

ANALIZA PARAMETRU DIAGNOSTYCZNEGO ZESPOŁU PRZEKŁADNIOWEGO KOMBAJNU ZBOŻOWEGO Z UŻYCIEM SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH

Streszczenie

Zaprezentowano wyniki etapu prac badawczych prowadzonych przez KIMiA, zmierzające do ustalenia cech parametru diagnostycznego oceny stanu technicznego skrzyni przekładniowej kombajnu Z058. Badania te stworzą możliwość wprowadzenia systemu autodiagnozy w odniesieniu do zespołu przekładni zębatach w klasycznej skrzyni przekładniowej kombajnu Z058. Konsultacje z producentem maszyny - firmą CHN New Holland w Płocku oraz przeprowadzona analiza dokumentacji konstrukcyjnej układu napędowego ze względu na zakres podatności diagnostycznej, stanowiły podstawę do dokonania selekcji metod diagnozowania oraz wyboru sygnałów diagnostycznych. Moduł wnioskowania diagnostycznego wykorzystuje metody sztucznej inteligencji – sztuczne sieci neuronowe.

Słowa kluczowe: autodiagnoza, sztuczne sieci neuronowe, komputer pokładowy

Wprowadzenie

Problematyka oceny kąta względnego skręcania wałów skrzyni przekładniowej kombajnu w trakcie prac polowych skłania do wykonania badań wstępnych w warunkach stacjonarnych w celu poznania zmienności cech analizowanego parametru diagnostycznego. Równocześnie zaznacza się brak skutecznych metod i procesów diagnozowania zespołów przekładniowych możliwych do realizacji przez komputer pokładowy kombajnu w systemie diagnostyki ciągłej [Cieślikowski 2004]. Istotnym problemem jest nie tylko ustalenie wartości granicznych parametru diagnostycznego, lecz również określenie zmienności tego parametru w funkcji czasu eksploatacji kombajnu [Michalski i in. 1997]. W tym celu dokonano pomiaru wartości kąta skręcania pomiędzy wałem wejściowym skrzyni i położeniem kątowym bębna hamulca postojowego na wale wyjściowym skrzyni przekładniowej w warunkach obciążeń statycznych. Zadawano obciążenia momentem skręcającym o wartościach mających swoje odniesienie do rzeczywistych obciążeń eksploatacyjnych skrzyni przekładniowej w warunkach prac polowych kombajnu. Pomiary wartości

kąta skręcania względnego wałów stanowią bazę danych wejściowych pozwalających na sprecyzowanie wartości granicznych analizowanego parametru i poznania przebiegu zmienności tego parametru pomiędzy wartościami granicznymi.

Przeprowadzone analizy zmierzają do dostosowania komputera pokładowego LH 965 AGRO kombajnu Z058 do celów diagnostyki funkcjonalnej skrzyni przekładniowej kombajnu w systemie pokładowym.

Pomiar kąta skręcania wałów

Ocenę parametryczną przeprowadzono na podstawie wyznaczenia przebiegu skręcania względnego wałów skrzyni kombajnów Z-058, wyposażonych w klasyczne zespoły przekładniowe, tj. bez silnika hydrostatycznego na wejściu dla 3. rozpoznanych stanów eksploatacyjnych obiektu:

- kombajn wyposażony w skrzynię przekładniową po naprawie głównej przy pełnej weryfikacji montowanych elementów,
- kombajn skierowany do naprawy głównej podzespołów - w tym również skrzyni przekładniowej ze względu na głośną pracę na biegach roboczych i utrudnioną zmianę przełożeń,
- kombajn o znanym czasie eksploatacji uznany za sprawny technicznie.

Proces skręcania wałów obejmuje zarówno odkształcenia sprężyste skręcanych wałów na odległościach wyznaczonych położeniem kół zębatych poszczególnych przełożeń, jak również odkształcenia wieńców kół zębatych, ukosowanie piast względem wałów oraz odkształcenia sprzęgieł kłowych i łożysk. Pomiary statyczne przeprowadzono przy zablokowanym położeniu sprzęgła głównego kombajnu względem obudowy, zadając moment skręcający dźwignią z zabierakiem na bęben hamulca postojowego kombajnu. Obciążniki o stopniowanych wartościach zestawu mocowane były do ramienia dźwigni w pozycji poziomego położenia. Koła napędowe kombajnu zostały uniesione w trakcie wykonywania pomiarów z wykorzystaniem podnośników do podparcia zespołu napędowego.

