

|                                                   |                              |                        |
|---------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| OBRABIARKI<br>I URZĄDZENIA<br>DO OBRÓBK<br>METALI | NORMA BRANŻOWA               | BN-74                  |
|                                                   | Obrabiarki do metali         | 1522-02                |
|                                                   | Pomiar sztywności statycznej |                        |
|                                                   | tokarek kłowych              |                        |
|                                                   | Warunki i sposób pomiaru     | Grupa katalogowa IV 89 |

## 1 WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są szczegółowe warunki i sposób dokonywania pomiarów sztywności statycznej tokarek kłowych oraz określenia ich wskaźników sztywności statycznej.

## 1.2. Określenia

**1.2.1. Wskaźnik sztywności statycznej zespołu tokarki** - wartość ilorazu przyrostu siły obciążającej i przyrostu przemieszczenia danego zespołu wywołanego tym obciążeniem.

**1.2.2. Wskaźnik sztywności względnej zespołu tokarki** (wrzeciona, konika) - wartość ilorazu przyrostu siły obciążającej i przyrostu przemieszczenia tego zespołu względem suportu.

**1.2.3. Wskaźnik umowy sztywności statycznej tokarki** - wartość ilorazu przyrostu siły obciążającej i sumy wartości przyrostu przemieszczenia suportu oraz połowy wartości przemieszczeń zespołów wrzeciona i konika.

## 1.3. Oznaczenia

- $J_k$  - wskaźnik sztywności statycznej konika tokarki,  $N/\mu m$  ( $kG/\mu m$ ),  
 $J_s$  - wskaźnik sztywności statycznej suportu tokarki,  $N/\mu m$  ( $kG/\mu m$ ),  
 $J_w$  - wskaźnik sztywności statycznej zespołu wrzeciona tokarki,  $N/\mu m$  ( $kG/\mu m$ ),  
 $J_{wk}$  - wskaźnik sztywności względnej konika,  $N/\mu m$  ( $kG/\mu m$ ),  
 $J_{ww}$  - wskaźnik sztywności względnej zespołu wrzeciona,  $N/\mu m$  ( $kG/\mu m$ ),  
 $J_t$  - wskaźnik umowy sztywności tokarki,  $N/\mu m$  ( $kG/\mu m$ ),  
 $P_z$  - siła w kierunku  $z$ ,  $N$  ( $kG$ ),  
 $P_{z\max}$  - największa dopuszczalna składowa siła obwodowa ustalona przez konstruktora,  $N$  ( $kG$ ),  
 $P_{yz\max}$  - największa siła obciążająca w badaniach sztywności statycznej,  $N$  ( $kG$ ).

## 1.4. Normy związane

PN-68/M-53260 Warsztatowe środki pomiarowe. Czujniki zębate zegarowe

PN-70/M-55012 Obrabiarki i narzędzia do skrawa-

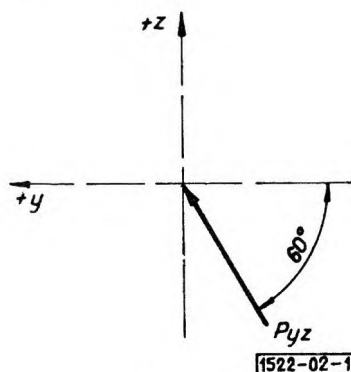
nia metali. Chwyty i gniazda ze stożkiem metrycznym Morse'a

BN-73/1522-01 Obrabiarki do metali. Ogólne warunki pomiarów sztywności statycznej

## 2. ZASADY WYKONYWANIA POMIARÓW

**2.1. Zakres badań.** Badaniom sztywności statycznej podlegają zespoły wrzeciona, konika i suportu tokarki.

**2.2. Obciążenie zespołów.** Badane zespoły obrabiarki obciąża się siłą promieniową  $P_{yz}$ , skierowaną pod kątem  $60^\circ$  do kierunku posuwu poprzecznego (rys. 1) i leżącego w płaszczyźnie prostopadłej do osi toczenia.



Rys 1

**2.3. Kierunki pomiarów przemieszczeń** Przemieszczenia zespołów tokarki powstające na skutek działania siły obciążającej mierzy się w kierunku zgodnym z kierunkiem posuwu poprzecznego (kierunek  $y$  układu obrabiarki). Dopuszcza się pomiar przemieszczeń w kierunku z układu skrawania. Za dodatnie kierunki przemieszczeń przyjmuje się kierunki zgodne z kierunkiem działania odpowiedniej składowej siły obciążającej dla zespołów wrzeciona i konika, od tokarza ku materiałowi (rys. 1). Dla zespołu suportu dodatnim zwrotem osi  $y$  jest kierunek przeciwny do zwrotu osi przy pomiarach zespołu wrzeciona i konika.

