

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyki Elektrycznej

Zespół Budowy Robotów i Serwomechanizmów

074

A

Poufne

Główny wykonawca dr inż. Piotr Jabłoński

Wykonawcy mgr inż. T. Baliński, mgr inż. G. Heszen
doc. dr inż. St. Kaczanowski, prof. dr inż. T. Missala
prof. dr hab. inż. J. Owczarek, dr inż. R. Sawwa

Konsultant

Nr zlecenia
U-24.03.03
etap 1

Prace postlicencyjne nad
robotami IRb.

Zlecniodawca

Pracę rozpoczęto dnia 15.03.82

zakończono dnia 15.12.82

Kierownik Zespołu

Kierownik Ośrodka

dr inż. P. Jabłoński Z-ca Dyr. d/s
Automatyki

prof. dr inż. T. Missala

p.o. dr T. Gałazka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 16

Egz. 1 BOINTE

rysunków -

Egz. 2 DN

fotografii -

Egz. 3 OAE

tabel -

Egz. 4 OAE

tablic -

Egz. 5 OAM

załączników 2

Egz. 6 OAK

Nr rejestr. 4958

1

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera opracowanie koncepcji oraz wstępne oszacowanie kosztów i okresu opracowania robotów perspektywicznych maksymalnie wykorzystujących rozwiązania robotów IRb i budowanych z elementów krajowych i KS.

Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Prace postlicencyjne nad robotami IRb. Raport o przebiegu prac. Sprawozdanie Nr rej. 4835.
2. Prace postlicencyjne nad robotem IRb. Raport o przebiegu prac. Sprawozdanie Nr rej. 4917.

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

1. Wstęp

W chwili rozpoczęcia tematu założono, że prace postlicencyjne nad robotami IRb będą ściśle skorelowane ze współpracą naukowo-techniczną z Ministerstwem Przemysłu Motoryzacyjnego ZSRR związaną z planowanymi dostawami robotów IRb do ZSRR. W ramach tej współpracy planowano opracowanie w ZSRR części mechanicznych robotów IRb /przede wszystkim przekładni falowych i specjalnych łożysk/ będących ścisłymi odpowiednikami elementów importowanych obecnie z KK.

Do chwili obecnej współpraca naukowo-techniczna z ZSRR nie została nawiązana i stało się konieczne rozwiązanie innego wariantu prowadzenia prac postlicencyjnych.

Rozwiązania techniczne robota opracowywanego w ramach prac postlicencyjnych powinny uwzględniać:

- a/ Konieczność maksymalnej eliminacji importu z KK. Wartości importu z KK zespołów i elementów /podane w %/ zawarte są w sprawozdaniu nr rej. 4835.
- b/ Nowe zastosowania robotów /załącznik Nr 1/.
- c/ Przystosowanie robota do współpracy z czujnikami zewnętrznymi z możliwością przyjmowania i analizowania informacji zarówno cyfrowej jak i analogowej z tych czujników.
- d/ Możliwość współpracy z komputerem zewnętrznym.
- e/ Robot powinien być budowany przy możliwie maksymalnym wykorzystaniu niektórych rozwiązań konstrukcyjnych i know-how robota licencyjnego IRb.

Ad.c/.Czujniki robota można zgrubsza podzielić na:

- czujniki obecności i usytuowania przedmiotów /odległości, kąta/ realizowane w postaci czujników dotykowych, bezdotykowych /zbliżeniowych/ i wizyjnych /kamery TV, kamery z elementami półprzewodnikowymi oraz odległościomierzy laserowych /m.inn. do pomiaru wymiaru elementów/;
- czujniki innych wielkości fizycznych - siły, momentu, ciśnienia itp.

Dzięki zastosowaniu czujników robot posiada informacje /sprzężenie zwrotne/ o otoczeniu w którym pracuje.

Można wyróżnić trzy poziomy realizacji tego sprzężenia zwrotnego:

Poziom 1: w którym sygnał z czujnika jest bezpośrednio użyty do sterowania działaniem robota. Może to być np. sterowanie siłą chwytu chwytaka w zależności od sygnału z czujnika wykrywającego wyslizgiwanie się przedmiotu chwytanego.

Poziom 2: robota adaptacyjnego, gdzie sygnał z czujnika powoduje dostosowanie działania robota do zmieniających się warunków zewnętrznych. Robot adaptacyjny może być stosowany np. do szlifowania odlewów, automatycznego montażu, spawania łukowego itp.

Poziom 3: gdzie program pracy robota zadawany jest w postaci ogólnej - określonego celu, a konkretne decyzje podejmowane są przez układ sterowania na podstawie rozpoznania i analizy stanu otoczenia robota dokonane przez odpowiednie systemy sensoryczne sprzężone z robotem.