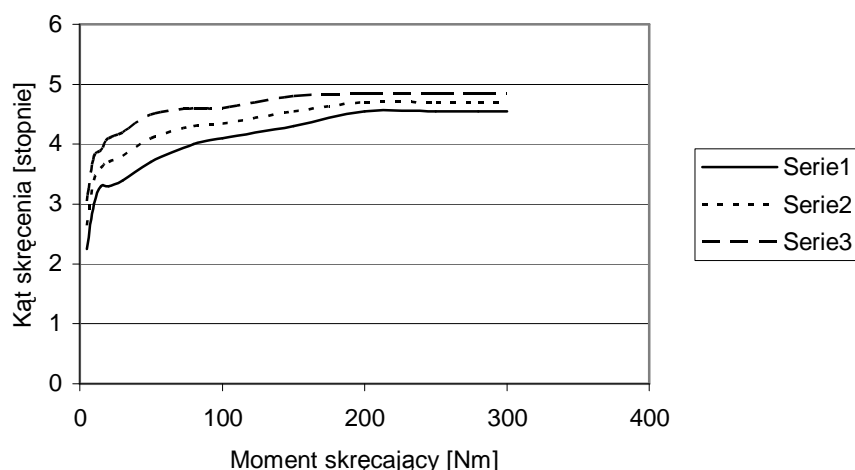
Pomiary przeprowadzono każdorazowo po uzyskaniu stanu równowagi cieplnej zespołu przekładniowego w wyniku przejazdu na wyznaczonym odcinku drogi. Stan równowagi cieplnej przyjęto wg wytycznych producenta, odpowiadający temperaturze 40⁰C, jako wynik pomiaru temperatury korpusu skrzyni przekładniowej w strefie zbiornika oleju przekładniowego [Materiały inf. 2002]. Pomiar temperatury wykonano z wykorzystaniem zestawu pomiarowego firmy OMRON o niskiej inercyjności z czujnikiem typu PT 100.

Przykłady uzyskanych charakterystyk zmienności kątów skręcania wałów skrzyni biegów kombajnu Z058 przedstawiono na rysunku 1 dla I biegu roboczego oraz na rysunku 2 dla II biegu roboczego wg numeracji:

- 1 - dla skrzyni po przeprowadzonej naprawie głównej,
- 2 - dla skrzyni uznanej za sprawną,
- 3 - dla skrzyni o znacznym stopniu zużycia, skierowanej do naprawy

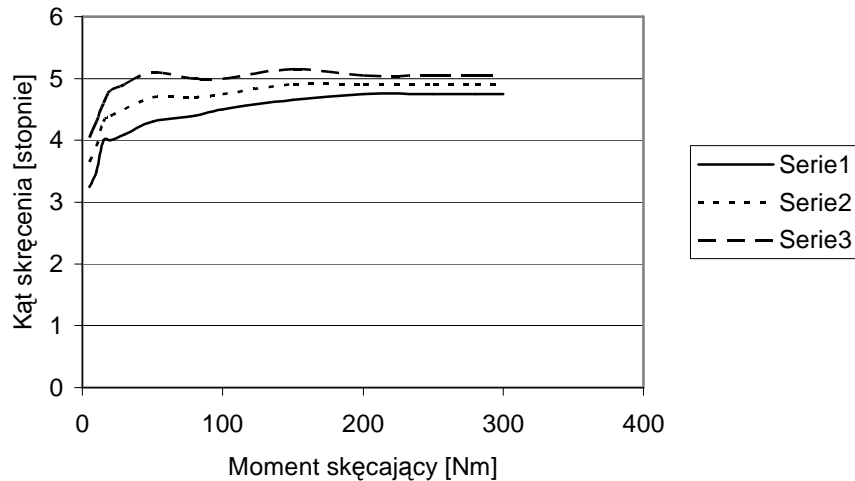
Ogólny stan zużycia zespołu przekładniowego sygnalizowany jest stopniowym przyrostem kąta skręcania wałów przy narastającym momencie napędowym [Müller 1984]. Uzasadnienie stopniowego przyrostu kąta skręcania wałów jest wynikiem nakładania się przemieszczeń kątowych na zniekształconym zarysie sprzęgieł kłowych piast kół zębatach, przemieszczeń elementów tocznych łożysk oraz niekontrolowanej pracy zazębienia na zastępczych średnicach podziałowych.

W przypadku sprawnej skrzyni przekładniowej dominuje efekt skręcania wałów i stabilizacji położenia wieńców kół zębatach o przebiegu proporcjonalnym do przyrostu momentu skręcającego, a następnie zakres stabilizacji kątów skręcania jako wynik wyłączenia skręcania wałów na odcinkach pomiędzy piastami kół zębatach.



