

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 mgr inż. inż. E. Trepczyński, W. Muziński,
tech. tech. H. Michniewicz, H. Pasiński, J. Zalewski.

Konsultant mgr inż. M. Wójcik

Nr zlecenia
9419

Badania pełne jednostek napędowych do
robotów IRb.

Etap IV. Wykonanie badań pełnych.

Zleceniodawca praca własna

Prace rozpoczęto dnia 01.01.83
Kierownik CSP

p.o. Z-cy Dyrektora
d/s Automatyki

zakończono dnia 15.07.83
Kierownik OBN

mgr inż. E. Trepczyński

dr inż. St. Budzyński

dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 19

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 OAE

fotografii

Egz. 3 OBN

tabel

Egz. 4 ZD

tablic

Egz. 5 OAM

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 5063

Analiza deskrypcyjowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE + JEDNOSTKI NAPĘDOWE

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera opis badań pełnych, wyniki badań oraz
orzeczenie.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Badania pełne jednostek napędowych do robotów IRb.
Etap I - Opracowanie programu badań - nr rej. 4995.

338.45 :62(68).002.1/2 Roboty przemysłowe

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

1. Wstęp

1.1. Przedmiot badań

Przedmiotem badań były 3 szt. jednostek napędowych do robotów przemysłowych typu IRb-60.

Jednostki posiadały następujące numery fabryczne: 46, 76, 82.

Celem badań było sprawdzenie zgodności wykonania jednostek z wymaganiami programu badań, opracowanego w MERA PIAP - OBN nr rej. 4995.

1.2. Dokumenty związane

- program badań "Badania pełne jednostek napędowych do robotów IRb" - nr rej. 4995,
- protokoł z badań niepełnych jednostek napędowych nr fabr.fabr. 46, 76, 82 oraz karty gwarancyjne wystawione przez Warszawskie Zakłady Maszyn Elektrycznych M-9 "WAMEL".

1.3. Aparatura użyta do badań

- oscyloskop DB-510A - T-8-50-2112
- generator dekadowy PW-12 - T-8-50-2068
- miernik przyspieszeń typ 11001 - T-8-50-1055
- woltomierz cyfrowy V531 - T-8- 50-1827
- "- V541 - T-8-50-1975
- "- V541 - T-8-50-1978
- amperomierz PN-6905
- miernik poziomu hałasu Brüel-Kjaer - T-8-50-472
- dekada PN-7509
- komora klimatyczna typ KTK, Vötsch, Feutron
- wstrząsarka wibracyjna ST-3000
- "- udarowa SPS-80
- próbnik przebicia TP5S.

1.4. Wykaz wykonanych prób i sprawdzeń

- oględziny i sprawdzenie wymiarów oraz masy jednostki
- spr. parametrów jednostki napędowej
- spr. bicia roboczego końca wału
- spr. rezystancji izolacji

- spr. wytrzymałości elektrycznej izolacji
- spr. przyrostów temperatury
- spr. poziomu dźwięku
- spr. poziomu drgań
- spr. odporności i wytrzymałości na zimno
- spr. odporności i wytrzymałości na suche gorąco
- spr. wytrzymałości na zmiany temperatury
- spr. wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe
- spr. odporności i wytrzymałości na udary mechaniczne
- spr. odporności i wytrzymałości na wibracje
- spr. stopnia ochrony obudowy
- spr. wytrzymałości mechanicznej
- spr. przeciążalności prądem.

2. Wyniki badań

2.1. Oględziny i sprawdzenie wymiarów oraz masy jednostki

Oględziny przeprowadzono bez rozmontowywania jednostek. Sprawdzone zgodność jednostek i dostarczonych dokumentów z wymaganiami. Obrót wału w obu kierunkach jest swobodny bez zacięć i ocierania. Powłoki lakiernicze i galwaniczne są trwałe, bez zarysowań, pęcherzy i odprysków.

Nie stwierdzono śladów korozji.

Wymiary montażowe i gabarytowe oraz masa są zgodne z dokumentacją konstrukcyjną jednostki napędowej do robota przemysłowego typu IRb-60. Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.2. Sprawdzenie parametrów jednostki napędowej

2.2.1. Sprawdzenie momentu znamionowego

Sprawdzenie wykonano na hamownicy elektromagnetycznej. Silnik jednostki zasilano napięciem znamionowym, a prędkość obrotu wału kontrolowano multitachometrem DMT-21, obciążono momentem znamionowym.

