

Eugeniusz ŚWITOŃSKI, Dariusz DUBIEL, Zdzisław RAK

Katedra Mechaniki Technicznej  
Politechnika Śląska

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF PLAYS ON MAGNITUDES OF DYNAMIC FORCES  
IN KINEMATIC PAIRS OF A DRIVING SYSTEM OF GEARHEADS OF A COAL SHEARER

Summary. The paper presents results of the research carried out with the object of evaluating the influence of plays between teeth on dynamic forces in kinematic pairs of a driving system of the KGS-300 coal shearer.

ANALIZA WPLYWU LUZÓW NA WIELKOŚCI SIŁ DYNAMICZNYCH  
W PARACH KINEMATYCZNYCH UKŁADU NAPEĐOWEGO GŁOWICK KOMBAJNU WĘGLOWEGO

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań zmierzających do oceny wpływu luzów międzyzębnych na siły dynamiczne w parach kinematycznych układu napędowego kombajnu węglowego KGS-300.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЗАЗОРОВ НА ВЕЛИЧИНУ ДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ В КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАХ ПРИВОДНОЙ СИСТЕМЫ ГОЛОВКОК УГОЛЬНОГО КОМБАЙНА

Резюме. В статье приводятся результаты испытаний, направленных к оценке влияния зазоров в зубах на динамические силы в кинематических парах приводной системы угольного комбайна КГС-300.

## 1. INTRODUCTION

The teoretical study end experiments concerning the influence of plays beetwen teeth in a driving system of working machines that have been conducted hitherto indicate that magnitudes of dynamic forces in kinematic pairs depend on design features of the system, values of plays existing in the system, and on a state of load of the driving system [1,2,3].

Sudden changes in the load of the driving system make the forces of kinematic pairs be of a pulse type. As a result of this the extreme values of dynamic forces in the driving system exceed many a time nominal values and thus cause changes in geometrical characteristic of elements of a driving gear [2,4]. The determination of a magnitude and type of these effect is of particular importance, because the occurrence of excessive plays changes the character and magnitudes of dynamic forces as well as may lead to decreasing of durability of elements of the system.

The following factors have a vital influence on magnitudes of interacting forces in kinematic pairs of the driving system:

- value and character of loads,
- design features of the driving system,
- power and performance characteristic of the driving motor.

The above mentioned factors make a whole and interact one on another.

Therefore, when determining the dynamic forces it is necessary to consider the driving system as an electromechanical system [5,6].

## 2. DYNAMIC MODELLING OF A DRIVING SYSTEM

A dynamic model of a driving system of a working machine including a feedback of the mechanical system and the electrical one has been developed on the ground of the research carried out in the Department of Technical Mechanics of the Silesian Technical University [5,7].

The assumed method of modelling and the algorithm of numerical calculations make it possible to introduce any physical and kinematic relationship in a kinematic pair.

The results of numerical calculations contained in the paper deal with the evaluation of the influence of plays existing between teeth on magnitudes of dynamic forces in kinematic pair of the driving system of gearheads of the KGS-300 shearer.

A kinematic diagram of this shearer is shown in figure 2.1 and the figure 2.2 represents its dynamic model.

Physical relationship in kinematic pairs have been simulated by means of a function the course of which is determined in figure 2.3.

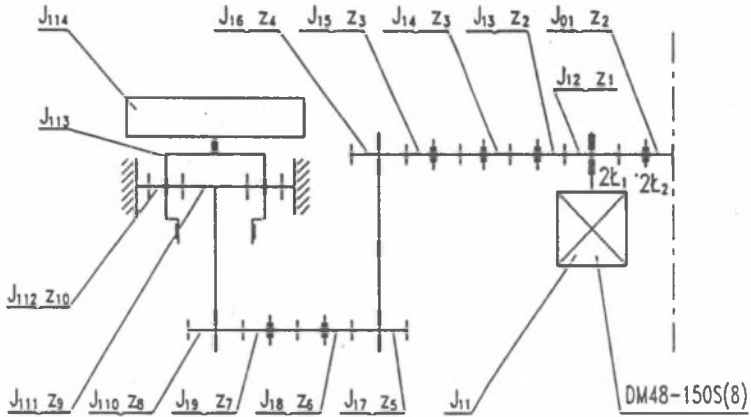


Fig. 2.1. Kinematic diagram of a driving system of gearheads of the KGS-300 shearer

