

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP

Al. Jeruzolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyki Elektrycznej

074

A

Główny wykonawca dr inż. P. Jabłoński

Wykonawcy prof. dr inż. Tadeusz Missala

Konsultant

Nr zlecenia

UR.01.02.06

Prace konstrukcyjne i rewizja dokumentacji robotów IRb związane z wprowadzeniem dalszych elementów i podzespołów produkcji PRL i KS.

Analiza wyników badań jednostek napędowych do robotów IRb-6,

opracowanych w IEL.

Zlecający Pr.W. 06.6

Prace rozpoczęto dnia 85.11.04

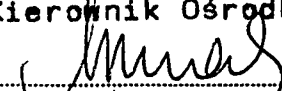
zakończono dnia 85.12.06

Kierownik Zespołu

Kierownik Ośrodka

  
dr inż. P. Jabłoński

Z-ca Dyrektora  
d/s Automatyki

  
prof. dr inż. T. Missala

  
dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 OAE-3

fotografii

Egz. 3 OAE

tabel

Egz. 4 OAR

tablic

Egz. 5 ZD

załączników

Egz. 6 IEL-WMO

Egz. 7 IEL-ZDI

Nr rejestr. 5521

1

## **Analiza deskrytorowa**

**ROBOTY PRZEMYSŁOWE + MASZYNY ELEKTRYCZNE.**

## **Analiza dokumentacyjna**

Przeprowadzono analizę wyników badań jednostek napędowych do robotów IRb-6, jednostki te były opracowane w IEL. Po dokładnym rozpatrzeniu wyników badań sformułowano wnioski odnośnie dalszego postępowania.

## **Tytuły poprzednich sprawozdań**

wg. p.1 opracowania.

338.45:62/69]002.1/2 Roboty przemysłowe

UKD

PIAP-252/83-6000

## 1. ZESTAWIENIE OTRZYMANYCH DOKUMENTÓW

- 1.1. Wyniki badań pełnych układu napędowego robota IRb-6 z regulatorem TAR-1A. Zakład Elektrycznych Napędów obrabiarkowych IEL Warszawa 1984. Nr 64011008011904.
- 1.2. Protokół Nr 84/85 z dnia 85.01.07 z badań trwałości silników PZTK 88-35 TRR do zespołów napędowych IRb-6 wykonanych w Laboratorium ZD IEL.
- 1.3. Pismo ZD IIEL L.dz. ZDI/Tk-1/2235 z dn. 85.09.17 z załączonymi rysunkami montażowymi silników PZTK-88-25 TRR.
- 1.4. Pismo ZD-PIAP L.dz. OAR/RB1/141/85 z dnia 1985.10 z uwagami dotyczącymi wykonania silników PZTK-88-35 TRR.
- 1.5. Badania układów napędowych produkcji IEL w robocie IRb-6. PIAP-OBŃ nr rej. 5213. 11.04.84r.
- 1.6. Badania zmodernizowanych układów napędowych produkcji IEL w robocie IRb-6. PIAP-OBŃ 25.03.85r. nr rej. 5400.
- 1.7. Badanie nad możliwością dopasowania właściwości dynamicznych układów napędowych dla robotów IRb-6 do wymagań ZN. PIAP-OBŃ 85.06.16, nr rej. 5432.
- 1.8. Opracowanie wymagań dotyczących układów napędowych robotów i sterowników mocy robota IRb-6. PIAP-OAE 1982.02.21. Nr rej. 5009.
- 1.9. WTO-80/ZPMiAE M9-095: Jednostki napędowe do robotów przemysłowych IRb-6 i IRb-60.
- 1.10. PN-83/E-06030. Maszyny elektryczne. Elementy automatyki. Ogólne wymagania i badania.
- 1.11. Informacja o danych znamionowych silnika PZTK-88-35 TRR otrzymana od inż. J. Kazańskiego z IEL-ZDI.
- 1.12. Tymczasowe Warunki Techniczne Odbioru. Układ regulacyjny TAR-1A. Opracowanie Zakładu Elektrycznych Napędów Obrabiarkowych IEL. Warszawa, grudzień 1984r.