Jednocześnie sprawdzono pobór prądu przez silnik. Wymagany moment znamionowy jednostki napędowej w warunkach znamionowej prędkości obrotowej nie mniejszy od 3,2 Nm.

Wyniki pomiarów

Nr 46 13,2 A M = 3,2 Nm
Nr 76 13,2 A M = 3,2 Nm
Nr 82 13,3 A M = 3,2 Nm

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.2.2. Sprawdzenie parametrów przy biegu jałowym

Jednostkę napędową zasilano napięciem stałym o wartości 90 V. Multitachometrem zmierzono prędkość z jaką wirował wał silnika i jednocześnie pomierzono prąd pobierany przez silnik.

Wyniki pomiarów

Nr jednostki	Napięcie zasilania V	Pobór prądu A	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min
46	90	1,60	3,444
76	90	1,60	3,482
82	90	1,70	3,443

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.2.3. Sprawdzenie stałej napięcia K_E i stałej momentu K_T

Na podstawie wyników pomiarów wg sprawdz. p.2.2.1 wyznaczono K_T . K_E wyznaczono napędzając jednostkę do 1000 obr/min i zmierzono napięcie indukowane na szczotkach.

Wyniki pomiarów

Nr jednostki	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min	Napięcie indukowane na szczotkach /V/
46	1.000	25,83
76	1.000	25,12
82	1.000	25,21

Stałą napięcia K_E obliczono wg wzoru:

$$K_E = \frac{U}{V} \left[\frac{V}{\text{obrot/min}} \right] = 25,5 \text{ V} / 1000 \text{ obr/min} \cdot 5 \%$$

Stałą momentu minimalną obliczono jako stosunek ^{momentu do} pobieranego prądu przez silnik

$$K_T = \frac{M}{I} \left[\frac{Nm}{A} \right]$$

- nr jednostki: 46 - $K_T = 0,242 \text{ Nm/A}$
- 76 - $K_T = 0,242 \text{ Nm/A}$
- 82 - $K_T = 0,240 \text{ Nm/A}$

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.2.4. Pomiar indukcyjności wirników

Pomiar indukcyjności wirnika wykonano mostkiem RLC klasy 1,5. Pomiar wykonano między końcówkami zasilania silnika przy obrocie wału jednostki o kąt 360° i mierząc maksymalną wartość indukcyjności.

Wyniki pomiarów:

Nr jednostki	Indukcyjność wirnika μH	Uwagi
46	64	indukcyjność wirnika 100 μH /nie większa od 150 μH /
76	125	
82	80	

Wynik próby - pozytywny.

2.2.5. Sprawdzenie stałej czasowej elektromechanicznej

Jednostkę nieobciążoną zasilano skokowo napięciem i jednocześnie rejestrowano na oscylografie UV narastanie napięcia wyjściowego z prądnicy tachometrycznej:

Pomiary wykonano dla prędkości wału silnika 1000, 2000 i 3000 obr/min.

Wyniki pomiarów:

Nr jednostki	Stała czasowa elektromechaniczna dla:		
	1000 obr/min	2000 obr/min	3000 obr/min
46	42 ms	80 ms	140 ms
76	42 ms	90 ms	130 ms
82	40 ms	90 ms	140 ms

Z uwagi na badanie całej jednostki napędowej /obciążonej prądnicą i transformatorem położenia kąowego/ wartości stałej czasowej elektromechanicznej są większe od założonych 11 ms i należy je traktować jako wartości orientacyjne dla konstruktorów.

2.2.6. Sprawdzenie parametrów prądnicy tachometrycznej

Jednostkę napędową zasilano napięciem takim, aby uzyskać prędkości obrotowe wału silnika od 360 do 3600 obr/min w co najmniej 10 punktach pomiarowych.

Pomiary wykonano dla obu kierunków wirowania i rejestrowano napięcie indukowane w prądnicy w funkcji obrotów.

