

Zdzisław Rak, Eugeniusz Switoński

Instytut Mechaniki i Podstaw Konstrucji Maszyn
Politechnika Śląska

MODEL DYNAMICZNY PROTOTYPOWEGO KOMBAJNU WĘGLOWEGO Z PODWOJNYM NAPĘDEM

Streszczenie. W pracy przedstawiono sposób modelowania układu napędowego głowic prototypowego kombajnu KGS-300 napędzanego dwoma sprzężonymi mechanicznie silnikami elektrycznymi. Model dynamiczny przyjęto jak dla układu elektromechanicznego przy założeniu średnich sztywności zazębień i braku luzów w przekładni.

1. WSTĘP

Kombajn KGS-300 przeznaczony jest do dwukierunkowego bezwzwekowego urabiania i ładowania węgla w ścianowym systemie eksploatacji pokładów o wysokości 0.9 - 1.6 m. Głowice kombajnu napędzane są dwoma silnikami asynchronicznymi dwukłatkowymi o mocy 150 kW każdy. Wały tych silników są ze sobą sprzężone dwoma kołami pośrednimi. Moment obrotowy w układzie napędowym przenoszony jest poprzez szeregowe przekładnie zębate do dwóch przekładni planetarnych, na wałach których osadzone są organy urabiające kombajnu.

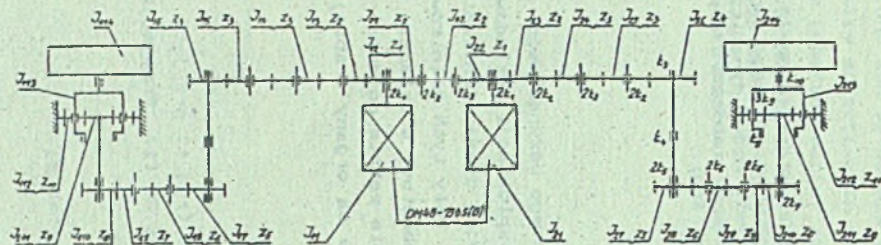
2. MODEL DYNAMICZNY UKŁADU

Analizując układ napędowy głowic kombajnu KGS-300 (rys.1) przyjęto dyskretny model fizyczny o 31. stopniach swobody (rys.2) [1]. Przyjmując ten model założono:

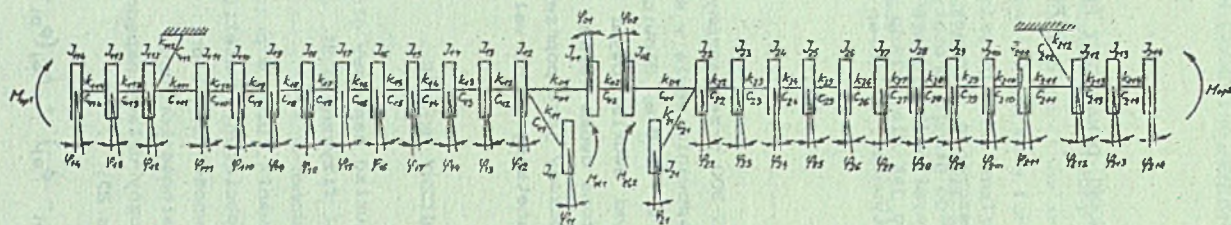
- brak występowania luzów w przekładni,
- równomierne obciążenie satelitów w przekładni planetarnej,
- średnie sztywności zazębień,
- nieodkształcalność korpusu.

Model matematyczny układu napędowego opracowano na podstawie modelu fizycznego (rys.2):

$$I_{oi} \ddot{\phi}_{oi} + c_{oj} (\dot{\phi}_{oi} - \dot{\phi}_{oj}) + k_{oj} (\phi_{oi} - \phi_{oj}) + c_{oi} (\dot{\phi}_{oi} - \dot{\phi}_{ij}) + k_{oi} (\phi_{oi} - \phi_{ij}) = 0$$



Rys.1. Schemat kinematyczny układu napędowego głowic
Fig.1. Kinematic scheme of heads unit drive



Rys.2. Model dynamiczny układu napędowego głowic
Fig.2. Dynamic model of heads unit drive

$$I_{i1} \ddot{\phi}_{i1} + c_{i1} (\dot{\phi}_{i1} - \dot{\phi}_{i2}) + k_{i1} (\phi_{i1} - \phi_{i2}) = M_{\text{oll}}$$

$$I_{i2} \ddot{\phi}_{i2} + c_{o1} (\dot{\phi}_{i2} - \dot{\phi}_{o1}) + k_{o1} (\phi_{i2} - \phi_{o1}) + c_{i1} (\dot{\phi}_{i2} - \dot{\phi}_{i1}) + k_{i1} (\phi_{i2} - \phi_{i1}) + \\ + c_{i2} (\dot{\phi}_{i2} - \dot{\phi}_{i3}) + k_{i2} (\phi_{i2} - \phi_{i3}) = 0$$

$$I_{i3} \ddot{\phi}_{i3} + c_{i2} (\dot{\phi}_{i3} - \dot{\phi}_{i2}) + k_{i2} (\phi_{i3} - \phi_{i2}) + c_{i3} (\dot{\phi}_{i3} - \dot{\phi}_{i4}) + k_{i3} (\phi_{i3} - \phi_{i4}) = 0$$

