

KONCEPCJA SYSTEMU ELEKTRONICZNEJ KONTROLI POŚLIZGU GRANICZNEGO KÓŁ CIĄGNIKA ROLNICZEGO

Bogusław Cieślukowski

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Andrzej Długosz

Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Zaprezentowano koncepcję układu kontroli poślizgu granicznego kół napędowych ciągnika rolniczego z napędem na jedną oś. Przedstawiono trzeci etap algorytmu wnioskowania diagnostycznego ze względu na wymagania agrotechniczne, mające zasadnicze znaczenie w zaprogramowaniu jednostki centralnej komputera pokładowego ciągnika.

Słowa kluczowe: poślizg kół, algorytm wnioskowania diagnostycznego

Wstęp

Głównym celem rolnictwa precyzyjnego jest dążenie do optymalizacji rozwiązań coraz dokładniej dostosowanych do specyficznych wymagań realizowanych procesów agrotechnicznych, co oznacza dokładne dostosowanie parametrów zabiegów do miejscowych wymagań gleby, roślin i warunków pracy agregatu.

W wykorzystywanych obecnie ciągnikach brak jest systemów, które mogłyby poprawić efektywność pracy ciągnika rolniczego w odniesieniu do kontroli poślizgu kół napędowych w systemie on-line w warunkach realizowanych zabiegów agrotechnicznych. W odniesieniu do zasad rolnictwa precyzyjnego proponowany system kontroli ma doniosłe znaczenie przy takich zabiegach jak orka, siew czy też opryskiwanie. Istnieje zatem potrzeba nie tylko ograniczenia poślizgu kół napędowych ciągnika, lecz również wprowadzenia korekty parametrów realizowanego procesu agrotechnicznego ze względu na znaną wartość poślizgu. Realizacja zabiegów agrotechnicznych z użyciem agregatu ciągnikowego na odcinku prostoliniowym, może przebiegać ze znacznymi pulsacjami prędkości roboczej. Jest to skutkiem niekorzystnego stanu dynamiki ciągnika w odniesieniu do spadku momentu tarcia w mechanizmie różnicowym. Dokład różnica między stycznymi reakcjami podłoża jest zbyt mała aby pokonać moment tarcia wewnętrznego M_T i wprawić w ruch elementy wewnętrzne mechanizmu różnicowego, tak długo oba koła mają jednakową prędkość kątową [Dajniak 1985].

Dotychczasowe badania przeprowadzone w Katedrze Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa UR w Krakowie, z zastosowaniem radaru LH5000, na trzech rodzajach podłoża, oraz weryfikacja wyników wartości poślizgu kół napędowych ciągnika MF 235 wyznaczonych czujnikiem impulsowym oraz użyciem kamery video wykazały, iż

różnice uzyskanych wyników różnymi metodami są statystycznie nieistotne [Budyn, Kiełbasa 2003].

Tym samym wyniki badań potwierdzają słuszność przyjętej koncepcji zastosowania czujnika indukcyjnego w proponowanym układzie pomiaru poślizgu kół napędowych.

Cel opracowania

Celem opracowania jest przedstawienie koncepcji systemu elektronicznego pomiaru i sygnalizacji granicznego poślizgu kół napędowych ciągnika w trakcie realizowanych zabiegów agrotechnicznych. Prezentowana koncepcja stanowi ukierunkowanie prac nad dostosowaniem agregatu ciągnikowego z napędem na 2 koła do wymagań rolnictwa precyzyjnego na podstawie zaproponowanego algorytmu wnioskowania diagnostycznego.

Charakterystyka budowy i funkcjonowania systemu

Coraz częściej stosowane rozwiązania diagnostyki funkcjonalnej o charakterze ciągłym w pojazdach samochodowych umożliwia adaptację niektórych elementów układów kontroli trakcji z przemysłu motoryzacyjnego w układzie napędowym ciągnika rolniczego. Jednocześnie występuje brak możliwości wykorzystania kompletnych układów ABS, EDS, ESP, TC i inn. do realizacji funkcji projektowanego systemu ze względu na specyfikę trakcji ciągnika odmienną od zasad eksploatacji samochodów [Merkisz, Mazurek 2006].

