

6013

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

440

Centralna Stacja Prób

A

Główny wykonawca

Wykonawcy: dr inż. St. Budzyński, mgr inż. E. Trepczyński
tech. tech. H. H. Michniewicz, Wł. Szymański, J. Zalewski.

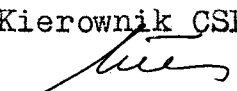
Konsultant

Nr zlecenia
6480

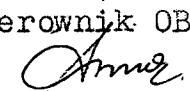
Badania pełne hamulców do robota
IRb-60 wg projektu normy ZN-85/MERA-08..

Zleceniodawca praca własna WZ

Pracę rozpoczęto dnia 14.01.88
Kierownik CSP


mgr inż. E. Trepczyński

zakończono dnia 29.02.88
Kierownik OBN


dr inż. St. Budzyński

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron - 8

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 DW

fotografii

Egz. 3 OBN

tabel - 9

Egz. 4 DW

tablic

Egz. 5 ORC

załączników

Egz. 6

Nr rejestr.
6013

1

Analiza deskryptorowa

Analiza dokumentacyjna

Tytuły poprzednich sprawozdań

338.45:62/69].002.1/2 Roboty przepł. se
62-53 Kanały

UKD

PIAP-252/83-6000

1. Wstęp

1.1. Przedmiot i cel badań

Przedmiotem badań było 5 szt. hamulców elektromagnetycznych do robota przemysłowego IRb-6 wykonanych przez WP/PIAP.

Zgodnie z porozumieniem OBN z ORC i WP /notatki służbowe z dn. 14 i 15 stycznia br./ uzgodniono następujący tok badań w OBN:

- a/ 3 szt. hamulców zostaną poddane badaniom pełnym wg projektu normy zakładowej /bez próby poprawności działania w robocie IRb i stałości parametrów/
- b/ 2 szt. zostaną poddane badaniu w robocie na poprawność działania i stałość parametrów.

Celem badań było sprawdzenie zgodności wykonania hamulców z wymaganiami projektu normy zakładowej.

1.2. Dokumenty związane

- Projekt normy zakładowej na hamulec elektromagnetyczny do robota przemysłowego IRb-60 /wersja z wprowadzonymi zmianami i uzupełnieniami przez OBN po uzgodnieniu z ORC/
- Projekt normy zakładowej "Roboty przemysłowe IRb-60. Wymagania i badania" - ZN-82/MERA-018/245.

1.3. Aparatura użyta do badań

- stanowisko do badania działania hamulca
- robot IRb-60 nr T-241/659/OBN + stanowisko do pomiaru poprawności działania /przyspieszeń, opóźnień oraz sztywności/
- komora klimatyczna FEUTRON
- wstrząsarka udarowa SPS-80
- uniwersalna aparatura pomiarowa.

1.4. Zakres wykonanych sprawdzeń

- oględziny
- spr. materiałów
- spr. rezystancji izolacji
- spr. wytrzymałości elektrycznej izolacji
- spr. głównych wymiarów

- spr. działania
- spr. poboru prądu
- spr. trwałości cewki
- spr. działania w warunkach podwyższonej temperatury
- spr. działania w warunkach obniżonej temperatury
- spr. wytrzymałości na suche gorąco
- spr. wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe
- spr. wytrzymałości na narażenia występujące w czasie transportu
- poprawność działania w robocie IRb-60 i stałości parametrów.

2. Wyniki badań

2.1. Oględziny, sprawdzenie materiałów, sprawdzenie rezystancji izolacji, sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji, sprawdzenie głównych wymiarów

Zgodnie z pismem WJ z dn. 20.01.88 oraz kartą pomiarów nr 262/87 badane hamulce o nr nr fabr. 2, 5, 6, 15 i 14 spełniają wymagania projektu normy w zakresie:

- zgodności materiałów z dokumentacją konstrukcyjną
- zgodności wymiarów z dokumentacją konstrukcyjną nr 4522 ze zmianami oznacz. literą "a"
- rezystancji izolacji
- wytrzymałości elektrycznej izolacji.

