

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP  
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

Centralna Stacja Prób

074

A

Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż. E. Trepczyński, inż. K. Wojda,  
tech. W. Czarnecki.

Konsultant

Nr zlecenia  
RP-26.1.

Modernizacja modułów części manipu-  
lacyjnej z napędem pneumatycznym.

zad. 2.1

Badania wybranych węzłów konstrukcyj-  
nych.

Zlecniodawca CPBR 7.1

Pracę rozpoczęto dnia 87.09.15  
Kierownik CSP

Z-ca Dyrektora  
d/s Pomiarów

zakończono dnia 87.11.15.  
Kierownik OBN

mgr inż. E. Trepczyński

dr inż. J. Winiecki

dr inż. St. Budzyński

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 10

Egz. 1 BOLTTE

rysunków 1

Egz. 2 OAR

fotografii

Egz. 3 OBN

tabel 6

Egz. 4 OAR

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 5968

## Analiza deskryptorowa

MODUŁOWE ROBOTY PR-02. BADANIA

### Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera wyniki badań wybranych, w oparciu o program badań 9nr rej.5885/, modułów KD180, MD2403 oraz amortyzatorów AH16 i AH20 oraz hamulca ciernego HPR-02.

### Tytuły poprzednich sprawozdań

nie ma

338.45:62/69].002.1/2<sup>.001.5</sup> Roboty prędkościowe - badania

UKD

MAP-252/83-6000

2

### 1.1. Przedmiot i cel badań

Przedmiotem badań były prototypy n/w urządzeń wykonanych przez PIAP:

- amortyzator AH20
- amortyzator AH16
- hamulec cierny HPR-02
- moduł KD180
- moduł MD2403.

Celem badań było sprawdzenie parametrów urządzeń w oparciu o i...  
"Program badań wybranych modułów PR-02 i wybranych węzłów konstrukcyjnych".

### 1.2. Dokumenty będące podstawą badań

- "Program badań wybranych modułów PR-02 i wybranych węzłów konstrukcyjnych" - nr rej. 5885 - opracowany w Ośrodku Robotów Przemysłowych
- harmonogram zlec. RP-26.1.

### 1.3. Aparatura i urządzenia użyte podczas badań

- Szafa sterownicza PR-2/SD nr 0838003 oraz PR-2/8D nr 8480002
- Zasilacz stabilizowany Z-3020
- Rejestrator f-my Galileo model MI3a
- Woltomierz typ V531
- Manometr kontaktowy - zakres 0-0,1 MPa
- Obciążniki o masie 3 kg i wymiarach  $\varnothing 100$  mm, wys. 50 mm /z otworem  $\varnothing 20$  mm/
- Obciążniki o masie 5 kg
- Zestaw zasilania pneumatycznego /filtr, reduktor, smarownica smocz-kowa/.

## 2. Badania

### 2.1. Amortyzator AH20

#### 2.1.1. Sprawdzenie szczelności

Sprawdzenie szczelności obwodu pneumatycznego przeprowadzono dla ciśnienia zasilania 0,5 MPa; 0,6 MPa i 0,7 MPa za pomocą roztworu mydlanego. Podczas próby trwającej 5 minut nie stwierdzono nieszczelności obwodu.

### 2.1.2. Sprawdzenie działania i pracy

Amortyzatory AH20 /2 szt./ badano po wmontowaniu ich do modułu MB4003. Moduł ustawiony na maksymalny zakres, zamocowany pionowo do stołu laboratoryjnego, obciążano kolejno masą 15 kg i 30 kg oraz zasilano sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,5 MPa; 0,6 MPa i 0,7 MPa. Wysterowanie modułu odbywało się poprzez szafę sterowniczą PR-02/SDM. Wstępne sprawdzanie amortyzatora odbywało się w reżimie pracy ręcznej zg. z tabelą III programu badań. Wciśnięcie przycisku D1 powodowało ruch modułu MB4003 i dojście części ruchomej do zderzaka /praca 1-go amortyzatora/, a następnie po wciśnięciu przycisku D2 następował ruch w przeciwnym kierunku i dojście do drugiego zderzaka /praca 2-go amortyzatora/. Po kilkukrotnym przesterowaniu modułu i wyregulowaniu amortyzatorów sprawdzono poprawność ich pracy w reżimie pracy automatycznej. Obydwa amortyzatory zapewniały bezuderzeniowe dochodzenie ruchomego zespołu modułu do zderzaków./uzyskano odpowiednie tłumienie/.

