

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

4110  
Główny wykonawca

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

Konsultant

Nr zlecenia 9531 et. 1

Badania pełne prototypów hamulca  
do robota IRp-6W.

Zleceniodawca praca własna OAR

Pracę rozpoczęto dnia 89.02.13

Kierownik GSP

mgr inż. E. Trepczyński

zakończono dnia 89.02.28

Kierownik OBN

dr inż. St. Budzyński

Praca zawiera:

stron 6

rysunków

fotografii

tabel 20

tablic

załączników

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 BOINTE

Egz. 2 OAR

Egz. 3 OBN

Egz. 4 OAR

Egz. 5

Egz. 6

Nr rejestr. 6255

## **Analiza deskryptorowa**

ROBOTY PRZEMYSŁOWE: HAMULCE  $\neq$  BADANIA

## **Analiza dokumentacyjna**

Sprawozdanie zawiera opis i wyniki badań hamulców do robotów IRp-6W.

## **Tytuły poprzednich sprawozdań**

nie ma

338.45:62/69].002.1/2 Roboty przemysłowe

62-59 - Hamulce

**UKD**

MAP-252/83-6000

2

## 1. Wstęp

### 1.1. Przedmiot i cel badań

Przedmiotem badań było 6 szt. hamulców elektromagnetycznych do robota przemysłowego IRp-6W wykonanych przez WP/PIAP oznaczonych do badań numerami od 1 do 6. Celem badań było sprawdzenie zgodności wykonania hamulców z wymaganiami Programu Badań (bez numeru).

### 1.2. Dokumenty związane

- projekt Programu Badań na hamulec elektromagnetyczny do robota przemysłowego IRp-6W
- korespondentka OAR z dn. 89.02.13
- " OBN z dn. 89.02.28 nr OBN/72/89

### 1.3. Aparatura użyta do badań

- stanowisko do badania działania hamulca - silnik typ PZTK88-35TRR nr 12625/88
- dynamometr nr 1718
- zasilacz nr nr PN-8988, PN-7515
- megaomierz typu IMI-1 o nr fabr. 101110
- próbnik przebicia typu TB5s PN-6418
- rejestrator f-my Galileo nr T-8-50-305
- omierz cyfrowy typ V543 nr PN-8990
- generator funkcyjny typ BOF-1 nr. PN-8911
- wstrząsarka wibracyjna TIRA VIB- 5142
- wstrząsarka udarowa SPS-80
- komora klimatyczna f-my VOTSCHS

### 1.4. Zakres wykonanych sprawdzeń

- oględziny
- spr. rezystancji izolacji
- spr. wytrzymałości elektrycznej izolacji
- spr. momentu hamowania
- spr. szczytkowego momentu hamowania
- spr. poboru prądu
- spr. przyrostu temperatury hamulca

- spr. trwałości cewki
- spr. odporności na suche gorąco
- spr. wytrzymałości na suche gorąco
- spr. odporności na zimno
- spr. wytrzymałości na zimno
- spr. wytrzymałości na narażenia mechaniczne występujące podczas transportu.

## 2. Wyniki badań

### 2.1. Oględziny

Oględzin dokonano okiem nieuzbrojonym.

Na powierzchniach widoczne rysy traserskie.

Hamulce nie posiadają danych technicznych (tabliczki znamionowej).

Brak oznaczenia biegunowości uzwojenia cewki.

### 2.2. Sprawdzenie rezystancji izolacji

Sprawdzenie wykonano przy użyciu megaomierza induktorowego przykładając napięcie 500 V pomiędzy zwarte zaciski sieci a obudowę hamulca.

W wyniku pomiaru stwierdzono, że dla hamulców o nr nr 2 i 3 rezystancja izolacji spada do zera. Dla pozostałych hamulców była większa od 50 MΩ. Po poprawkach powtórnie sprawdzono rezystancję, która była większa od 50 MΩ.

### 2.3. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji

Sprawdzenie wykonano przykładając napięcie 500 V z transformatora probierczego pomiędzy zwarte zaciski cewki a masę układu.

We wszystkich badanych wyrobach nie stwierdzono przebicia izolacji.

