

KONTROLA POŚLIZGU GRANICZNEGO KÓŁ CIĄGNIKA ROLNICZEGO W ASPEKTCIE TRWAŁOŚCI MECHANIZMU RÓŻNICOWEGO

Bogusław Cieślikowski, Andrzej Długosz

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy przedstawiono koncepcję wprowadzenia układu kontroli poślizgu granicznego kół napędowych ciągnika z napędem na dwa koła. Opracowano algorytm wnioskowania diagnostycznego w celu zaprogramowania jednostki centralnej komputera pokładowego ciągnika. Opracowano algorytm kontroli poślizgu kół napędowych dokonując estymacji parametru diagnostycznego wskazującego na nieodpowiedni tryb pracy mechanizmu różnicowego mostu napędowego kół tylnych ciągnika rolniczego.

Słowa kluczowe: poślizg kół, mechanizm różnicowy, algorytm wnioskowania diagnostycznego

Wstęp

Obecnie w rolnictwie brak jest systemów, które mogłyby poprawić efektywność pracy ciągnika rolniczego w odniesieniu do kontroli poślizgu kół napędowych w systemie on-line w warunkach realizowanych prac polowych. 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.

Nadmierny poślizg względny kół napędowych w trakcie orki przyspiesza zużycie mechanizmu różnicowego. Badania prowadzone w KIMiA UR Kraków w latach 2003-05 w zakresie oceny stopnia zużycia przekładni głównych i mechanizmów różnicowych ciągników i kombajnów zbożowych metodami oceny względnego przemieszczenia kąowego elementów tych przekładni wykazały stopień zużycia przekładni w funkcji czasu i warunków eksploatacji [Cieślikowski, Langman 2005]. Wraz ze zmianami prędkości kąowych pólności w stosunku do prac w warunkach bezpoślizgowych zachodzi zmiana prędkości rzeczywistej ciągnika oraz zmiana toru jazdy wynikająca z wartości średniej kątów znoszenia kół mostu napędowego ciągnika [Basista, Cieślikowski 2005]. Realizacja zabiegów agrotechnicznych z użyciem agregatu ciągnikowego na odcinku prostoliniowym, może przebiegać ze znacznymi pulsacjami prędkości roboczej. Dokład różnica między stycznymi reakcjami podłoża jest zbyt mała aby pokonać moment tarcia wewnętrznego M_T i wprowadzić w ruch elementy wewnętrzne mechanizmu różnicowego, tak długo oba koła mają jednakową prędkość kąową [Dajniak 1985].

Przeprowadzane pomiary poślizgu kół ciągnika rolniczego MF235 zestawem radarowym LH5000, na trzech rodzajach podłoży, oraz weryfikacja wyników wartości poślizgu kół napędowych wyznaczonych czujnikiem impulsowym oraz użyciem kamery video wykazały, iż różnice uzyskanych wyników różnymi metodami są statystycznie nieistotne. [Budyń, Kielbasa 2003].

Cel badań

Prowadzone badania mają na celu opracowanie koncepcji systemu elektronicznego pomiaru i sygnalizacji granicznego poślizgu kół napędowych ciągnika w trakcie realizowanych zabiegów agrotechnicznych ze względu na przekroczenie dopuszczalnych obciążeń roboczych mechanizmu różnicowego.

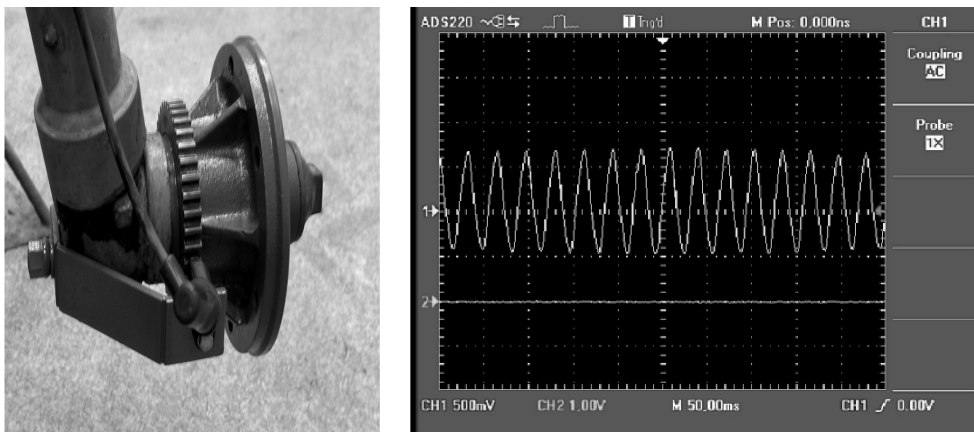
Metodyka badań

Wykorzystanie rozwiązań konstrukcyjnych systemów diagnostyki funkcjonalnej pojazdów o charakterze ciągłym umożliwia adaptację niektórych elementów układów kontroli trakcji w układzie napędowego ciągnika rolniczego. Jednocześnie występuje brak możliwości wykorzystania 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].