Ad.d/ Powinny być spełniane funkcje:

- dostęp mikroprocesora robota do programów w pamięci komputera,
- nadrzędne sterowanie robota przez komputer,
- komputer "nadzorca" linii produkcyjnej synchronizuje prace linii./gniazda/, a w tym synchronizuje pracę poszczególnych robotów w grupie,
- komputer jest "księgowym" - ewidencja i sprawozdawczość linii /gniazda/ produkcyjnego, oraz sprawozdawczość i informacja technologiczna o przebiegu procesu np. statystyczna obróbka i odpowiednia prezentacja na bieżąco pomiarów lub innych elementów procesu technologicznego,
- przesyłanie do komputera informacji i czujników pomiarowych wewnętrznych robota informujących o jego położeniu, aktualnie realizowanym programie oraz informacji z czujników zewnętrznych - wstępnie przetworzone,
- komputer steruje stanowiskami decyzyjnymi /pomiaru i kontrola/ uruchamiając w wyniku swej pracy różne fragmenty linii.

2. Propozycje modyfikacji układu sterowania

2.1. Cele jakie należy osiągnąć przez modyfikację układu sterowania

Przy opracowywaniu propozycji modyfikacji układu sterowania kierowano się następującymi przesłankami:

1. Robot perspektywiczny powinien spełniać wszystkie dotychczasowe funkcje robotów IRb oraz funkcje dodatkowe przedstawione we wstępie niniejszego sprawozdania.
2. Układ sterowania robota perspektywicznego powinien zapewniać możliwość rozbudowy /sprzętowej i programowej/ w celu uzyskania nowych funkcji, obecnie trudnych do określenia.
3. Układ sterowania robota perspektywicznego powinien w maksymalnym stopniu wykorzystywać sprawdzone rozwiązania układowe robotów IRb oraz rozwiązania opracowane w MERA-PIAF dla systemów MIR-PROWAY i mikroprocesorowego układu sterowania PR-02/SP.
4. W układzie sterowania należy zminimalizować udział importu z KK. Dopuszczalny udział importu - 1 do 2%.

2.2. Propozycje rozwiązania części centralnej układu sterowania

W obecnej wersji układu sterowania stosowany jest przestarzały i nie produkowany w KS mikroprocesor 8008-1. Należy go zastąpić możliwie nowoczesnym typem mikroprocesora, dostępnym w KS.

Ze względu na zamierzoną produkcję w ZSRR, proponuje się zastosowanie 16-bitowego mikroprocesora typu 8086.

W celu uzyskania możliwości rozbudowy układu dla uzyskania nowych funkcji, dotychczasowa unikalna magistrala części centralnej robota powinna być zastąpiona magistralą standardową spełniającą wymaganie rozszerzalności i przystosowaną do instalowania systemów 16-bitowych. Proponuje się wykorzystanie magistrali Multibus, przystosowanej do mikroprocesora 8086. Dotychczasowe i zamierzone opracowania pakietów w systemach MIR, PROWAY i PR-02/SP są przystosowane do magistrali MULTIBUS w wersji 16-bitowej. Przyjęcie tej magistrali w układzie sterowania robota perspektywicznego umożliwi unifikację pakietów z pakietami systemów MIR-PROWAY i PR-02/SP oraz wykorzystanie w układzie sterowania robota pakietów już opracowanych i przyszłościowych, przeznaczonych dla tych systemów.

Tabela 1 przedstawia propozycje zastąpienia zespołów części centralnej układu sterowania robotów IRb odpowiednimi zespołami systemów MIR-PROWAY i PR-02/SP.

Kaseta używana w systemie MIR_PROWAY ma 21 stanowisk. Wyposażenie kasety w zestaw pakietów umożliwiający sterowaniem robotem 5-osiowym, wymaga wykorzystania 15 stanowisk.

Pozostałe 6 stanowisk można wykorzystać do uzyskania dodatkowych funkcji lub zwiększenia możliwości robota: zwiększenia liczby sterowanych osi, liczby wejść/wyjść, pojemności pamięci programu użytkowego, sterowania przez komputer nadrzędny z bezpośrednim dostępem do pamięci /DMA/, wyprowadzenia wejść/wyjść analogowych itp.

Należy podkreślić, że proponowane rozwiązanie eliminuje całkowicie potrzebę importu elementów z KK.

2.3. Propozycje rozwiązania pozostałych zespołów układu sterowania

Pozostałe zespoły układu sterowania w obecnej formie spełniają zasadniczo wymagania stawiane układowi sterowania robota perspektywicznego za wyjątkiem sterowników mocy robota IRb-6. Prace nad tymi zespołami należy ograniczyć do prac związanych z dalszą eliminacją importu z KK.

W większości tych zespołów wielkość importu z KK została sprowadzona do rozsądnego minimum, nie wymagającego daleko idących zmian konstrukcyjnych, układów sterowania. W celu dalszej eliminacji importu należy jednak wprowadzić zmiany, często wymagające całkowicie nowych konstrukcji zespołów. W tabeli 2 podano wykaz zespołów układu sterowania /z wyjątkiem części centralnej/ i proponowany zakres prac, jakie należy wykonać. W "Harmonogramie Tematu" podano planowane terminy i oszacowanie kosztów prac nad modyfikacją układu sterowania.

