

442  
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

Główny wykonawca

Wykonawcy: mgr inż. K. Majdan, tech. tech. H. Michniewicz, S. Lenart,  
J. Interzak

Konsultant

Nr zlecenia 5925

Badania prototypu specjalizowanego  
roboty do obsługi wtryskarek  
zg. z tablicą 4 (lp. 1-18, 20) programu  
badań pełnych podzespołów manipulatora  
przemysłowego obsługującego  
wtryskarkę.

Zleceniodawca: CHEMOAUTOMATYKA, Warszawa, ul. Rydygiera 8

Pracę rozpoczęto dnia 30.09.03

zakończono dnia 30.10.13

Kierownik CSP

Z-ca Dyrektora  
d/s Autom. i Pomiarów

Kierownik OEN

mgr inż. K. Majdan

dr inż. St. Budański

doc. dr inż. T. Gałuszka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 20

Egz. 1 BOKSIE

rysunków 1

Egz. 2 CHEMOAUTOMATYKA

fotografii

Egz. 3 OEN

tabel 14

Egz. 4 CHEMOAUTOMATYKA

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 6508

**Analiza deskryptorowa**

**ROBOTY PRZEMISLOWE: BADANIA PRANE.**

**Analiza dokumentacyjna**

**Sprawozdanie zawiera wyniki badań pełnych specjalistycznego manipulatora o napędzie pneumatycznym przeznaczonego do obsługi wtryskarek.**

**Tytuły poprzednich sprawozdań**

**nie ma**

**UKD**

PIAP 41/88 10000

## **1. Wstęp**

### **1.1. Przedmiot i cel badań**

Przedmiotem badań był prototyp manipulatora przesysłowego typu ROBII-IV o napędzie pneumatycznym, przeznaczony do obsługi wtryskarok. Celem badań było sprawdzenie zgodności wykonania części manipulacyjnej z wymaganiami dokumentu 1.2.1 oraz wyznaczenie parametrów manipulatora na drodze badań określających.

Zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami poszczególne punkty badań były w miarę potrzeb modyfikowane, uzupełniane i rozszerzane w uzgodnieniu z autorami konstrukcji manipulatora z ROBRA-CHEMOAUTOMATYKA.

### **1.2. Podstawa badań**

**1.2.1. Dokument p.t. Program badań pełnych prototypu manipulatora przesysłowego obsługującego wtryskarkę - OPTIMUM - Sp. s. - maj 1990**

**1.2.2. Umowa między ROBRA CHEMOAUTOMATYKA a NERA PIAP - nr 179/90 z dn. 10.07.1990.**

### **1.3. Aparatura użyta do badań**

- komora klimatyczna Vötsch
- wstrząsarka wibracyjna TIRA VIB
- megacnomierz indukcyjny IMI-1
- próbnik przebicia
- rejestrator GALLILEO
- miernik wielkości mechanicznych H-101
- rotametr
- miernik poziomu dźwięku (sonometr) - Brüel-Kjaer
- zestaw aparatury uniwersalnej obejmujący: dynamometry, czujniki przemieszczeń liniowych, czujniki fotooptyczne, multimetr cyfrowy, anemometr itp.

## 2. Wyniki badań

### 2.1. Oględziny

Dokonano oględzin zamontowanego manipulatora ROBIN-IV stwierdzając poprawność i zgodność z dokumentacją wykonania poszczególnych modułów oraz manipulatora w całości. Estetyka wykonania połączeń mechanicznych i elektrycznych nie budzi zastrzeżeń.

Stwierdzono brak oznakowania typu wyrobu, znaków producenta, numeru fabrycznego i roku produkcji.

### 2.2. Sprawdzenie głównych wymiarów i przestrzeni roboczej

Na podstawie wykonanych pomiarów przy użyciu uniwersalnych narzędzi pomiarowych stwierdzono:

- a) wymiary gabarytowe wszystkich modułów manipulatora oraz jego podstawy są zgodne z DTR
- b) przestrzeń robocza określona przez zakresy ruchów modułów wynosi:
  - dla modułu Z  $l_{max} = 1365 \text{ mm}$
  - " Y2  $l_{max} = 490 \text{ mm}$
  - " Y1  $l_{max} = 485 \text{ mm}$
  - " X  $l_{max} = 329 \text{ mm}$

### 2.3. Sprawdzenie rezystancji izolacji

Pomiary rezystancji izolacji pomiędzy wszystkimi swartymi końcówkami styków SzR kabla sprzęgającego a metalowymi elementami modułów - wykonane przy użyciu megomomierza indukcyjnego o napięciu 500 V - wykazały wartości powyżej 5 M $\Omega$ .

