

ELEKTRONICZNY SYSTEM DO MONITOROWANIA PARAMETRÓW PRACY STANOWISK BADAWCZYCH NA PRZYKŁADZIE ZASTOSOWANIA NA STANOWISKU DO BADAŃ TRWAŁOŚCIOWYCH ROZPYLACZY

Streszczenie

W artykule przedstawiono badania funkcjonalne nad nowym systemem wczesnego reagowania i ostrzegania o nieprawidłowości pracy układów mechanicznych, który umożliwia realizację procesu monitorowania i rejestrację wybranych parametrów roboczych. Wspomniane badania systemu sterowania (systemu monitorowania) przeprowadzono na stanowisku do badań trwałościowych rozpylaczy.

Słowa kluczowe: mechanika i budowa maszyn, eksploatacja maszyn, system monitorowania, kontrola stanowisk badawczych, kontrola parametrów roboczych

Wstęp

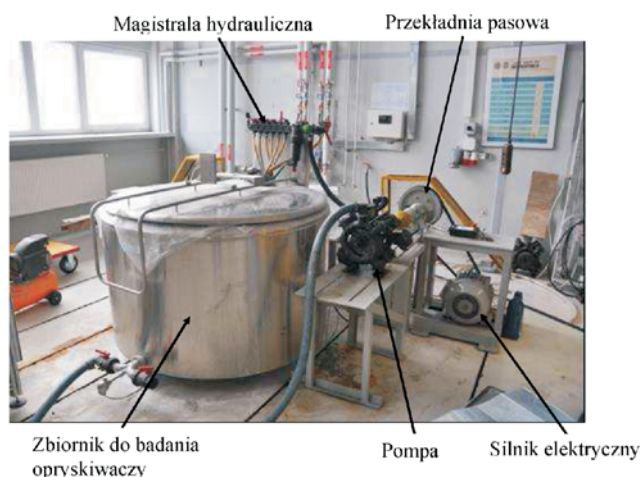
W technice nowoczesnych urządzeń coraz częściej pojawiają się nowe rozwiązania, które ograniczają możliwość uszkodzenia zespołów wykonujących czynności robocze przez czynnik eksploatacyjny. Często zachodzi potrzeba zareagowania przez operatora w momencie, gdy praca urządzenia jest nieodpowiednia. Racjonalne staje się więc opracowanie i zastosowanie w maszynach systemów automatycznie powiadamiających użytkownika o niekorzystnym funkcjonowaniu urządzenia lub utracie prawidłowych parametrów pracy, oraz które dokonają analizy sygnałów pomiarowych w zakresie oceny stanu pracy urządzenia i jego kondycji technicznej. Przyszłościowe jest również projektowanie urządzeń pracujących bez konieczności wielogodzinnej obsługi i kontroli jego funkcjonowania przez człowieka. Dotyczy to przede wszystkim układów roboczych pracujących w szkodliwych dla człowieka warunkach środowiskowych. Obecność operatora na stanowisku roboczym nie musi być wymagana, a zastosowanie zdalnego nadzoru nad pracą urządzenia wpływa na zwiększenie bezpieczeństwa osób odpowiedzialnych za realizację danego procesu. Z kolei zdolność systemu do automatycznego zakończenia realizowanego procesu roboczego w przypadku awarii lub przekroczenia dopuszczalnych parametrów pracy zmniejsza ryzyko rozległego zniszczenia układu.

W Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych opracowano system monitorowania (do wczesnego reagowania i ostrzegania) spełniający wcześniej wspomniane zadania i przeprowadzono jego próby funkcjonalne.

Stanowisko badawcze

Elektroniczny system monitorowania stanu pracy został skonfigurowany ze stanowiskiem do badań trwałościowych rozpylaczy. Główne elementy składowe tego stanowiska przedstawiono na rys. 1 i 2. Całe stanowisko ma wymiary: długość 2400 mm, szerokość 2500 mm, wysokość 1550 mm [4].

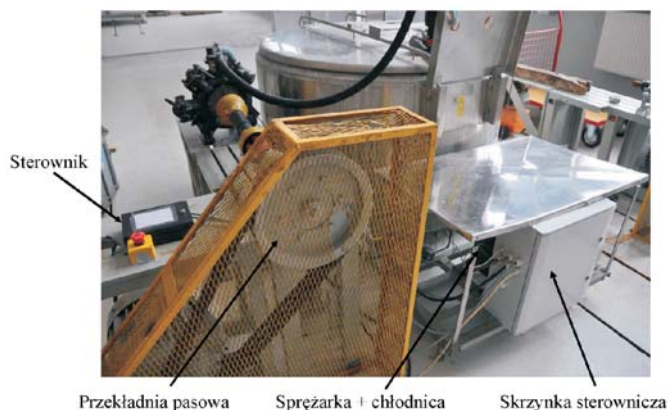
Na rys. 3 przedstawiono schemat konfiguracji układu elektronicznego ze stanowiskiem do badań trwałościowych rozpylaczy.