Tabela 1. Zespoły części centralnej układu sterowania

Lp.	Nazwa zespołu w robocie IRb	MIR-PROWAY	PR-02 SP	Komentarz
1	Kaseta /mechanika/	+		
2	Plater	+		
3	Jednostka centralna	+		
4	Pamięć PROM	+		
5	Pamięć RAM	+		
6	Interfejs PK-1	+		
7	Interfejs komunikacyjny	+		
8	Jednostka WE/WY		+	wymaga zmian konstr.
9	Detektor zasilania		+	- " -
10	Licznik odniesienia - zasilacz rezolwerów			wymaga opracowania
11	Sterownik połączenia osi			wymaga opracowania
12.	Panel testowania		+	wymaga zmian konstr.

Tabela 2. Prace nad pozostałymi zespołami układu sterowania

Lp.	Nazwa zespołu w robocie IRb	Zakres prac
1	Szafa /mechanika/	Eliminacja importu wentylatorów i czujników termicznych
2	Zespół akumulatorów	-
3	Panel operacyjny	-
4	Zasilacz główny	Eliminacja importu diod, zmiany konstrukcyjne
5	Zasilacz rezerwowo	Eliminacja importu integratora elektrycznego, zmiany konstrukcyjne
6	Zespół bezpieczników i styczników	Eliminacja importu 3 styczników z ASEA
7	Zespół listwy zaciskowej	Eliminacja importu listwy i złączy kabli płaskich, zmianą połączeń elektrycznych
8	Zespół zabezpieczeń termicznych IRb-6	-
9	Sterownik mocy IRb-6	Konieczność nowego opracowania
10	Sterownik mocy IRb-60	Poprawki w sterowniku /oprac. IEL/
11	Zespół prostownika IRb-6	-
12	Transformatory IRb-6	-
13	Transformatory IRb-60	Zmiana konstrukcji-zmniejszenie wymiarów
14	Dławiki IRb-6	-
15	Dławiki IRb-60	Zmiana konstrukcji-zmniejszenie wymiarów
16	Kable płaskie+złącza	Zastąpienie produkowanymi w KS
17	Kabel szafa-robot	Eliminacja importu kabla
18	Panel programowania	Eliminacja importu wyświetlaczy - nowa konstrukcja panelu
19	Kabel panelu progr.	Eliminacja importu kabla
20	Kabel PK-1	Eliminacja importu kabla

Uwaga: W przypadku zastosowania nowej konstrukcji silnika prądu stałego z komutacją elektroniczną poz. 9-15 będą opracowywane na nowo.

HARMONOGRAM TEMATU: Opracowanie układu sterowania perspektywicznego
 złożonego robota przemysłowego
 stanowiący załącznik do umowy nr z dnia

Lp.	Wyszczególnienie etapu	Wykonawca	Wynagrodzenie wykonawcy za dany etap x/	Termin zakończ. etapu
1.	Opracowanie założeń techniczno-ekonomicznych	OAE	500 tys.	I.83
2.	Wykonanie dokumentacji modelu	OAE	1.500 tys.	IV.83
3.	Wykonanie modelu, badania	OAE	4.000 tys.	III.84
4.	Wykonanie dokumentacji prototypu /bez oprogramowania/	OAE	700 tys.	I.85
5.	Wykonanie 2 prototypów /bez oprogramowania/	ZD	8.000 tys.	III.85
6.	Opracowanie oprogramowania podstawowego	OAE	5.000 tys.	VI.86
7.	Badania prototypu, weryfikacja dokumentacji	OBN, OAE	1.500 tys.	III.86
			Razem	21.200 tys.zł.

Uwagi: 1/ Do wykonania etapu 3 niezbędne są: 1.Kaseta.2. Plater. 3.Jednostka centralna 8-bitowa 4.Pamięć RAM systemu MIR-PROWAY, w terminie I.84r.

2/ Do wykonania etapu 5,6,7 niezbędne są:1.Jednostka centralna 16-bitowa z programem-monitorem, 2.Pamięci PROM, 3.Interfejs PK-1, 4.Interfejs komunikacyjny sysemu MIR-OPROWAY, w terminie III.85r. /co będzie wymagało środków dodatkowych na realizację Jedn.16-bitowej MIR-PROWAY/.

x/ Koszty oszacowane są w cenach roku 1982.

3. Propozycje modyfikacji układu napędowego

Uzasadnienie techniczne podjęcia opracowania nowego silnika dla układów napędowych robotów zawarte jest w sprawozdaniach Nr rej. 4835 i 4917.

Opis techniczny tego silnika podany jest w zgłoszeniu patentowym /Załącznik Nr 2/.

W "Harmonogramie tematu" podano planowane terminy i oszacowanie kosztów opracowania silnika oraz komutatora elektronicznego /sterownika mocy/ do jego sterowania.

