

Wojciech WIERCIOCH, Mieczysław PISZ

BADANIA DOŚWIADCZALNE PROSTOLINIOWYCH PROWADNIC
AEROSTATYCZNYCH OBRABIAREK

Streszczenie. Przedstawiono możliwości zastosowań prostoliniowych aerostatycznych połączeń przewodnicowych obrabiarek, wyniki badań laboratoryjnych przy obciążeniu statycznym i dynamicznym oraz zalecenia do konstrukcji i eksploatacji.

WSTĘP

W budowie obrabiarek podstawowymi elementami, które w dużym stopniu decydują o dokładności wymiarowej i kształtowej przedmiotu obrabianego są połączenia przewodnicowe.

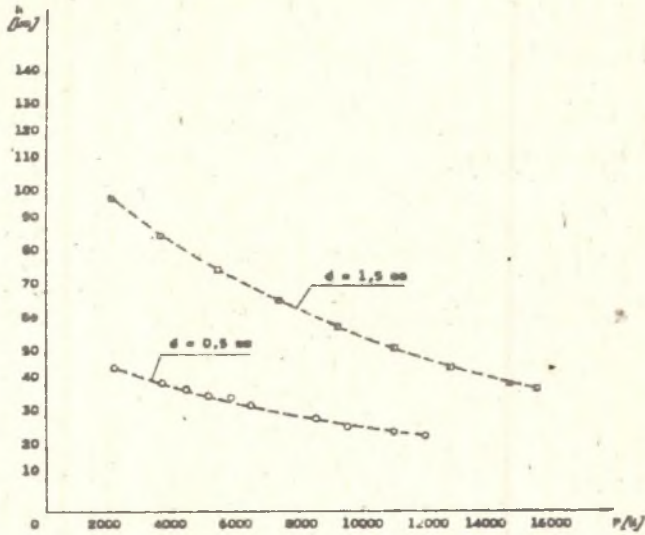
Duże możliwości zastosowań, szczególnie tam, gdzie wymagany jest równomierny ruch posuwowy i ruchy ustawcze zespołów przestawnych o bardzo małych prędkościach, posiadają przewodnice aerostatyczne.

Zastosowanie sprężonego powietrza jako czynnika smarującego praktycznie eliminuje opory tarcia ($\mu = 10^{-4} \div 10^{-5}$), będące główną przyczyną drgań relaksacyjnych (zjawisko typu "stok-slip"). Na drodze doświadczalnej określono podstawowe parametry przewodnic aerostatycznych, takie jak: nośność, wskaźnik sztywności statycznej oraz objętościowe natężenie przepływu powietrza dla zmiennych parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych. Pomiary wykonano na specjalnie zbudowanym stanowisku badawczym, zbliżonym wymiarami do rzeczywistego układu. Przy niedostatecznie dokładnej, jak dotychczas, metodyce obliczeń przewodnic aerostatycznych bardziej miarodajne będą dane otrzymane z badań doświadczalnych.

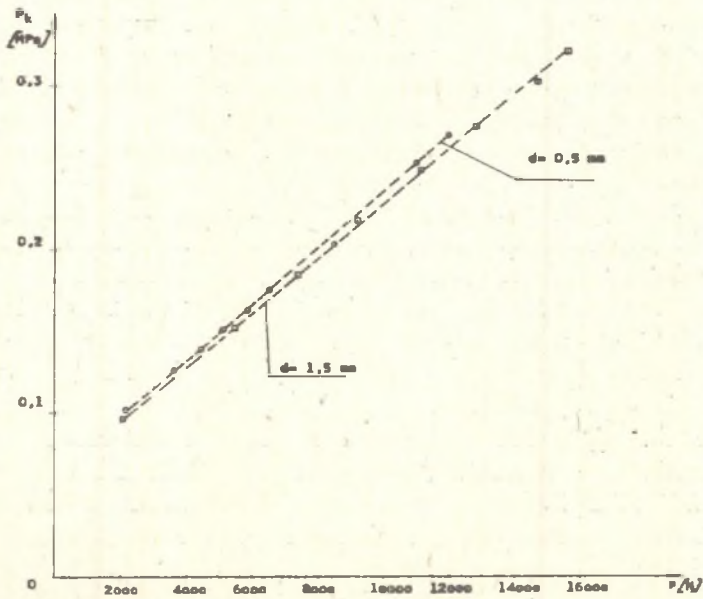
BADANIA STATYCZNE

Poniżej przedstawiono wybrane wyniki badań doświadczalnych przewodnic aerostatycznych otwartych przy obciążeniu statycznym.