Na podstawie zależności napięcia indukowanego w prądnicy wyznaczono parametry:

- napięcie indukowanego przy prędkości obrotowej wału silnika 1000 $\frac{\text{obr}}{\text{min}}$
- nieliniowość charakterystyki ze wzoru

$$\Delta L = \Delta U / U \cdot 100$$

gdzie: ΔU - największa odchyłka wartości napięcia zmierzona w stosunku do przebiegu idealnego charakterystyki /przebieg liniowy/

U - napięcie odpowiadające znamionowej prędkości obrotowej prądnicy.

Następnie za pomocą oscyloskopu sprawdzono stopień pulsacji ΔW , gdzie W wyznaczono w procentach wg wzoru

$$\Delta W = \frac{U_{\sim}}{U_{=}} \cdot 100 \%$$

gdzie: U_{\sim} - amplituda składowej zmiennej napięcia

$U_{=}$ - średnia wartość napięcia wyjściowego prądnicy.

Sprawdzenie to wykonano przy znamionowej prędkości obrotowej jednostki 3000 obr/min.

Pomiary parametrów prądnicy tachometrycznej rozszerzono o pomiar asymetrii napięcia przy obu kierunkach wirowania.

W tym celu zmierzono wartość napięcia dla obu kierunków wirowania prądnicy przy ściśle utrzymanej prędkości obrotowej, równej znamionowej.

Wartość asymetrii wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta U_a = \frac{U_1 - U_2}{U_1 + U_2} \cdot 200 \%$$

gdzie: U_1 i U_2 - zmienne wartości napięć dla obu kierunków wirowania prądnicy ze znamionową prędkością obrotową.

Wyniki pomiarów asymetrii p.t.

Prędkość obrotowa obr/min	Δ U _a pomierzona			Wartość dopuszcz. U _a	Zgodność z wym.
	Nr jedn. 46	Nr jedn. 76	Nr jedn. 82		
360	0	0,46	0,46	1,5 %	+
720	0,22	0,22	0,22		+
1080	0	0,16	0,16		+
1440	0	0,12	0		+
1800	0,10	0,10	0		+
2160	0,08	0	0		+
2520	0,12	0	0,06		+
2880	0,06	0	0,06		+
3240	0,10	0	0,06		+
3600	0,10	0,04	0,04		+

Wyniki pomiarów nieliniowości p.t.

Prędkość obrotowa wałka sil- nika r/obr/min	Napięcie induk. w prądniccy w funkcji obr.		Uprawy ΔL	Ulewy	U dopuszcz. ±0,02 V zgodność
	prawy V	lewy			
1	2	3	4	5	6
<u>Jednostka nr 46</u>					
360	2,20	2,20	0	0	+
720	4,39	4,40	-0,01	0	+
1080	6,60	6,60	0	0	+
1440	8,80	8,80	0	0	+
1800	10,99	11,00	-0,01	0	+
2160	13,20	13,21	0	+0,01	+
2520	15,40	15,42	0	+0,02	+
2880	17,60	17,61	0	+0,01	+
3240	19,79	19,81	-0,01	+0,01	+
3600	21,99	22,01	-0,01	+0,01	+
<u>Jednostka nr 76</u>					
360	2,20	2,21	0	+0,01	+
720	4,39	4,40	-0,01	0	+
1080	6,59	6,60	-0,01	0	+
1440	8,80	8,81	0	+0,01	+
1800	11,01	11,02	+0,01	+0,02	+
2160	13,21	13,21	+0,01	+0,01	+
2520	15,42	15,42	+0,02	+0,02	+
2880	17,62	17,62	+0,02	+0,02	+
3240	19,81	19,81	+0,01	+0,01	+
3600	22,00	22,01	0	+0,01	+

	1	2	3	4	5	6
<u>Jednostka nr 82</u>						
360	2,15	2,16	-0,01	0		+
720	4,32	4,33	0	+0,01		+
1080	6,48	6,49	0	+0,01		+
1440	8,64	8,64	0	0		+
1800	10,80	10,80	0	0		+
2160	12,96	12,96	0	0		+
2520	15,12	15,13	0	+0,01		+
2880	17,28	17,29	0	+0,01		+
3240	19,44	19,45	0	+0,01		+
3600	21,60	21,61	0	+0,01		+

Nieliniowość charakterystyki ΔL nie przekracza dopuszczalnej wartości $\pm 0,1\%$.

