

Józef Wojnarowski, Remigiusz Ćwik, Władysław Kaliński,  
Andrzej Nowak, Wojciech Pillich  
Katedra Mechaniki Robotów i Maszyn Roboczych Ciężkich  
Politechnika Śląska

#### MODELOWANIE SUWNICOWEJ UKŁADARKI MAGAZYNOWEJ

Streszczenie. W pracy przedstawiono wybrane modele suwnicowej układarki magazynowej wraz z wynikami eksperymentu numerycznego w zakresie oceny błędu ruchu programowego jej organu roboczego.

Резюме. В работе представлены некоторые модели складного мостового крана и результаты цифрового эксперимента, касающегося оценки ошибки программного движения исполнительного органа.

Summary. In the paper, selected models of overhead stacker with rotating mast have been presented. Results of numerical experiment in the case of program motion of work piece error have been shown.

#### 1. WSTĘP

Suwnicowe układarki magazynowe należą do grupy maszyn, które mogą działać zarówno w układach sterowania manualnego, jak i programowego. W drugim przypadku w celu zrealizowania założonego zadania i uzyskania właściwej dokładności pozycjonowania organu roboczego oraz transportowanego przedmiotu niezbędny jest precyzyjny opis cyklu roboczego maszyny, jej procesów przejściowych, a także konfiguracji stanowisk roboczych i regałów magazynowych. W celu dokonania właściwego wyboru trasy i sposobu przemieszczania przedmiotu oraz ograniczenia jego drgań, należy przyjąć model układu mechanicznego maszyny wraz z parametrami geometryczno-masowymi, sztywnościami oraz zbiorami charakterystyk układów napędowych i sterowania. Przeprowadzona analiza dynamiczna na modelu układarki pozwala wtedy wybrać właściwy sposób jej sterowania podczas transportu i pozycjonowania przedmiotu.

Celem niniejszego referatu jest przedstawienie modeli suwnicowej układarki magazynowej wykonanej w GZUT w Gliwicach wg projektu OBRDIUT "DE-TRANS" w Bytomiu. Układarka, rys.1, jest sterowana przez operatora. Zakres analizy obejmuje ocenę wpływu sztywności elementów układarki na dokładność pozycjonowania ogniwa roboczego, przy zastosowaniu symulacji numerycznej. Zamieszczone wyniki obliczeń numerycznych dotyczą zaburzeń założonego ruchu programowego [1].

## 2. MODELE SUWNICOWEJ UKŁADARKI MAGAZYNOWEJ

Aby uzyskać skuteczną metodę analizy maszyn roboczych ciężkich działających w podobnych warunkach, i realizujących ruch oraz pozycjonowanie przedmiotu z założoną dokładnością, sporządzono ciąg modeli układarki w klasie układów ciągłych i dyskretnych. Zastosowano metody: grafów i liczb strukturalnych, macierzy przeniesienia i sztywnych elementów skończonych (SES). Przykładowo na rys.2 pokazano modele dyskretne: model z masami skupionymi (rys.2a) i model dostosowany do metody SES (rys.2b).