### 2.1.3. Sprawdzenie stałości parametrów

Badanie przeprowadzono w układzie jak w p.2.1.1. przy zasilaniu modułu sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,6 MPa. Czas próby 100 h /ok. 58.200 cykli/, moduł sterowany z szafy sterowniczej PR-02/SD w reżimie pracy automatycznej obciążony masą 25 kg. Po 27400 cyklach nastąpiły zacięcia amortyzatora /dolnego/. Po demontażu amortyzatora stwierdzono uszkodzenie uszczelki pomiędzy komorą olejową i powietrzną, co spowodowało przedostanie się oleju do komory powietrznej. Po wymianie uszczelki próbę kontynuowano. Do końca próby /100 h - 58.130 cykli/ amortyzatory pracowały poprawnie.

### 2.1.4. Pomiar masy

Masa amortyzatora AH20 wraz z olejem wynosi 1,047 kg.

## 2.2. Amortyzator AH16

### 2.2.1. Sprawdzenie szczelności

Szczelność obwodu pneumatycznego sprawdzono dla ciśnienia zasilania 0,5; 0,6 i 0,7 MPa. Podczas próby trwającej 5 min nie stwierdzono nieszczelności obwodu.

### 2.2.2. Sprawdzenie działania i pracy

Amortyzatory AH16 /2 szt./ badano po wmontowaniu ich do modułu MA3002. Moduł ustawiony na maksymalny zakres ruchu zamocowany poziomo do stołu laboratoryjnego obciążony kolejno masą 5 kg i 12 kg zasilano sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,5; 0,6; 0,7 MPa. Sterowanie modułem odbywało się poprzez szafę sterowniczą PR- 02/SD. Sprawdzenie działania amortyzatora odbywało się w reżimie pracy ręcznej poprzez wciskanie przycisków na pulpicie szafy sterowniczej zgodnie z tabelą III programu badań. Wciśnięcie przycisku E1 powodowało ruch modułu MA3002 i dojście amortyzatora do zderzaka /praca 1-go amortyzatora/, a następnie po wciśnięciu przycisku E2 następował ruch modułu w przeciwnym kierunku i dojście amortyzatora do drugiego zderzaka /praca 2-go amortyzatora/. Po kilkukrotnym przesterowaniu modułu i wyregulowaniu amortyzatorów sprawdzono poprawność pracy amortyzatorów w reżimie pracy automatycznej. Obydwa amortyzatory zapewniały bezuderzeniowe dochodzenie ruchomego zespołu modułu do zderzaków.

### 2.2.3. Sprawdzenie stałości parametrów

Badania przeprowadzono w układzie jak w p.2.2.1 przy zasilaniu modułu sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,6 MPa. Czas próby 100 h moduł sterowany z szafy sterowniczej PR-02/SD obciążony masą 10 kg. Podczas 100 h /58.130 cykli/ amortyzatory pracowały poprawnie - były szczelne i zapewniały bezuderzeniowe dojścia ruchomych części modułu do zderzaków.

### 2.2.4. Pomiar masy

Masa amortyzatora /z olejem/ wynosi 0,805 kg.

## 2.3. Hamulec HPR-02.

### 2.3.1. Sprawdzenie działania i pracy

Hamulec badano po wmontowaniu go do modułu MB4003. Sprawdzenie hamulca wykonano w układzie jak na rys.11 Programu badań. Moduł zamocowany sztywno do stołu laboratoryjnego zasilono sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,6 MPa, część ruchoma modułu znajdowała się w górnym położeniu. W trakcie ruchu modułu do dołu zaworem elektro-

pneumatycznym odcięto zasilania i stwierdzono, że część ruchoma modułu opadła do dolnego amortyzatora - hamulec nie spowodował zatrzymania części ruchomej modułu.

Sprawdzono działanie hamulca w stanie statycznym /bez ruchu modułu/ w układzie przedstawionym na rys.1 n/sprawozdania. Moduł zasilono sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,6 MPa /część ruchoma modułu znajdowała się w górnym położeniu/, a następnie ciśnienie stopniowo obniżano. Przy ciśnieniu 0,4 MPa nastąpiło odcięcie sprężonego powietrza od modułu i część ruchoma modułu nieznacznie przesunęła się do dołu. Pomierzono wielkość opadania modułu /drogę hamowania/ przy pomocy czujnika zegarowego. Z wykonanych 20 pomiarów obliczono wartość średnią, która wynosi 0,435 mm. Wyniki pomiarów podano w tabeli 1.

## 2.4. Moduł KD-180

### 2.4.1. Pomiar masy

Masa modułu wynosi 11 kg.

### 2.4.2. Sprawdzenie rezystancji izolacji

Pomiar rezystancji wykonano przy pomocy megaomierza induktorowego o napięciu 500 V pomiędzy zwartymi zaciskami złącza elektrycznego a odsłoniętą częścią metalową modułu.