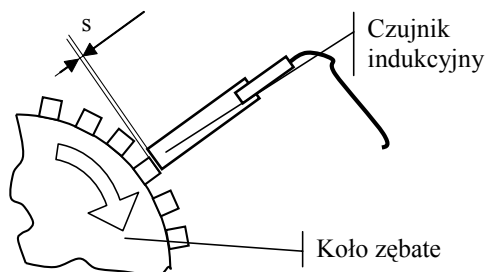
Konstruktorzy pominęli przystosowanie ciągników do wprowadzania elektronicznego systemu diagnostyki o charakterze ciągłym. Wprowadzanie nowoczesnych technik diagnozowania wyznacza potrzebę wykonania analiz nad opracowaniem proponowanego systemu, które wyrażone się następującymi etapami:

- analiza podatności diagnostycznej obiektu technicznego,
- dobór elementów diagnostyki (przetworników) w oparciu o istniejące rozwiązania [Kwaśniewski 1993],
- weryfikacja proponowanego algorytmu wnioskowania diagnostycznego.

Zastosowanie nowoczesnej techniki diagnozowania wymusza konieczność zastosowania dodatkowego osprzętu zawierającego przetworniki sygnałów i modyfikacji piast półosi napędowych, piast kół przednich oraz wału kolumny kierowniczej. Jako obiekt do badań wybrano ciągnik typu Massey Ferguson 235, o nominalnej mocy silnika 28,5 kW, rozstawie kół 1500 mm, ogumieniu kół przednich 6,00-16", tylnych 12,4/11-28" STOMIL.

Modyfikacja konstrukcyjna w/w stref obejmuje zainstalowanie indukcyjnych czujników prędkości kół (zaadaptowanych z układów ABS), oraz wykonanych tarcz impulsatorów jako znaczników kąta obrotu kół. Przykładowo w piastach kół przednich (rys. 1) rdzeń biegunowy czujnika znajduje się wprost nad kołem impulsowym o średnicy zewnętrznej 118mm i liczbie zębów 40, co wynika ze stałej dzielnika częstotliwości.

W piastach kół tylnych wykorzystano wewnętrzną stronę bębna hamulcowego do zainstalowania tarczy koła impulsowego średnicy 225 mm i 80 zębach (rys. 2). Czujnik obrotów koła tylnego zamocowany został do tarczy kotwicznej szczęk hamulcowych a tym samym znajduje się wewnątrz bębna hamulcowego, co stanowi pełne zabezpieczenie przed uszkodzeniem.



Rys. 1. Schemat usytuowania czujnika indukcyjnego względem koła impulsowego
Fig. 1. Diagram showing induction sensor location in relation to impulse wheel



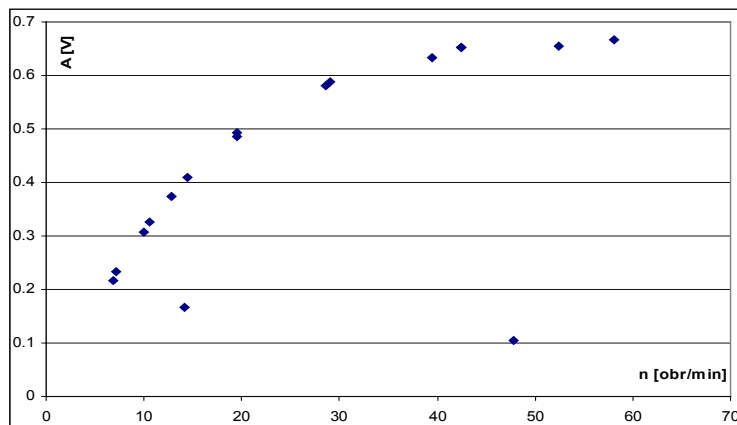
Rys. 2. Tarcza impulsowa tylnego koła
Fig. 2. Rear wheel impulse disk

W trakcie badań został odczytany przebieg indukowanych napięć. Zarówno częstotliwość jak i amplituda napięcia zmiennego są zależne od prędkości obrotowej kół.