**2.4. Baza pomiarowa.** Bazą pomiarową dla pomiarów przemieszczeń zespołów wrzeciona, konika i suportu jest łożo tokarki.

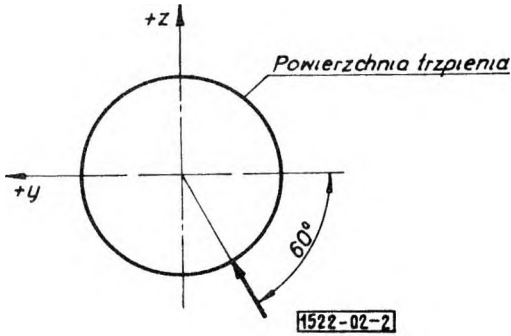
Instytut Obróbki Skrawaniem

Ustanowiona przez Naczelnego Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Obrabiarkowego PONAR dnia 20 marca 1974 r  
jako norma obowiązująca w zakresie czynności określonych normą od dnia 1 lipca 1974 r  
(Dz Norm i Miar nr 20/1974 poz 65)

### 3. OPRZYRZĄDOWANIE POMIAROWE

3.1 Urządzenie obciążające (napinacze). Obciążenie badanego zespołu siłą  $P_{yz}$  wywiera się za pomocą specjalnych urządzeń obciążających o dowolnej konstrukcji, umożliwiających

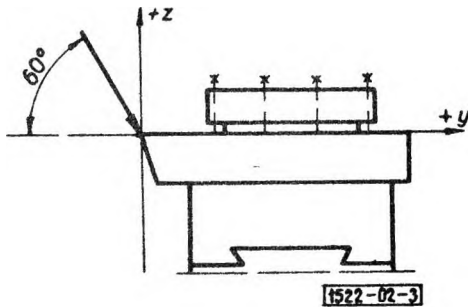
a) obciążenie siłą  $P_{yz}$ , działającą w kierunku zgodnym z 2.2, przyłożoną do powierzchni specjalnego trzpienia mocowanego w gnieździe badanego zespołu (rys. 2), układ taki stosuje się przy obciążaniu zespołów wrzeciona i konika,



Rys 2

b) obciążenie siłą  $P_{yz}$  zgodnie z 2.2 i przyłożoną w punkcie odpowiadającym punktowi przyłożenia siły skrawania na ostrzu noża (rys. 3), układ taki stosuje się przy obciążeniu zespołu suportu.

Urządzenia obciążające powinny spełniać wymagania określone normą BN-73/1522-01.

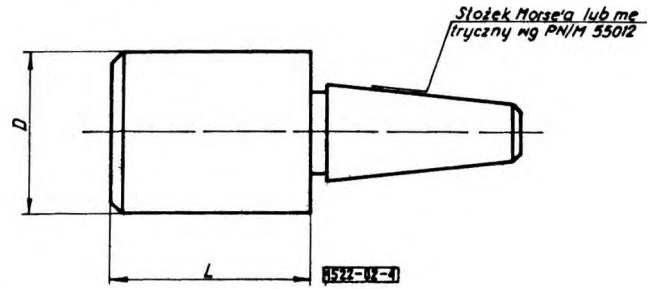


Rys 3

3.2 Przyrządy pomiarowe i ich uchwyty. Pomiaru przemieszczeń należy dokonywać przy użyciu czujników zegarowych wg PN-68/M-53260, których końcówki umieszcza się w przyjętych punktach pomiarowych w sposób zapewniający ruch końcówki w kierunku równoległym do przyjętych kierunków pomiaru (y lub z)

3.3. Trzpień. Obciążenie zespołów wrzeciona i konika tokarki dokonywane jest poprzez trzpień specjalne (rys 4) mocowane w stożkowych gniazdach wrzeciona i tulei konika.

Średnice części roboczej trzpieni należy dobrać w zależności od wielkości obrabiarki (średnica przelotu nadłożem) na podstawie tabl. 1.