HARMONOGRAM TEMATU: Silnik prądu stałego z komutacją elektroniczną
dla robotów przemysłowych.

stanowiący załącznik do umowy nr z dnia

Lp. Wyszczególnienie etapu	Wykonawca	Wynagrodzenie wykonawcy za dany etap	Termin zakończenia etapu
1. Opracowanie, wykonanie i badania modeli laboratoryjnych komutatora elektronicznego /dla silnika do 300W i dla silnika do 1,5kW II/ wersje/.	ZD	200.000	30.06.83
	OAE	1.000.000	
2. Opracowanie wykonanie i badania modelu laboratoryjnego silnika prądu stał. z komutacją elektroniczną.	OAE	1.250.000	30.09.83
	ZD	400.000	
	Pol.Wrocł.	600.000	
3. Opracowanie, wykonanie, badanie oraz rewizja dokumentacji komutatora elektronicznego dla silnika do 300W	OAE	1.000.000	28.02.84
	ZD	350.000	
4. Opracowanie, wykonanie i badanie oraz rewizja dokumentacji modelu użytkowego silnika prądu stałego z komutacją elektroniczną o mocy do 300W	OAE	1.250.000	30.09.84
	ZD	400.000	
	Pol.Wrocł.	600.000	
5. Opracowanie, wykonanie, badanie oraz rewizja dokumentacji komutatora elektronicznego dla silnika do 1,5kW	OAE	1.000.000	30.06.84
	ZD	350.000	
6. Opracowanie, wykonanie, badania oraz rewizja dokumentacji modelu użytkowego silnika pr. stałego z komutacją elektroniczną do 1,5kW	OAE	1.500.000	30.04.85
	ZD	400.000	
	Pol.Wrocł.	600.000	
Razem:		10.900.000	
+ delegacje:		40.000	
+ aparatura:		60.000	

14

Wykonawca: Instytut Energetyki i Automatyki

02.06.83

4. Modyfikacja układu mechanicznego dla eliminacji lub zastąpienia przekładni harmoniczej zespołami przekładni harmoniczej prod. ZSRR.

Zasadniczą przesłanką podjęcia tematu w zakresie części manipulacyjnej było zamierzenie zastosowania przekładni harmoniczych produkcji ZSRR w układach napędowych robotów IRb. Niestety dotychczas nie powiodło się uzyskanie z ZSRR niezbędnych danych technicznych umożliwiających przeanalizowanie realności tego zamiaru, mimo uporczywych w tym kierunku działań.

Na podstawie tych doświadczeń można wnioskować, że stopień trudności uzyskania komponentów do budowy modeli i prototypów byłby obecnie jeszcze znacznie większy. Tym samym nie jest możliwe bazowanie na tej koncepcji w pracach nad eliminacją importu przekładni z KK. Pozostawałoby więc utrzymanie przekładni w imporcie lub opracowanie i uruchomienie krajowej, ewentualnie przeanalizowanie możliwości zupełnej modyfikacji napędu dla wyeliminowania przekładni harmoniczych. Należy oceniać, że opracowanie i uruchomienie produkcji przekładni w kraju, z uwagi na istniejącą sytuację materiałową w zakresie jakości i stałości oraz powtarzalności parametrów musiałoby zakładać wykorzystywanie odpowiednich stali wytwarzanych w urządzeniach specjalistycznych instytutów. Realizacji powyższej koncepcji sprzyja stosunkowo mała materiałochłonność produkcji przekładni. Decyzja taka stworzyłaby podstawowe warunki techniczne prowadzenia przez wyspecjalizowaną instytucję prac technologiczno-doświadczalnych, a następnie produkcji przekładni o wymaganej jakości.

Utrzymanie w układach napędowych przekładni harmoniczych dyktowane jest ich walorami techniczno-eksploatacyjnymi, a w szczególności dużym przełożeniem rzędu 1 : 200, wysoką wartością przenoszanej mocy na jednostkę masy, zminimalizowanym luzem bardzo trudnym do osiągnięcia w innego rodzaju napędach, bez znacznego pogorszenia

sprawności mechanicznej.

Przekładnie harmoniczne w robotach IRb stosowane są w napędach ruchu φ, ψ i t.

Zakresy tych ruchów są następujące :

	φ	ψ	ψ
IRb-6	340°	± 90°	± 180°
IRb-60	330°	+ 75° - 120°	± 180°

Z powyższego wynikają następujące wnioski —
ze względu na wymagane przełożenie można rozważać dwa warianty napędu:

- pierwszy przy pomocy przekładni śrubowej tocznej
- drugi przy pomocy zespołu ślimak-ślimacznic

Pierwszy wariant, przy uwzględnieniu wartości wymaganych kątów obrotu musi sprowadzać się do zespołu napędowego złożonego z przekładni śrubowej tocznej oraz zespołu zębata - koło zębate, albo przekładnia śrubowa toczna, plus mechanizm korbowy, plus przekładnia zębata.

Wprowadzenie do napędu mechanizmu korbowego utrudnia realizację ruchów z jednostajną prędkością, ruchów prostoliniowych, komplikując poważnie napęd.

Drugi wariant napędu z wykorzystaniem zespołu ślimak-ślimacznic przy realizacji przełożenia 1 : 200 i ślimaku jednozwojowym, dla utrzymania tej samej wartości inkrementu wymaga zabudowania ślimacznic o 200 zębach.

Trzeba też brać pod uwagę niską sprawność przekładni ślimakowej, trudności w zapewnieniu pracy bez luzu oraz jej masę wynikającą z warunków jej wytrzymałości i trwałości. Uwaga ta dotyczy również przekładni zębatach.

