednostki robocze jak również systemy rozproszone.

Wizualizację dla typowego układu hydraulicznego zbudowano z elementów graficznych opracowanych w oparciu o znormalizowane symbole z dodatkowymi elementami kolorystycznymi opisującymi stan danej linii czy też konkretnego elementu. Intensywny czerwony kolor charakteryzuje linie wysokiego ciśnienia i elementy sterujące, pomiarowe i wykonawcze znajdujące się na tej linii. Linie niskiego ciśnienia jak również elementy sterujące, pomiarowe i wykonawcze znajdujące się na tej linii oznaczone są kolorem jasno niebieskim. Przy symbolach przedstawiających elementy pomiarowe znajdują się wyświetlacze wartości mierzonych w kolorach charakterystycznych dla danej linii.



Rys.5. Docelowy widok ekranu pełnej wizualizacji

Wizualizacja może być obserwowana na panelach zintegrowanych ze sterownikiem, zainstalowanych na monitorowanym obiekcie, monitorze komputera lub na monitorach Centrum Serwisowego w dowolnym miejscu na świecie przy pomocy odpowiednich systemów komunikacyjnych, pakietów programowych i przeglądarki internetowej.

Istotnym zagadnieniem dla prezentowanego systemu jest możliwość obserwacji wizualizacji procesu na odległość. System posiada moduły komunikacji radiowej i przewodowej umożliwiające komunikację z nim z dowolnego miejsca na świecie.

Dostęp do podglądu aktualnych wyników pomiaru z określonych przetworników, oraz konfiguracji parametrów pomiaru uzyskujemy po zalogowaniu się do systemu z panelu logowania. Parametry procesowe są wtedy wyświetlane dynamicznie w postaci graficznej i cyfrowej. W zależności od uprawnień uzyskujemy określony dostęp do systemu. Możemy tylko obserwować wyniki pomiaru lub uzyskać dostęp do aktywnych modułów systemu, diagnozować i konfigurować poszczególne elementy systemu i komunikacji lub cały system.

Poprzez uaktywnienie wybranych paneli pomiarowych uzyskujemy dostęp do ich konfiguracji. Możemy zdalnie zmieniać adresy komórek pomiarowych w sterowniku, zakres pomiaru, jednostki pomiarowe, częstotliwość odświeżania, wprowadzać dodatkowe opisy itp.

Widok zdalnej wizualizacji dla monitorowanego systemu hydraulicznego z wszystkimi elementami wykonawczymi, sterującymi i pomiarowymi obserwowany na ekranie monitora Centrum Serwisowego przedstawiono na rys.5.

4. WNIOSKI

Komputerowe wspomaganie skutecznie wzbogaca diagnostykę, sterowanie i monitorowanie systemów hydraulicznych.

Zastosowanie technologii IT zapewnia komfort akwizycji danych pomiarowych, bez konieczności dojazdu i pomiarów na badanym obiekcie.

5. BIBLOGRAFIA

- [1] Trela Z.: *Diagnostyka pokładowa układów hydraulicznych*. Międzynarodowa Konferencja Naukowo Techniczna, "Napędy i Sterowania Hydrauliczne i Pneumatyczne". Wrocław 2005.
- [2] Trela Z.: *Wizualizacja pracy układu hydrostatycznego*. *Hydraulika i Pneumatyka* 5/2009
- [3] Przyrząd pomiarowy HMG 2020. Instrukcja użytkownika.