Zależność amplitudy sygnału od prędkości obrotowej tarczy impulsowej przedstawiona na rys. 3 wskazuje na wzrost amplitudy sygnału w funkcji prędkości obrotowej.

Kierunek jazdy na wprost lub po łuku rozpoznawany jest poprzez wykorzystanie przetwornika ESP zainstalowanego na kolumnie kierowniczej.

Wyznaczenie toru jazdy oraz poślizgów względnych kół tylnych odniesionych do rzeczywistej prędkości agregatu - jako sygnału obrotów kół przednich, posłuży do wyznaczenia wynikowej wartości poślizgu kół napędowych w zaistniałych warunkach prac polowych.



Rys. 3. Charakterystyka amplitudy sygnału w zależności od prędkości obrotowej
 Fig. 3. Characteristic of signal amplitude depending on rotational speed

Algorytm wnioskowania diagnostycznego

Przedstawiona modyfikacja ciągnika rolniczego umożliwiły uzyskanie sygnałów wejściowych, służących jako podstawa do opracowania metody wnioskowania diagnostycznego. Na podstawie tych sygnałów urządzenie sterujące realizuje etapy przepływu i obróbki danych zapewniając poprawne funkcjonowanie systemu kontroli poślizgu. W tym celu został opracowany algorytm, który posłuży do zaprogramowania jednostki centralnej sterującej układem kontroli poślizgu. Algorytm został podzielony na kilka etapów.

Pierwszy etap opracowanego algorytmu posłuży do ustalenia poziomu estymacji sygnału diagnostycznego PE.

W etapie drugim sygnał zostanie poddany analizie i korektom pod względem pracy układu napędowego ciągnika, po wprowadzeniu dodatkowych parametrów korekcyjnych.

Przedstawiony trzeci etap algorytmu, przedstawiony na rys. 4, posłuży do zaprogramowania sterującej jednostki centralnej w celu skonfrontowania zaistniałego stanu i parametrów zadanych, związanych z wymaganiami konkretnych zabiegów agrotechnicznych. Istnieje możliwość rozbudowy w/w układu o dodatkowe elementy sterowania, na przykład dawką paliwa w pompie wtryskowej co pozwoli utrzymać odpowiednią prędkość, lub automatycznego włączenia wzmacniacza momentu obrotowego. Implementacja opisanego układu do ciągnika rolniczego pozwoli na dokonanie weryfikacji proponowanego algorytmu i określi możliwości zastosowania w praktyce projektowanego systemu.

Baza danych PD1 wraz z parametrami korekcyjnymi PD1 zostaną opracowane w oparciu o uzyskane wyniki, opisane w literaturze, oraz dodatkowe badania przeprowadzone pod kątem poszczególnych prac agrotechnicznych i możliwości konstrukcyjnych wykorzystywanych do tego celu ciągników.

W proponowanym systemie pomiarowym funkcjonującym w układzie on-line konieczne jest wykorzystanie sieci informatycznej CAN-napęd, ze względu na analizę szybkozmiennych wartości dv/dt . Wybór przedziału reprezentującego wynikowy poślizg agregatu

Koncepcja systemu...