- 1.13. Pismo MERA-PIAP L.dz.OBN/54/84 z dn.17.02.84r. w sprawie badań trwałości jednostki napędowej do robota IRb-6.
- 1.14. Notatka z dnia 1985.12.05 dotycząca jednostek napędowych otrzymanych z IEL.

## 2. SFORMUŁOWANIE WYMAGAŃ

Wymagania dla silnika i jednostki napędowej podane w dokumencie - PIAP nr rej.5009 /poz.1.8/, w którym przywołano odpowiednie wymagania PN-83/E-06030 oraz wymagania wynikające z dokumentacji licencyjnej ASEA.

Opinia będzie odnosić się do spełnienia wyż.wym. wymagań.

## 3. PORÓWNANIE PARAMETRÓW ZNAMIONOWYCH

- 3.1. Parametry znamionowe silników F9M4H /GEM/ i PZTK 88-35TRR /IEL/ zestawiono w tablicy 1;

TABLICA 1

Lp.	Parametr	Jedn.	F9M4H	PZT 88-35
1	Moment długotrwały	Nm	0,537	0,55
2	Max.prędkość obrotowa	Obr/min	8000	3200
3	Max.napięcie pracy	V	35	35
4	Max.prąd /impuls/	A	55	18
5	Max.moment /impuls/	Nm	4,9	1,9
6	Stała momentu $K_T$	Nm/A	0,088	0,105
7	Stała napięciowa $K_E$	V/1000 $\frac{\text{obr}}{\text{min}}$	9,2	11
8	Stała czasowa elektromech. $T_m$	ms	4,5	7,6
9	Stała czas.elektromagn. $T_e$	ms	$0,1 \cdot 10^{-3}$	2,4
10	Rezystancja uzw.twornika		1,10	0,56
11	Indukcyjność twornika	mH	0,1	1,35
12	Moment bezwładności	kgm <sup>2</sup>	$0,34 \cdot 10^{-4}$	$1,45 \cdot 10^{-4}$
13	Max.przysp.kątowe	rad/s <sup>2</sup>	-	$13 \cdot 10^3$
14	Statyczny moment tarcia	Nm	0,025	0,023
15	Stała tłumienia	Nms/rad	$0,8 \cdot 10^{-2}$	$0,55 \cdot 10^{-2}$
16	Pulsacja momentu /n=10 obr/min/	%	-	2
17	Liczba pulsacji na 1 obrót	V	-	19
18	Stała czasowa nagrzewa.T	min	0,5	25
19	Rezystancja termiczna	K/w	1,2	2,5

A

3.2. Parametry znamionowe prądnic tachometrycznych F9T /CEM/ i PATO 62-07R /IEL/ zestawiono w tablicy 2.

TABLICA 2

Lp.	Parametr	Jedn.	F9T	PATO 62-07R
1	Stała napięciowa $K_E$	$V/1000 \frac{\text{obr}}{\text{min}}$	3	10
2	Pulsacja napięcia	%	4	1
3	Rezystancja uzwoj. twornika	R	-	80
4	Indukcyjność twornika	mH	-	29
5	Rezystancja obciążenia	k	-	10
6	Liczba pulsacji na 1 obrót	V	-	29
7	Moment bezwł.wirnika	$\text{gcm}^2$	350	-
8	Prędkość max.	Obr/min	4000	3200

3.3. Ocena porównania

Biorąc pod uwagę, że prędkość nominalna silników F9M4H wynosi 3000 obr/min, podstawowe parametry silników tj.:

- moment znamionowy,
- znamionowa prędkość obrotowa,
- napięcie znamionowe,

oraz prędkości znamionowe prądnic tachometrycznych są jednakowe. Istotne różnice w pozostałych parametrach wynikają z różnych konstrukcji maszyn francuskich i maszyn opracowanych w IEL. Ocena dopuszczalności tych różnic może nastąpić tylko na podstawie badań współpracy z robotem IRb-6.