Stwierdzono, że hamulce nie posiadają wykonanego oznakowania /zgodnie z p.2.3 ZN/, tzn. znaku producenta oraz prądu i napięcia zasilania.

Do badań pełnych /p.1.1a/ przeznaczono hamulce nr 5, 6, 15, a do badań w robocie /p.1.1b/ hamulce nr 2 i 14.

2.2. Sprawdzenie działania

2.2.1. Sprawdzenie momentu hamowania

Próbie przeprowadzono zg. z opisem i wymaganiami p. 4.2.7.1 ZN na stanowisku pomiarowym OBN. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli:

Nr hamulca	Siła /N/	Ramię /m/	Wartość momentu hamowania /Nm/	
			pomierzona	wymagana
5	5,5	2	11,0	10 +1
6	5,4		10,8	
15	5,4		10,8	

Wynik sprawdzenia pozytywny.

4

2.2.2. Sprawdzenie temperatury hamulca

Próbe przeprowadzono zg. z opisem i wymaganiami p.4.2.7.2 ZN. Pomiarów dokonano metodą oporową. Wyniki pomiarów zawiera tabela:

Nr ha- mulca	Temperatura /°C/										pomie- rzona	dopusz- czalna
	pomiar po:											
	wstę- pny	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h			
5	18,2	49,2	50,6	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	32,9	35	
6	18,2	49,4	51,2	51,2	51,2	51,2	51,2	51,2	51,2	32,9		
15	18,2	49,3	51,2	51,2	51,2	51,2	51,2	51,2	51,2	32,9		

Pomierzony przyrost temp. hamulców jest niższy od wartości dopuszczalnej $+35^{\circ}\text{C}$.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.2.3. Sprawdzenie ugięcia zwory zespołu obrotowego

Próbe przeprowadzono zg. z opisem i wymaganiami p.4.2.7.3 ZN.

Wyniki pomiarów zestawiono poniżej:

- hamulec nr 5 - ugięcie w przedziale $0,25 \pm 0,3$ mm
- " 6 - " " $0,25 \pm 0,3$ mm
- " 15 - ugięcie $0,25$ mm

Wartość dopuszczalna $0,3 \div 0,1$ mm.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.2.4. Sprawdzenie szczątkowej siły przyciągania

Próbe wykonano zg. z opisem p.4.2.7.4 ZN. Wyniki przedstawiono poniżej:

- nr hamulca 5 - siła szczątkowa 6 N
- " 6 - " 7 N
- " 15 - " 5 N

Wart. dopuszczalna ≤ 32 N.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.3. Sprawdzenie poboru prądu

Próbie przeprowadzono zg. z p. 4.2.8 ZN. Wyniki pomiarów zestawiono poniżej:

- nr hamulca	5	- pobór prądu	0,66 A
- "	6	- "	0,66 A
- "	15	- "	0,63 A

Wart. dopuszczalna $\leq 0,71$ A.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.4. Sprawdzenie trwałości cewki

Próbie przeprowadzono zg. z p. 4.2.9 ZN. W trakcie próby nie stwierdzono żadnych nieprawidłowości w pracy cewek. Po próbie $/10^6$ cykli zadzia-
łań/ wykonano sprawdzenia:

- momentu hamowania
- napięcia zwory
- szczątkowej siły przyciągania

Wyniki pomiarów zestawiono poniżej:

a/ moment hamowania

- hamulec nr	5	- wart.momentu	11 Nm
- "	6	- "	11 Nm
- "	15	- "	11 Nm

b/ ugięcie zwory

- hamulec nr	5	- ugięcie zwory w przedziale	0,25 ÷ 0,3 mm
- "	6	- "-	0,25 ÷ 0,3 mm
- "	15	- ugięcie	0,25 mm

c/ szczątkowa siła przyciągania

- hamulec nr	5	- siła szczątkowa	6 N
- "	6	- "	7 N
- "	15	- "	5 N

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.5. Sprawdzenie działania w warunkach podwyższonej temperatury

Badane hamulce poddano 8 h klimatyzacji w temp. $+50^{\circ}\text{C}$, a następnie w tej temperaturze wykonano sprawdzenie momentu hamowania.