Podczas pierwszego pomiaru wartość rezystancji równa była 0,5 M. Stwierdzono, że przyczyną tak niskiej rezystancji była podkładka w elektrozaworze /powodowała zwarcie/. Po usunięciu podkładki wartość rezystancji była większa od 50 MΩ.

### 2.4.3. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji

Sprawdzenie wykonano przykładając napięcie 500 V z transformatora probierczego pomiędzy zwarte zaciski złącza elektrycznego a nieosłoniętą część metalową modułu na okres 1 minuty. Podczas próby nie stwierdzono przebicia izolacji oraz przeskoku iskry.

### 2.4.4. Sprawdzenie szczelności obwodów pneumatycznych

Sprawdzenie szczelności wykonano dla ciśnienia 0,5; 0,6 i 0,7 MPa. Podczas próby trwającej 5 min nie stwierdzono nieszczelności obwodu.

#### 2.4.5. Sprawdzenie działania i pracy

Moduł KD 180 zamocowany sztywno do stołu laboratoryjnego obciążony masami 6 kg umieszczonymi symetrycznie względem środka modułu w odległości 155 mm a następnie 255 mm zasilano sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,6 MPa. Moduł sterowano w reżimie pracy ręcznej z układu sterowania PR-02/SD wciskając przyciski sterowania - zg. z tabelą III Programu badań. Ruchy modułu sygnalizowane były zapalaniem się lampek na pulpicie układu sterowania zg. z tabelą III Programu badań. Ustawiono prędkość modułu i wyregulowano tłumienie amortyzatorów tak aby zapewnione było bezuderzeniowe zatrzymywanie się modułu w punktach pozycjonowania.

Następnie moduł sprawdzono w reżimie pracy automatycznej. Stwierdzono poprawną pracę modułu - bezuderzeniowe dochodzenie modułu do zderzaków.

#### 2.4.6. Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania

Sprawdzenie wykonano dla modułu zmontowanego jak w p.2.4.5, obciążonego masami 6 kg umieszczonymi symetrycznie względem środka modułu w odległości 155 mm, a następnie 255 mm, dla zakresu ruchu od 0 do 158°. Powtarzalność pozycjonowania pomierzono zgodnie z opisem w p.5.2.7.1 Programu badań.

Wykonano 22 pomiary czujnikiem zegarowym zapewniającym dokładność 0,001 mm. Średnią powtarzalność pozycjonowania po odrzuceniu największej i najmniejszej odchyłki obliczano ze wzoru /wg Programu badań/:

$$\frac{1000}{R} \cdot \frac{X_{\max} - X_{\min}}{2} \leq 0,1$$

gdzie: R - promień toru pktu pomiarowego w mm

X<sub>max</sub> i X<sub>min</sub> - największa i najmniejsza wartość pomiaru z serii branej do obliczeń w mm

Średnie wartości powtarzalności pozycjonowania wynoszą:

1/ przy obciążeniu modułu masami 6 kg umieszczonymi symetrycznie względem środka modułu w odległości 255 mm:

- dla punktu pozycjonowania 0° - 0,08

- " " " 158° - 0,06

2/ przy obciążeniu modułu masami 6 kg umieszczonymi symetrycznie względem środka modułu w odległości 155 mm:

- dla punktu pozycjonowania 0° - 0,02

- " " " 158° - 0,04

Wyniki pomiarów podano w tabeli 2.

### 2.4.7. Sprawdzenie prędkości

Prędkość modułu określono metodą pośrednią jako iloraz kąta obrotu modułu do czasu w jakim moduł wykonał obrót. Badania przeprowadzono dla stałego ustawienia zderzaków I i zmiennego ustawienia zderzaka II /dla kąta 10°, 50, 90 i 158°/ z g. z rys.9 Programu badań. Czas obrotu modułu określono przy pomocy rejestratora f-my Galileo.

Średnią prędkość modułu obliczono ze wzoru:

$$V_{sr} = \frac{S / ^\circ}{t / s}$$

Wyniki podano w tabeli 3.

### 2.4.8. Sprawdzenie stałości parametrów

Moduł obciążony masami 6 kg umieszczonymi symetrycznie względem środka modułu w odległości 155 mm a następnie 255 mm zasilany sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,6 MPa w reżimie pracy automatycznej poddało 100 h próbie. Kąt ustawienia zderzaków wynosił 158°.

Przed próbą oraz po 50 i 110 h pracy modułu sprawdzono:

powtarzalność pozycjonowania /wyniki w tab.2/ i rezystancję izolacji. Rezystancja izolacji przed próbą, po 50 i 110 h pracy była większa od 50 MΩ.