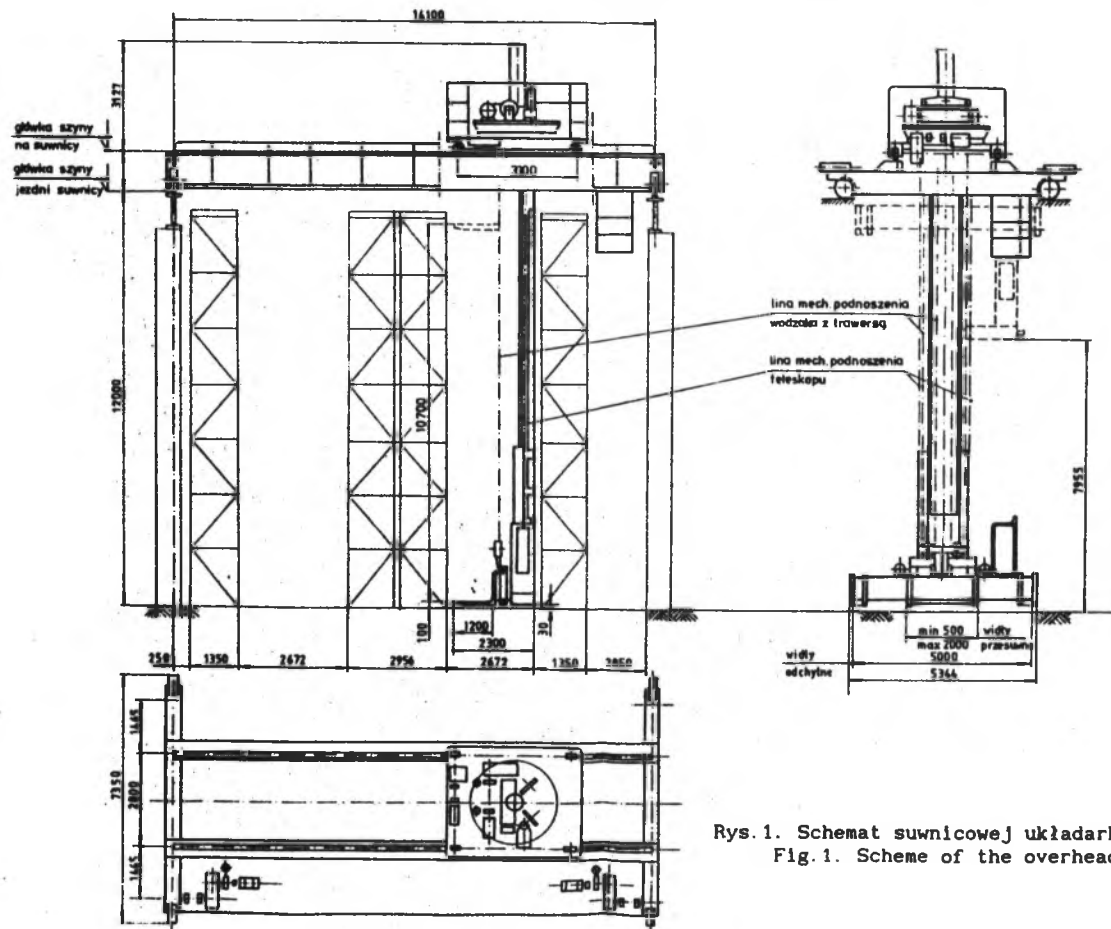
Dla wybranych modeli sporządzono algorytmy i wykonano obliczenia numeryczne w zakresie charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych. Obliczenia wykonano dla modeli o różnej złożoności struktury i różnej liczbie stopni swobody. Obliczenia dokładności pozycjonowania organu roboczego i badania zakłóceń ruchu programowego wykonano przy uwzględnieniu podatności elementów układarki i jezdni podsuwnicowej oraz charakterystyk silników napędowych [1,2].

Sporządzono także algorytmy do analizy drgań i ruchu podzespołów układarki z uwzględnieniem zjawiska odbicia mostu suwnicy [3] podczas jazdy na jezdni podsuwnicowej.