4. BADANIA PEŁNE

4.1. Badania pełne silników i prądnic /jednostek napędowych/.

Nie otrzymano sprawozdania z badań pełnych jednostek napędowych.

Otrzymano natomiast:

- Sprawozdanie z badań pełnych układów napędowych /poz.1.1/ obejmujące ich badania funkcjonalne, oraz badania wytrzymałości na udary mechaniczne, sprawdzenie wytrzymałości i odporności na wibracje sinusoidalne i próby klimatyczne.

5

- protokół z badań trwałości silników PZTK 88-35 /poz.1.2/,
- informację, że badania pełne w zakresie nie objętym sprawozdaniem poz. 1.1 były przeprowadzone z ZDIEL i ich wyniki zostaną dostarczone w terminie późniejszym.

#### 4.2. Wyniki badań.

a/ Wg. informacji otrzymanych od konstruktorów ZDI IEL silniki przeszły z wynikiem dodatnim próby funkcjonalne wg. WTO [1.9]. Sprawdzenie tego będzie możliwe dopiero po otrzymaniu sprawozdania.

b/ W trakcie badań pełnych układów napędowych zespoły napędowe przeszły następujące próby z wynikiem dodatnim [1.1]:

b.1. Sprawdzenie wytrzymałości na udary mechaniczne.

Parametry próby:

- max. przyspieszenie  $98 \text{ m/s}^2$
- czas trwania jednego udaru 8 ms
- liczba uderzeń  $1000 \pm 10$
- kierunek działania uderzeń: prostopadły do płaszczyzny mocowania urządzenia.

b.2. Sprawdzenie wytrzymałości i odporności na wibracje sinusoidalne.

Parametry próby wytrzymałości:

- przedział częstotliwości 10 - 55Hz
- przemieszczenie do 0,15 mm
- przyspieszenie do  $19,6 \text{ m/s}^2$
- czas trwania wibracji 90 min
- kierunek działania wibracji: 3 osie prostopadłe

Parametry próby odporności:

- przedział częstotliwości 10 - 150 Hz
- przemieszczenia do 0,15 mm
- przyspieszenia do  $19,6 \text{ m/s}^2$
- kierunek działania wibracji: 3 osie prostopadłe

b.3. Sprawdzenie wytrzymałości i odporności na suche gorąco:

Parametry próby wytrzymałości:

- temperatura  $55 \pm 3^\circ\text{C}$
- okres przetrzymywania 8h

Parametry próby odporności:

- temperatura  $55 \pm 3^{\circ}\text{C}$
- okres przetrzymywania 8h.

b.4. Sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco cykliczne

Parametry próby

- górna temperatura:  $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$
- wilgotność względna: nie określona
- liczba cykli probierczych: 6

b.5. Sprawdzenie wytrzymałości i odporności na zimno.

Parametry próby wytrzymałości

- temperatura najniższa:  $-40^{\circ}\text{C}$
- czas przetrzymywania: 16h

Parametry próby odporności:

- temperatura najniższa:  $+5^{\circ}\text{C}$
- czas przetrzymywania: 8h

b.6. Sprawdzenie odporności na wahania napięcia zasilania  $/0,85 - 1,1/U_N$ .

c. Próba trwałości [1,2] została przeprowadzona wg. WTO [1.9] przyczem jej czas trwania wynosił 5000h, zgodnie z pismem PIAP [1,13] i dała wyniki dodatni.

Po próbie nie sprawdzono jednakże wszystkich parametrów wymienionych w piśmie [1.13], sprawdzenie stałej napięcia  $K_E$  wykazało, że silniki uległy częściowemu rozmagnesowaniu wskutek braku układu ograniczenia prądu w regulatorach TAR, użytych w czasie prób do zasilania silników.