Rys 4

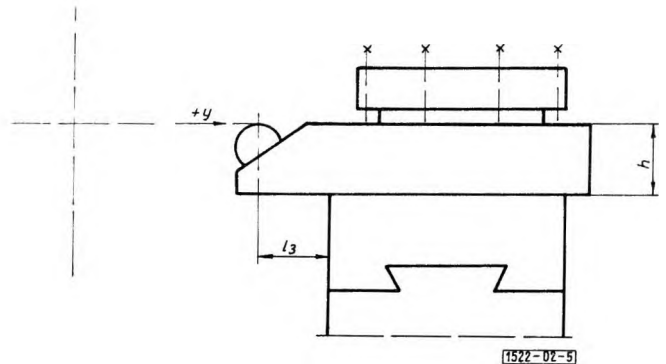
Dokładność wykonania części chwytowej powinna być zgodna z normą PN-70/M-55012. Stożek części chwytowej trzpienia powinien odpowiadać stożkowi gniazda.

Niedopuszczalne jest stosowanie tulei redukcyjnych.

Tablica 1

| Średnica przelotu nadłożem, mm | 100<br>125 | 160<br>200 | 250<br>400 | 315<br>500 | 630<br>1000 | 800<br>1250 | 1600<br>2000<br>2500 |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|----------------------|
| D = L, mm                      | 60         | 80         | 100        | 150        | 200         |             |                      |

3.4. Obciążenia zespołu suportu należy wykonywać poprzez element zastępujący noz tokarski (rys 5) mocowany w imaku narzędziowym. Przekrój poprzeczny elementu jest równy największemu znormalizowanemu przekrojowi trzonka noża mocowanego w danym imaku. Element ten powinien mieć gniazdo z kulą określającą punkt przyłożenia siły obciążającej.



Rys 5

Przyrządy i ich uchwyty powinny spełniać wymagania określone w BN-73/1522-01.

### 4. PRZYGOTOWANIE OBRABIARKI DO BADAŃ

4.1. Wymagania ogólne. Obrabiarka powinna spełniać wymagania BN-73/1522-01.

4.2. Położenie zespołów obrabiarki w czasie badania. Przed każdą próbą wszystkie przesuwne zespoły obrabiarki (suporty) ustawia się w położeniu pomiaru, nadając im ruch postępowy w kierunku przeciwnym do kierunku działania obciążenia. Mocowanie do pomiaru przemieszczeń suportu i konika

powinny odbywać się w takich miejscach łoża, w których odkształca się ono najmniej pod wpływem obciążenia (w pobliżu wrzeciennika).

Krawędź czołowej powierzchni suportu narzędziowego i krawędź jego prowadnic powinny leżeć w jednej płaszczyźnie pionowej. W przypadkach niezbędnych dopuszcza się przesunięcie suportu narzędziowego, lecz nie więcej niż o 0,02 całkowitego przesuwu. Położenie suportu należy zanotować w protokole pomiarowym. Tuleja konika powinna być wysunięta z korpusu na długość równą średnicy zewnętrznej tulei. Zamocowanie badanych zespołów, a więc konika na łożu, tulei konika i imaka nożowego należy wykonać bez stosowania dodatkowych przedłużaczy do kluczy i dźwigni, jeżeli instrukcja obsługi nie przewiduje ich zastosowania.

## 5. PRZEPROWADZANIE BADAŃ

**5.1. Określenie wielkości największego obciążenia.** Wielkość największego obciążenia  $P_{yzmax}$  należy ustalać w zależności od  $P_{zmax}$  według wzoru

$$P_{yzmax} = \frac{(1,1 + 1,2) P_{zmax}}{\sin 60^\circ}$$

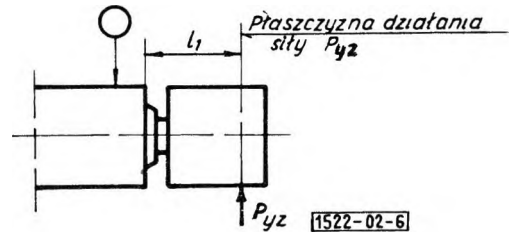
W przypadku braku danych dotyczących dopuszczalnej siły  $P_z$ , wielkość największej siły obciążającej należy przyjmować według danych orientacyjnych, zawartych w tabl. 2. Wartość największego momentu obciążenia należy ustalić na podstawie danych konstrukcyjnych tokarki.