Podczas próby /po 50, 60 i 110 h/ zachodziła konieczność regulacji amortyzatorów, ponieważ występowały uderzenia przy dochodzeniu modułu do punktów pozycjonowania /brak tłumienia/. Regulacją amortyzatorów spowodowano bezuderzeniowe dochodzenie modułu do zderzaków /uzyskało odpowiednie tłumienie/.

Po 110 h pracy pomierzono średnie prędkości modułu dla różnych ustawień zderzaka II /kąt 10°, 50°, 90°, 158°/.

Wyniki podano w tabeli 3.

Obliczone średnie wartości powtarzalności pozycjonowania podano w poniższej tabeli:

przed. próbą		po 50 h pracy				po 110 h pracy					
o b c i ą ż e n i e											
m=6kg l=155mm	m=6kg l=255mm	m=6kg l=155mm	m=6kg l=255mm	m=6kg l=155mm	m=6kg l=255mm	m=6kg l=155mm	m=6kg l=255mm	m=6kg l=155mm	m=6kg l=255mm	m=6kg l=155mm	m=6kg l=255mm
p o ł o ż e n i e   m o d u ł u											
0°	158°	0°	158°	0°	158°	0°	158°	0°	158°	0°	158°
0,02	0,01	0,08	0,06	0,05	0,09	0,01	0,01	0,07	0,01	0,06	0,05

Dopuszczalna powtarzalność pozycjonowania  $\leq 0,1$ .



## 2.5. Moduł MD2403

### 2.5.1. Pomiar masy

Masa modułu wynosi 58 kg.

### 2.5.2. Sprawdzenie rezystancji izolacji

Pomiar rezystancji /bez podkładek w elektrozaworze/ wykonano przy pomocy megaomierza indukcyjnego o napięciu 500 V pomiędzy zwartymi końcówkami złącza elektrycznego /z wyjątkiem końcówki nr 32 - masa układu/ a odizolowanymi częściami metalowymi modułu. Rezystancja izolacji była większa od 50 MΩ.

### 2.5.3. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji

Sprawdzenie wykonano przykładając na okres 1 minuty napięcie 500 V pomiędzy punkty jak przy pomiarze rezystancji w p.2.5.2. Podczas próby nie stwierdzono przeskoku iskry ani przebicia izolacji.

### 2.5.4. Sprawdzenie szczelności obwodów pneumatycznych

Szczelność obwodu pneumatycznego sprawdzono dla ciśnienia zasilania 0,5; 0,6; 0,7 MPa. Podczas próby trwającej 5 min nie stwierdzono nieszczelności obwodu.

### 2.5.5. Sprawdzenie działania i pracy

Moduł przymocowano sztywno do stołu laboratoryjnego, obciążono masami 18 kg umieszczonymi symetrycznie względem osi modułu w odległości 155 mm, a następnie 255 mm. Sprawdzenie wykonano przy ustawieniu zderzaków w pozycji:

- zderzak I - kąt obrotu 0°
- zderzak II - kąt obrotu 120°
- zderzak III - kąt obrotu 240°

w reżimie pracy ręcznej. Sterowanie odbywało się z układu sterowania PR-02/SD przy pomocy przycisków - zg. z tabelą III Programu badań. Po dokonaniu regulacji amortyzatorów moduł zatrzymywał się bezuderzeniowo w punktach pozycjonowania.

Następnie sprawdzono moduł w reżimie pracy automatycznej. Moduł pracował poprawnie - bezuderzeniowo dochodził do punktów pozycjonowania.

### 2.5.6. Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania

Sprawdzenie wykonano dla modułu zmontowanego jak w p.2.5.5. obciążonego masami 18 kg umieszczonymi symetrycznie względem środka modułu w odległości 155 mm a następnie 255 mm.

Pomiary wykonano dla zakresu ruchu 0-160° czujnikiem zegarowym umożliwiającym pomiar z dokładnością 0,01 mm.

Wykonano 22 pomiary, wyniki podano w tabeli 4.

Obliczona dokładność pozycjonowania wynosi:

- 1/ przy obciążeniu modułu masami 18 kg umieszczonymi symetrycznie względem środka modułu w odległości 155 mm
  - dla punktu pozycjonowania 0° - 0,09
  - " " 160° - 0,18
- 2/ przy obciążeniu modułu masami 18 kg umieszczonymi symetrycznie względem środka modułu w odległości 255 mm
  - dla punktu pozycjonowania 0° - 0,33
  - " " 160° - 0,13

### 2.5.7. Sprawdzenie prędkości

Prędkość modułu określono metodą pośrednią jako iloraz kąta obrotu modułu do czasu w jakim moduł wykonał obrót. Badania przeprowadzono dla stałego ustawienia zderzaków I i III /rys.7 Programu badań/ i zmiennego ustawienia zderzaka II /dla kąta 30°, 50°, 70°, czas obrotu modułu określono przy pomocy rejestratora f-my Galileo. Podczas badań moduł obciążono masami 18 kg umieszczonymi symetrycznie względem osi modułu w odległości 155 mm a następnie 255 mm. Wyniki podano w tabeli 5.