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 1. Stanowisko do badań trwałościowych rozpylaczy - widok ogólny

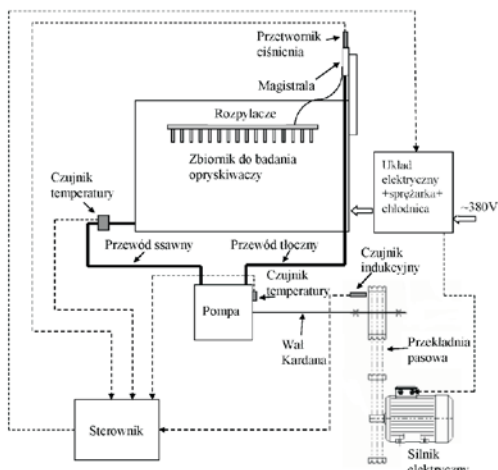
Fig. 1. The stand for durability testing of sprayer - overall view



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 2. Stanowisko do badań trwałościowych rozpylaczy - widok ze sterownikiem

Fig. 2. The stand for durability testing of sprayer - view with controller



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 3. Schemat konfiguracji układu elektronicznego ze stanowiskiem do badań trwałościowych rozpylaczy
Fig. 3. Configuration scheme of electronic system with stand for durability testing of sprayer

Trójfazowy silnik elektryczny napędza wał kardana przy wykorzystaniu przekładni pasowej. Z kolei wał napędza pompę układu hydraulicznego. Ciecz krąży w układzie hydraulicznym w obiegu zamkniętym. Pompa pobiera ciecz przewodem ssawnym ze zbiornika i transportuje ją do magistrali, gdzie następuje rozprowadzenie czynnika roboczego na poszczególne rozpylacze. Ciecz krążąca w układzie ma dodatek tlenku glinu, który powoduje przyspieszone zużywanie się rozpylaczy. Na tej podstawie można określać trwałość danego typu rozpylacza porównując z rozpylaczami innych konstrukcji.

Cały proces realizacji badań jest kontrolowany przez główny sterownik, sprzężony z czujnikami i układami wykonawczymi. Na pompie dokonywany jest pomiar temperatury powierzchni korpusu metodą kontaktowa, natomiast w przewodzie ssawnym mierzy się temperaturę cieczy. Jeśli jeden z określonych parametrów przekroczy swój dopuszczalny poziom (temperatura cieczy 20-25°C), sterownik załączy układ chłodzący. W przypadku, gdy nastąpi niekontrolowane zatrzymanie wału napędowego będące wynikiem awarii, zastosowany czujnik indukcyjny wykryje nagły spadek prędkości obrotowej, a sterownik spowoduje wyłączenie całego układu.

W przewodzie układu hydraulicznego przeprowadzany jest pomiar wartości ciśnienia. Nominalna wartość ciśnienia cieczy w układzie hydraulicznym wynosi 3 bar \pm 5%. Tę wartość można regulować odpowiednimi zaworami. Sterownik dokona zatrzymania całego procesu badawczego po przekroczeniu ustalonej wartości ciśnienia.

Badanie trwałościowe opryskiwaczy jest realizowane w ustalonym czasie, np. przez 2 godziny. Po upływie tego czasu sterownik kończy proces.

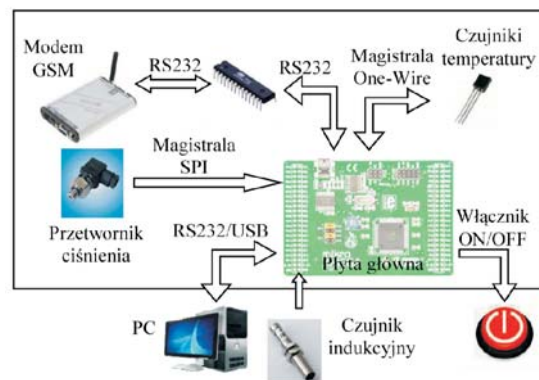
Elektroniczny system monitorowania

System monitorowania umożliwia uzyskiwanie i zapisywanie danych z różnych czujników oraz pozwala na zdalną kontrolę nad cyklem pracy, ostrzega nadzorującego w przypadku nieprawidłowego funkcjonowania układu i powoduje automatyczne zakończenie pracy, jeśli któryś z parametrów przekroczy określony poziom bezpieczeństwa.