$$I_{i10} \ddot{\phi}_{i10} + c_{i9} (\dot{\phi}_{i10} - \dot{\phi}_{i9}) + k_{i9} (\phi_{i10} - \phi_{i9}) + c_{i10} (\dot{\phi}_{i10} - \dot{\phi}_{i11}) + \\ + k_{i10} (\phi_{i10} - \phi_{i11}) = 0$$

$$I_{i11} \ddot{\phi}_{i11} + c_{i10} (\dot{\phi}_{i11} - \dot{\phi}_{i10}) + 3c_{i11} r_{i11} (\dot{\phi}_{i11} r_{i11} - \dot{x}_{i12} - \dot{\phi}_{i12} r_{i12}) + \\ + 3k_{i11} r_{i11} (\phi_{i11} r_{i11} - x_{i12} - \phi_{i12} r_{i12}) + k_{i10} (\phi_{i11} - \phi_{i10}) = 0$$

$$I_{i12} \ddot{\phi}_{i12} + c_{i12} r_{i12} (\dot{\phi}_{i12} r_{i12} - \dot{x}_{i12}) + c_{i11} r_{i12} (\dot{\phi}_{i12} r_{i12} + \dot{x}_{i12} - \dot{\phi}_{i11} r_{i11}) + \\ + k_{i12} r_{i12} (\phi_{i12} r_{i12} - x_{i12}) + k_{i11} r_{i12} (\phi_{i12} r_{i12} + x_{i12} - \phi_{i11} r_{i11}) = 0$$

$$m_{i12} \ddot{x}_{i12} + c_{i12} (\dot{x}_{i12} - \dot{\phi}_{i12} r_{i12}) + c_{i11} (\dot{x}_{i12} + \dot{\phi}_{i12} r_{i12} - \dot{\phi}_{i11} r_{i11}) + \\ + c_{i13} (\dot{x}_{i12} - \dot{\phi}_{i13} r_{i13}) + k_{i12} (x_{i12} - \phi_{i12} r_{i12}) + k_{i11} (x_{i12} + \phi_{i12} r_{i12} - \\ - \phi_{i11} r_{i11}) + k_{i13} (x_{i12} - \phi_{i13} r_{i13}) = 0$$

$$I_{i13} \ddot{\phi}_{i13} + 3c_{i13} r_{i13} (\dot{\phi}_{i13} r_{i13} - \dot{x}_{i12}) + c_{i14} (\dot{\phi}_{i13} - \dot{\phi}_{i14}) + \\ + 3k_{i13} r_{i13} (\phi_{i13} r_{i13} - x_{i12}) + k_{i14} (\phi_{i13} - \phi_{i14}) = 0$$

$$I_{i14} \ddot{\phi}_{i14} + c_{i14} (\dot{\phi}_{i14} - \dot{\phi}_{i13}) + k_{i14} (\phi_{i14} - \phi_{i13}) = -M_{\text{opt}}$$

gdzie: M_{oll} - elektromechaniczny moment i -tego silnika napędowego,

M_{opt} - moment oporu skrawania i -tej głowicy.

$i = 1, 2$

$j = 1$ dla $i = 2$

$j = 2$ dla $i = 1$

Moment silnika elektrycznego uwzględniający elektromechaniczne sprzężenie silnika i układu napędowego wyznaczono z dynamicznych równań ruchu asynchronicznego silnika dwukłatkowego [1]. Siły oporu skrawania wyznaczono na podstawie badań doświadczalnych [2], przyjmując je jako zmienną losową o rozkładzie normalnym.

3. PODSUMOWANIE

Przyjęty model dynamiczny układu napędowego głowic kombajnu KGS-300 pozwolił na identyfikację jego własności dynamicznych. Stanowią one wytyczne do badań wibroakustycznych, jak również do weryfikacji wytrzymałościowej głowic kombajnowych.

Wyniki obliczeń dynamicznych zostaną wykorzystane w procesie projektowo-konstrukcyjnym innych i modernizowanych prototypów kombajnów węglowych napędzanych dwoma silnikami elektrycznymi.

LITERATURA

- [1] Ocena trwałości i niezawodności układu napędowego organów urabiających prototypowego kombajnu KGS-300. Praca zbiorowa. Centrum Postępu Technicznego SIMP, Rydzyna 1990.
- [2] Świtoński E. i inni: Identyfikacja układów mechanicznych pod kątem określenia parametrów mechanicznych opisujący stan mechaniczny obiektu. Sprawozdanie z pracy NB-219/RMT-4/86, IMiPKM Pol. Śląskiej, Gliwice 1986.

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРВООБРАЗНОГО УГОЛЬНОГО КОМБАЙНА С ДВОИМ ПРИВОДОМ

Р е з ю м е

В работе представлено метод моделирования системы привода головок первообразного комбайна КГС-300 ведомого двумя механически связанными электродвигателями. Динамическая модель принята как для электромеханической системы при заданной средней жесткости зацепления и при отсутствии зазоров в передаче.

DYNAMIC MODEL OF PROTOTYPE CUTTER LOADER WITH DOUBLE DRIVE

S u m m a r y

In the paper the way of modelling of unit drive of cutter loader heads of prototype cutter loader KGS-300 driven by two electric ganging engines has been presented. It has been assumed that dynamic model equals the model of electromechanical system assuming mean meshing stiffness and lack of backlash in the gear.