Rys. 1. Względny kąt skręcania wałów skrzyni przekładniowej kombajnu Z058 dla I biegu

Fig. 1. Relative torsional angle of gear box shafts for the 1st gear in Z058 combine harvester



Rys.2. Względny kąt skęcenia wałów skrzyni przekładniowej kombajnu Z058 dla II biegu roboczego

Fig. 2. Relative torsional angle of gear box shafts for the 2nd working gear in Z058 combine harvester

Przebiegi charakterystyk przedstawione na rysunkach 1 i 2 wskazują na ścisłą zależność między stopniem zużycia skrzyni biegów a kątem skęcenia wału wyjściowego dla całego zakresu obciążeń momentem skęcającym. Powyższa zależność jest podstawą stwierdzenia, iż kąt skęcenia wału wyjściowego skrzyni biegów kombajnu zbożowego przy zadanej wartości momentu skęcającego może być miarą stopnia zużycia skrzyni biegów, a tym samym jest istotnym sygnałem diagnostycznym.

Wykorzystując powyższe charakterystyki w komputerowym systemie diagnostycznym zachodzi konieczność analitycznego ich przedstawienia. W tym celu najwygodniej jest zastosować sztuczne sieci neuronowe. Jak wykazano [Langman 1998] do celów diagnostycznych można wykorzystać sztuczne sieci neuronowe uczone metodą wstecznej propagacji błędów. Architektura sieci wykorzystywanej w badaniach przedstawia się następująco:

- 2 neurony wejściowe,
- 2 – 5 neuronów w warstwie ukrytej,
- 1 neuron w warstwie wyjściowej,
- funkcje aktywacji: tangens hiperboliczny i logistyczna (sigmoidalna).

W wyniku uczenia i testowania sieci określono najlepszą liczbę neuronów w warstwie ukrytej. Jako kryterium wyboru liczby neuronów w warstwie ukrytej wybrano:

- najmniejszą liczbę powtórzeń w procesie uczenia,
- najmniejszy błąd podczas przetwarzania pliku testowego.

Średni błąd kwadratowy, uzyskany podczas przetwarzania pliku testowego, nie przekroczył 7% przy 3 neuronach w warstwie ukrytej, natomiast pozostałe elementy architektury sieci pozostały bez zmian.

Wnioski

1. Kąty względnego skręcania wałów stanowią bazę danych wejściowych, pozwalających na sprecyzowanie wartości granicznych analizowanego parametru wraz z poznaniem przebiegu zmienności tego parametru pomiędzy wartościami granicznymi.
2. Przeprowadzone pomiary kątów względnego skręcania wałów w warunkach statycznych stanowią podstawę analizy wyników pomiarów uzyskanych w warunkach prac polowych kombajnu.
3. Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych jako modułu wnioskowania diagnostycznego wprowadza znaczne uproszczenie w jego implementacji w systemie komputerowym.

Bibliografia

Cieślakowski B. 2004. Vibration signal in estimation of working parameters of the fertiliser distributor. V international Scientific Conference on Microprocessor Systems in Agriculture, Płock, ss.21-26

Langman J. 1998. Diagnostowanie maszyn rolniczych. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej, seria Rozprawy

Materiały inf. 2002: CHN New Holland

Michalski R. i in. 1997. Mikroprocesorowe systemy nadzoru stanu technicznego kombajnu zbożowego, II Konf. Naukowa nt. Systemy mikroprocesorowe w rolnictwie

Müller L. 1984.: Przekładnie zębate – badania. WNT, Warszawa

ANALYSIS OF DIAGNOSTIC PARAMETER OF THE COMBINE HARVESTER GEAR ASSEMBLY WITH THE USE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Summary

Paper presented a stage of research work realized by the Mechanical Engineering and Agrophysics Dept, intending to determine the features of diagnostic parameter to evaluating technical state of the gear box in Z058 combine harvester. The study will enable introduction of an autodiagnostic system dealing with toothed gear assembly in classic gear box of Z058 combine harvester. The consultations with machine producer (CHN New Holland, Płock) as well as the analysis of combine harvester drive system documentation in respect of its diagnostic ability, were the basis to select the diagnostic method and to choose the diagnostic signals. The modulus of diagnostic inference utilized the methods of artificial intelligence – the artificial neural network.

Key words: autodiagnosis, artificial neural network, board computer, combine harvester, gear box

Recenzent – Adam Krysztofiak