Tablica 2

| Średnica przelotu nad łożem mm | Największa wartość siły $P_{yz}$ N | (kg)  |
|--------------------------------|------------------------------------|-------|
| 100                            | 250                                | 2500  |
| 125                            | 300                                | 3000  |
| 160                            | 400                                | 4000  |
| 200                            | 520                                | 5200  |
| 250                            | 700                                | 7000  |
| 315                            | 900                                | 9000  |
| 400                            | 1200                               | 12000 |
| 500                            | 1700                               | 17000 |
| 630                            | 2200                               | 22000 |
| 800                            | 3000                               | 30000 |
| 1000                           | 3800                               | 38000 |
| 1250                           | 4800                               | 48000 |
| 1600                           | 6000                               | 60000 |
| 2000                           | 7500                               | 75000 |
| 2500                           | 9200                               | 92000 |

## 5.2 Pomiar sztywności wrzeciona

**5.2.1 Obciążenie zespołu wrzeciona** Zespół wrzeciona należy obciążać poprzez trzpień mocowany w gnieździe wrzeciona. Punkt przyłożenia siły obciążającej powinien znajdować się na części roboczej trzpienia, przy czym odległość  $l_1$  punktu przyłożenia siły od czoła wrzeciona (rys. 6) należy przyjmować według tabl. 3.



Rys 6

Tablica 3

| Gniazdo we wrzecionie                   | stozek Morse'a nr | 3  | 4  | 5  | 6  |     |     |     |     |
|-----------------------------------------|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
|                                         | stozek metryczny  |    |    |    |    | 80  | 100 | 120 | 160 |
| Odległość od czoła wrzeciona $l_1$ , mm |                   | 44 | 57 | 70 | 98 | 120 | 150 | 175 | 230 |

Kierunek i płaszczyzna działania siły obciążającej powinny być zgodne z 2.2.

**5.2.2 Punkty pomiarowe.** Przemieszczenia wrzeciona mierzy się w kierunku poziomym (kierunek  $y$  układu obrabiarki), przy czym punkt przyłożenia końcówki czujnika powinien znajdować się w odległości 10 mm od czołowej powierzchni wrzeciona. Dopuszcza się pomiar w kierunku pionowym dokonany w tej samej płaszczyźnie. Jeżeli wrzeciono ma końcówkę stożkową, jako powierzchnię pomiarową można wykorzystać powierzchnię wpustu, w przypadku końcówki gwintowanej należy nakręcić cylindryczną nakrętkę i do niej przystawic końcówkę czujnika. W przypadku konieczności przesunięcia punktów pomiarowych od czoła wrzeciona, należy zaznaczyć to w protokole pomiarowym.

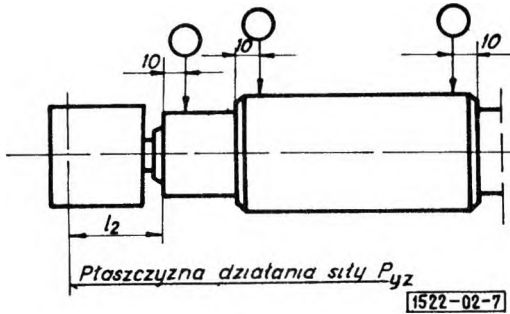
**5.2.3 Postanowienia dodatkowe.** Przed pomiarami wrzeciono należy zabezpieczyć przed obrotem przy użyciu specjalnej obejmy lub przez sprzęgnięcie go z pozostałymi kołami zębatymi układu napędowego w sposób odpowiadający uzyskaniu najniższej prędkości obrotowej.

## 5.3. Pomiar sztywności zespołu konika

**5.3.1. Obciążenie konika** Zespół konika należy obciążać poprzez trzpień mocowany w gnieździe tulei konika.

Punkt przyłożenia siły obciążającej powinien znajdować się na części roboczej trzpienia, przy czym odległość  $l_2$  punktu przyłożenia siły obciążającej od czoła tulei (rys. 7) należy przyjmować

według tabl 4 Kierunek i płaszczyzna działania siły obciążającej powinny być zgodne z 2.2.



Rys 7

Tablica 4

| Gniazdo w tulei stożek Morse'a nr | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|
| Odległość od czoła tulei $l_2$ mm | 26 | 36 | 44 | 57 | 70 |

**5.3.2. Punkty pomiarowe.** Przesunięcia zespołu konika mierzy się w kierunku poziomym (kierunek  $y$  układu obrabiarki), przy czym punkty przyłożenia końcówek czujnika powinny znajdować się na wysokości osi toczenia w następujących miejscach.

- na tulei konika w odległości 10 mm od czoła tulei,
- na korpusie konika w przedniej części, w odległości 10 mm od czoła korpusu,
- na korpusie konika w tylnej części, w odległości 10 mm od tylnej powierzchni czołowej korpusu.

Dopuszcza się pomiar w kierunku pionowym, dokonany w tej samej płaszczyźnie. Jeżeli istnieje konieczność przesunięcia położenia punktów pomiarowych, należy to zaznaczyć w protokole pomiarowym.

#### 5.4. Pomiar sztywności zespołu suportu

**5.4.1. Obciążenia suportu.** Suport należy obciążać zgodnie z 3.4. Kierunek i płaszczyzna działania siły obciążającej powinny być zgodne z 2.2 i 3.1.