### 2.4. Sprawdzenie momentu hamowania

Sprawdzenie wykonano zg. z p. 5.1 Programu Badań. Badane hamulce zamocowano na stanowisku pomiarowym, w skład którego wchodzi silnik prądu stałego typu PZTK 88-35TRR nr 12625-88. Następnie niezasilony elektrycznie zespół hamulca obciążono momentem obrotowym aż do uzyskania obrotu części ruchomej hamulca.

Wartości siły określono za pomocą dynamometru.

Sprawdzono wstępnie momenty hamowania dla 4-ch sztuk hamulców.  
Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli nr 1.  
Ze względu na zbyt niskie wartości momentów hamowania w hamulcach wymieniono magnesy, a następnie określono ponownie momenty hamowania.  
Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli nr 2.  
Momenty hamowania zawierają się w granicach od 0,37 Nm do 0,46 Nm.

#### 2.5. Sprawdzenie szczątkowego momentu hamowania

Sprawdzenie wykonano zg. z p. 5.2 Programu Badań oraz pkt 2.4 n/sprawozdania. Dla zasilanego elektrycznie zespołu hamulca określono moment obrotowy (szczątkowy moment hamowania).  
Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli nr 3.  
Szczątkowy moment hamowania zawiera się w granicach 0,023 Nm do 0,046 Nm.

#### 2.6. Sprawdzenie poboru prądu

Sprawdzenie wykonano zg. z pkt 7 Programu Badań.  
Wyniki zestawiono w tabeli nr 4.  
Pobór prądu był równy 0,35 A (dop. 0,4 A).

#### 2.7. Sprawdzenie przyrostu temperatury

Sprawdzenie wykonano metodą oporową zg. z p. 6 Programu Badań przy temperaturze otoczenia równej 21°C.  
Wyniki zestawiono w tabeli nr 5.  
Przyrost temperatury wahał się w granicach 23,6 do 29,7°C.

#### 2.8. Sprawdzenie trwałości cewki

Sprawdzenie wykonano zg. z p. 8 Programu Badań. Cewkę poddaną cyklicznemu zasilaniu napięciem stałym równym 24 V z częstotliwością 10 Hz. Całkowita ilość cykli wyniosła ~~2400000~~  $10^6$ .  
Po próbie wykonano sprawdzenie momentu hamowania i przyrostu temperatury.  
Wyniki zestawiono w tabelach nr 6 i 7.  
Wartości momentu zawierają się w granicach od 0,23 do 0,55 Nm a przyrost temperatury 7,7 do 18°C.

## 2.9. Sprawdzenie odporności na suche gorąco

Sprawdzenie wykonano zg. z pkt 9 Programu Badań.

Badane hamulce w stanie gotowości do pracy umieszczono w komorze klimatycznej f-my VOTSCH i poddano działaniu temperatury  $+50^{\circ}\text{C}$  przez okres 2 godzin. Następnie dla każdego wyrobu wykonano sprawdzenie momentu hamowania i momentu szczątkowego. Wyniki zestawiono w tabelach nr 8 i 9.

Wartości momentu hamowania zawierały się w granicach od 0,18 Nm do 0,74 Nm, a moment szczątkowy od 0,046 do 0,02 Nm.

## 2.10. Sprawdzenie wytrzymałości na suche gorąco

Próbie wykonano zg. z p. 10 Programu Badań, oraz p.2.9 n/sprawozdania. Po przetrzymaniu wyrobów w temp.  $+70^{\circ}\text{C}$  przez okres 8 h i po 2 h re-klimatyzacji sprawdzono moment hamowania i moment szczątkowy.

Wyniki zestawiono w tabelach nr 10 i 11.

Wartości momentu hamowania zawierają się w granicach od 0,23 do 0,69 Nm, a momentu szczątkowego - 0,02 Nm.

## 2.11. Sprawdzenie odporności na zimno

Próbie przeprowadzono jak w p. 11 Programu Badań.

Badane hamulce w stanie gotowości do pracy poddano działaniu temperatury  $+5^{\circ}\text{C}$  przez okres 2 h. Następnie sprawdzono moment hamowania i moment szczątkowy. Wyniki zestawiono w tabelach nr 12 i 13.

Wartości momentu hamowania zawierają się w granicach 0,18 Nm do 0,51 Nm, a momentu szczątkowego od 0,01 Nm do 0,02 Nm.