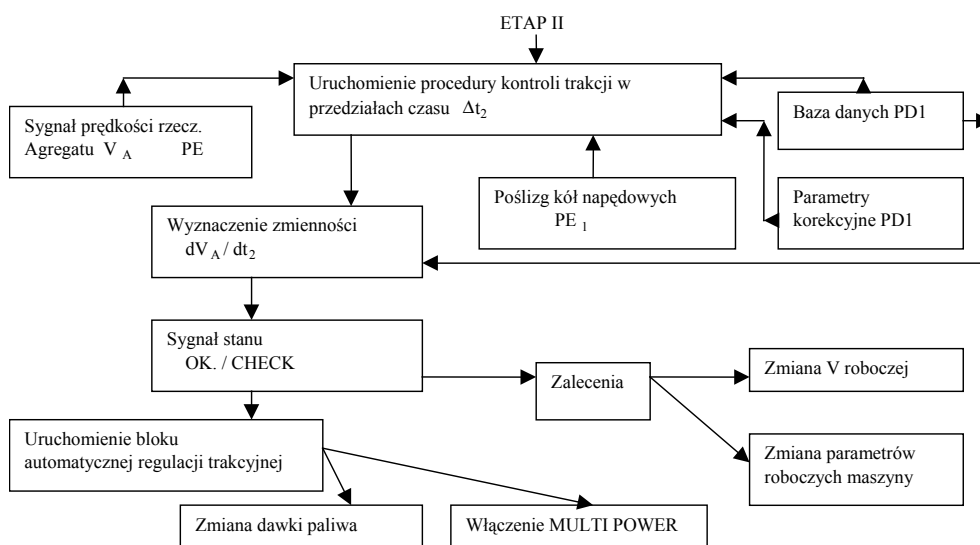
ciągnikowego wymaga zastosowania wydajnego systemu obliczeniowego oraz wprowadzenie priorytetu sygnałów korekcyjnych wg konfigurowanej ramki bitowej.

Sygnały z przetworników pomocniczych np. temperatury, ciśnienia w kołach w pomiarze bezprzewodowym mogą być wprowadzane do głównej magistrali z magistrali lokalnych typu LIN.

Układ pomiarowy korzysta z zaimplementowanej bazy danych w systemie ekspernym parametryzujących procesy agrotechniczne.

Proponowana obróbka sygnału poślizgu kół ciągnika nawiązuje do ogólnych i powszechnie stosowanych tanich systemów techniki motoryzacyjnej, co umożliwi upowszechnienie proponowanego systemu, zwłaszcza w ciągnikach starszej generacji, wyposażonych w elektroniczne sterowanie pompy wtryskowej.

ETAP III
Poziom wnioskowania diagnostycznego ze względu na wymagania agrotechniczne



Rys. 4. Schemat realizacji etapu III

Fig. 4. Diagram showing implementation of stage III

Wnioski

1. Istnieje możliwość zastosowania systemu kontroli poślizgu kół napędowych w ciągnikach z napędem na dwa koła w systemie on-line.
2. Wyznaczona prędkość jazdy agregatu z uwzględnieniem chwilowej wartości poślizgu pozwoli dokonać korekty realizowanych procesów technologicznych w systemie napędu zależnego elementów roboczych maszyn.
3. Przedstawione etapy wnioskowania diagnostycznego wskazują na wszechstronny charakter pozyskanej informacji diagnostycznej, oraz możliwość oprogramowania jednostki centralnej komputera pokładowego ciągnika, lub stosowania niezależnych układów diagnostycznych.

Bibliografia

- Basista G. Cieślukowski B.** 2005. Stabilizacja prędkości roboczej agregatu ciągnikowego ze względu na moment tarcia mechanizmu różnicowego. Inżynieria Rolnicza. Nr 14(74). Kraków. s. 23-28.
- Budyn P. Kielbasa P.** 2003. Pomiar poślizgu kół napędowych ciągnika. Inżynieria Rolnicza. Nr 2(51). s. 43-51.
- Dajniak H.** 1985. Ciągnik- teoria ruchu i konstruowanie, WKL Warszawa. ISBN 83-206-0518-0.
- Kwaśniewski J.** 1993. Wprowadzenie do inteligentnych przetworników pomiarowych. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa. s. 23-25.

THE CONCEPT OF ELECTRONIC CONTROL SYSTEM FOR LIMIT SKID OF FARM TRACTOR WHEELS

Abstract. The paper presents a concept of a control system for limit skid of drive wheels in a one-axle drive tractor. The paper presents the third stage of diagnostic inference algorithm on account of agricultural engineering demands which are essential to program central processing unit of the tractor on-board computer.

Key words: wheel skid, diagnostic inference algorithm

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