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

Według niżej podanego zestawienia obliczono stopień pulsacji ΔW [%]

Nr jednostki	U /V/	U ₀ /V/	%	Uwagi
46	0,2	18,40	1,10	dopuszcz. $\leq 2\%$
76	0,3	18,42	1,60	
82	0,3	18,05	1,66	

Wynik próby - pozytywny.

2.2.7. Parametry transformatora położenia kąowego /t.p.k./

Na wyjściu t.p.k. podano sygnał sinusoidalny o wartości napięcia 10 V i częstotliwości 2.000 Hz.

Jednocześnie na impedancji obciążenia 10 k Ω przy użyciu oscyloskopu obserwowano wartość napięcia na wyjściu i jego przesunięcie fazowe.

obrotu wału silnika	Napięcia wyjściowe	Kąt obrotu wału silnika przez t.p.k.	Błąd wskazań obrotu wału przesunięcia fazowe
/°/	/V/	/°/	/°/
1	2	3	4
<u>Jednostka nr 46</u>			
0	1,000	90°	0
30	0,868	60°20'	+20'
60	0,503	30°10'	+10'
90	0,000	0°	0
120	0,503	30°10'	+10'
150	0,868	60°20'	+20'
180	1,000	90°	0
210	0,867	60°10'	+10'
240	0,503	30°10'	+10'
270	0,000	0	0
300	0,503	30°10'	+10'
330	0,868	60°20'	+20'
360	1,000	90°	0
<u>Jednostka nr 76</u>			
0	1,000	90°	0
30	0,868	60°20'	+20'
60	0,504	30°20'	+20'
90	0,001	0°05'	+5'
120	0,504	30°20'	+20'
150	0,869	60°20'	+20'
180	1,000	90°	0
210	0,869	60°20'	+20'
240	0,502	30°10'	+10'
270	0,001	0°05'	+5'
300	0,504	30°20'	+20'
330	0,864	60°20'	+20'
360	0,999	89°20'	+20'
<u>Jednostka nr 82</u>			
0	1,000	90°	0
30	0,873	60°10'	+10'
60	0,507	30°30'	+30'
90	0,002	0°10'	+10'
120	0,505	30°20'	+20'
150	0,865	59°55'	-5'
180	1,000	90°	0
210	0,871	60°05'	+5'
240	0,515	31°	+10'
270	0,002	0°10'	+10'
300	0,505	30°20'	20'
330	0,864	59°50'	-10'
360	0,999	89°20'	-40'

Pomiar przekładni napięciowej

nr silnika 46	0,51 V/V
76	0,48 V/V
82	0,52 V/V

Pomiar napięcia zerowego max

nr silnika 46	1 mV
76	1 mV
82	1 mV

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.3. Sprawdzenie bicia roboczego końca wału

Sprawdzenie bicia wału wykonano względem powierzchni montażowej jednostki czujnikiem o podziałce podstawowej 0,01 mm.

Czujnik przykładano blisko końca wału i bicie sprawdzono przez ręczny obrót wału.

Wynik pomiarów:

Nr jednostki	Pomierzona wartość bicia końca wału roboczego /mm/	Wartość dopuszczalna /mm/
46	0,010	0,05
76	0,010	0,05
82	0,025	0,05

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.4. Sprawdzenie rezystancji izolacji

Pomiary wykonano między wyprowadzeniami uzwojeń /galwanicznie niepołączonych/ a metalowymi częściami konstrukcyjnymi miernikiem izolacji o napięciu -250 V dla p.t. i t.p.k. oraz - 500 V dla silnika.

Wynik sprawdzenia

Nr jednostki	Pomiar izolacji w stanie	
	zimnym	nagrzany
46	20 MΩ	6 MΩ
76	20 MΩ	6 MΩ
82	20 MΩ	6 MΩ

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.5. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji

Pomiar wykonano przy pomocy transformatora probierczego o mocy 500 VA. Wartość napięcia probierczego 500 V w czasie 1 min.

Wynik pomiaru:

Nr jednostki	Ządane napięcie 500 V w czasie 1 min
46	bez przebicia
76	"-
82	"-

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.6. Sprawdzenie przyrostu temperatury

Sprawdzenie wykonano w sposób następujący:

- pomierzono rezystancje uzwojenia silnika jednostki w stanie zimnym
- następnie w stanie cieplnie ustalonym po 2 godzinnej pracy jednostki przy biegu jałowym z prędkością 3000 obr/min pomierzono rezystancje.