Wyniki zestawiono poniżej:

- hamulec nr 5 - wart.momentu 11 Nm
 - " 6 - " 11 Nm
 - " 15 - " 11 Nm

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.6. Sprawdzenie działania w warunkach obniżonej temperatury

Badane hamulce poddano 8 h klimatyzacji w temp. $+5^{\circ}\text{C}$, a następnie w tej temperaturze wykonano sprawdzenie momentu hamowania.

Wyniki zestawiono poniżej:

- hamulec nr 5 - wart.momentu 11 Nm
 - " 6 - " 11 Nm
 - " 15 - " 11 Nm

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.7. Sprawdzenie wytrzymałości na suche gorąco

Próbie wykonano zg. z p. 4.2.12 ZN poddając hamulce przez 16 h działaniu temp. $+70^{\circ}\text{C}$.

Po próbie i okresie regeneracji wykonano:

- oględziny - nie stwierdzając żadnych zmian w wyglądzie zewnętrznym,
- spr. momentu hamowania
- spr. ugięcia zwory
- spr. szczątkowej siły przyciągania.

Wyniki zestawiono poniżej:

hamulec nr	moment hamowania Nm	ugięcie zwory mm	szczątk.sila przyciągania N
5	11	0,25 + 0,3	6
6	11	0,25 + 0,3	7
15	11	0,25	5

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.8. Sprawdzenie odporności i wytrzymałości na wilgotne gorąco

Próbie wykonano zg. z p.4.2.13 ZN.poddając hamulce przez 4 doby działaniu temp. $+40^{\circ}\text{C}$ i wilgotności wzgl. powietrza $93 \pm \frac{2}{3} \%$. W każdym cyklu dobowym wykonywano sprawdzenie rezystancji izolacji i momentu hamowania.

Po zakończonej próbie i okresie regeneracji wykonano:

- oględziny nie stwierdzając żadnych zmian w wyglądzie zewnętrznym,
- spr. momentu hamowania,
- spr. ugięcia zwory
- spr. szczątkowej siły przyciągania
- spr. rezystancji izolacji.

Wyniki pomiarów zestawiono poniżej:

a/ spr. momentu hamowania

nr hamulca	pomiar /Nm/				
	I doba	II doba	III doba	IV doba	po próbie
5	11	11	11	11	11
6	11	11	11	11	11
15	11	11	11	11	11

b/ spr. rezystancji izolacji

nr hamulca	pomiar /MΩ/				
	I doba	II doba	III doba	IV doba	po próbie
5	50	50	50	50	50
6	50	50	50	50	50
15	50	50	50	50	50

c/ spr. ugięcia zwory

- hamulec nr 5 ugięcie w przedziale 0,25 + 0,3 mm
- " 6 " 0,25 + 0,3 mm
- " 15 ugięcie 0,25 mm

d/ szczątkowa siła przyciągania

- hamulec nr 5 - siła szczątkowa 6 N
- " 6 " 7 N
- " 15 " 5 N

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.9. Sprawdzenie wytrzymałości na narażenia występujące w czasie transportu

Próbie wykonano zg. z p.4.2.14 ZN. Po próbie wykonano:

- oględziny, w wyniku których nie stwierdzono żadnych zmian w wyglądzie zewnętrznym
- spr. momentu hamowania
- spr. ugięcia zwory
- spr. szczątkowej siły przyciągania

Wyniki zestawiono poniżej:

hamulec nr	moment hamowania	ugięcie zwory
5	11 Nm	0,25 + 0,3 mm
6	11 Nm	0,25 + 0,3 mm
15	11 Nm	0,25 mm

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.10. Poprawność działania w robocie IRb-60 i stałość parametrów

Badaniom poddano hamulce nr nr 2 i 14.