### 2.5.8. Pomiar poboru mocy

Pobór mocy obliczono z zależności

$$P = U \cdot I \quad /VA/$$

Pomierzone napięcie wynosiło 24 V, prąd 0,5 A, stąd moc  $P = 12 \text{ VA}$ .

### 2.5.9. Sprawdzenie stałości parametrów

Moduł MD2403 obciążony masami 18 kg umieszczonymi symetrycznie względem osi modułu w odległości 255 mm zasilony sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,6 MPa poddano działaniu w cyklu pracy automatycznej przez 100 h.

Przed próbą, po 50 h oraz po 100 h pracy sprawdzono:

- powtarzalność pozycjonowania
- rezystancję izolacji.

Wyniki powtarzalności pozycjonowania podano w poniższej tabeli:

przed próbą		po 50 h				po 100 h					
o b c i ą ż e n i e											
m=18kg l=155mm		m=18kg l=255mm		m=18kg l=155mm		m=18kg l=255mm		m=18kg l=155mm		m=18kg l=255mm	
p o ł o ż e n i e m o d u ł u											
0°	160°	0°	160°	0°	160°	0°	160°	0°	160°	0°	160°
0,09	0,18	0,33	0,13	0,11	0,06	0,27	0,07	0,07	0,13	0,04	0,02

Dopuszczalna powtarzalność pozycjonowania  $\leq 0,35$ .

Czasy ruchu modułu dla poszczególnych kątów podano w tabeli 5 i 5a.

Podczas trwania próby występowało często samoczynne zatrzymywanie /zacinanie/ modułu oraz nierównomierne prędkości na tych samych odcinkach ruchu.

Ponadto podczas pracy modułu słychać było zgrzyty w podstawie modułu. Po 15 h nastąpiła całkowita blokada modułu. Po naprawie i regulacji próbę kontynuowano do 100 h. Moduł pracował poprawnie.

Z analizy uzyskanych pomiarów /tabela 5 i 5a/ wynika, że czasy ruchu modułu dla różnych kątów ustawienia zderzaka II są niejednako-  
we oraz czasy ruchu dla tych samych kroków są różne.

Spowodowane to może być zmianami tłumienia na skutek regulacji amortyzatorów wykonywanej podczas próby.

Prędkość ruchu modułu dla kroku 3 i 4 jest zgodna z wymaganiami Programu badań  $V_{sr} = 111,7 \text{ } ^\circ/\text{s}$   $V_{dop} = 90 \text{ } ^\circ/\text{s}$ .

Rezystancja izolacji mierzona jak w p.2.5.2 jest zgodna z wymaga-  
niami.

14

### 3. Wnioski

3.1. Amortyzator AH20 pracował poprawnie zapewniając bezzawodowe dochodzenie części ruchomej modułu MB4003 do zderzaków, jednak podczas próby stałości parametrów w czasie 100 h /58.130 cykli/ wymagał częstych regulacji, a po wykonaniu 27.400 cykli - naprawy polegającej na wymianie uszczelki między komorami olejową i powietrzną. W celu dokonania oceny poprawności konstrukcji amortyzatora u jego przydatności dla zastosowań w modułach typu MB należy przeprowadzić badania pełne /w tym również środowiskowe/ po uprzednim ustaleniu i usunięciu przyczyn konieczności dokonywania częstych regulacji amortyzatorów oraz uszkodzenia się uszczelki.

3.2. Amortyzator AH16 pracował poprawnie zapewniając bezzawodowe dochodzenie części ruchomej modułu MA3002 do zderzaków. W celu dokonania oceny przydatności amortyzatora dla zastosowań w modułach MA należy amortyzator poddać badaniom środowiskowym.

3.3. Hamulec HPR-02 po odcięciu zasilania nie powoduje zatrzymania części ruchomej modułu MB4003 będącej w ruchu. Hamulec ten po odcięciu zasilania powoduje zatrzymanie części ruchomej modułu pozostającej w spoczynku na drodze nie większej niż 0,45 mm.

3.4. Moduły KD-180 i MD-2403 charakteryzują się brakiem stabilności działania, przejawiającym się samoczynną zmianą prędkości dla poszczególnych kierunków i kroków oraz konieczności dokonywania częstych regulacji tłumienia.

W celu dokonania oceny poprawności konstrukcji modułów KD180 i MD2403 należy przeprowadzić badania pełne /w tym również środowiskowe/ po uprzednim ustaleniu i usunięciu przyczyn niestabilnego działania modułów.