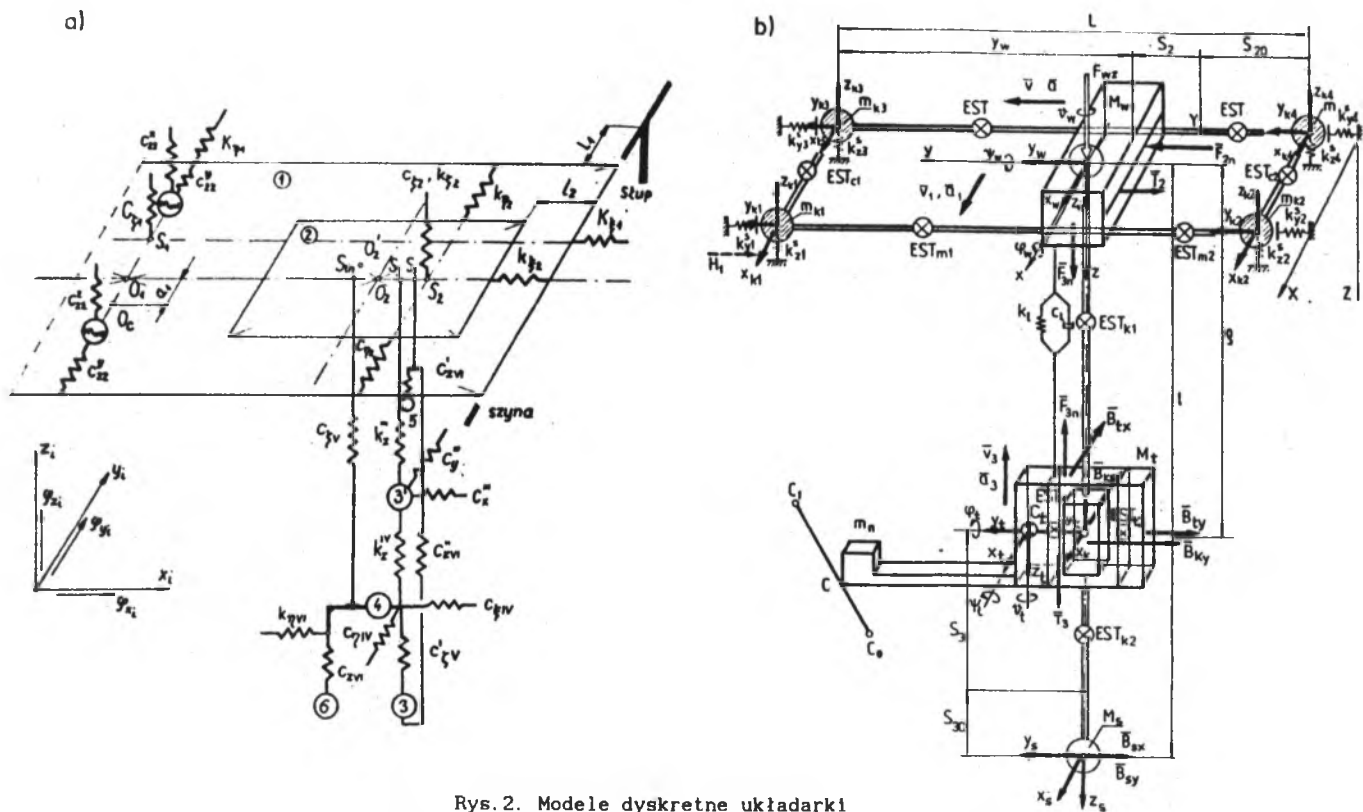
## 3. WYNIKI EKSPERYMENTU NUMERYCZNEGO I WNIOSKI

Wyniki zaburzeń ruchu programowego wywołanych drganiami układarki przedstawiono dla toru programowego i rzeczywistego końca wideł układarki (rys.3a), a na rys.3b względną zmianę błędu podczas pozycjonowania tegoż punktu w odniesieniu do toru programowego.

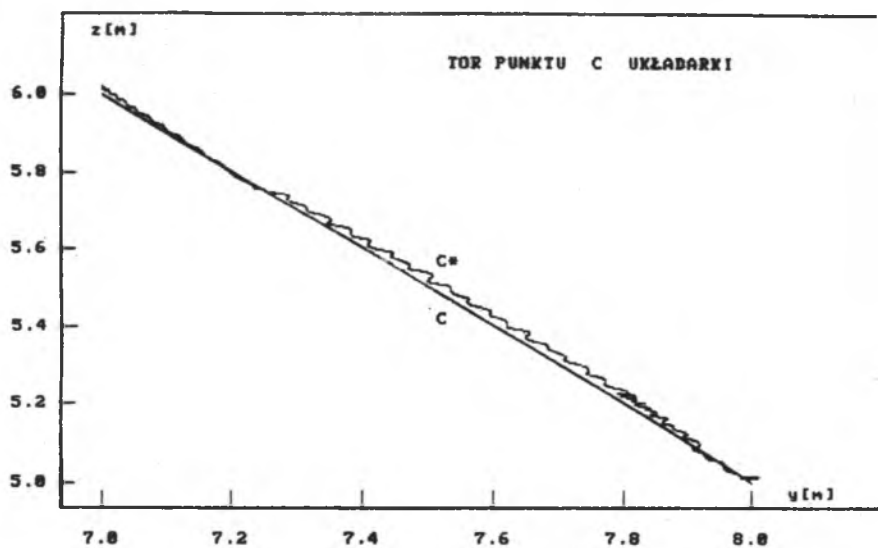
Zaproponowane modele pozwalają określić ruch programowy układarki w