Badania hamulców wykonano w robocie w osiach $\propto$ /hamulec nr 2/ i $\odot$ /hamulec nr 14/ zgodnie z metodyką badań robotów IRb-60 wg projektu normy zakładowej ZN-82/MERA-018/246 p.4.2.8 - spr. przyspieszenia i opóźnienia - oraz p.4.2.11 - spr. sztywności.

Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli 1 - 5.

Następnie hamulce poddano 300 h próbie w robocie pracującym w programie składającym się z cykli roboczych, w których biorą udział osie $\propto$ i $\odot$ w pełnym zakresie ich ruchów przy 100 % prędkości i przy obciążeniu robota ciężarem 60 kg.

Po każdym cyklu ruchów następowało jego zatrzymanie na 30 s. W czasie ~~tego~~ tym następowało zadziałanie hamulców /przejsięcie z podtrzymania osi robota przez silniki na podtrzymanie ich przez hamulce/.

Po próbie wykonano ponownie w robocie sprawdzenia przyspieszenia i opóźnienia oraz sztywności osi $\propto$ i $\odot$ - wyniki zestawiono w tabelach 5-9.

Po demontażu hamulców z robota wykonano sprawdzenia:

- momentu hamowania
- ugięcia zwory
- szcztatkowej siły przyciągania.

Wyniki zestawiono poniżej:

a/ spr. momentu hamowania

nr hamul- ca	pomiar	
	przed próbą	po próbie
2	11 Nm	11 Nm
14	11 Nm	11 Nm

b/ ugięcie zwory

nr hamulca	pomiar	
	przed próbą	po próbie
2	0,25+0,3 mm	0,25+0,3 mm
14	0,25+0,3 mm	0,25+0,3 mm

c/ szcążtkowa siła przyciągania

hamulec nr	pomiar	
	przed próbą	po próbie
2	6 N	6 N
14	6 N	6 N

Wynik sprawdzenia poprawności działania hamulców w robocie pozytywny.

3. Orzeczenie

Badane hamulce przeszły wszystkie sprawdzenia wg projektu normy zakładowej z wynikiem pozytywnym.

1. Sprawdzenie wytrzymałości na wibracje

Próbie wykonano zgodnie z p.4.2.17 ZN /projekt po weryfikacji z dnia 11.03.88 r./.

Hamulce /w zastępczym opakowaniu transportowym - pudełko tekturowe ze styropianem/ poddano działaniu przez 1,5 h wibracji sinusoidalnych o parametrach:

- częstotliwość 10-55 Hz /zmieniana z szybkością 1 oktawy/min/
- amplituda przemieszczenia 0,35 mm

Po próbie wykonano:

- oględziny, w wyniku których nie stwierdzono żadnych zmian w wyglądzie zewnętrznym
- spr. momentu hamowania
- spr. ugięcia zwory
- spr. szczątkowej siły przyciągania.

Wyniki zestawiono poniżej:

hamulec nr	moment hamowania Nm	ugięcie zwory mm	szczątkowa siła przyciągania N
5	11	0,25 - 0,3	6
6	11	0,25 - 0,3	7
15	11	0,25	6

Wynik sprawdzenia pozytywny.

11

Tab. 1

Pomiar sztywności
 stopień swobody - oś Θ
 kierunek działania momentu $\pm$

L_p	Moment obciążający		B [mm]			B_{sr} [mm]	$\Delta \varphi$ [rad $\cdot 10^{-3}$]	
	%	Nm	1	2	3			
1	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	$L_2 = 0.80 \text{ m}$
2	10	92.5	0.06	0.13	0.12	0.10	0.12	
3	50	462.5	0.67	0.64	0.64	0.65	0.81	
4	100	925	1.22	1.23	1.23	1.23	1.53	
5	50	462.5	0.80	0.80	0.80	0.80	1.0	$L_1 = 0.66 \text{ m}$
6	10	92.5	0.33	0.33	0.33	0.33	0.41	
7	0	0	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	0.01	

Wart. dop. odchylenia $\Delta \varphi_{10\%} = 0.5$ [rad $\cdot 10^{-3}$]

$$\Delta \varphi_{100\%} = 2.8$$

Tab. 2.