12

Sprawdzenie działania i pracy hamulca HPR-02

Tabela Nr. 1

Lp	Droga hamowania w [mm]
1	0,44
2	0,43
3	0,43
5	0,43
6	0,43
7	0,43
8	0,43
9	0,44
10	0,44
11	0,43
12	0,45
13	0,44
14	0,43
15	0,43
16	0,44
17	0,44
18	0,43
19	0,44
20	0,44

Lp	Sprawdzenie wstępne				Sprawdzenie po 50 h				Sprawdzenie po 110h			
	m=6kg L=255mm		m=6kg L=155mm		m=6kg L=255mm		m=6kg L=155mm		m=6kg L=255		m=6kg L=155mm	
	R czujnika 270 [mm]											
	Wartość odchyłki w [mm]											
	0°	158°	0°	158°	0°	158°	0°	158°	0°	158°	0°	158°
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	-0,003	0,002	-0,001	0,000	-0,001	-0,002	0,001	0,003	-0,003	0,005	0,000	-0,001
3	-0,007	0,002	-0,001	-0,001	0,000	-0,005	-0,003	0,000	-0,004	0,006	0,001	-0,001
4	-0,008	0,003	-0,002	-0,002	0,001	-0,004	-0,003	0,000	-0,006	0,007	0,000	-0,002
5	-0,011	0,004	-0,003	-0,002	-0,001	-0,005	-0,003	-0,002	-0,008	0,010	0,000	-0,002
6	-0,013	0,003	-0,004	-0,002	-0,003	-0,006	-0,003	0,000	-0,010	0,011	-0,002	0,000
7	-0,015	0,010	-0,005	-0,004	-0,003	-0,005	-0,002	0,003	-0,012	0,012	-0,002	0,000
8	-0,018	0,009	-0,005	-0,004	-0,002	-0,006	0,000	0,002	-0,014	0,015	-0,002	-0,003
9	-0,019	0,006	-0,005	-0,002	-0,004	-0,007	-0,001	0,002	-0,017	0,017	-0,003	0,000
10	-0,020	0,008	-0,005	-0,003	-0,006	-0,007	-0,001	0,001	-0,018	0,019	-0,002	0,000
11	-0,022	0,011	-0,006	-0,003	-0,003	-0,007	-0,002	0,002	-0,019	0,020	-0,002	0,001
12	-0,024	0,012	-0,006	-0,004	-0,002	-0,007	-0,004	0,001	-0,022	0,023	-0,002	0,000
13	-0,026	0,011	-0,007	-0,004	-0,001	-0,008	-0,002	0,001	-0,024	0,024	-0,002	-0,005
14	-0,027	0,014	-0,007	-0,005	-0,002	-0,007	-0,002	-0,001	-0,025	0,025	-0,002	-0,001
15	-0,029	0,012	-0,008	-0,005	-0,003	-0,007	-0,002	0,000	-0,028	0,027	-0,003	-0,006
16	-0,033	0,017	-0,007	-0,006	-0,004	-0,008	-0,001	0,005	-0,029	0,028	-0,004	-0,002
17	-0,035	0,024	-0,007	-0,006	-0,004	-0,007	0,000	0,001	-0,030	0,029	-0,004	-0,001
18	-0,037	0,026	-0,008	-0,006	-0,005	-0,008	0,000	-0,001	-0,031	0,029	-0,005	-0,001
19	-0,038	0,032	-0,008	-0,006	-0,004	-0,010	0,000	0,004	-0,033	0,030	-0,005	-0,002
20	-0,040	0,032	-0,007	-0,006	-0,005	-0,010	0,000	0,005	-0,034	0,031	-0,004	-0,002
21	-0,043	0,031	-0,007	-0,006	-0,004	-0,011	-0,001	0,004	-0,036	0,032	-0,004	-0,002
22	-0,044	0,024	-0,008	-0,006	-0,004	-0,010	-0,001	0,004	-0,036	0,033	-0,004	-0,007

Sprawdzenie prędkości średnich modułu

KD 180

Tabela Nr.3

Pomiar	$\alpha 10^\circ$		$\alpha 50^\circ$		$\alpha 90^\circ$		$\alpha 158^\circ$	
	t [s]	V [%]	t [s]	V [%]	t [s]	V [%]	t [s]	V [%]
Wstępny		22 praca ręczna		43,4		112,5		117
po 50h		22 praca ręczna		44		113		117
po 110h		47		153		114		109

