

FILMOWA ANALIZA WARUNKÓW PRACY WAŁÓW PRZEGUBOWO-TELESKOPOWYCH, NAPĘDZAJĄCYCH MASZYNY ROLNICZE

Grzegorz Szwed

Instytut Mechanizacji Rolnictwa — Akademia Rolnicza w Lublinie

Postęp w dziedzinie podwyższania trwałości i niezawodności maszyn rolniczych wymaga przeprowadzania nowych, o szerszych programach badań własności fizyko-mechanicznych elementów maszyn obciążonych dynamicznie. Istotnym zespołem agregatów rolniczych, obciążonych dynamicznie, są wały przegubowo-teleskopowe.

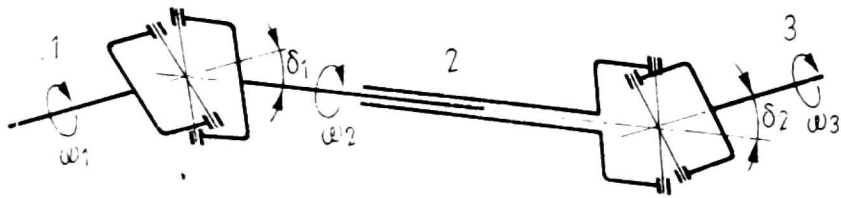
W wałach tych, z uwagi na różnorodną i złożoną kinematykę ruchu poszczególnych zespołów roboczych agregatu, większość elementów poddawana jest obciążeniom skrętno-giętnym. Elementy przegubów i części teleskopowej dodatkowo narażone są na tarcie toczne i ślizgowe.

Określenie charakterystyki dynamicznej wału drogą analityczną jest niesłychanie trudne, gdyż obliczeniowy model zastępczy układu napędowego agregatu przedstawia ogólnie nieliniowy układ mechaniczny o nieskończonej liczbie stopni swobody.

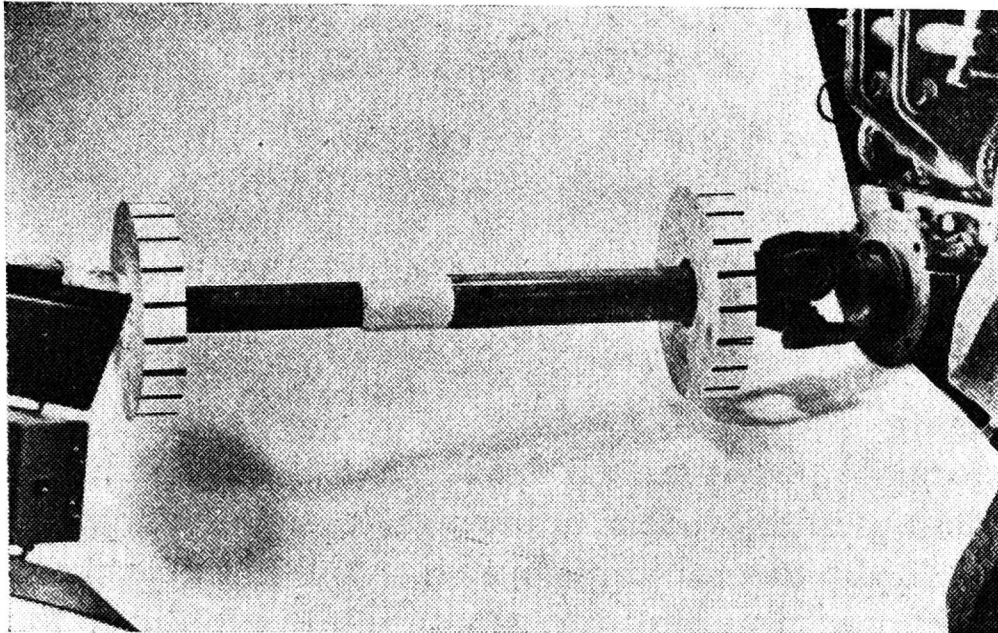
Wał przegubowo-teleskopowy stanowi również istotne źródło drgań układu napędowego. Główną przyczyną tego stanu jest zastosowanie w jego konstrukcji dwóch niehomokinetycznych przegubów krzyżakowych (rys. 1), zwanych sprzęgłami Cardana. Charakterystyczną cechą pracy wałów przegubowych jest to, że wobec złożonych ruchów maszyny, napędzającej względem ciągnika w czasie pracy agregatu (zarówno w płaszczyznach pionowych jak i poziomych), wał przyjmuje różne, zmieniające się w czasie jazdy położenie. Poszczególne (trzy) odcinki wału na ogół nie leżą w jednej płaszczyźnie.