Ze wzoru:
$$\Delta t = \frac{R_z - R_g}{R_z} \cdot 255^{\circ}\text{C}$$

obliczono przyrost temperatury uzwojenia silnika:

Nr jednostki	Pomiar temperatury w stanie		Δt [$^{\circ}\text{C}$]
	R_z	R_g	
46	1,4	0,8	108
76	1,8	1,0	113
82	2,0	0,8	150

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.7. Sprawdzenie poziomu dźwięku

Sprawdzenie poziomu dźwięku wykonano przy biegu jałowym jednostki i prędkości obrotowej 3000 obr/min.

Poziom dźwięku mierzono w odległości 1 m od jednostki miernikiem typu 2204 f-my Brüel-Kjaer.

Wartości pomierzone wynosiły odpowiednio:

nr 46 - 42 dBA

nr 76 - 47 dBA

nr 82 - 46 dBA

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

12

2.8. Sprawdzenie poziomu drgań

Sprawdzenie wykonano przy prędkości 3000 obr/min.

Pomiar wykonano miernikiem amplitudy przyspieszenia.

Nr je- dnostki	Prędkość nominalna wału silnika	Pomiar drgań mm/s
46	3.000	1,08
76	3.000	1,20
82	3.000	1,05

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.9. Sprawdzenie odporności i wytrzymałości na zimno

a/ Próbę wykonano zgodnie z PN-73/E-04550.01 Aa w temperaturze -10°C czas kondycjonowania 2 h. W czasie próby wykonano sprawdzenie wg p. 4.2.2, 4.2.6, 4.2.7.

p.4.2.2

Nr je- dnostki napęd.	Napięcie za- silania je- dnostki /V/	Pobór prądu przez jedn. - /A/	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min
46	90	1,60	3.386
76	90	1,66	3.437
82	90	1,70	3.540

p.4.2.6 i 4.2.7

Nr je- dnostki	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min	Pomiar	
		napięcia induk. w funkcji obrotów /V/	przekładni na- pięciowej /V/V/
46	1.000	6,14	0,52
76	1.000	6,18	0,50
82	1.000	6,02	0,51

b/ Następnie wykonano próbę wytrzymałości na niepracującej jednostce przetrzymując ją przez 16 h w temperaturze -25°C . Po 6 h regeneracji wykonano sprawdzenie jednostki napędowej wg pkt- 4.2.2, 4.2.6 /tylko pomiar napięcia indukowanego/, 4.2.7 /tylko pomiar przekładni napięciowej/, 4.7, 4.8.

p.4.2.2

Nr jednostki	Napięcie zasilania	Pobór prądu	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min
	/V/		
46	90	1,60	3,386
76	90	1,66	3,437
82	90	1,70	3,540

p.4.2.6 i 4.2.7

Nr jednostki	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min	Pomiar	
		napięcie induk. w prądniczy	przekładni napięciowej
		/V/	/V/V/
46	1.000	6,13	0,52
76	1.000	6,21	0,48
82	1.000	6,03	0,50

p.4.7 i 4.8

Nr jednostki	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min	Pomiar	
		poziomu dźwięku	drgań
		dB	mm/s
46	3.000	53	1,02
76	3.000	52	1,10
82	3.000	54	1,08

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.10. Sprawdzenie odporności i wytrzymałości na suche gorąco

Próbie wykonano wg PN-73/E-04550.02 - próba Ba w temperaturze 40°C, wilgotności wzgl. $\leq 40\%$, czas kondycjonowania 2 h.

W czasie próby wykonano sprawdzenia

- a/ wg p.4.2.2 /spr. parametrów przy biegu jałowym/
 - 4.2.6 /pomiar napięcie indukowanego/
 - 4.2.7 /pomiar przekładni napięciowej/

p.4.2.2.