## 2.12. Sprawdzenie wytrzymałości na zimno

Próbie przeprowadzono jak w p.12 Programu Badań oraz jak w p. 2.11 n/sprawozdania. Po przetrzymaniu wyrobów przez okres 4 h w temp.  $-25^{\circ}\text{C}$  i po 2 h re-klimatyzacji sprawdzono moment hamowania i moment szczątkowy.

Wyniki sprawdzeń zestawiono w tabelach 14 i 15.

Podczas oględzin wyrobów po re-klimatyzacji zauważono na kołnierzach mocujących hamulce do silników ślady korozji.

Wartości momentu hamowania zawierają się w granicach od 0,23 Nm do 0,69 Nm, a momentu szczątkowego od 0,01 Nm do 0,02 Nm.

6

### 2.13. Określenie czasu rozłączania oraz czasu załączania

Próbie wykonano zg. z p. 5.3 i 5.4 Programu Badań.

Określenie czasu załączania wykonano mierząc czas upływający od momentu wyłączenia zasilania hamulca do momentu spadku napięcia na tachoprądnicy do zera woltów. W momencie zadziałania hamulca napięcie zasilające silnik wynosiło 1 V, a obroty na wałku silnika 96 obr/min.

Określenie czasu rozłączania wykonano mierząc czas upływający od momentu włączenia prądu do momentu osiągnięcia przez tachoprądnice ustalonej wartości napięcia (uzyskania pełnej wartości obrotów na wałku silnika).

Powyższe wyniki zestawiono w tabeli 16.

Wartości czasów załączania hamulców zawierają się w granicach od 6 ms do 10 ms, a czasów rozłączania od 10 ms do 16 ms.

### 2.14. Sprawdzenie wytrzymałości na wibracje

Próbie wykonano zg. z p.13b Programu Badań.

Badane hamulce w opakowaniu transportowym zamocowano w sposób sztywny do stołu wstrząsarki wibracyjnej TIRA VIB 5142 i poddano działaniu wibracji o amplitudzie 0,35 mm i płynnie zmienianej częstotliwości w zakresie  $f = 10-55$  Hz.

Liczba powyżej opisanych cykli wynosiła 20.

Po próbie wykonano sprawdzenie momentu hamowania i momentu szczątkowego. Wyniki zestawiono w tabelach nr 17 i 18.

Wartości momentu hamowania mieszczą się w granicach od 0,23 Nm do 0,69 Nm, a momentu szczątkowego 0,02 Nm.

### 2.15. Sprawdzenie wytrzymałości na udary wielokrotne

Próbie wykonano zg. z p.13a Programu Badań.

Badane hamulce w opakowaniu transportowym zamocowano w sposób sztywny do stołu wstrząsarki udarowej typ SPS-80 i poddano działaniu po 1500 uderzeń w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach o przyspieszeniu równym 10 g.

Po próbie wykonano sprawdzenie momentu hamowania i momentu szczątkowego.

Wyniki zestawiono w tabelach nr 19 i 20.

Wartości momentu hamowania zawierają się w granicach od 0,18 Nm do 0,55 Nm, a momentu szczątkowego 0,02 Nm.

### 3. Podsumowanie

Wartości momentu hamowania hamulców zawierają się w granicach od 0,37 Nm do 0,46 Nm, a momentu szczątkowego od 0,023 do 0,046 Nm. <sup>7</sup>

Narażenia klimatyczne i mechaniczne wpływają nieznacznie na zmianę wielkości parametrów hamulców oraz nie spowodowały uszkodzeń hamulców (z wyjątkiem wystąpienia śladów korozji po próbach na zimno).