Pomiar sztywności

stopień swobody - oś $\odot$

kierunek działania momentu —

L_p	Moment obciążający		B [mm]			B_{sr} [mm]	$\Delta \varphi$ [rad $\cdot 10^{-3}$]	
	%	Nm	1	2	3			
1	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	$L_1 = 0.66\text{ m}$ $L_2 = 0.80\text{ m}$
2	10	92.5	-0.14	-0.14	-0.15	-0.14	-0.17	
3	50	462.5	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.9	
4	100	925	-1.40	-1.40	-1.40	-1.40	-1.75	
5	50	462.5	-0.83	-0.83	-0.83	-0.83	-1.03	
6	10	92.5	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.48	
7	0	0	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	

Wart. dop. odchylenia $\Delta \varphi_{10\%} = 0.4$ [rad $\cdot 10^{-3}$] $\Delta \varphi_{100\%} = 2.6$

Tab. 3

Pomiar sztywności

stopień swobody - oś α

kierunek działania momentu +

Lp	Moment obciążający		B [mm]			Bsr [mm]	$\Delta \varphi$ [rad $\cdot 10^{-3}$]	
	%	Nm	1	2	3			
1	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	$L_2 = 1.15m$
2	10	73	0.15	0.15	0.15	0.15	0.13	
3	50	365	1.25	1.25	1.25	1.25	1.08	
4	100	730	2.23	2.23	2.23	2.23	1.93	
5	50	365	1.43	1.46	1.46	1.45	1.26	$L_1 = 1.0m$
6	10	73	0.35	0.40	0.40	0.37	0.32	
7	0	0	0.0	+0.01	+0.01	+0.01	0.008	

Wart. dop. odchylenia $\Delta \varphi_{10\%} = 0.3$ [rad $\cdot 10^{-3}$]

$$\Delta \varphi_{100\%} = 2.8$$

Tab. 4

Pomiędzy sztywności

stopień swobody $\approx 0.5\alpha$

kierunek działania momentu —

Lp	Moment obciążający		B [mm]			Bsr [mm]	$\Delta \varphi$ [rad $\cdot 10^{-3}$]	
	%	Nm	1	2	3			
1	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	
2	10	90	-0.21	-0.22	-0.22	-0.22	-0.19	$L_2 = 1.15 m$
3	50	450	-1.16	-1.20	-1.21	-1.19	-1.03	
4	100	900	-2.26	-2.29	-2.28	-2.28	-1.98	
5	50	450	-1.35	-1.40	-1.39	-1.38	-1.20	$L_1 = 1.0 m$
6	10	90	-0.29	-0.30	-0.32	-0.31	-0.26	
7	0	0	+0.02	+0.02	+0.02	+0.02	+0.01	

Wart. dop. odchylenia $\Delta \varphi_{10\%} = 0.5$ [rad $\cdot 10^{-3}$]

$$\Delta \varphi_{100\%} = 3.0$$

sprawdzenie przyspieszeń
i opóźnień

Oś	Pomiar	czas osiągnięcia 63% prędkości max	czas spadku prędk. max do 37%	Wartości dopuszczalne	
		$t_p / s /$	$t_h / s /$	$t_p / s /$	$t_h / s /$
α	wstępny	- 0.285 + 0.460	- 0.490 + 0.440	-(0.27 ÷ 0.33) +(0.42 ÷ 0.52)	-(0.42 ÷ 0.52) +(0.42 ÷ 0.52)
	po 300 h pracy	- 0.295 - 0.450	- 0.490 + 0.450	- " -	- " -
β	wstępny	- 0.260 + 0.410	- 0.510 + 0.440	-(0.25 ÷ 0.31) +(0.38 ÷ 0.46)	-(0.43 ÷ 0.53) +(0.39 ÷ 0.47)
	po 300 h pracy	- 0.270 + 0.410	- 0.510 + 0.450	- " -	- " -