Powyżej zasygnalizowane ujemne cechy wskazują na konkurencyjność napędu z przekładnią harmoniczną w stosunku do napędów innego rodzaju.

5. Eliminacja łożysk z KK

Drugim z przesłanek wskazujących na konieczność wykonania prac postlicencyjnych jest zamierzenie wyeliminowania importowanych łożysk. Zagadnienie to stało w centrum uwagi, w takim celu prac nad adaptacją dokumentacji. Poniżej zostaną wskazane węzły w których jeszcze pozostały łożyska importowane.

1. Łożysko 2213.4050-211 o wymiarach $d=55$; $D=100$; $B=21$ wchodzi do zespołu P-6397601-HL /zespół ruchu Ψ IRb-6/

Zgodnie wymiarowo łożysko FET ma niższą nośność od łożyska SKF stosowanego w ASEA. W obecnej sytuacji może być podjęta decyzja stosowania w produkcji łożyska FET typ N211,

2. Łożysko 2213-253-1 o wymiarach $d=90$; $D=115$; $B=13$ wchodzi do zespołu P-6397001-M /zespół ramion IRb-6/ Ponieważ istnieje konieczność utrzymania wymiaru d musiałyby być zastąpione łożyskiem FET16018 o wymiarach $d=90$; $D=140$; $B=16$.

Zastosowanie tego łożyska wymaga rozbudowania średnic osady łożysk w ramieniu dolnym, a tym samym podniesienia osi obrotu dolnego ramienia nad zespołem ruchu Ψ , zmianie uległaby położenie pola pracy robota oraz zwiększyłaby się masa robota.

3. Łożysko 2213-257-1 o wymiarach $d=76,2$; $D=88,9$; $B=6,35$ wchodzi do zespołu P-6397001-M; P-6397001-AL; P-6397001-AY; P-6397001-AM.

Uwzględniając konieczność utrzymania średnic d mogą być brane pod uwagę łożyska FET 16015 o wymiarach $d=75$; $D=115$; $B=13$

lub — " — 16016 o wymiarach $d=80$; $D=125$; $B=14$

Zastosowanie tych łożysk zwiększałoby wymiary osad łożysk oraz szerokość ramion a tym samym ich masę.

4. Łożysko 2213 257-2 o wymiarach $d=101,6$; $D=111,3$; $B=6,35$ wchodzi do zespołu P-6397001-M IRb-6.

Najbliższymi wymiarowo łożyskami FET to 16020 o wymiarach $d=100$; $D=150$; $B=16$.

14

Zastosowanie wymagałoby znacznego zwiększenia wymiarów obsady a więc i automatycznego wzrostu masy.

5. Łożysko 2213 254-1 o wymiarach $d=8\frac{1}{2}$; $D=22$; $B=7$ wchodzi do zespołu P-6397001-AY.

Najbliższe wymiarowo łożysko FŁT do łożysko kulkowe jednorzędowe skośne 7200B o wymiarach $d=10$; $D=90$; $B=9$. Zastosowanie wymagałoby przekonstruowania zespołu przegubu, powiększenia średnic kół zębatych a tym samym zwiększenie wymiarów i masy całego mechanizmu.

6. Łożysko 2213 260-1 o wymiarach $d=203,20$; $D=222,25$; $B=12,7$ wchodzi do zespołu P-6397001-HL.

Największe łożysko kulkowe w katalogu FŁT w 16040 ma wymiary $d=200$; $D=310$; $B=34$. Jego zastosowanie zmieniłoby znacznie wymiary i masę mechanizmu.

7. Łożysko 2213 255-1 o wymiarach $d=14$; $D=20$; $B=12$ wchodzi do zespołu P-6397001-HL i P-6397001-AY. Zgodnie wymiarowo łożysko igiełkowe 142012 wg PN-76/M-86295 nie występuje w katalogu FŁT.

Najbliższe wymiarowo łożysko występujące w katalogu to łożysko igiełkowe RNa4900 o wymiarach $d=14$; $D=22$; $B=13$. Jego stosowanie wydaje się możliwe po wprowadzeniu zmian wymiarowych współpracujących części. Powstałaby wtedy rozbieżność wymiarów detali produkowanych dla ASEA i na kraj nie pozwalająca np. zagospodarować obiektów eksportowych.

8. Łożysko 2213 298-2 o wymiarach $d=6$; $D=17$; $B=10$ wchodzi do zespołów P-2219 239-A/S/; P-2219 239-B/S/; P-2219 240-A/S/; P-2219 240-B/S/
- Najbliższe wymiarowo łożysko FŁT to łożysko igiełkowe Na 4900 o wymiarach $d=10$; $D=22$; $B=13$.

Jego zastosowanie wymagałoby zwiększenia gabarytów obsad /ucha ciągnien, napędu ruchów *V i t* /, a więc i mas będących w ruchu. Ponadto konieczne byłoby zwiększenie wnętrza ramion, ich wymiarów zewnętrznych i masy.

9. Łożysko 2213 258-1 o wymiarach $d=355,6$; $D=393,7$; $B=19,05$ wchodzi

do zespołu P-6397001-CE /zespół ruchu φ robota IRb-60/.