Wynik sprawdzenia pozytywny.

### 2.4. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji

Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji wykonane j.w. przy użyciu próbnika przebicia (transformatora probierczego) z regulacją napięcia do 500 V<sub>RMS</sub> w czasie 1 min wykazało nie wystąpienie przebicia lub przeskoku iskry.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

## 2.5. Sprawdzenie działania

Sprawdzenie działania części manipulacyjnej wykonano zadając z szafy sterowniczej cykle automatyczne ruchów poszczególnych modułów oraz ruchów złożonych wszystkich modułów w czasie ponad 2 h pracy manipulatora.

Stwierdzono poprawność działania, tj. nie wystąpienie stanów awaryjnych lub zatrzymania manipulatora.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

## 2.6. Sprawdzenie szczelności części manipulacyjnej

Badania szczelności obejmowało:

- a) pomiar spadku ciśnienia w układzie manipulatora (pomiędzy stacją zasilającą a punktem wej. zasilania robota). W czasie 1 min. po zatrzymaniu pracy robota i odcięciu zasilania pneumatycznego - pomiarzony spadek ciśnienia wyniósł 0,63 MPa po 40"
- b) szczelność połączeń gwintowych przyłączy pneumatycznych między modułami i szczelność połączeń zaciskowych.

Badania wykonano przy użyciu roztworu mydlanego nanieszonego na wszystkie dostępne połączenia - stwierdzono pełną szczelność z wyjątkiem połączenia (gwintowego) w module X.

## 2.7. Sprawdzenie poboru mocy czynnej

Wykonano pomiar poboru prądu przez część manipulacyjną podczas pracy w cyklu automatycznym ruchów złożonych z obciążeniem masą 5 kg. W trakcie wykonania 10 cykli (ok. 5 min) zmierzono wartość maksymalną prądu pobieranego z zewnętrznego zasilacza, podłączonego przez złącze SzR. Napięcia zasilania regulowano od +20,4 V do 26,4 V stwierdzając poprawną pracę manipulatora. Wyniki pomiaru poboru prądu pobieranego przez część manipulacyjną:

$$U_z = 20,4 \text{ V} \quad I_{\text{max}} = 1,5 \text{ A}$$

$$U_z = 24,0 \text{ V} \quad I_{\text{max}} = 1,8 \text{ A}$$

$$U_z = 26,4 \text{ V} \quad I_{\text{max}} = 2,0 \text{ A}$$

Wynik sprawdzenia pozytywny.

## 2.8. Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania

Na próbie ciągłości pracy (por. p.2.12) wykonano pomiary przy ciśnieniu 0,6 MPa i obciążeniu chwytaka masą 5 kg:

- a) powtarzalności pozycjonowania w punkcie roboczym manipulatora, tj. dla nominalnych współrzędnych  $l_x = 0; l_x, l_{y_1}, l_{y_2} = \max, \alpha = 0^\circ$  - pomiar statyczny (tabela 1)
- b) stabilizacji pozycjonowania w punkcie roboczym j.w. - wyniki w tabeli 2
- c) powtarzalności pozycjonowania w punkcie sztaplowania o nominalnych współrzędnych  $l_x, l_x, l_{y_1}, l_{y_2} = \max, \alpha = 0^\circ$  - pomiar statyczny (tabela 3a)  
- pomiar dynamiczny (tabela 3b)
- d) stabilizacji pozycjonowania w punkcie pomiarowym A (wsunięty moduł  $y_1$ ) - wyniki w tabeli 4.

Pomiary statyczne powtarzalności pozycjonowania polegały na wyznaczeniu odchyłań  $U_j$  drogi najazdu w 12 cyklach ruchu złożonego, podczas najazdu na zegarowy czujnik przemieszczeń liniowych o rozdzielczości 1  $\mu$ m, zamontowany na sztywnym statywie w dobranym eksperymentalnie punkcie najazdu o nominalnych współrzędnych j.w.

Pomiary dynamiczne powtarzalności pozycjonowania polegały na rejestracji drogi chwytaka od chwili pojawienia się sygnału "STOP" (zadziałanie wyłącznika krańcowego) do chwili rzeczywistego zatrzymania ruchu (zaniku oscylacji sygnału z czujnika przemieszczenia) - rejestracja 2 kanałowa.

Pomiary stabilizacji pozycjonowania obejmowały rejestrację amplitudy i czasu trwania drgań oscylacyjnie tłumionych chwytaka.