Rys. 2.1. Schemat kinematyczny układu napędowego głowic kombajnu KGS-300

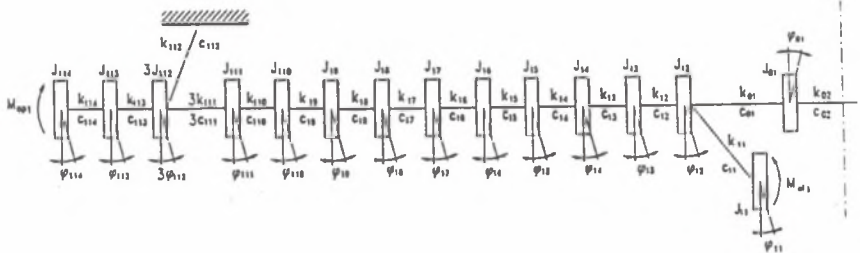


Fig. 2.2. Dynamic model of a driving system of gearheads of the KGS-300 shearer

Rys. 2.2. Model dynamiczny napędu głowic kombajnu węglowego KGS-300

### 3. NUMERICAL CALCULATIONS

In order to determine qualitatively and quantitatively the influence of plays existing between teeth in kinematic pairs of the driving system under analysis on magnitudes of dynamic reactions occurring in this pairs, numerical calculations have been made when changing, in particular kinematic pairs. The interval of values of plays determined on the ground of the

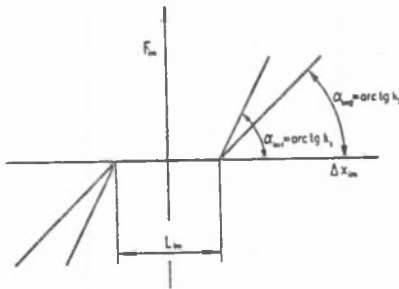


Fig. 2.3. Simulation of occurrence of the plays in meshing

Rys. 2.3. Symulacja występowania luzów w ząbieniu

shearer's technical documentation has been assigned to each kinematic pair. Interval has been divided into four equal ranges (table 3.1) and as a result of this five five magnitudes of a play have been obtained. The calculation have been carried out for these magnitudes. The first stage of calculations covered variants in which pertinent values of the plays assigned to kinematic pairs were accepted in all kinematic pairs. The next stage covered the introduction of minimum plays to all kinematic pairs except for the pairs 02 and 111 (fig.2.2) in which plays were changed from the minimum to the maximum play.

The selection of the pairs 02 and 111 made in the second stage of calculations was dictated by the prior theoretical study and by experiments carried out on a testing stand which had revealed that in these kinematic pairs dynamic reactions took place, the values of which exceeded several times the nominal values [4,7].

#### 4. ANALYSIS OF RESULTS OF THE NUMERICAL CALCULATIONS

The developed dynamic model of a driving system enables the simulation of a play of any value in any kinematic pair. Thus it is possible to determine the play value at which the dynamic forces occurring in kinematic pairs will not exceed a definite value. The influence of plays existing between teeth

Tab. 3.1

Plays in gears wheels  
Luzy w kołach zębatych

Koło zębate	Luzy [mm]				
	$L_1 = L_{\min}$	$L_2$	$L_3 = L_{sr}$	$L_4$	$L_5 = L_{\max}$
$z_1$	0.130	0.215	0.300	0.385	0.470
$z_2$	0.130	0.227	0.325	0.422	0.520
$z_3$	0.150	0.252	0.355	0.457	0.560
$z_4$	0.170	0.267	0.365	0.457	0.560
$z_5$	0.036	0.047	0.058	0.069	0.080
$z_6$	0.036	0.047	0.058	0.069	0.080
$z_7$	0.036	0.047	0.058	0.069	0.080
$z_8$	0.036	0.047	0.058	0.069	0.080
$z_9$	0.028	0.038	0.049	0.060	0.071
$z_{10}$	0.036	0.047	0.058	0.069	0.080

on the magnitude of dynamic forces becomes evident particularly in cause of a sudden change in load and in transient states (start-up).

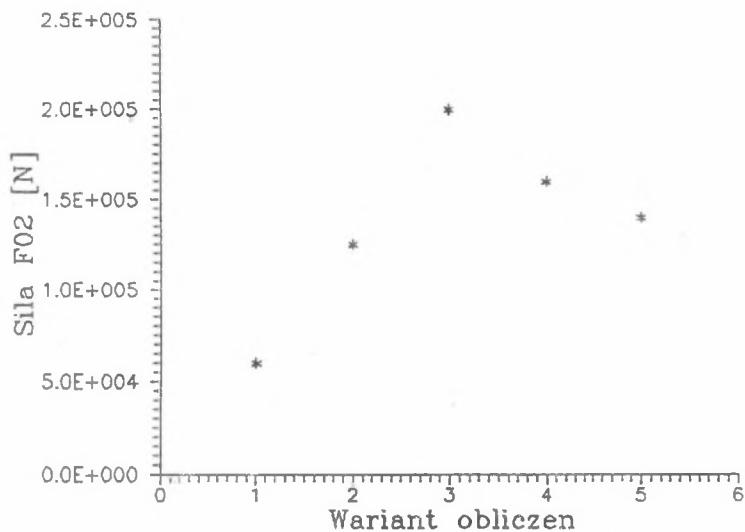


Fig. 4.1. Dynamic forces in the kinematic pair  $F_{02}$   
Rys. 4.1. Siły dynamiczne w parze kinematycznej  $F$