Największe łożysko w katalogu FŁT to 16040 wymienione w punkcie 6

6. Nie jest możliwe jego zastosowanie bez gruntownej zmiany rozwiązania konstrukcyjnego.

10. Łożysko 2213 259-1 o wymiarach $d=165$; $D=190$; $B=12,7$ wchodzi do zespołów P-6397001-BR; P-6397001-CB; P-6397001-U. Najbliższe wymiarowo łożysko FŁT to 16034 o wymiarach $d=170$; $D=260$; $B=28$. Zastosowanie tego łożyska zmuszałoby do poważnych zmian konstrukcyjnych, zwiększających gabaryty i masę robota.

11. Łożysko 2213 259-2 o wymiarach $d=228,6$; $D=254,0$; $B=12,7$ wchodzi do zespołu P-6397001-BM.

Największe łożysko produkcji FŁT określono w punkcie 6.

Nie jest możliwe jego stosowanie.

12. Łożysko 2213 297-1 o wymiarach $d=85$; $D=160$; $B=28$ wchodzi do zespołu P-6397001-CE. Jest ono zgodne wymiarowo z łożyskiem FŁT N217, z tym że nośność ruchowa łożysk FŁT jest niższa od nośności łożysk SKF stosowanych przez ASEA i stanowi 91%. W obecnej sytuacji to łożysko może być przyjęte do produkcji robotów.

13. Łożysko 2213 298-3 o wymiarach $d=35$; $D=45$; $B=30$ wchodzi do zespołu P-6397001-U.

Najbliższy wymiarowo zestaw igiełkowy produkcji FŁT-RNa 496 ma wymiary $d=35$; $D=47$; $B=17$. Ma on znacznie mniejszą nośność i nie jest możliwa zamiana.

14. Zestaw łożyskowy 22130-0004A jednorzędowego łożyska baryłkowego z tuleją wciągana, FŁT nie produkuje takiego typu łożysk.

Produkowane łożyska baryłkowe, dwurzędowe mają większe wymiary oo zwiększałoby wymiary obsad i ich masy.

15. Łożysko stożkowe 2213 3802-5 o wymiarach $d=30$; $D=55$; $B=T=17$ wchodzi do zespołu P-6397001-BZ.

Łożysko 32006X prod. FŁT jest zgodne wymiarowo ale ma w stosunku

do łożysk SKF, stosowanych przez ASEA obniżoną nośność ruchową do 88% przy zbliżonej nośności spoczynkowej. W obecnej sytuacji można podjąć decyzję zamiany tych łożysk.

16. Łożysko stożkowe 2213 3802-9 o wymiarach $d=55$; $D=90$; $B=T=23$ wchodzi do zespołu P-6397001-BM

Łożysko 32011X prod. F&T jest zgodne wymiarowo lecz ma niższą nośność. Stanowiłoby jak w punkcie 15.2 powyższego omówienia wynika że dalsza możliwość eliminacji łożysk z importu bez gruntownego przekonstruowania robotów IRB jest już znikoma.

Zakres zmian konstrukcyjnych w wielu węzłach musiałby bazować na innej idei rozwiązania.

Ponadto zwiększenie masy wielu węzłów nie jest możliwe bez zwiększenia mocy silników. Nasuwa się w związku z tym wniosek o niecelowości podejmowania obecnie dalszych prac postlicencyjnych nad częścią ^{manipulacyjną} robotów IRb, szczególnie wobec pojawienia się na rynku światowym nowych konstrukcji o charakterystykach przewyższających parametry w szczególności osiągnięte przez robot IRb-60. Przykładowo można wymienić robot ASEA IRb90s/2 lub KUKA IR601/60CP.

6. Wnioski końcowe

Naszym zdaniem w świetle zarysowanych powyżej informacji propozycje dalszych prac dotyczyć powinny opracowania nowej konstrukcji robota przemysłowego. Prace te winny być prowadzone w ramach współpracy wielostronnej podejmowanej obecnie w zakresie "robota przyszłościowego" przez Radę Głównych Konstruktorów krajów członków RWPG d/s robotów przemysłowych. W I połowie 1983r. zorganizowane zostanie przez LRB posiedzenie specjalistów mających na celu przedyskutowanie problemów merytorycznych, ustalenie projektu harmonogramu, podziału zadań oraz warunków realizacji tego przedsięwzięcia. Materiały te mają być rozpatrzone i uzgodnione na IV posiedzeniu Rady w czerwcu 1983r.

Uważamy, że w zakresie części manipulacyjnej delegacja MERA-PIAP winna zgłosić swój udział jako strona współpracująca, oferując do wykorzystania między innymi nasze doświadczenia w zakresie części manipulacyjnych robotów IRb, oraz podkreślając konieczność opracowania i podjęcia produkcji w krajach RWPG szeregu przekładni harmoniczných i lekkich łożysk niezbędnych obecnie do opracowania nowoczesnych konstrukcji części manipulacyjnych z napędami elektrycznymi.