Lp	Sprawdzenie wstępne				Sprawdzenie po 50h				Sprawdzenie po 100h			
	m=18kg L=255mm		m=18kg L=155mm		m=18kg L=255mm		m=18kg L=155mm		m=18kg L=155mm		m=18kg L=255mm	
	Rzeczywista 270 [mm]											
	Wartość odchyłki w [mm]											
	0°	160°	0°	160°	0°	160°	0°	160°	0°	160°	0°	160°
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,02	0,08	0,00	0,06	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	-0,01
3	-0,07	0,01	-0,01	0,01	0,00	0,02	-0,04	0,00	-0,01	0,01	0,03	-0,01
4	-0,09	-0,01	-0,02	0,03	-0,02	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,02	0,02	-0,01
5	-0,11	0,01	-0,02	-0,09	0,05	0,02	-0,04	0,01	0,01	0,01	-0,01	0,01
6	-0,14	-0,02	-0,01	0,01	0,08	0,02	-0,08	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
7	-0,15	-0,02	-0,02	-0,11	0,02	0,00	-0,07	0,02	-0,02	0,01	-0,02	0,01
8	-0,15	-0,02	-0,06	-0,08	0,00	-0,01	-0,08	0,01	-0,03	0,01	-0,01	0,02
9	-0,18	-0,03	-0,01	-0,07	0,09	0,00	-0,09	0,02	-0,02	0,01	0,01	0,01
10	-0,17	-0,04	0,02	-0,11	0,10	0,00	-0,09	0,02	-0,03	0,01	0,01	0,02
11	-0,18	-0,03	0,02	-0,08	0,19	0,05	-0,10	0,02	-0,02	0,02	0,02	0,01
12	-0,18	-0,05	0,00	-0,02	0,10	0,01	-0,07	0,02	-0,02	-0,01	0,02	0,01
13	-0,20	-0,06	0,03	-0,08	0,15	0,01	-0,07	0,03	-0,02	0,00	-0,04	0,02
14	-0,18	-0,05	0,02	-0,06	0,14	0,01	-0,09	0,02	-0,03	0,01	0,00	0,01
15	-0,12	-0,05	0,04	-0,11	0,15	0,04	-0,06	0,03	-0,02	0,01	0,04	0,02
16	-0,10	-0,05	0,03	-0,03	0,13	0,03	-0,08	0,03	0,00	-0,01	0,02	0,09
17	-0,12	-0,03	0,00	-0,10	0,15	0,00	-0,09	0,03	-0,02	0,00	0,02	0,07
18	-0,11	-0,07	0,02	-0,12	0,12	0,01	-0,06	0,03	-0,02	0,00	0,02	0,06
19	-0,15	-0,08	0,03	-0,12	0,16	0,01	-0,09	0,04	-0,02	0,01	0,03	0,05
20	-0,16	-0,07	0,02	-0,12	0,14	0,01	-0,08	0,04	-0,02	0,00	0,03	0,05
21	-0,14	-0,05	0,05	-0,12	0,15	0,02	-0,12	0,04	-0,01	0,00	0,02	0,05
22	-0,11	-0,05	0,05	0,02	0,14	0,01	-0,10	0,05	-0,02	0,01	0,04	0,05