Nr jednostki	Napięcie zasilania	Pobór prądu	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min
	/V/		
46	90	1,62	3,480
76	90	1,60	3,437
82	90	1,64	3,538

14

p.4.2.6 i 4.2.7

Nr jednostki	Szybkość obrotowa wału silnika Vobr/min	Pomiar	
		napięcia ind. w prądniccy	przekładni napięciowej
		/V/	/V/V/
46	1000	6,13	0,52
76	1000	6,20	0,48
82	1000	6,12	0,48

b/ pomiary jak w p. a/ lecz dla temperatury 50°C

p.4.2.2

Nr jednostki	Napięcie zasilania jedn. V	Pobór prądu /A/	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min
46	90	1,65	3.390
76	90	1,60	3.438
82	90	1,64	3.544

p.4.2.6 i 4.2.7

Nr jednostki	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min	Pomiar	
		napięcia induk. w prądniccy	przekładni napięciowej
		/V/	/V/V/
46	1.000	6,17	0,52
76	1.000	6,21	0,48
82	1.000	6,06	0,47

Następnie wykonano próbę wytrzymałości na niepracującej jednostce przetrzymując ją 16. h w warunkach j.w. , tj. 40°C.

Po 6 h regeneracji wykonano sprawdzenie jak w próbie odporności oraz dokonano oględzin.

p.4.2.2

Nr jednostki	Napięcie zasilania jednostki /V/	Pobór prądu /A/	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min
46	90	1,65	3.392
76	90	1,60	3.498
82	90	1,64	3.534

p.4.2.6 i 4.2.7

Nr jednostki	Prędkość obrotowa wału silnika	Pomiar	
		napięcia indu. w prądniccy	przekładni napięciowej
46	1.000	6,17	0,50
76	1.000	6,22	0,49
82	1.000	6,14	0,48

W wyniku oględzin nie stwierdzono zmian w wyglądzie zewnętrznym jednostek napędowych.

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.11. Sprawdzenie wytrzymałości na zmiany temperatury

Jednostkę napędową poddano próbie wytrzymałości wg PN-73/E-04550.13 próba Na.

Po próbie wykonano sprawdzenie jednostki wg p. 4.2.2 /tylko pomiar napięcia indukowanego/, 4.2.7 /tylko pomiar przekładni napięciowej/, 4.7, 4.8, 4.4.

p.4.2.2

Nr jednostki	Napięcie zasilania jednostki /V/	Pobór prądu /A/	Szybkość obrotowa wału silnika
			obr/min
46	90	1,66	3.356
76	90	1,86	3.509
82	90	1,84	3.524

p.4.2.6 i 4.2.7

Nr jednostki	Szybkość obrotowa wału silnika	Pomiar	
		napięcia induk. w prądniccy	przekładni napięciowej
46	1.000	6,17	0,48
76	1.000	6,13	0,46
82	1.000	6,00	0,48

p.4.7 i 4.8

Nr jednostki	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min	Pomiar	
		poziomu dźwięku dB	drgan mm/s
46	3.000	44	1,00
76	3.000	49	1,08
82	3.000	48	1,00

p.4.4

Nr jednostki	Pomiar ^{izolacji} odporności w stanie	
	zimnym	nagrzany
46	20 MΩ	10 MΩ
76	20 MΩ	10 MΩ
82	20 MΩ	10 MΩ

W wyniku oględzin nie stwierdzono żadnych zmian w wyglądzie zewnętrznym. Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.12. Sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe

Jednostki napędowe poddano próbie wytrzymałości wg PN-73/E-04550.03 próba Ca w ciągu 96 h. Po próbie i 6 h regeneracji wykonano sprawdzenia wg p.4.2.2, 4.2.6 /tylko pomiar napięcia indukowanego/, 4.2.7 /tylko pomiar przekładni napięciowej/, 4.4 /pomiar rezystancji izolacji/, 4.7, 4.8.

4.2.2

Nr jednostki	Napięcie zasilania jednostki	Pobór prądu	Szybkość obrotowa wału silnika
	V		obr/min
46	90	1,86	3.393
76	90	2,04	3.509
82	90	2,14	3.506

4.2.6 i 4.2.7

Nr jednostki	Szybkość obrotowa wału silnika obr/min	Pomiar		Pobór prądu /A/
		napięcia induk. w prądniczy	przekładni napięciowej	
		/V/	/V/V/	
46	1.000	6,13	0,48	0,65
76	1.000	6,14	0,46	0,74
82	1.000	6,02	0,48	0,72