W pomiarach użyto indukcyjnego czujnika przemieszczeń liniowych połączonego poprzez wzmacniacz pomiarowy (miernik wielkości mechanicznych) z rejestratorem, wyskalowanym amplitudowo wg czujnika zegarowego.

Podczas pomiarów w punkcie roboczym główkę pomiarową zamocowano na obciążniku 5 kg osi  $\alpha$  (chwytaka), zaś podczas pomiarów sztaplowania główka zamocowana była na module X (punkt S' wg rys.1).

Tabela 1

J	U <sub>j</sub> (x)	D <sub>j</sub> (x)	U <sub>j</sub> (y)	D <sub>j</sub> (y)	U <sub>j</sub> (z)	D <sub>j</sub> (z)
1	+0,10	-0,07	-0,07	+0,07	0,00	+0,037
2	-0,05	-0,22	+0,04	+0,18	0,00	+0,037
3	+0,18	+0,01	-0,13	+0,01	-0,03	+0,007
4	+0,18	+0,07	-0,14	0	-0,03	+0,007
5	+0,21	+0,04	-0,15	-0,01	-0,03	+0,007
6	+0,24	+0,07	-0,16	-0,02	-0,03	+0,007
7	+0,25	+0,08	-0,18	-0,04	-0,04	-0,003
8	+0,25	+0,08	-0,18	-0,04	-0,04	-0,003
9	+0,25	+0,06	-0,18	-0,04	-0,04	-0,003
10	+0,18	+0,01	-0,18	-0,04	-0,07	-0,033
11	+0,15	-0,02	-0,17	-0,03	-0,07	-0,033
12	+0,17	0	-0,18	-0,04	-0,07	-0,033
$\bar{x}$		+0,17		-0,14		-0,037
$\bar{D}$		+0,004		0		-0,006
S <sub>D</sub>		0,08		0,006		0,083
$\gamma$		0,028		0,018		0,233

Tabela 2

Współrzędne wg osi	x	y	z
Amplituda (max) /mm/	2,2	2,4	3,0
Czas trwania /s/	0,3	1,0	2,1

Tabela 3a

Tabela 3b

Pomiar statyczny			Pomiar dynamiczny		
j	U <sub>j</sub> (y)	D <sub>j</sub> (y)	j	U <sub>j</sub> /mm/	D <sub>j</sub>
1	0	+0,22	1	6,4	0
2	-0,25	-0,03	2	6,4	0
3	0	+0,22	3	6,4	0
4	-0,16	+0,06			
5	-0,55	-0,33			
6	-0,51	-0,09			
7	-0,05	+0,17			
8	+0,03	+0,25			
9	+0,12	+0,38			
10	-0,18	+0,04			
11	-0,63	-0,41			
12	-0,73	-0,51			
x		-0,22			
D		-0,005			
D		0,27			
T		0,8 mm			

Pomiar dynamiczny - U<sub>j</sub> - droga chwytaka od chwili pojawienia się sygnału "step"

Tabela 4

Współrzędne wg osi	x	y	z
Amplituda (max) /mm/	2,4	3,2	3,2
Czas trwania /s/	1,7	1,7	1,4



### 2.9. Sprawdzenie parametrów ruchu

Wykonano następujące pomiary - przy obciążeniu masą 5 kg i ciśnieniach 0,4 MPa i 0,6 MPa:

- prędkości średnich  $V_u$  ruchu posłalowego
- czasów ruchu przyspieszonego (rozbieg)  $t_p$  oraz ruchu opóźnionego (hamowanie)  $t_h$  poszczególnych modułów.

Pomiary prędkości średnich wykonano przy użyciu czujnika fotoelektrycznego dołączonego do rejestratora przez wyznaczenia czasu przesuwania się przed fotokomórką odbijającego światło odcinka o zadanej długości.

Czasy rozbiegu oraz hamowania wyznaczono poprzez rejestrację kolejnych faz ruchu modułów za pomocą czujnika przesłazacza liniowych i rejestratora.

Uśrednione wyniki pomiarów zawiera tabela 5.

Tabela 5

Ciśnienie MPa	Obciążenie kg	Moduł	Kierunek	$V_u$ m/s	$t_p$ ms	$t_h$ ms
0,4	5	Z	+	0,8	95	220
			-	0,8	-	-
		X	+	0,67	110	160
			-	0,57	-	-
		Y <sub>1</sub>	+	0,63	110	360
			-	0,55	-	-
		Y <sub>2</sub>	+	0,62	30	30
			-	0,58	-	-
α	+	0,5 z/s	-	-		
	-	0,5 z/s	-	-		
0,6	5	Z	+	0,88	80	210
			-	0,88	-	-
		X	+	0,73	90	150
			-	0,58	-	-
		Y <sub>1</sub>	+	0,72	100	360
			-	0,67	-	-
		Y <sub>2</sub>	+	0,83	20	20
			-	0,67	-	-
α	+	0,5 z/s	-	-		
	-	0,5 z/s	-	-		

analogiczne pomiary wykonane dla nieobciążonego chwytaka manipulatora dały wyniki jak w tabeli 5 (w granicach dokładności pomiaru).