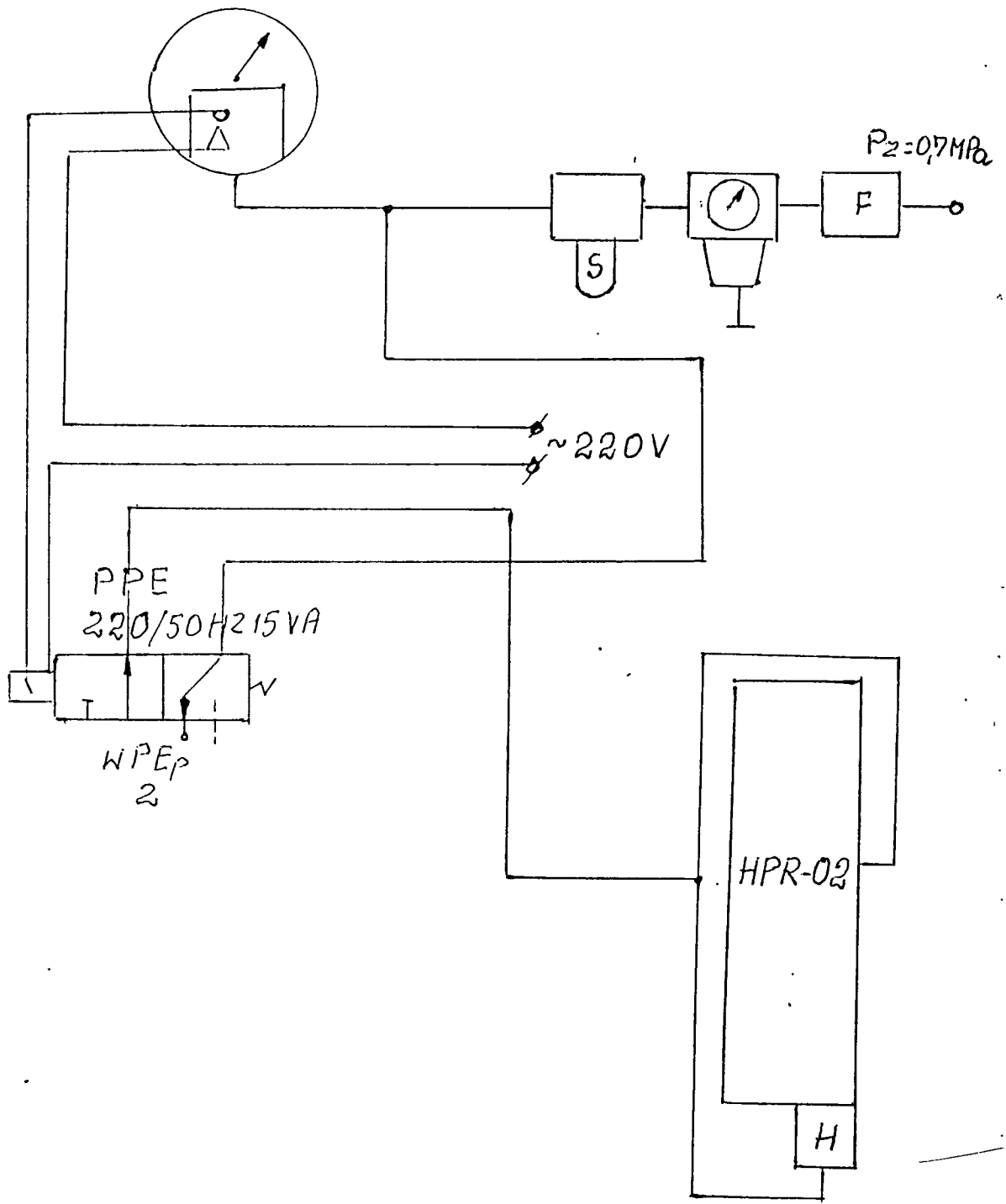
Sprawozdanie prędkości średnich modułu

MD 2403

Tabela 5

Kolejny krok	Obciążenie $m=18\text{ kg}$ $L=155\text{ mm}$											
	wstępne						po 50h pracy					
	$\alpha 70^\circ$		$\alpha 50^\circ$		$\alpha 30^\circ$		$\alpha 70^\circ$		$\alpha 50^\circ$		$\alpha 30^\circ$	
	t[s]	V[%]	t[s]	V[%]	t[s]	V[%]	t[s]	V[%]	t[s]	V[%]	t[s]	V[%]
1	1,5	466	1,25	40	1,475	203	1,38	507	2,175	23	2,2	136
2	1,15	609	0,9	55,5	0,95	31,6	1,05	66,6	1,0	50	0,95	31,5
3	2,625	91,6	2,6	92,3	2,6	92,3	2,15	111,6	2,45	97,9	2,35	102
4	1,65	103	0,9	211	2,85	73,7	1,65	103	1,975	96,2	1,875	112
5	0,95	73,7	2,22	22,5	0,75	40	0,8	87,5	0,8	62,5	0,6	50
Czas trwania cyklu t [s]	7,875		7,87		8,625		7,03		8,4		7,975	

Kolejny krok	Obciążenie $m = 18 \text{ kg} L = 155 \text{ mm}$						Obciążenie $m = 18 \text{ kg} L = 255 \text{ mm}$					
	$\alpha 70^\circ$		$\alpha 50^\circ$		$\alpha 30^\circ$		$\alpha 70^\circ$		$\alpha 50^\circ$		$\alpha 30^\circ$	
	t[s]	V[%]	t[s]	V[%]	t[s]	V[%]	t[s]	V[%]	t[s]	V[%]	t[s]	V[%]
1	1,3	53,8	2,175	22,9	2,20	13,6	2,2	31,8	2,2	22,7	2,15	13,9
2	1,0	70	1,0	50	0,75	40	1,15	60,8	0,975	51	0,85	35,3
3	2,15	111,6	2,32	103	2,30	104	2,27	105,7	2,25	106,6	2,25	106,6
4	1,65	103	1,98	95,9	1,88	111,7	1,9	89,5	1,9	100	1,9	110,5
5	0,8	87,5	0,8	62,5	0,6	50	1,0	70	0,8	62,5	0,7	42,8
czas trwania cyklu t[s]	6,9		8,25		7,80		8,55		8,15		7,95	



rys 1