4.4

Nr jednostki	Pomiar [MΩ]			
	pt. i t.p.k. 250 V		silnika 500 V	
	zimnym	nagrzany	zimnym	nagrzany
46	∞	-	15	-
76	∞	-	20	-
82	∞	-	15	-

4.7 i 4.8

Nr jednostki	Prędkość obrotowa wału silnika obr/min	Pomiar poziomu dźwięku, organ	
		dB/A	mm/s
		46	3.000
76	3.000	46	1,20
82	3.000	45	0,90

W wyniku oględzin nie stwierdzono żadnych zmian w wyglądzie zewnętrznym. Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.13. Sprawdzenie odporności i wytrzymałości na wibracje

Jednostkę w stanie gotowości do pracy zamocowano na stole wstrząsarki wibracyjnej i poddano próbie wg PN-73/E-04550.06 próba F_{CA} dla następujących parametrów:

- częstotliwość w zakresie 10-150 Hz
- amplituda 0,15 mm w paśmie 10-60 Hz
- przyspieszenie 2g w paśmie 60-150 Hz

W trakcie próby wykonano sprawdzenia wg p. 4.2.2, 4.2.6 i 4.2.7.

Nr jednostki	Częstot. 25-150 Hz	Obroty silnika	I	Up.t.	Przekładnia t.p.k.	Napięcie zasil.
			/A/	/V/	/V/V/	/V/
46	25	1.000	0,68	6,13	0,48	27,14
	50	1.000	0,68	6,13	0,48	27,12
	75	1.000	0,68	6,13	0,48	27,12
	100	1.000	0,68	6,13	0,48	27,12
	125	1.000	0,68	6,13	0,48	27,12
	150	1.000	0,68	6,13	0,48	27,12
	150	3.359	1,78	20,65	0,48	90,00
76	25	1.000	0,8	6,45	0,48	27,80
	50	1.000	0,8	6,43	0,48	27,50
	75	1.000	0,8	6,45	0,48	27,80
	100	1.000	0,8	6,42	0,48	27,61
	125	1.000	0,8	6,42	0,48	27,68
	150	1.000	0,8	6,40	0,48	27,60
	150	3.474	0,8	21,48	0,48	90,00
82	25	1.000	0,78	6,00	0,48	25,88
	50	1.000	0,76	6,04	0,48	26,00
	75	1.000	0,76	6,04	0,48	26,05
	100	1.000	0,77	6,04	0,48	26,05
	125	1.000	0,77	6,04	0,48	26,07
	150	1.000	0,76	6,04	0,48	26,06
	150	3.000	1,70	18,14	0,48	77,44
150	4.434	2,00	21,12	0,48	90,00	

Następnie w stanie niepracującym w ciągu 3 h poddano działaniu wibracji sinusoidalnych o częstotliwości w zakresie 10-150 Hz, amplitudzie 0,35 mm w paśmie 10-60 Hz i przyspieszeniu 5 g w paśmie 60-150 Hz.

W trakcie próby nie stwierdzono wystąpienia żadnych uszkodzeń mechanicznych w badanych jednostkach napędowych.

Po próbie wykonano sprawdzenia wg p. 4.2.2, 4.2.6 /pomiar nap.induk./, 4.2.7 /pomiar przekładni nap./ oraz poziom dźwięku i drgań wg p.4.7, 4.8

Nr jednostki	Napięcie zasilania /V/ lub ilość obr/min.	I /A/	Up.t. /V/	Przekładnia t.p.k. /V/V/	3.000 obr/min. poziom	
					dźwięku /dB/	drgań mm/s
					46	90 - 3.000 2.000 1.000
76	90 - 3.000 2.000 1.000	1,98 - - -	- - - 6,12	- - - 0,47	46	1,15
82	90 - 3.000 2.000 1.000	2,06 - - -	- - - 6,04	- - - 0,48	46	1,00

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.14. Sprawdzenie odporności i wytrzymałości na udary mechaniczne

Jednostki napędowe w stanie gotowości do pracy poddano udom o parametrach

- przyspieszenie 5 g
- liczba udom 1000 dla każdego z trzech wzajemnie prostopadłych położeń jednostki.

Po próbie wykonano pomiary wg p. 4.2.2, 4.2.6 /pomiar nap.indukowanego/, 4.2.7 /pomiar przekładni napięciowej/ oraz 4.7 i 4.8.