W zakresie układu sterowania i oprogramowania podstawowego Polska powinna głosić swój udział jako strona wiodąca przy czym należy zapewnić sobie współpracę z ZSRR, co powinno zapewnić dostawę radzieckich elementów i przede wszystkim systemu 16-bitowego mikroprocesora /odpowiednika INTEL 8086/. Celowe jest takie zgłoszenie Polski jako strony wiodącej w zakresie układów napędowych opartych na proponowanym rozwiązaniu silników prądu stałego z komutacją elektroniczną.

Załącznik Nr 1

Kierunki rozwoju postlicencyjnego robotów IRb wynikające z zastosowań.

Kierunki rozwoju wynikające z zastosowań wynikły w powiązaniu z przygotowaniem materiałów i opinii odnośnie utrzymania lub/i zwiększenia atrakcyjności eksportowej a w tym ofert eksportowych na roboty w zestawach z podstawowym wyposażeniem technologicznym.

Dokonana analiza prowadzi do dwóch połączonych merytorycznie grup wniosków:

- Wnioski dotyczące konieczności zmian w robocie.
- Wnioski dotyczące wykonania prac n-b mających na celu uzyskanie dokumentacji robotów w w/w zestawach.

Podstawowe zestawy robotów, których opanowanie powinno zawierać się w pracach postlicencyjnych implikują następujące tematy n-b:

1. adaptacyjne spawanie łukowe przestrzenne,
2. czyszczenie adaptacyjne ciężkich odlewów żeliwnych,
3. zgrzewanie punktowe.

W zakresie tematu 1, podstawowym zagadnieniem jest opracowanie odpowiednich czujników i oprogramowanie użytkowe robota co w połączeniu z odpowiednią spawarką pozwoliły by rozszerzyć zakres spawania robotyzowanego na przypadki, kiedy trajektoria i szerokość szczeliny różnią się istotnie od zadanych. W zakresie tego tematu wykorzystać się powinno robot adaptacyjny IRb-6, który uzyskano w wyniku w-cy n-b z firmą ASEA. Obecnie nie przewiduje się zmian w robocie, wynikających z realizacji tego tematu.

W zakresie tematu 2, podstawowym zagadnieniem jest opracowanie przemysłowego wariantu głowicy obróbczej z czujnikami.

W zestawie wykorzystuje się już opracowaną instalację hydrauliczną dużej mocy i doświadczenia przy budowie i badaniach laboratoryjnego wariantu głowicy obróbczej z czujnikami. Obecnie nie przewiduje się zmian w robocie wynikających z realizacji tego tematu.

W zakresie tematu 3 podstawowymi zagadnieniami są:

- realizacja zmian w robocie wynikających z potrzeb zgrzewania punktowego,
- opanowanie zgrzewania z szóstą osią swobody robota,
- uzyskanie możliwości budowy linii zgrzewalniczych z kilkoma robotami z komputerem nadzorczym realizującym sterowanie i sprawozdawczość linii.

Aby robot IRb-60 spełniał wymagania stawiane robotom zgrzewalnicy, niezbędne jest osiągnięcie m.in. następujących zmian:

- zwiększenie jego prędkości,
- zmiany sposobu działania stopu awaryjnego.

Prędkość działania robota standardowego pozwala osiągnąć ok. 40 zgrzewin na minutę, gdy tymczasem z dostępnych danych wynika, że robot IRb-60 przystosowany do zgrzewania przez ASIA wykonuje ok. 60 zgrzewin na minutę.

Przyśpieszenie działania robota IRb-60 może zmniejszyć jego powtarzalność pozycjonowania do $\pm 1,0$ mm, ale taka powtarzalność jest zadana stojąc w procesie zgrzewania.

Zmiana sposobu działania stopu awaryjnego wydaje się niezbędna z tego względu, że obecnie w wersji standardowej każdorazowo zadziałanie tego stopu wymaga synchronizacji robota. Podczas zgrzewania takie zadziałanie stopu jest nie do przyjęcia. Zmieniony system działania stopu powinien umożliwiać, po usunięciu jego przyczyn, natychmiastowe kontynuowanie przerwanego programu bez konieczności synchronizacji robota.

Jako realizacja zgrzewania z klaszerni o dużym zasięgu wymaga celowo uzyskanie robota do zgrzewania z transformatorem umieszczonym na ramieniu robota.

Rozwiązanie to wymaga mechanicznych połączeń wysokoprądowych na końcu ramienia robota.

Taki węzeł połączeniowy winien być wraz z transformatorem rozwiązany przez wyspecjalizowaną placówkę n-b /Instytut Spawalnictwa w Gliwicach/ jednakże należy założyć, że będą niezbędne pewne zmiany konstrukcyjne również w robocie. Obecnie przewidzenie takich zmian nie jest możliwe.