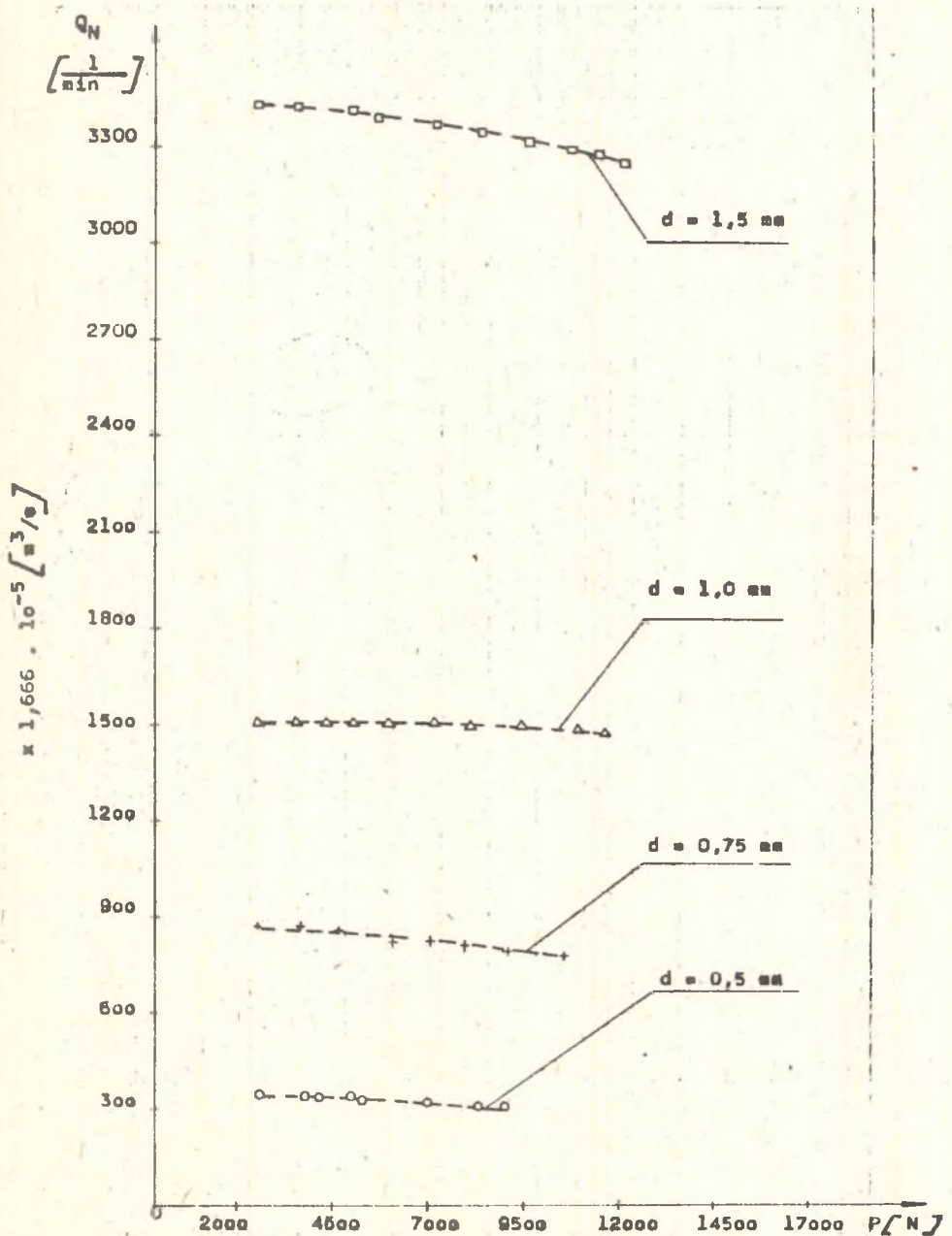
Podstawową charakterystyką przewodnic aerostatycznych otwartych jest zależność grubości warstwy nośnej powietrza h w funkcji obciążenia przewodnika P (rys. 1).