Płyta główna sterownika została wyposażona w elementy elektroniczne umożliwiające podłączenie takich czujników pomiarowych jak:

- czujnik ciśnienia,
- czujnik indukcyjny do pomiaru prędkości obrotowej,
- czujniki temperatury.

Schemat konfiguracji systemu monitorowania dla stanowiska do badań trwałościowych rozpylaczy przedstawiono na rys. 4.



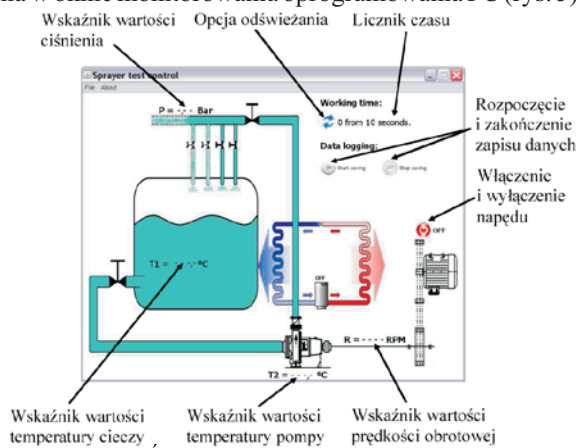
Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 4. Konfiguracja systemu monitorowania dla stanowiska do badań trwałościowych rozpylaczy
Fig. 4. Configuration of monitoring system for stand for durability testing of sprayer

Oprogramowanie mikrokontrolera zostało napisane w języku C [5]. Wymienia ono dane z oprogramowaniem systemu monitorowania opracowanym w PC przy użyciu języka programowania Java i kompilatora Javy Netbeans [2]. Oprogramowanie PC czyta dane z portu COM, zapisuje je i przedstawia w formie wykresów, natomiast wspomniane oprogramowanie mikrokontrolera płyty głównej jest odpowiedzialne za:

- zarządzanie danymi z czujników temperatury, czujnika indukcyjnego i przetwornika ciśnienia,
- wysyłanie i odbieranie danych z komputera,
- automatyczne albo ręczne włączanie i wyłączenie systemu,
- wysyłanie i odbieranie poleceń/ostrzeżeń SMS [1, 3].

Podczas realizacji badań można obserwować podstawowe parametry pracy poszczególnych elementów składowych urządzenia w oknie monitorowania oprogramowania PC (rys. 5).



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

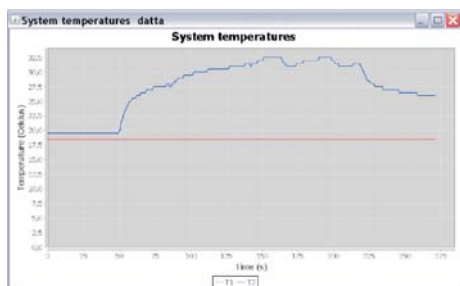
Rys. 5. Okno podglądu parametrów pracy w oprogramowaniu PC

Fig. 5. Preview window of work parameters in PC software

Przed rozpoczęciem badań należy dokonać ustawień podstawowych parametrów określających między innymi wartości wskaźników, po przekroczeniu których system ma powiadamiać użytkownika przez SMS o zbliżeniu się do niebezpiecznego poziomu lub automatycznie zakończyć proces badawczy wyłączając silnik. Dostępna jest również opcja umożliwiająca określenie czasu trwania badań. Po tym czasie silnik napędowy zostanie wyłączony.

Wyniki pomiarów

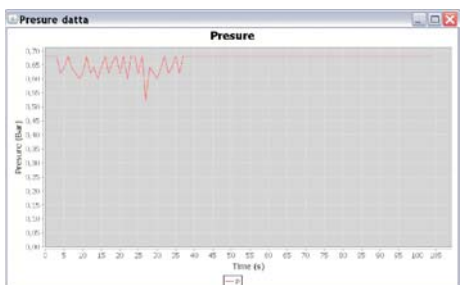
Wyniki pomiarów przedstawiane są w postaci wykresów. Na rys. 6 przedstawiono przykładowy wykres przebiegu zmian temperatury odczytanych z czujnika temperatury cieczy (T1) i z czujnika temperatury pompy (T2).