Zakres analiz nad opracowaniem proponowanego systemu wyraża się następującymi etapami:

- analiza podatności diagnostycznej obiektu technicznego,
- dobór elementów diagnostyki (przetworników) w oparciu o istniejące rozwiązania [Kwaśniewski 1993],
- przedstawienie algorytmu wnioskowania diagnostycznego.
- Konstruktorzy pominęli przystosowanie ciągników do wprowadzania elektronicznego systemu diagnostyki o charakterze ciągłym. Wprowadzanie nowoczesnych technik diagnozowania wyznacza potrzebę wykonania dodatkowego osprzętu zawierającego przetworniki sygnałów i modyfikacje dotyczą strefy 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 118 mm i liczbie zębów 40.

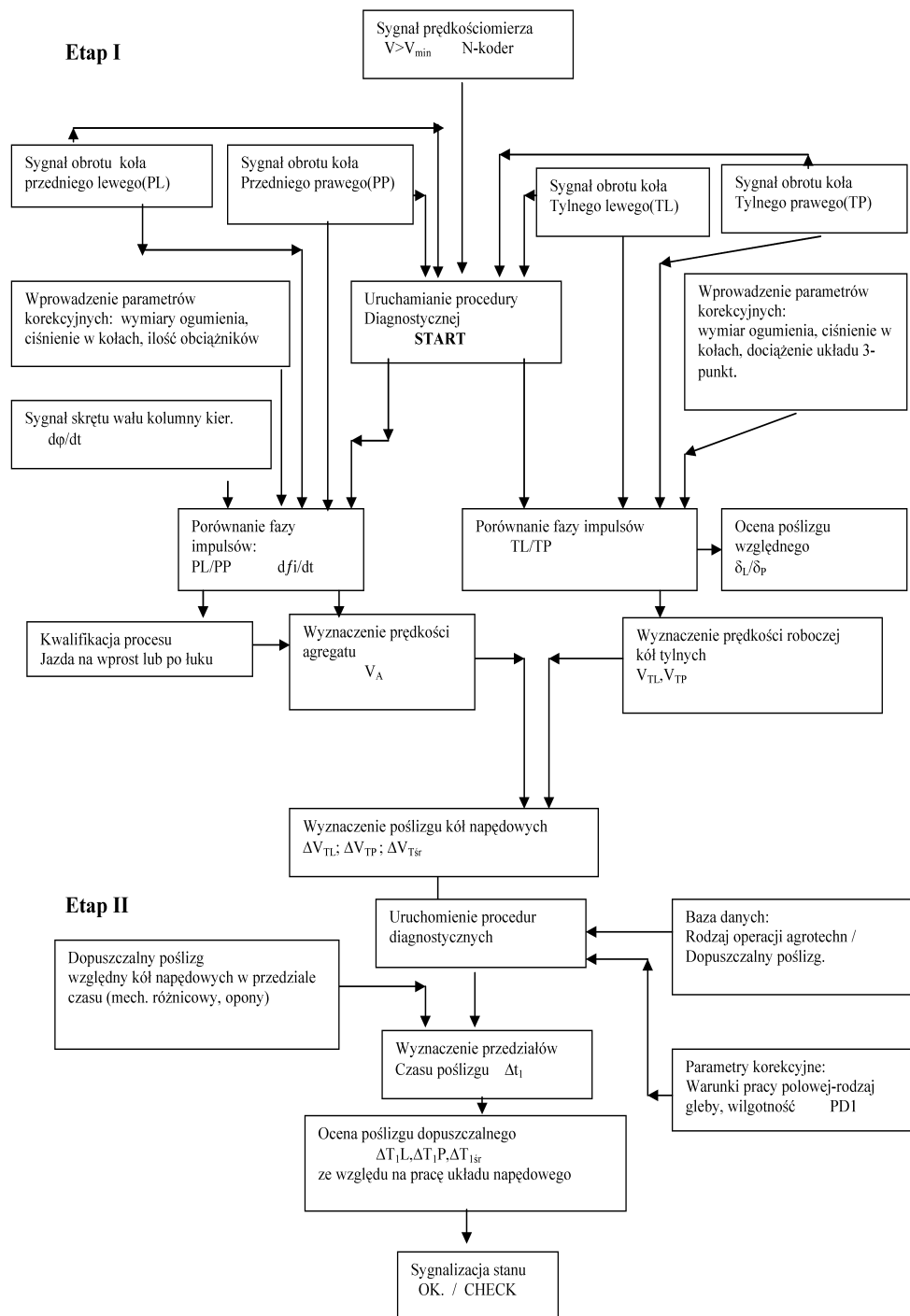


Rys. 1. Czujnik z kołem impulsowym piasty przedniego koła wraz z charakterystyką czasową zapisaną dla zadanej prędkości jazdy ciągnika