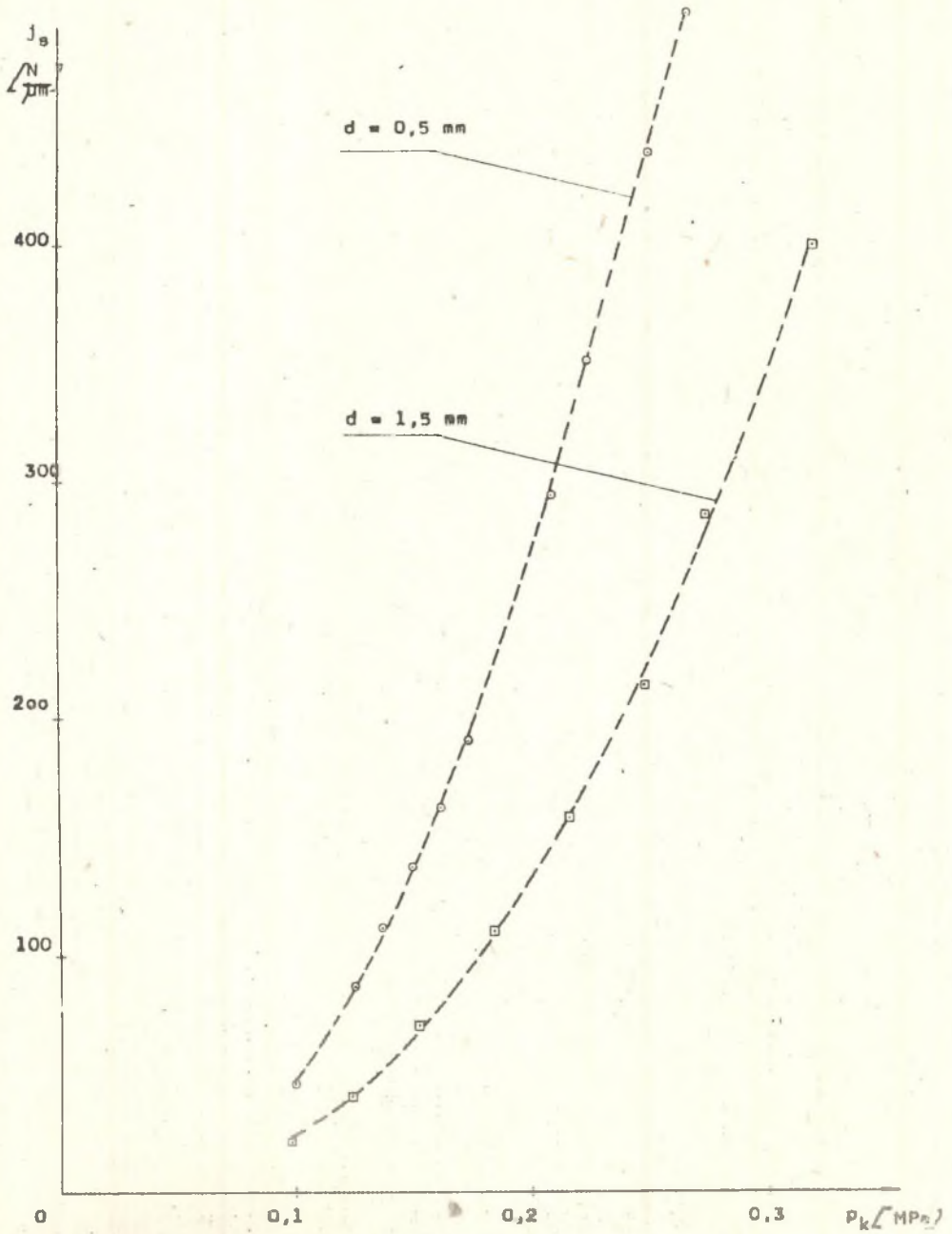
Rys. 1. Wykres zależności $h = f(P)$ dla ciśnienia zasilania $p_z = 0,5$ MPa



Rys. 2. Wykres zależności $P_k = f(P)$ dla ciśnienia zasilania $p_z = 0,5$ MPa



Rys. 3. Wykres zależności $Q_N = f(P)$ dla ciśnienia zasilania $P_z = 0, 5 \text{ MPa}$



Rys. 4. Wykres zależności $j_g = f(p_k)$ dla ciśnienia zasilania $p_z = 0,5 \text{ MPa}$

Uzupełniające charakterystyki przewodnic aerostatycznych otwartych stanowią: zależność ciśnienia komorowego p_k oraz zależność objętościowego natężenia przepływu powietrza Q_N w funkcji obciążenia P (rys. 2 i 3).

Wskaźnik sztywności statycznej jest między innymi zależny od obciążenia, którego przejawem działania jest zmiana grubości warstwy nośnej powietrza i ciśnienia komorowego.

Przykładowo na rys. 4 uwidoczono zależność wskaźnika sztywności statycznej J_B w funkcji ciśnienia komorowego p_k .

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów dla obciążenia symetrycznego można obliczyć wielkość powierzchni nośnej, dopuszczalnej siły obciążającej przewodnik oraz objętościowe natężenie przepływu powietrza przypadającego na jeden dławik (tablica 1). Są to ważne dane dla konstruktora projektującego przewodnice aerostatyczne. Mając na uwadze wyniki badań zamieszczone w tablicy 1 można przez analogię dobrać, dla założonej siły obciążającej przewodnik, niezbędną ilość dławików i wielkość powierzchni nośnej.

Przeprowadzono także badania przewodnic otwartych przy niesymetrycznym obciążeniu przewodnika (w punktach II, III, IV, V - wg rys. 5). Przykładowo na rys. 5 przedstawiono wyniki pomiarów dla największej badanej średnicy dławików, tj. 1,5 mm. Stwierdzono istotne zmiany grubości warstwy nośnej powietrza w zależności od punktu przyłożenia siły obciążającej przewodnik. W wyniku badań ustalono wielkości granicznych momentów przechyłowych (tablica 1), przy których nastąpi krawędziowy styk przewodnic i łoża, uniemożliwiający dalszą pracę połączenia przewodnicowego. Znajomość wartości tych momentów przy niesymetrycznym obciążeniu jest ważnym parametrem przy projektowaniu przewodnic aerostatycznych. Dla podobnych rozwiązań konstrukcyjnych można, z dostatecznym dla praktyki przybliżeniem, dobrać wielkość siły obciążającej przewodnik niesymetrycznie, mając na uwadze powierzchnię nośną przypadającą na 1 dławik oraz ciśnienie zasilania.

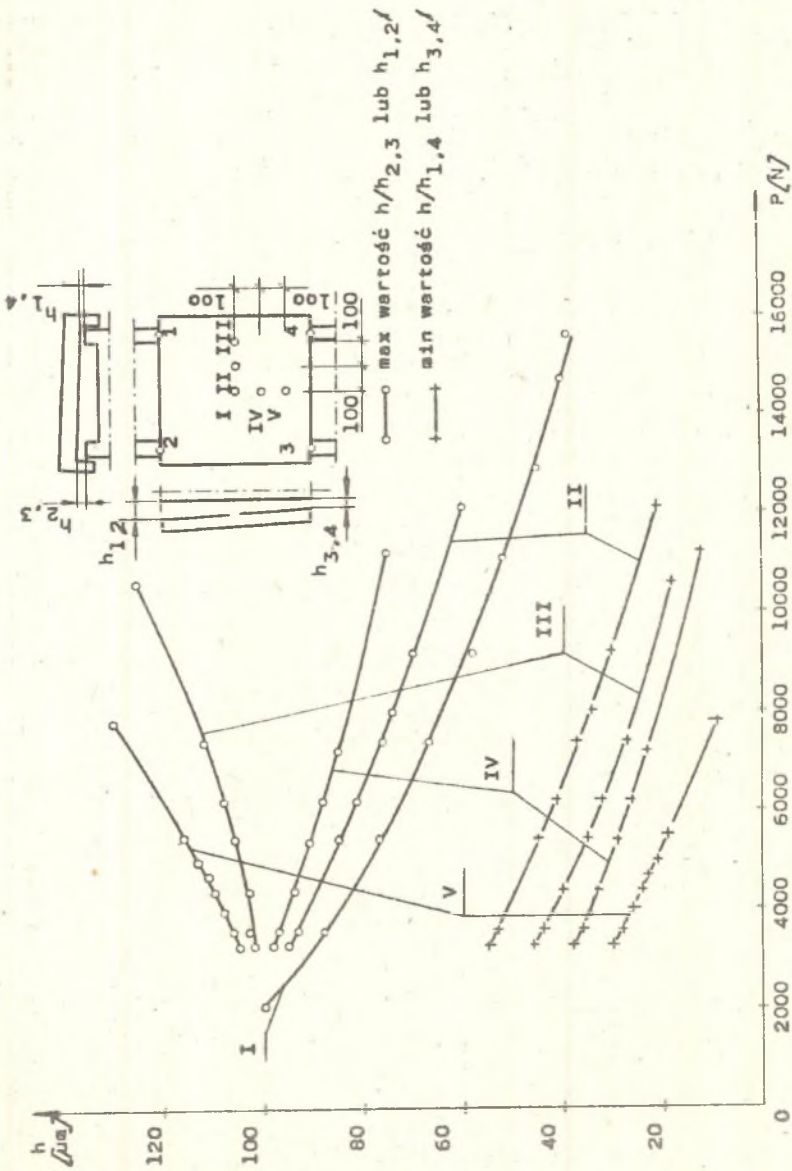
Podobne badania jak dla przewodnic otwartych przeprowadzono także dla przewodnic zamkniętych.

BADANIA DYNAMICZNE

Celem uzyskania obrazu przydatności dynamicznej przewodnic otwartych i zamkniętych określono charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowe, przy sinusoidalnie zmiennej sile wymuszającej, wynoszącej 60 N, którą uzyskano za pomocą wzbudnika drgań typu WED-4.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów określono zakres częstotliwości w warunkach jak dla stanowiska badawczego, w którym zachodzi rezonans.

Stwierdzono, że zjawisko rezonansu dla przewodnic otwartych i zamkniętych występuje w paśmie częstotliwości 90 ± 170 Hz. Częstotliwości rezonansowe przewodnic otwartych i zamkniętych są niższe dla mniejszych średnic dławików. Stwierdzono, że zwiększenie ciśnienia zasilania z 0,3 do 0,5 MPa powoduje zwiększenie sztywności dynamicznej przewodnic aerostatycznych.



Rys. 5. Wykres zależności $h = f(P)$ dla niesymetrycznego ociążenia przewodnika ($d = 1,5 \text{ mm}$)

Tablica 1

Dane ogólne: ilość dławików - 16 sztuk, ciśnienie zasilania - $P_z = 0,5 \text{ MPa}$									
Średnica dławika $d \text{ m}$	Obciążenie symetryczne					Obciążenie niesymetryczne			
	Obciążenie przypadające na 1 dławik [N]	Powierzchnia nośna przypadająca na 1 dławik [cm ²]	Objętościowe natężenia przepływu powietrza przypadające na 1 dławik [l/min] $\times 1,666 \cdot 10^{-5}$ [m ³ /s]	Punkt pomiarowy wg rys. 3	Największa siła obciążająca przewód [N]	Ramię działania siły [m]	Moment statyczny [Nm]		
0,5	750	28,1	20	I	12000	-	-	1080	
	-			II	10800			0,1	2000
	-			III	10000			0,2	1010
	-			IV	10160			0,1	1840
	-			V	9200			0,2	1840
0,75	779	28,1	48,8	I	12450	-	-	1100	
	-			II	11000			0,1	1844
	-			III	9220			0,2	1000
	-			IV	10000			0,1	1060
	-			V	5300			0,2	1060
1,0	862	28,1	94,2	I	13800	-	-	1150	
	-			II	11500			0,1	1960
	-			III	9800			0,2	1070
	-			IV	10700			0,1	1240
	-			V	6200			0,2	1240
1,5	979	28,1	204,4	I	15620	-	-	1210	
	-			II	12100			0,1	2120
	-			III	10600			0,2	1120
	-			IV	11200			0,1	1420
	-			V	7770			0,2	1554

Z badań wynika, że jedną z korzystnych metod zmniejszania amplitudy drgań wymuszonych jest zastosowanie przewodnic typu zamkniętego.

ZALECENIA DO KONSTRUKCJI I EKSPLOATACJI PROWADNIC AEROSTATYCZNYCH

Bardzo ważne jest zachowanie wysokiej dokładności obróbki co do płaskości, równoległości i prostopadłości wykonania powierzchni roboczych przewodnic celem zapewnienia wysokiej sztywności połączenia przewodnicowego.

Przewodnice łoża powinno się odlewać wspólnie z łożem, a w przypadku przewodnic przykręcanych do łoża powinno się je przeszlifować razem z łożem.

Płyta przewodnika powinna mieć dostateczną grubość, co ma wpływ na uzyskanie odpowiedniej sztywności połączenia przewodnicowego dla zadanej nośności.

Przewodnice aerostaticzne wymagają konstrukcyjnego zabezpieczenia przed uszkodzeniem (zatarciem) suchych powierzchni roboczych w przypadku spadku lub zaniku ciśnienia zasilania.

Przewodnice aerostaticzne wymagają konstrukcyjnego zabezpieczenia przed zanieczyszczeniami i wiórami (osłony).

Wielkość zanieczyszczeń zawartych w powietrzu doprowadzanym do połączenia przewodnicowego musi być mniejsza od minimalnej grubości warstwy nośnej powietrza (10 μm), by mogły być usunięte przez przepływające powietrze.

Skutecznym zabezpieczeniem antykorozyjnym powierzchni przewodnic przed działaniem wilgoci zawartej w powietrzu okazała się cienka warstwa dwusiarczku molibdenu wtarta w powierzchnie nośne przewodnika i nafosforowanie powierzchni przewodnic łoża.

LITERATURA

- [1] WIERCIOCH W.: Badania statyczne i dynamiczne prostoliniowych przewodnic aerostaticznych obrabiarek. Praca doktorska. Instytut Budowy Maszyn. Politechnika Śląska, Gliwice 1978.
- [2] PISZ M., WIERCIOCH W.: Badania statyczne i dynamiczne przewodnic aerostaticznych. Sprawozdanie z pracy badawczej (nie publikowane). Instytut Budowy Maszyn, Gliwice 1977.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ АЭРОСТАТИЧЕСКИХ НАПРАВЛЯЮЩИХ СТАНКОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Р е з ю м е

Указываются возможности применения прямолинейных аэростатических соединений направляющих металлорежущих станков. Приводятся результаты экспериментальных исследований при статической и динамической нагрузках, а также рекомендации по конструированию и эксплуатации.

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF RECTILINEAR
AEROSTATIC SHEAR OF MACHINE TOOL

S u m m a r y

The possibilities of application of rectilinear aerostatic shear in machine tools are presented as well as the results of experimental studies at static and dynamic loadings and recommendations for design and exploitation.