Przeprowadzone obecnie badania warunków pracy wałów przegubowych w kraju i za granicą nie są zadowalające z następujących powodów:

1. Poszczególne parametry dynamiczne mierzone są najczęściej za



Rys. 1. Dwuprzegubowy wał ze sprzęgłem Cardana; 1, 2, 3 — elementy wału



Rys. 2. Wał z założonymi tarczami

pomocą przetworników elektrycznych. Każdy przetwornik ma ograniczony zakres działania, a umieszczony na elemencie wirującym lub podłączony w szereg do układu dynamicznego daje dodatkowe zakłócenia w pracy tego układu. Należy tu również wspomnieć o zakłóceniach podczas przenoszenia sygnałów z elementów wirujących przetwornika na stacjonarną aparaturę wzmacniająco-rejestrującą.

2. Dotychczasowe badania dynamiczne ograniczały się do pomiaru tylko niektórych charakterystyk i to w sposób wyrywkowy, tzn. w zależności od uzbrojenia aparaturowego i własnej intuicji; prowadzący badania wyznaczali sobie cel zbadania jednego lub kilku charakterystycznych zjawisk, zachodzących podczas pracy wału. Wiele z tych złożonych problemów można rozwiązać, wprowadzając do procesu badawczego warunków pracy technikę filmową. Zastosowanie tej techniki, a w niej metody zdjęć przyspieszonych, powinno być wykorzystywane w dwóch przypadkach:

1) w badaniach wstępnych, podczas koncepcyjnego — wizualnego rozeznania problemu badawczego,

2) przy wykorzystywaniu kamery filmowej do badań i analizy poszczególnych charakterystyk pracy wału, które konwencjonalną metodą są trudne do badania.

Obserwując za pomocą kamery filmowej obiekt przeznaczony do badań (w tym przypadku wał przegubowo-teleskopowy), jesteśmy w stanie zaobserwować pracę całego wału i na tej podstawie zdecydować, który z parametrów jego pracy może być interesujący dla badań, jakimi czujnikami (przetwornikami) należy je badać i — co jest ważne — jakie zakresy pomiarowe winny posiadać te czujniki.

Wykorzystując kamerę filmową do badań poszczególnych charakterystyk pracy wału, mamy tę przewagę nad innymi przyrządami pomiarowymi, że umiejscawiamy dane zjawisko nie tylko w czasie, lecz porównujemy jego przebieg z innymi zdarzeniami, np. drgania poprzeczne wału w funkcji kąta jego obrotu.

Kamerą filmową można w sposób łatwy i stosunkowo mało kosztowny badać następujące charakterystyki pracy wału:

- drgania skrętne,
- amplitudę i częstotliwość „teleskopowania”,
- drgania poprzeczne,
- warunki pracy złącza teleskopowego.

Drgania skrętne i kąt skrećania każdego elementu wirującego, obciążonego dynamicznie, są zawsze interesującym zagadnieniem analizy matematycznej i metody pomiarowej. Ma to istotne znaczenie dla wałów przegubowo-teleskopowych, a zwłaszcza dla jego środkowej części. Wartość i częstotliwość powstałego w niej kąta skrećania pomiędzy płaszczyznami krzyżaków daje dodatkowe zakłócenia w homokinetyczności obrotów wału.

Jak dotychczas, próby pomiaru kąta skrećania na drodze tensometrycznej nie dały oczekiwanych rezultatów. Brak było w tym przypadku stałych punktów odniesienia, w których można by zamocować czujniki pomiarowe. Badając wymienione zjawisko za pomocą kamery filmowej, należy sfilmować pracę wału z nałożonymi na interesujący nas element odpowiednimi tarczami. Tarcze te (o jednakowym obwodzie) powinny być wykonane z lekkiego materiału (drewno, styropian), aby nie dawały zakłóceń dynamicznych. Na obwody tarcz nakładamy opaski z naniesioną podziałką (taką samą dla obydwóch tarcz, rys. 2).

Wielkość tarcz i gęstość podziałki na ich obwodzie dobierane są w zależności od częstotliwości drgań skrętnych, przypadających na jeden obrót wału i wymaganych dokładności odczytu. Miarą wielkości kąta skrećania będzie w tym przypadku wielkość przesunięcia działki na obwodzie jednej tarczy względem odpowiedniej działki umieszczonej na obwodzie tarczy drugiej.