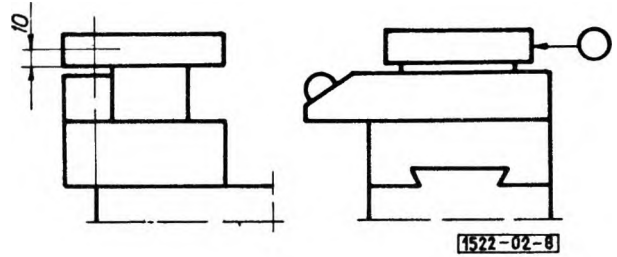
Odległość  $l_3$  punktu położenia siły od krawędzi imaka należy przyjmować według tabl 5 (rys. 5).

Tablica 5

| Wymiary przekroju trzonka noża $h \times b$ mm | 10×10 | 16×10<br>16×16 | 20×12<br>20×20 | 25×16<br>25×25 | 32×20<br>32×32 | 40×25<br>40×40 | 50×32<br>50×50 | 63×40 |
|------------------------------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| Odległość punktu przyłożenia siły $l_3$ mm     | 15    | 24             | 30             | 38             | 48             | 60             | 75             | 95    |

**5.4.2. Punkt pomiarowy.** Przesunięcie zespołu suportu mierzy się w kierunku poziomym (kierunek  $y$

układu obrabiarki), przy czym punkt przyłożenia końcówki czujnika powinien znajdować się na górnej płycie imaka nozowego, w odległości 10 mm od dolnej krawędzi płyty, w pionowej płaszczyźnie symetrii rowka narzędziowego (rys. 8).



Rys 8

## 6. PRZEDSTAWIENIE WYNIKÓW POMIARÓW PRZEMIESZCZEŃ

Wyniki pomiarów przesunięć powinny być opracowane zgodnie z zaleceniami BN-73/1522-01.

## 7. WYZNACZANIE WSKAŹNIKÓW SZTYWNOŚCI STATYCZNEJ

**7.1. Postanowienia wstępne.** Wskaźniki sztywności statycznej wyznacza się zgodnie z BN-73/1522-01, p 4.4 tylko dla podstawowego kierunku pomiaru przesunięć  $y$  zgodnie z 2.3, niniejszej normy.

**7.2. Wskaźniki sztywności statycznej zespołów.** Zgodnie z 1.3.2 wyróżnia się wskaźniki

- sztywności konika, wyznaczonej w  $N/\mu m$  ( $kg/\mu m$ ) ze wzoru

$$j_k = \frac{\Delta P_{yz}}{\Delta f_k}$$

- sztywności suportu, wyznaczonej w  $N/\mu m$  ( $kg/\mu m$ ) ze wzoru

$$j_s = \frac{\Delta P_{yz}}{\Delta f_s}$$

- sztywności wrzeciona, wyznaczonej w  $N/\mu m$  ( $kg/\mu m$ ) ze wzoru

$$j_w = \frac{\Delta P_{yz}}{\Delta f_w}$$

Jeżeli krzywa  $P_{yz} = f(f_k, f_w, f_s)$  wykazuje przebiegięcia, podaje się wskaźnik sztywności dla poszczególnych przedziałów  $P_{yz}$ .

**7.3. Wskaźnik sztywności względnej zespołów.** Zgodnie z punktem 1.3.3 wyróżnia się wskaźniki

- sztywności układu wrzeciono-suport, wyliczanej w  $N/\mu m$  ( $kg/\mu m$ ) ze wzoru

$$j_{ww} = \frac{\Delta P_{yz}}{\Delta f_w + \Delta f_s}$$



- sztywności układu konik-suport, wyliczanej w  $N/\mu m$  ( $kg/\mu m$ ) ze wzoru

$$j_{wk} = \frac{\Delta P_{yz}}{\Delta f_k + \Delta f_s}$$

7.4. Umojny wskaźnik sztywności tolarki - zgodnie z 1.3.1 oblicza się w  $N/\mu m$  ( $kg/\mu m$ ) ze wzoru

$$j_t = \frac{\Delta P_{yz}}{\Delta f_s + 0,5 (\Delta f_w + \Delta f_k)}$$

Ta obliczony wskaźnik odpowiada przypadkowi równoczesnego obciążenia wrzeciona, konika i suportu siłą  $P_{yz}$  obciążającą bezpośrednio suport, a na wrzeciono i konik przenoszoną przez idealnie sztywny przedmiot mocowany w łbach.

K O N I E C