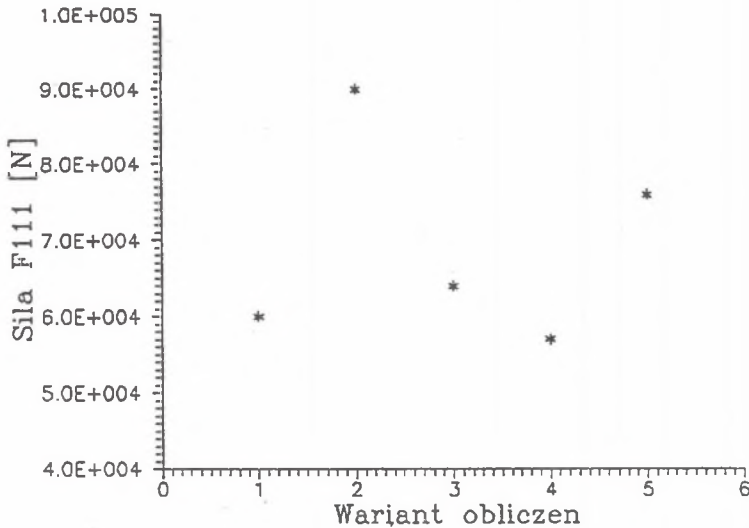


Fig. 4.2. Dynamic forces in the kinematic pair  $F_{111}$   
 Rys. 4.2. Siły dynamiczne w parze kinematycznej  $F_{111}$

#### LITERATURA

- [1] Świtoński E., Banasz T.: Dinamiczeskaja model uogólnego kombajna ZN Pol. Śl., ser. Górnictwo, z. 144, Gliwice 1986, s. 173-183.
- [2] Jurkiewicz W., Świtoński E.: Ocena wpływu nieliniowości w układzie napędowym głowicy kombajnu na wielkość sił dynamicznych. ZN Pol. Śl., Górnictwo, z. 179, Gliwice 1989.
- [3] Świtoński E., Zdzisław Rak.: Modelling of Driving System of Mining Machines. 6<sup>th</sup> International Conference on the Theory of Machines and Mechanisms, Liberec, CSFR, Sept. 1992.
- [4] Rak Z., Świtoński E.: Zagadnienia dynamiki układu napędowego głowicy kombajnu węglowego KGS-320W/2BPH. ZN Pol. Śl., ser. Mechanika, z. 99, Gliwice 1990.
- [5] Świtoński E., Mężyk A., Rak Z.: Dynamics of the Mining Machines Including Electromechanical Phenomena. Automatyżacja Górnictwa, nr. 9-10, Katowice 1991, s. 111-116.
- [6] Puchała A.: Dynamika maszyn i układów elektromechanicznych. PWN, Warszawa 1977.
- [7] Świtoński E i inni: Dynamika maszyn górniczych z uwzględnieniem zjawisk elektromechanicznych. Sprawozdanie z realizacji projektu badawczego MEN T/03/591/90-2, Gliwice 1991.

Recenzent: Prof. Marek Trombski

Wpłynęło do Redakcji dnia 22.11.1992

## Abstract

Ważnym etapem procesu projektowo-konstrukcyjnego zespołów maszyn górniczych jest kompleksowy opis zjawisk dynamicznych zachodzących w trakcie eksploatacji oraz ocena wpływu tych zjawisk na ich trwałość i niezawodność.

Złożoność problemów dynamicznych układów napędowych maszyn roboczych ciężkich stwarza konieczność prowadzenia badań teoretycznych i doświadczalnych zmierzających do oceny i obniżenia dynamicznych obciążeń poszczególnych ich elementów. Dotychczasowe badania dotyczące wpływu luzów międzyzębnych w układzie napędowym głowic kombajnu węglowego KGS-320 wykazały, że na wielkości sił dynamicznych w parach kinematycznych decydujący wpływ ma wartość i charakter obciążeń, cechy konstrukcyjne układu napędowego oraz moc i charakterystyka silnika napędowego [1,2,3,5]. Z tego względu przy wyznaczaniu sił dynamicznych w parach kinematycznych, układ napędowy należy traktować jako układ elektromechaniczny.

Model dynamiczny układu napędowego kombajnu KGS-300 uwzględniający sprzężenie zwrotne układu mechanicznego i elektrycznego oraz zastosowany algorytm obliczeń numerycznych pozwalają na symulację luzów w dowolnej parze kinematycznej. Schemat kinematyczny kombajnu przedstawia rysunek 2.1, a model dynamiczny rysunek 2.2. Zależności fizyczne w parach kinematycznych symulowano za pomocą funkcji przedstawionej na rysunku 2.3.

Przeprowadzono dwa etapy obliczeń, w których luzy zmieniano kolejno w parach kinematycznych 02 i 111 (rys. 2.1), a następnie w obu parach jednocześnie (tab. 3.1). W pozostałych parach założono luzy minimalne. Wybór par kinematycznych 02 i 111 podyktowany był wynikami wcześniejszych badań prowadzonych w Katedrze Mechaniki Technicznej Politechniki Śląskiej.

Na podstawie wyników obliczeń numerycznych można określić maksymalne wartości sił dynamicznych w poszczególnych parach kinematycznych (rys. 4.1 i 4.2) dla dowolnej wartości luzu.