Drugim istotnym zjawiskiem w pracy wałów przegubowo-teleskopowych jest zmiana ich długości „rozteleskopowania”. Dzieje się to na skutek zmiany położenia maszyny rolniczej względem ciągnika (ruchy

agregatu po łukach, nierównościach terenowych). Zmiana długości wału przegubowego wpływa na zmianę jego sztywności, dając dodatkowe efekty dynamiczne. Dotychczas badania tego zjawiska napotykały na trudności ze względu na duży, możliwy zakres przebiegu wielkości amplitudy „teleskopowania” (od 0 do 168 mm). Stosując kamerę filmową można łatwo wyeliminować powyższe trudności.

Drgania poprzeczne elementów wału pochodzą od niewyraźnych mas wirujących i drgających ciągnika i maszyny, jak również od zmiany położenia agregatu, pokonującego nierówności terenowe. Mają one istotny wpływ na zmianę kąta łamania przegubu i związane z tym konsekwencje oraz obciążenie dynamiczne elementów wału współpracujących ze sobą. Zadaniem kamery filmowej w tym przypadku jest naniesienie na film drgań poprzecznych wszystkich elementów wału i na tej podstawie ustalenie zmiany kątów łamania przegubów oraz obliczenie masowej siły bezwładności, działającej na łożyska przegubów.

Istotnym i ciekawym problemem w pracy wału przegubowego jest zachowanie się jego teleskopowego złącza podczas pracy. Jak wykazały dotychczasowe badania, osie profilowych rur teleskopowych badanego wału C 722 ustawiają się podczas pracy pod pewnym kątem. Zjawisko to ma istotny wpływ na żywotność tego elementu wału. „Ukosowanie” rur teleskopowych sprzyja zwiększeniu nacisków na powierzchniach roboczych elementów współpracujących. Tym też zjawiskiem należy tłumaczyć niską żywotność tego typu wałów.

UWAGI KOŃCOWE

Przeprowadzone wstępne badania warunków pracy wałów przegubowo-teleskopowych z zastosowaniem techniki filmowej wykazały dużą przydatność metody filmowej. Chociaż kamera filmowa nie eliminuje dotychczas stosowanych metod i przyrządów pomiarowych, to jednak w niektórych przypadkach staje się ona wprost niezbędna. Główną zaletą zastosowania kamery filmowej w przebiegach dynamicznych jest fakt, że możemy badać i analizować od razu kilka zjawisk zachodzących łącznie. Ułatwia to w dużej mierze ich analizę i pozwala ustalić zależności pomiędzy poszczególnymi przebiegami.

LITERATURA

1. Jurek B.: Części maszyn. Wyd. WSI, Warszawa 1963.
2. Kühlborn H.: Drehschwingungsverhalten den System Ackerschlepper-Landmaschine. Grundlagen der Landtechnik nr 5, 1971.

3. Pawlenko A. P.: Kinematika kardannoj peredaczi s uprugami soczlnieniami i peregennymi ugłami izłoma wałow. Izwż WUZ — maszynostrojenie, nr 9, 1968.
4. Wronkowski L.: Badania mechanicznych przyrządów pomiarowych metodami filmowymi. Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 148, 1971.

G. Швед

АНАЛИЗ ПРИ ПОМОЩИ ФИЛЬМА
УСЛОВИЙ РАБОТЫ ШАРНИРНО-ТЕЛЕСКОПНЫХ ВАЛОВ,
ПРИВОДЯЩИХ В ДВИЖЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

Резюме

Целью работы являлось определение возможностей испытывания условий работы шарнирно-телескопных валов при помощи кинокамеры с быстрым передвижением плёнки (1000 кадров в сек.).

Испытания условий работы шарнирно-телескопных валов с помощью кинокамеры представляют собой дополнение к испытаниям, осуществляемым до сих пор с помощью электроизмерений.

Кинокамеры видимым образом и без внешних помех может записывать такие характеристики работы вала, которые невозможно определить конвенциональным способом или же содержат большую ошибку и дорогостоящие.

К этим характеристикам работы вала относятся:

- скручиваемые колебания вала,
- амплитуда и частота изменений телескопа,
- поперечные колебания шарниров,
- точная работа телескопного соединения с учётом геометрии работы.

G. Szwed

FILM ANALYSIS OF OPERATING CONDITIONS
OF TELESCOPE-JOINT SHAFTS
FOR AGRICULTURAL MACHINES DRIVE

Summary

The paper is concerned with the investigation of operating conditions of the telescope-joint shafts by means of high speed film camera (1000 frames/s). Investigation of operating conditions of telescope-joint shafts by means of filming complete the research realized by electric measurements up till now.

The film camera can register in the picturesque way and without any troubles some characteristics of shaft operation, the testing of which by a conventional method is impossible or erroneous and expensive. In this case the shaft operation characteristics include:

- torsional shaft vibrations,
- telescoping amplitude and frequency,
- transverse vibrations of joints,
- accurate operation of a telescope joint considering the geometry of operation