Tabela Nr. 1

Nr Hamulca	Pomierzona wartość siły F[N]	Ramię [m]	Moment hamowania
1	0,8	0,462	0,369
2			
3			
4	0,55	0,462	0,254
5	0,40	0,462	0,184
6	0,70	0,462	0,323

Tabela Nr 2

Nr Hamulca	Pomierzona wartość siły F[N]	Ramię [m]	Moment hamowania
1	0,80	0,462	0,37
2	0,80	0,462	0,37
3	0,80 ÷ 1,00	0,462	0,37 ÷ 0,46
4	0,80	0,462	0,37
5	0,80	0,462	0,37
6	0,9	0,462	0,42

Tabela Nr. 3

Nr. Hamulca	Pomierzona wartość siły $F$ [N]	Ramię [m]	Szczałkowy moment hamowania [Nm]
1	0,10	0,462	0,046
2	0,10	0,462	0,046
3	0,05	0,462	0,023
4	0,05	0,462	0,023
5	0,10	0,462	0,046
6	0,10	0,462	0,046

M

Tabela Nr 4

Nr Hamulca	Wartość prądu [A]	
	Pomierzona	Dopuszczalna
1	0,33	0,40
2	0,35	
3	0,35	
4	0,35	
5	0,35	
6	0,35	

Tabela Nr 5

Nr Hamulca	Wartość rezystancji pomierzonej $R$ [ $\Omega$ ]		Przyrost temperatury $\Delta t$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	
	Przed próbą	Po 8 godz. pracy	Obliczony	Dopuszczalny
1	72,4	80,8	29,7	40
2	71,0	78,8	28,0	
3	70,0	77,9	28,8	
4	72,7	79,4	23,6	
5	71,0	78,1	25,5	
6	71,0	77,9	24,8	

Tabela Nr. 6

Nr Hamulcał	Pomierzona wartość siły (FN)	Ramię [m]	Moment hamowania
1	0,60	0,462	0,28
2	1,50	0,462	0,69
3	0,5 ÷ 1,1	0,462	0,23 ÷ 0,51
4	0,8 ÷ 1,2	0,462	0,37 ÷ 0,55
5	0,5 ÷ 0,7	0,462	0,23 ÷ 0,32
6	0,5 ÷ 0,7	0,462	0,23 ÷ 0,32

Tabela Nr 7

Nr Hamulcał	Wartość rezystancji pomierzonej R [ $\Omega$ ]		Przyrost temperatury $\Delta t$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	
	Przed próbą	Po 8 godz. pracy	Obliczony	Dopuszczalny
1	72,4	75,8	12,0	40
2	71,0	74,8	13,7	
3	70,0	74,7	17,2	
4	72,7	74,9	7,7	
5	71,0	75,9	17,7	
6	71,0	76,0	18,0	

Tabela Nr. 8

Nr Hamulcał	Pomierzona wartość siły F[N]	Ramię [m]	Moment hamowania
1	0,60 ÷ 1,60	0,462	0,28 ÷ 0,74
2	0,70 ÷ 1,10	0,462	0,32 ÷ 0,51
3	0,80 ÷ 1,00	0,462	0,37 ÷ 0,46
4	0,40 ÷ 0,70	0,462	0,18 ÷ 0,32
5	0,40 ÷ 0,50	0,462	0,18 ÷ 0,23
6	0,50 ÷ 0,70	0,462	0,23 ÷ 0,32



Tabela Nr. 9

Nr. Hamulca	Pomierzona wartość siły $F$ [N]	Ramię [m]	Szczałkowy moment hamowania [Nm]
1	0,05	0,462	0,02
2	0,10	0,462	0,046
3	0,05	0,462	0,02
4	0,05	0,462	0,02
5	0,05	0,462	0,02
6	0,05	0,462	0,02

Tabela Nr. 10

Nr Hamulców	Pomierzona wartość siły [N]	Ramię [m]	Moment hamowania
1	0,60 ÷ 0,70	0,462	0,28 ÷ 0,32
2	1,20 ÷ 1,50	0,462	0,55 ÷ 0,69
3	0,80 ÷ 1,00	0,462	0,37 ÷ 0,46
4	0,80 ÷ 1,00	0,462	0,37 ÷ 0,46
5	0,50 ÷ 0,60	0,462	0,23 ÷ 0,28
6	0,50 ÷ 0,70	0,462	0,23 ÷ 0,32

Tabela Nr. 11

Nr. Hamulca	Pomierzona wartość siły $F$ [N]	Ramię [m]	Szczałkowy moment hamowania [Nm]
1	0,05	0,462	0,02
2	0,05	0,462	0,02
3	0,05	0,462	0,02
4	0,05	0,462	0,02
5	0,05	0,462	0,02
6	0,05	0,462	0,02