Fig. 1. A sensor with an impulse wheel of the front wheel hub together with the time characteristics written for the set tractor driving speed

Wyznaczenie toru jazdy oraz poślizgów względnych kół tylnych odniesionych do rzeczywistej prędkości agregatu - jako sygnału obrotów kół przednich, posłuży do wyznaczenia granicznej wartości poślizgu kół napędowych w zaistniałych warunkach prac polowych ze względu na wartość poślizgu względnego kół napędowych w wyznaczonym przedziale czasowym.

Przedstawiony algorytm obrazuje cykl wnioskowania diagnostycznego, na podstawie którego zostanie opracowany program układu kontroli poślizgu kół napędowych ciągnika. Implementacja układu do ciągnika rolniczego pozwoli na dokonanie weryfikacji proponowanego algorytmu estymacji parametru diagnostycznego i określi możliwości zastosowania w praktyce projektowanego systemu. Istotnym etapem będzie opracowanie bazy danych w celu określenia dopuszczalnych poślizgów względnych kół napędowych w funkcji czasu pracy dla rozpatrywanych ciągników w odniesieniu do zabiegów agrotechnicznych, warunków glebowych i klimatycznych. Sygnalizacja zagrożeń mogących wpłynąć na przedwczesne uszkodzenie mechanizmu różnicowego ciągnika dostarczy nie tylko istotnych informacji dla operatora w systemie on-line lecz pozwoli uzyskać informację zasadniczą odnośnie celowości przeprowadzenia pracy polowej w zaistniałych warunkach lub odnośnie właściwego doboru użytkowanego agregatu.



Wnioski

1. Istnieje możliwość wprowadzenia systemu kontroli poślizgu przy ciągnikach rolniczych z napędem na dwa koła w systemie on-line.
2. Wyznaczona prędkości jazdy agregatu z uwzględnieniem chwilowej wartości poślizgu pozwoli dokonać korekty realizowanych procesów technologicznych w systemie napędu zależnego elementów roboczych maszyn oraz pozwoli na wyodrębnienie sygnału diagnostycznego kontroli przeciążenia mechanizmu różnicowego.
3. Algorytm wnioskowania wskazuje na wszechstronny charakter pozyskanej informacji diagnostycznej oraz możliwość oprogramowania jednostki centralnej komputera pokładowego ciągnika lub stosowania niezależnych układów diagnostycznych.

Bibliografia

- Basista G, Cieślikowski B.** 2005. Stabilizacja prędkości roboczej agregatu ciągnikowego ze względu na moment tarcia mechanizmu różnicowego, Inżynieria Rolnicza. Nr 15. s. 23-28.
- Cieślikowski B., Langman J.** 2005. Analiza parametru diagnostycznego zespołu przekładniowego kombajnu zbożowego z użyciem sztucznych sieci neuronowych. Inżynieria Rolnicza. Nr 8(68). s. 57-63.
- Dajniak H.** 1985. Ciągniki – teoria ruchu i konstruowanie. WKL Warszawa.
- Budyn P, Kielbasa P.** 2003. Pomiar poślizgu kół napędowych ciągnika, Inżynieria Rolnicza. Nr 2(51). s. 43-51.
- Kwaśniewski J.** 1993. Wprowadzenie do inteligentnych przetworników pomiarowych. Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa.
- Merkisz J., Mazurek S.** 2006. Pokładowe systemy diagnostyczne. Wyd. 3 rozszerzone. WKiŁ.

CONTROL OF THE LIMIT SPIN OF FARM TRACTOR WHEELS IN THE ASPECT OF THE DIFFERENTIAL GEAR LIFE

Abstract. Control of the limit wheel spin in two-wheel driven farm tractor is proposed. An algorithm for diagnostic conclusion has been developed so as to program the central processing unit of the tractor computer. The algorithm for wheel spin control has been developed by estimating the diagnostic parameter indicating improper operating mode of the differential gear of the farm tractor back wheel driving axle.

Key words: wheel spin, differential gear, diagnostic conclusion algorithm

Adres do korespondencji:

Bogusław Cieślikowski; e-mail: bcieslikowski@ar.krakow.pl
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków