

Klaudiusz KLARECKI, Janusz ŚLIWKA, Jan KOSMOL
Katedra Budowy Maszyn
Politechnika Śląska

MODELOWANIE BELEK SUPORTOWYCH TOKAREK KARUZELOWYCH METODĄ ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono ocenę konstrukcji belek suportowych tokarek karuzelowych serii KCH produkcji F.O. "Rafamet" na podstawie obliczeń statycznych i dynamicznych metodą elementów skończonych (programy PROMES4 i O.K.MES/3). Porównano kilka istniejących konstrukcji.

THE MODELLING OF CROSSRAIL OF TURNING AND BORING LATHE WITH FINITE ELEMENT METHOD

Summary. In this paper, evaluation of crossrail desing of turning and boring lathes of KCH (manufactured F.O. "Rafamet") family is presented. The evaluation was performed according to static and dynamic calculations conducted with finite element method (computer programs PROMES4 and O.K.MES/3). A few existing crossrail desing are compared.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧИН КАРУСЕЛЬНЫХ СТАНКОВ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Резюме. В статье помещена оценка конструкции поперечин карусельных станков серии КСН произведенных на F.O. "РАФАМЕТ", на основании результатов статических и динамических вычислений методом конечных элементов (компьютерная программа PROMES4 и O.K. MES/3).

1. WSTĘP

Belki suportowe tokarek karuzelowych są tymi elementami, które obok suwaków mają największy wpływ na dokładność obrabianych na tych obrabiarkach detali. W praktyce konstrukcyjnej bardzo rzadko są one dokładnie obliczane i sprawdzane sztywnościowo, a praktycznie w ogóle nie sprawdza się ich własności dynamicznych przed wykonaniem w metalu. Ze względu na skomplikowany kształt belki oraz złożoność obciążenia wyniki

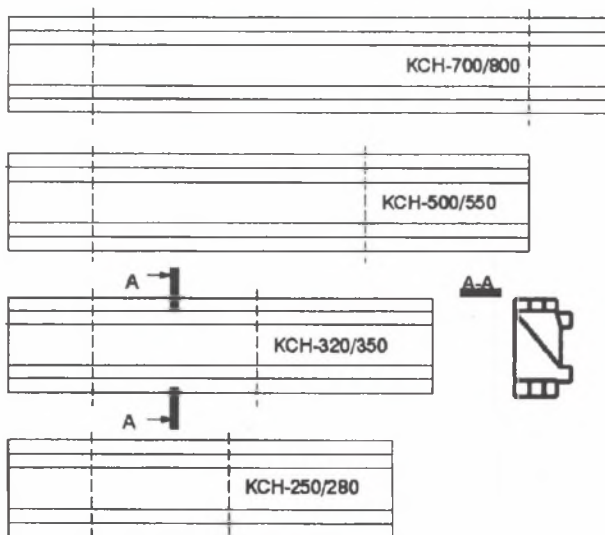
przybliżonych obliczeń sztywności (np. metoda Mohra) najczęściej rozmijają się ze stanem faktycznym. Dlatego też postanowiono do sprawdzenia konstrukcji użyć metody elementów skończonych, która mimo swojej czasochłonności okazuje się najlepsza do optymalizacji tego typu jednostkowych konstrukcji.

2. OPIS MODELOWANYCH BELEK

Belki suportowe, o których mowa w referacie, należą do tokarek karuzelowych dwustojakowych serii KCH produkowanych przez F.O "Rafamet". Omówione zostaną belki czterech tokarek karuzelowych KCH-250/280, KCH-320/350, KCH-500/550 oraz KCH-700/800 (pierwsza cyfra nazwy mówi o średnicy stołu /w cm/, druga o maksymalnej średnicy toczenia).

Belki mają konstrukcję skrzynkową, z poszerzoną częścią środkową (tj. częścią znajdującą się pomiędzy prowadnikami belki). Skorupa belki jest usztywniona żebrami (poziowymi i pionowymi). W części środkowej, z uwagi na duży przekrój, występują również ukośne zastrzały o przekroju krzyżowym. Zarówno w skorupie, jak i żebrach istnieją otwory technologiczne (o brzegach wzmocnionych kolnierzami). Na ścianie przedniej belki znajdują się elementy pod prowadnice suportu (suportów). Na uwagę zasługuje fakt, że tylko belka suportowa tokarki KCH-500/550 posiada zmieniony w porównaniu z pozostałymi belkami przekrój poprzeczny. Na rys.1 pokazano omawiane belki suportowe. Pionowymi liniami przerywanymi zaznaczono części belki pomiędzy prowadnikami.

Wszystkie belki wykonane zostały jako odlewy z żeliwa szarego ZI 300.

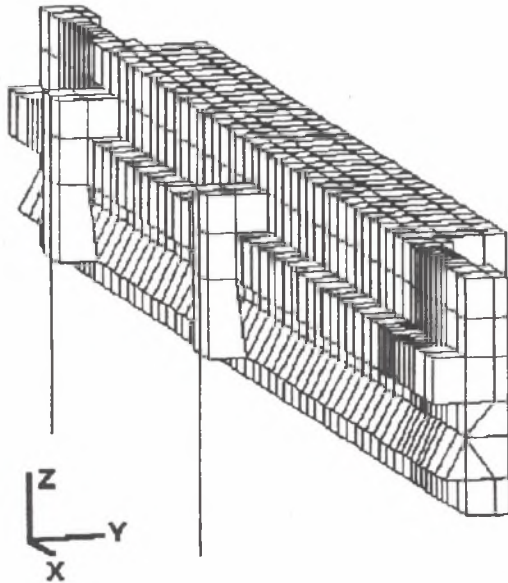


Rys.1. Belki suportowe tokarek karuzelowych serii KCH
Fig.1. The crossrails of turning and boring lathe of KCH family

3. MODELE OBLICZENIOWE

Belki suportowe pierwszych trzech z wymienionych tokarek zamodelowane zostały w systemie PROMES. Przy modelowaniu posłużono się następującymi typami elementów skończonych: powłokowymi (odpowiednik elementów płytowo-powłokowych w programie O.K. MES/3), belkowymi, tarczowymi, bryłowymi i podporowymi. Zewnętrzne ścianki oraz część żeber belek zamodelowano elementami powłokowymi, pozostałe żebra zamodelowano elementami belkowymi. Suport tokarki KCH 320/350 dla obliczeń statycznych zamodelowano elementami tarczowymi; przy obliczeniach dynamicznych suport został zastąpiony odpowiednio rozmieszczonymi masami skupionymi. Suporty tokarek KCH 250/280 i KCH 500/550 zamodelowano elementami bryłowymi, suwaki suportów - elementami belkowymi. Model belki tokarki KCH 320/350 osadzono na sztywnych podporach, modele belek tokarek KCH 250/280 i KCH 500/550 osadzono na podporach podatnych w kierunkach X oraz Y, sztywnych w kierunku Z. Sztywności elementów podporowych dobrano tak, aby uzyskać sztywności połączenia przewodnicowego słup-belka: w kierunku X - $300 \text{ daN}/\mu\text{m}$, Y - $400 \text{ daN}/\mu\text{m}$ [5].

Do zamodelowania belki suportowej tokarki KCH-700/800 posłużono się programem O.K. MES/3. Model powstał z czterech rodzajów elementów skończonych: elementów płytowo-powłokowych, belkowych, bryłowych i typu sprężyna. Większość ścianek odlewu belki, podobnie jak część żeber, odwzorowano elementami płytowo-powłokowymi, pozostałą część żeber elementami belkowymi, suporty elementami bryłowymi. Model podparto na sprężynach o sztywności dobranej podobnie jak dla belek KCH-250/280 i KCH-500/550. Dokładny opis użytych elementów znajduje się w pracy [2].



Rys.2. Model belki tokarki KCH 700/800 NM
Fig.2. The model of turning and boring lathe's crossrail

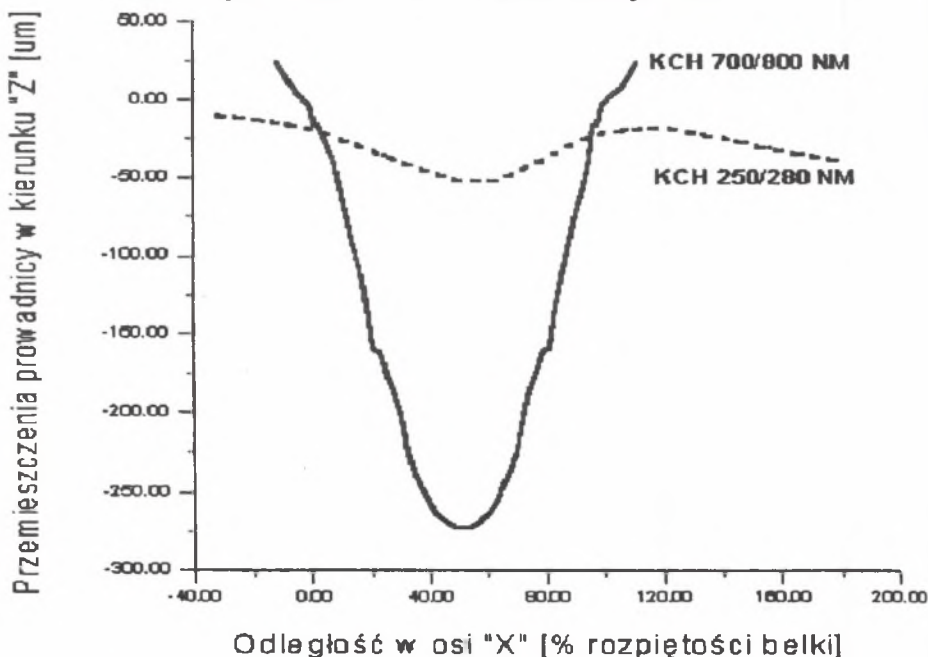
4. PORÓWNANIE SZTYWNOŚCI BELEK

Najważniejszym kryterium oceny korpusów obrabiarek ciężkich jest kryterium sztywności statycznej. W zasadzie belki suportowe można porównywać ze względu na dwa kryteria sztywnościowe, a mianowicie:

- wartości wskaźników sztywności, odniesionych do wierzchołka ostrza (WO),
- wartości przemieszczenia WO spowodowane ugięciem belki pod wpływem ciężaru własnego i ciężaru suportu.

Aby możliwe było porównywanie belek na podstawie wymienionych kryteriów, należy założyć dodatkowe warunki, jakie powinny spełniać modele obliczeniowe. W przypadku pierwszego kryterium wartości wskaźników sztywności zależą od wielu czynników, z których najistotniejsze to: sztywność belki, sztywność suwaka, średnica toczenia, wysięg suwaka. Ponieważ w rozważanym przypadku istotna jest sztywność belki, pozostałe czynniki powinny być takie same dla wszystkich modeli porównywanych belek suportowych. Dla porównywanych tokarek karuzelowych suwaki mają taką samą sztywność (wszystkie są o przekroju kwadratowym 300*300 mm). Jako średnicę toczenia dla poszczególnych modeli przyjęto wartość 0,2 maksymalnej średnicy toczenia. Wysuw suwaka przyjęto we wszystkich modelach taki sam, a mianowicie 500 mm. Wartości przemieszczenia WO pod wpływem ciężaru własnego belki wyznaczone zostały dla takich samych położań suportów.

W tabeli 1 podano przemieszczenia WO od ciężaru własnego belki.



Rys.3. Porównanie odkształceń prowadnic belek suportowych w osi "Z"
Fig.3. Comparison of the crossrail sliding way deformations in "Z" axis

Tabela 1

Obrabiarka	Min. śr. toczenia [mm]	Przemieszczenie WO [μm]			
		w osi "X"	w osi "Y"	w osi "Z"	wypadkowe
KCH 250/280	560	1,4	-86,9	-67,9	110,3
KCH 320/350	700	0,22	-20,5	-20,2	28,8
KCH 500/550	1100	3,3	-17,3	-92,6	94,3
KCH 700/800	1600	8,0	-26,1	-282,2	283,3

Poza przemieszczeniami WO istotne jest także odkształcenie prowadnic. Na rys.3 pokazane są odkształcenia górnych prowadnic belek tokarek KCH 250/280 i KCH 700/800. Dla lepszego zobrazowania przyjęto, że odległość pomiędzy podporami to 100 % (w osi X).

5. PORÓWNANIE WŁASNOŚCI DYNAMICZNYCH

Przy zastosowaniu metody elementów skończonych w analizie dynamicznej belek suportowych wyznaczano wartości częstotliwości oraz postaci drgań własnych modelu. Jako parametr służący do porównania własności dynamicznych badanych belek przyjęto wartości i postacie pierwszych częstotliwości drgań. Jeżeli kryterium wartości pierwszej częstotliwości drgań własnych jest niewystarczające (np. gdy pierwsze częstotliwości porównywanych modeli są zbliżone), można porównać wartości kolejnych częstotliwości.

Ocena cech dynamicznych modeli porównywanych obrabiarek ma charakter jakościowy. Tak więc w efekcie można jedynie wskazać model (belkę) o lepszych własnościach dynamicznych.

Tabela 2

Tokarka karuzelowa	Częstotliwość [Hz]	Opis postaci
KCH 250/280	37	Drgania skrętne względem osi X
KCH 320/350	42,3	Drgania skrętne względem osi X
KCH 500/550	73,4	Drgania giętne suwaka
KCH 700/800	29	Drgania giętne w osi Y

Należy zauważyć, że belka tokarki KCH-320/350, w odróżnieniu od pozostałych belek, została posadowiona na sztywnych podporach.

6. PODSUMOWANIE

Badania modelowe potwierdziły, iż rozpiętość belek suportowych (przy takim samym lub podobnym przekroju) istotnie wpływa na sztywność statyczną oraz wartości i postacie drgań własnych.

Interesujące jest spostrzeżenie, że belka suportowa tokarki KCH 500/550 NM, o nieznacznie zmienionym przekroju, cechuje się największą sztywnością skrętną.

Na podstawie modelowań, popartych badaniami na wykonanych egzemplarzach belek, stwierdzono, że dotychczasowe strategie projektowania, polegające na wykonywaniu belek o takim samym przekroju (co jest uzasadnione ze względów technologicznych), a następnie stosowanie bardzo kłopotliwego przepięzania lub stosowania dodatkowej belki korekcyjnej w celu uzyskania żądanych wypadkowych odkształceń belki, nie są optymalne.

LITERATURA

- [1] K. Grajek: "Obliczenia statyczne i dynamiczne belki suportowej tokarki karuzelowej KCH 320N" - Raport: TZ-A2/131-1/93/NB Gliwice 1993 r. (praca nie publikowana).
- [2] Praca zbiorowa: "O.K. MES/3 Instrukcja" Wyd.1. Oprogramowanie komputerów Warszawa 1991 r.
- [3] PN-82/M-55655. Tokarki karuzelowe jednostojakowe i dwustojakowe. Sprawdzanie dokładności.
- [4] K. Grajek: PRO-MES 4.0 - opis systemu. Gliwice 1993.
- [5] S. Zeweld: Ocena porównawcza struktury nośnej obrabiarek ciężkich, Rozprawa doktorska. Gliwice 1990.

Recenzent: prof. dr hab. inż. A. Tylikowski

Wpłynęło do Redakcji w grudniu 1994 r.