Tabela Nr. 12

Nr Hamulcał	Pomierzona wartość siły F[N]	Ramię [m]	Moment hamowania
1	0,50 ÷ 0,10	0,462	0,23 ÷ 0,46
2	0,80 ÷ 1,10	0,462	0,37 ÷ 0,51
3	0,70 ÷ 1,0	0,462	0,32 ÷ 0,48
4	0,50 ÷ 0,70	0,462	0,23 ÷ 0,32
5	0,50 ÷ 0,70	0,462	0,23 ÷ 0,32
6	0,40 ÷ 0,50	0,462	0,18 ÷ 0,23

Tabela Nr. 13

Nr. Hamulca	Pomierzona wartość siły $F$ [N]	Ramię [m]	Szczątkowy moment hamowania [Nm]
1	0,05	0,462	0,02
2	0,05	0,462	0,02
3	0,05	0,462	0,02
4	0,025	0,462	0,01
5	0,05	0,462	0,02
6	0,05	0,462	0,02

Tabela Nr. 14

Nr Hamulca	Pomierzona wartość siły (FN)	Ramię [m]	Moment hamowania
1	0,80 ÷ 1,50	0,462	0,37 ÷ 0,69
2	0,70 ÷ 1,00	0,462	0,32 ÷ 0,46
3	0,70 ÷ 0,80	0,462	0,32 ÷ 0,37
4	0,50 ÷ 0,60	0,462	0,23 ÷ 0,28
5	0,50 ÷ 0,60	0,462	0,23 ÷ 0,28
6	0,60 ÷ 0,80	0,462	0,28 ÷ 0,37

Tabela Nr. 15

Nr. Hamulca	Pomierzona wartość siły $F$ [N]	Ramię [m]	Szczałkowy moment hamowania [Nm]
1	0,03	0,462	0,01
2	0,05	0,462	0,02
3	0,03	0,462	0,01
4	0,05	0,462	0,02
5	0,05	0,462	0,02
6	0,05	0,462	0,02

Tabela 16

Nr Hamulca	Czas rozładowania [ms]		Czas zatoczenia [ms]	
	Pomierzony	Dopuszczalny	Pomierzony	Dopuszczalny
1	14	8	8	6
2	14		8	
3	16		6	
4	14		10	
5	10		8	
6	14		6	



Tabela Nr. 17

Nr Hamulca	Pomierzona wartość siły F[N]	Ramię [m]	Moment hamowania
1	0,70 ÷ 1,50	0,462	0,32 ÷ 0,69
2	0,80 ÷ 1,10	0,462	0,37 ÷ 0,51
3	0,70 ÷ 0,80	0,462	0,32 ÷ 0,37
4	0,50 ÷ 0,60	0,462	0,23 ÷ 0,28
5	0,50 ÷ 0,80	0,462	0,23 ÷ 0,37
6	50 ÷ 60	0,462	0,23 ÷ 0,28

Tabela Nr. 18

Nr. Hamulca	Pomierzona wartość siły $F$ [N]	Ramię [m]	Szcatkowy moment hamowania [Nm]
1	0,05	0,462	0,02
2	0,05	0,462	0,02
3	0,05	0,462	0,02
4	0,05	0,462	0,02
5	0,05	0,462	0,02
6	0,05	0,462	0,02

Tabela Nr. 19

Nr Hamulcał	Pomierzona wartość siły FEN	Ramię [m]	Moment hamowania
1	0,60 ÷ 1,10	0,462	0,28 ÷ 0,51
2	0,80 ÷ 1,00	0,462	0,37 ÷ 0,46
3	0,70 ÷ 1,20	0,462	0,32 ÷ 0,55
4	0,40 ÷ 0,60	0,462	0,18 ÷ 0,28
5	0,50 ÷ 0,70	0,462	0,23 ÷ 0,32
6	0,50 ÷ 0,60	0,462	0,23 ÷ 0,28

Tabela Nr. 20

Nr. Hamulca	Pomierzona wartość siły $F$ [N]	Ramię [m]	Szcatkowy moment hamowania [Nm]
1	0,05	0,462	0,02
2	0,05	0,462	0,02
3	0,05	0,462	0,02
4	0,05	0,462	0,02
5	0,05	0,462	0,02
6	0,05	0,462	0,02