Tab. 5

Tab. 6

Pomiar sztywności

stopień swobody - oś θ

kierunek działania momentu +

L_p	Moment obciążający		B [mm]			B_{sr} [mm]	$\Delta \varphi$ [rad $\cdot 10^{-3}$]	
	%	Nm	1	2	3			
1	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	$L_2 = 0.8 m$
2	10	92.5	0.12	0.12	0.12	0.12	0.15	
3	50	462.5	0.58	0.59	0.57	0.58	0.72	
4	100	925	1.22	1.24	1.23	1.23	1.53	
5	50	462.5	0.80	0.78	0.79	0.79	0.98	$L_1 = 0.66 m$
6	10	92.5	0.29	0.34	0.33	0.32	0.4	
7	0	0	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	0.01	

Wart. dop. odchylenia $\Delta \varphi_{10\%} = 0.5$ [rad $\cdot 10^{-3}$]

$$\Delta \varphi_{100\%} = 2.8$$

Tab. 7

Pomiar sztywności
 stopień swobody - oś θ
 kierunek działania momentu -

L_p	Moment obciążający		B [mm]			B_{sr} [mm]	$\Delta \varphi$ [rad $\cdot 10^{-3}$]	
	%	Nm	1	2	3			
1	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	$L_1 = 0.66 \text{ m}$ $L_2 = 0.8 \text{ m}$
2	10	92.5	0.14	0.14	0.14	0.14	0.17	
3	50	462.5	0.73	0.75	0.74	0.74	0.92	
4	100	925	1.40	1.38	1.39	1.39	1.73	
5	50	462.5	0.82	0.76	0.78	0.78	0.97	
6	10	92.5	0.35	0.35	0.35	0.35	0.43	
7	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	

Wart. dop. odchylenia $\Delta \varphi_{10\%} = 0.4$ [rad $\cdot 10^{-3}$]

$$\Delta \varphi_{100\%} = 2.6$$

Pomiar sztywności

stopień swobody — oś α

kierunek działania momentu +

Lp	Moment obciążający		B [mm]			Bsr [mm]	$\Delta \varphi$ [rad $\cdot 10^{-3}$]	
	%	Nm	1	2	3			
1	0	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0	L ₁ = 1.0 m L ₂ = 1.15 m
2	10	73	0.17	0.19	0.15	0.17	0.14	
3	50	365	1.30	1.30	1.30	1.30	1.13	
4	100	730	2.40	2.40	2.40	2.40	2.08	
5	50	365	1.52	1.50	1.50	1.51	1.31	
6	10	73	0.38	0.38	0.38	0.38	0.33	
7	0	0	0.09	0.09	0.09	0.09	0.07	

Wart. dop. odchylenia $\Delta \varphi_{10\%} = 0.3$ [rad $\cdot 10^{-3}$]

$$\Delta \varphi_{100\%} = 2.8$$

Tab. 9

Pomiar sztywności

stopień swobody — 05°

kierunek działania momentu —

L_p	Moment obciążający		B [mm]			B_{sr} [mm]	$\Delta \varphi$ [rad $\cdot 10^{-3}$]	
	%	Nm	1	2	3			
1	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	$L_2 = 1.15m$
2	10	90	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.19	
3	50	450	-1.19	-1.19	-1.19	-1.19	-1.03	
4	100	900	-2.35	-2.35	-2.35	-2.35	-2.04	
5	50	450	-1.40	-1.40	-1.40	-1.40	-1.21	$L_1 = 1.0m$
6	10	90	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.27	
7	0	0	+0.02	+0.02	+0.02	+0.02	+0.01	

Wart. dop. odchylenia $\Delta \varphi_{10\%} = 0.5$ [rad $\cdot 10^{-3}$]

$$\Delta \varphi_{100\%} = 3.0$$