#### 4.3. OCENA WYNIKÓW BADAŃ

a/ W trakcie badań pełnych nie wykonano dwóch prób, wynikających z klasy wykonania G + TS + TVI1 wg. dokumentu ASEA nr 2098 014, przywołanego w [1.8] a mianowicie:

- sprawdzenia wytrzymałości na zmiany temperatury w zakresie  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+50^{\circ}\text{C}$ , próba Nb wg. PN-73/E-04550,
- sprawdzenia odporności na udary o max. przyśpieszeniu  $98 \text{ m/s}^2$ , 1000 uderzeń, czas trwania udaru 8 ms, próba Eb wg. PN-73/E-04550.

b/ Przy próbie wytrzymałości na suche gorąco zastosowano czas trwania narażenia 8h zamiast 16h /próba Bb wg. PN-73/E-04550/.

c/ Próba trwałości nie dała pełnej odpowiedzi o jakości silników, gdyż nastąpiło ich rozmagnesowanie /prawdopodobnie wada układu pomiarowego/ oraz nie przeprowadzono sprawdzeń podanych w piśmie PIAP [1.13] .

d/ Nie ma pewności czy zostały przeprowadzone wszystkie badania funkcjonalne, wymagane przez PN-83/E-06030.

## 5. BADANIA WSPÓŁPRACY Z ROBOTEM

### 5.1. ZAKRES BADAŃ

Badania przeprowadzono trzykrotnie: dwa razy ze sterownikami TAR-1A wykonanymi w IEL, trzeci raz ze sterownikami ASEA. Próby obejmowały sprawdzenie właściwości statycznych i dynamicznych robota, wg. wymagań Normy Zakładowej dla robotów IRb.

### 5.2. OCENA WYNIKÓW BADAŃ

a/ Badania wykazały poprawność pracy jednostek napędowych IEL ze sterownikami ASEA [1.7] .

b/ W trakcie badań [1.5] zgłoszono uwagi dotyczące wykonania zewnętrznego jednostek napędowych. Uwagi te nie zostały powtórzone w ostatnim sprawozdaniu [1.7] .

## 6. WYKONANIE KONSTRUKCYJNE

Jak wynika z korespondencji [1.3] i [1.4] do października 1985 jednostki napędowe miały pewne usterki konstrukcyjne utrudniające ich stosowanie.

W dn. 85.12.04 IEL nadesłał do badań kolejne 5 sztuk jednostek napędowych, które mają być sprawdzone w robocie IRb-6 razem z regulatorami TAR-1A.

Jak wynika z [1.14] wymagania PIAP dotyczące wykonania konstrukcyjnego zostały spełnione.



## 7. KONKLUZJE

### 7.1. KOMPLETNOŚĆ BADAŃ PEŁNYCH

- a/ Badań pełnych nie można uznać za kompletne
- b/ Niezbędne jest otrzymanie sprawozdania z badań funkcjonalnych.
- c/ Niezbędne jest uzupełnienie badań o próby wymienione w p. 4.3.a,b.
- d/ Niezbędne jest powtórzenie próby trwałości w taki sposób, aby nie spowodować rozmagnesowania silników, oraz pomiarzenie po niej wszystkich parametrów podanych w [1.13].  
Próba trwałości powinna być wykonana na jednym silniku w sposób wg. WTO [1.9] a na drugim wg. [1.8] tj. 5000h pracy ciągłej w warunkach obciążenia znamionowego.

### 7.2. WNIOSKI DLA WPROWADZENIA DO PRODUKCJI.

- a/ Przed wprowadzeniem do stosowania jednostek napędowych produkcji IEL należy uzupełnić wykonanie prób wg. p.4.3a,b
- b/ Należy wykonać powtórnie próbę trwałości wg. p.4.3.d, na jednostkach napędowych z pierwszej serii produkcyjnej.
- c/ Ze względu na długi czas trwania próby trwałości i poprzednio otrzymane wyniki, można będzie stosować w produkcji robotów jednostki napędowe prod. IEL przed zakończeniem powtórnej próby trwałości.

*Chmura*