Wniośnieść prac postlicencyjnych dotyczących lub też odnośnie robota perspektywnego wynikają z dotychczasowej analizy następujące wnioski:

- odnośnie sterowania i oprogramowania :
 - potrzeba zwiększenia ilości wejść i wyjść
 - potrzeba umożliwienia pamiętania stanów/realizacji funkcji logicznych na wejściach i wyjściach,
 - potrzeba zwiększenia czasu zasilania pamięci przy przerwie zasilania sieciowego,
 - potrzeba wprowadzenia możliwości programowania robota w języku wyższego rzędu z wykorzystaniem monitora ekranowego oraz opracowania takiego języka,
 - potrzeba stworzenia zespołu komputera nadrzędnego i grupy robotów do pracy w kompleksach zrobotyzowanych w tym w linii maszyn obróbkowych w powiązaniu z systemem ochrony człowieka przed robotem.
- odnośnie części manipulacyjnej :
 - potrzeba wykonania analizy możliwości zwiększenia udźwigu robota IRb-60 i ew. realizacja
 - potrzeba wykonania analizy i ew. realizacji szybkiego robota do montażu w oparciu w maksymalnie możliwym stopniu o podzespoły IRb,

-- potrzeba wykonania analizy i ew. realizacji robota podwieszonoego jeżdżącego na portalu, do obsługi gniazda maszyn ustawionych w linii, w oparciu w maku, możliwym stopniu o podzespoły IRb.

Silnik prądu stałego o wirniku
tarczowym

Przedmiotem wynalazku jest silnik prądu stałego o wirniku tarczowym.

W ciągu ostatnich lat, coraz szersze zastosowanie znajdują silniki prądu stałego o wirnikach tarczowych. Są to silniki o tworniku w postaci cienkiego krążka /tarczy/, na którym są nadrukowane lub naklejone płaskie przewody miedziane. Przewody te tworzą odpowiednią wielobiegunową falę uzwojenia w maszynie konwencjonalnej. Tarcza twornika wiruje w szczelinie pomiędzy magnesami trwałymi osadzonymi w tarczach łożyskowych. Silniki te nie mają zazwyczaj oddzielnego komutatora, a szczotki ślizgają się bezpośrednio po uzwojeniu. Ze względu na dużą liczbę "działek komutatora" silniki te mają dobrą komutację, ale nie można uniknąć mechanicznego wycierania się uzwojenia. W celu podniesienia trwałości uzwojenia "działek komutatora" stosuje się pokrycia galwaniczne warstwami miedzi, srebra a następnie rodu. Zazwyczaj technologia ta nie przynosi zbyt dużych efektów, a silniki mają zbyt niską trwałość jak na nowoczesną konstrukcję.

W dotychczasowych rozwiązaniach na twornikach tarczowych umieszcza się no uzwojenie faliste proste, a ze względu na trudności technologiczne wykonywano je przeważnie jako jednowarstwowe. Ogranicza to zwoj-

ność uzwojenia, okład prądu, a więc i moc wewnętrzną maszyny. Uzwojenie wykonywano było zazwyczaj jako wielobiegunowe zapewniające najkrótsze połączenia czołowe, a tym samym zmniejszenie średnicy tarczy i momentu bezwładności.

Zgodnie z wynalazkiem w silniku prądu stałego o wirniku tarczowym, magnesy trwałe są umieszczone na tarczy wirnika, a uzwojenie twornika jest umieszczone po obu stronach tarczy wirnika. Uzwojenie twornika jest zaprasowane w kompozycie magnetodielektrycznym.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schematycznie silnik według wynalazku w przekroju porzecznym.

Silnik ma wirnik tarczowy składający się z tarczy 1 osadzonej na wale 5 ułożyskowanym w łożyskach 6 osadzonych w pokrywach łożyskowych 7 i 8. Pokrywy łożyskowe 7 i 8 są połączone ze sobą za pomocą obudowy 9. Na tarczy 1 umieszczone są magnesy trwałe 4. Uzwojenie twornika 2 jest umieszczone po obu stronach tarczy 1 i zaprasowane w kompozycie magnetodielektrycznym 3 w pokrywach łożyskowych 7 i 8. Tarcza 1 wykonana jest z materiału nieferromagnetycznego, na przykład ze stopu aluminium lub z materiału chemoutwardzalnego, a to ze względu na mały ciężar właściwy i tym samym ograniczenie momentu bezwładności. Uzwojenie twornika 2 jest podzielone na tyle sekcji, których liczba jest dwa razy większa od liczby biegunów magnesów trwałych 4. Każda sekcja może być zasilana napięciem sterowanym z komutatora elektronicznego, co umożliwia wyeliminowanie konwencjonalnego komutatora i szczotek /zestyku ślizgowego/.

Dzięki takiemu rozwiązaniu silnika żywotność jego ograniczona jest praktycznie żywotnością łożysk. Ponadto uzwojenie twornika może być nawinięte na szablonach i zaprasowane w kompozycie magnetodielektrycznym co znakomicie upraszcza technologię wykonania maszyny.

Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik prądu stałego o wirniku tarczowym, znamienny tym, że magnesy trwałe /4/ umieszczone są na tarczy /1/ wirnika, a uzwojenie /2/ twornika jest umieszczone po obu stronach tarczy /1/ wirnika.
2. Silnik według zastrzeż. 1, znamienny tym, że uzwojenie /2/ twornika jest zaprasowane w kompozycie magnetodielektrycznym /3/.