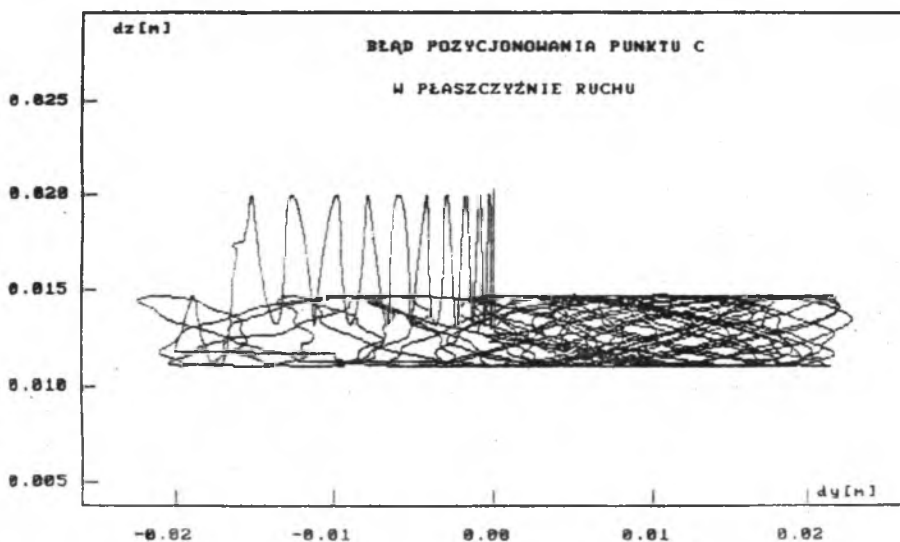
Rys.1. Schemat suwnicowej układarki magazynowej  
Fig.1. Scheme of the overhead stacker



a)



b)



Rys.3. Zaburzenia ruchu programowego układarki  
 Fig.3. The perturbations of the overhead stacker programme motion

przyjętej bazie danych. Sformułowanie szczegółowych wniosków w tym zakresie wymaga przeprowadzenia szeregu eksperymentów numerycznych.

Stwarza to możliwość zastosowania suwnicowych układarek w liniach bezosobowej obsługi procesów technologicznych. W algorytmie sterowania należy uwzględnić model maszyny oraz własności jej układu sterowania i charakterystykę układu napędowego.

#### LITERATURA

- [1] Wpływ sztywności maszyn roboczych ciężkich na dokładność pozycjonowania ich organu roboczego, opory ruchu, wibroizolację i komfort pracy operatora. Aut.: Wojnarowski J. i in.. Projekt badawczy G-550/RMT-4/91. 1991. 239 s. maszyn. IMiPKM. Politechnika Śląska, Gliwice.
- [2] Wojnarowski J i in.: Zagadnienie pozycjonowania maszyn roboczych ciężkich. W: Zbiór referatów V Konferencji "Rozwój podstaw budowy, eksploatacji i badań maszyn roboczych ciężkich, w tym budowlanych". Praca w druku.
- [3] Wojnarowski J, Oziemski S., Nowak A.: Modelling of reflection phenomenon during the bridge crane drive. Prace naukowe CPBP 02.05. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1990.

#### MODELLING OF OVERHEAD STACKER WITH ROTATING MAST

Overhead stacker cranes, Fig.1, belong to the group of the machines which are able to work in manual or automatized control systems. Errors of the programme motion also choise of the control manner and positioning calculation is possible on the basis of the dynamical analysis. Selected models of the overhead stacker crane with rotating mast has been presented on the Fig.2.

Overhead stacker crane model analysis has been a base for analysis of positional object motion algorithm.

Example deviations from desired path, obtained by numerical experiment, have been shown on Fig.3.

The goal of an algorithm is to chose necessary control to obtain minimal positioning error and minimal vibration magnitude. This problem is important in applying overhead stacker crane in automated technological processes.