Nr jednostki	Napięcie zasilania jednostki /V/	Pobór prądu /A/	Up.t. /V/	Przekładnia t.p.k. /V/V/	Poziom	
					dźwięku dBA	drgań mm/s
46	90	1,86	6,15	0,49	43	1,00
76	90	1,94	6,20	0,49	46	1,05
82	90	2,00	6,05	0,48	47	1,05

W wyniku oględzin nie stwierdzono żadnych zmian w wyglądzie zewnętrznym. Następnie jednostki w zastępczym opakowaniu transportowym poddano udom o parametrach:

- przyspieszenie 10 g
- liczba udom 1000 dla każdego z trzech wzajemnie prostopadłych położeń opakowania.

Po próbie wykonano pomiary wg p.4.2.2, 4.2.6 /pomiar nap.indukowanego/, 4.2.7 /pomiar przekładni napięciowej/ oraz 4.7 i 4.8.

Nr jednostki	Napięcie zasilania /V/	Pobór prądu /A/	Up.t. /V/	Przekładnia t.p.k. /V/V/	Poziom	
					dźwięku dBA	drgan mm/s
46	90	1,86	6,16	0,48	46	1,06
76	90	1,98	6,21	0,48	48	1,12
82	90	2,02	6,05	0,48	48	1,08

W wyniku oględzin nie stwierdzono wystąpienia żadnych uszkodzeń mechanicznych.

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.15. Sprawdzenie stopnia ochrony

Sprawdzenie wykonano wg PN-79/E-08106 dla stopnia ochrony IP-42.

W wyniku badania stwierdzono, że jednostki napędowe spełniają wymagania dla 4 stopnia ochrony przed ciałami stałymi większymi niż 1,0 mm oraz dla 2 stopnia ochrony przed kroplami wody przy przechylenie obudowy do 15° względem normalnego położenia.

Wynik sprawdzenia dla IP-42 - pozytywny.

2.16. Sprawdzenie wytrzymałości mechanicznej

Jednostki napędowe poddano przeciążeniu wynikającemu ze wzrostu prędkości wirowania do 5000 obr/min, doprowadzając odpowiednie napięcie zasilania /ok. 132 V/. Jednostki w stanie biegu jałowego przy tej prędkości przetrzymano przez 1 minutę, po czym zmniejszono napięcie do 90 V i sprawdzono prąd silnika oraz napięcie indukowane p.t.

Nr jednostki	Napięcie zasilania /V/	Pobór prądu /A/	Up.t. /V/
46	90	1,92	6,20
76	90	2,04	6,21
82	90	2,05	6,14

Podczas próby nie stwierdzono żadnych nieprawidłowości w pracy jednostek napędowych.

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

2.17. Sprawdzenie przeciążalności prądowej silnika

Silniki stopniowo obciążano momentem takim, aby uzyskać 1,5-krotną wartość prądu znamionowego. Praktycznie wykorzystując do badań sterownik mocy MAK-1 można było uzyskać max obciążenie 16 A /powyżej tej wartości występowało przeciążenie układu zasilającego i przepalenie bezpieczników/ i przy tej wartości prądu przez 1 minutę przetrzymywano silniki. Po próbie wykonano sprawdzenia wg p.4.2, 4.3, 4.7 i 4.8.

Nr jednostki	Napięcie zasilania /V/	Pobór prądu /A/	U p.t. /V/	Poziom	
				dźwięku dBA	drgan mm/s
46	90	1,92	6,20	49	1,10
76	90	1,96	6,21	51	1,12
82	90	1,98	6,16	49	1,10

Wynik sprawdzenia - pozytywny.

3. Analiza wyników badań

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników pomiarów stwierdza się, że parametry jednostek napędowych są zgodne z TW10 i z założonymi w programie badań, a tylko przekładnia transformatora położenia kąowego wynosi ok. 0,5 V/V zamiast wartości podanej przez producenta 0,87 V/V.

Również wszystkie narażenia środowiskowe, klimatyczne i mechaniczne badane jednostki przeszły z wynikiem pozytywnym.

4. Ocena badań

Stwierdza się, że jednostki napędowe spełniają wszystkie wymagania programu badań i wynik badań uznaje się za dodatni.

21