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 6. Wykres czasowy temperatur otrzymanych z czujnika temperatury 1 i 2

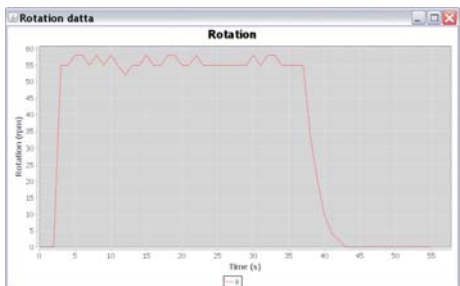
Fig. 6. Timing chart of temperatures obtained from temperature sensor 1 and 2



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 7. Wykres czasowy ciśnienia otrzymanego z przetwornika

Fig. 7. Timing chart of pressure obtained from converter



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 8. Wykres czasowy prędkości obrotowej otrzymanej z czujnika indukcyjnego

Fig. 8. Timing chart of rotation speed obtained from inductive sensor

Na rys. 7 przedstawiono zmianę ciśnienia w obwodzie hydraulicznym w funkcji czasu. Zmiany te dokonywały się w zakresie 0,5-0,7 bar. Na rys. 8 pokazano zmianę wartości prędkości obrotowej w czasie trwania procesu badawczego. Zatem, prędkość obrotowa wynosiła ok. 55 obr.·min⁻¹.

Podsumowanie

Badania funkcjonalne opracowanego elektronicznego systemu monitorowania pracy przeprowadzono na przedstawionym stanowisku do badań trwałościowych rozpylaczy. System monitorowania mierzy i rejestruje na dysku twardym komputera sygnały pomiarowe z przetwornika ciśnienia, czujnika obrotów i czujników temperatury; umożliwia zdalny nadzór nad przebiegiem badań rozpylaczy; umożliwia zapobieganie awariom stanowiska do badań trwałościowych rozpylaczy dzięki analizowaniu temperatury korpusu pompy, reagując na przekroczenia wartości dopuszczalnych mierzonych sygnałów i awaryjnie wyłączając silnik napędowy. W przypadku nagłego spadku prędkości obrotowej wału napędowego i przekroczenia dopuszczalnych wartości ciśnienia w układzie hydraulicznym powoduje automatyczne wyłączenie silnika napędowego, a wzrost temperatury cieczy powyżej ustalonej wartości doprowadza do włączenia układu chłodzącego, dokonując pomiaru temperatury korpusu pompy, temperatury cieczy będącej w obiegu, ciśnienia i prędkości obrotowej. Następnie wysyła dane ze zmierzonymi wartościami ze sterownika do komputera na drodze bezprzewodowej lub przewodowej. Gdy system pracuje nieprawidłowo, automatycznie generuje powiadomienia SMS do osoby nadzorującej test. Możliwe jest również zdalne przerwanie pracy stanowiska badawczego przez SMS oraz zdalne żądanie transmisji wartości głównych parametrów pracy (temperatury, ciśnienia, prędkości obrotowej).

Bibliografia

- [1] Bogusz J.: Moduły GSM w systemach mikroprocesorowych. Warszawa: BTC, 2007.
- [2] Heffelfinger D. R.: Java EE 6. Development with NetBeans 7. Pact Publishing, Birmingham UK, 2011.
- [3] Piecha J.: Transmisja danych i sieci komputerowe. Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2006.
- [4] Sobkowiak B., Sadowski K.: Badania funkcjonalne i trwałościowe rozpylaczy dla sprzętu do ochrony roślin. Praca niepublikowana. PIMR, Poznań, 2004.
- [5] Witkowski A.: Mikrokontrolery AVR, programowanie w języku C, przykłady zastosowań. Gliwice: Wydawnictwo PKJS, 2006.

THE ELECTRONIC SYSTEM OF MONITORING WORKING PARAMETERS OF RESEARCH STANDS EXEMPLIFIED BY APPLICATIONS ON THE STAND FOR DURABILITY TESTING OF SPRAYER

Summary

The article presents the functional testing of a new system of early warning and alerting about work abnormality of mechanical systems, taking into account possibilities of realization of monitoring process and recording of selected working parameters. Mentioned research was executed by use of this monitoring system on the stand for durability testing of sprayer.

Key words: mechanics and machine design; exploitation of machines; monitoring system; test stands control, operating data control