## 2.10. Sprawdzenie sztywności

### 2.10.1. Sztywność manipulatora

Po zamocowaniu manipulatora do stołu i przygotowaniu go do pracy w pełnej konfiguracji poddano spr. sztywności obciążając chwytak siłą kolejno w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach. Zakres zmian siły (zgodnie z uzgodnieniem ze zleceniodawcą) - od 0 do 140 N.

Pomiary wykonano dla dwóch położenia ramienia chwytaka  $Y_1$ :

a - wysunięty całkowicie względem  $Y_2$

b - wciągnięty całkowicie względem  $Y_2$

Wyniki pomiarów odchylenia chwytaka oraz pozostałych modułów (punkty pomiarowe przedstawiono na rys.1) zestawiono w tabelach nr 6 + 11.

Tab. 6

Wartości siły zadanej [N]		10	20	30	40	50	60	80	100	120	140
Kierunek działania siły w pkt przyłożenia		+ X									
Odchylenie manipulatora w pkt-cie pomiarowym wg. rys. 1 [mm] Pomiar A przy wysuniętym chwytaku $Y_1$	S	0,90	1,86	2,90	3,95	5,05	5,60	7,55	9,70	>10	>10
	A	0,12	0,27	0,42	0,58	0,73	1,22	1,68	2,10	2,28	2,42
	B	0,0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,10	0,16	0,22	0,25	0,28
	C	0,04	0,06	0,08	0,11	0,14	0,24	0,33	0,42	0,44	0,53
	D	0,0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	E	0,01	0,03	0,06	0,07	0,11	0,12	0,14	0,15	0,18	0,20
	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pomiar przy wysuniętym chwytaku $Y_1$	S		0,50		1,10		1,70	2,50	3,00	3,30	3,70
	A		0,30		0,55		0,82	1,10	1,30	1,52	1,60
	B		0,0		0,04		0,12	0,16	0,20	0,24	0,25
	C		0,04		0,11		0,22	0,33	0,41	0,44	0,48
	D		0,08		0,16		0,22	0,27	0,32	0,37	0,42
	E		0,02		0,04		0,05	0,04	0,08	0,09	0,09
	F		0,0		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tab. 7

Wartość siły zadanej [N]		10	20	30	40	50	60	80	100	120	140
Kierunek działania siły i pkt przyłożenia		- X									
Odchylenie manipulatora i pkt-cie pomiarowym wg. rys. 1 [mm] Pomiar A przy wysuniętym chwytaku Y <sub>1</sub>	S	0,80	1,90	3,00	4,25	5,25	6,30	9,10	10,40	>10	>10
	A	0,15	0,32	0,50	0,68	0,83	1,55	2,10	2,65	3,12	3,40
	B	0,0	0,0	0,01	0,03	0,04	0,13	0,21	0,29	0,30	0,38
	C	0,0	0,03	0,06	0,08	0,09	0,26	0,35	0,45	0,50	0,57
	D	0,0	0,0	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06
	E	0,02	0,03	0,05	0,08	0,13	0,14	0,15	0,17	0,19	0,21
	F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pomiar przy wysuniętym chwytaku Y <sub>1</sub>	S		0,40		0,90		1,30	1,80	2,50	3,10	3,50
	A		0,25		0,45		0,65	0,80	1,03	1,15	1,30
	B		0,04		0,10		0,17	0,25	0,31	0,36	0,40
	C		0,06		0,14		0,24	0,32	0,40	0,49	0,53
	D		0,07		0,16		0,22	0,27	0,31	0,36	0,42
	E		0,02		0,04		0,05	0,08	0,09	0,09	0,10
	F		0,0		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tab 8

Hartosć siły zadanej [N]		10	20	30	40	50	60	80	100	120	140
Kierunek działania siły w pkt przyłożenia		+y									
Odchylenie manipulatora w pkt-cie pomiarowym wg. rys. 1 [mm] Pomiar A przy wysuniętym chwytaku $Y_0$	S	0,04	0,09	0,18	0,26	0,32	0,50	0,45	0,98	1,40	1,60
	A	0,0	0,03	0,05	0,10	0,14	0,26	0,40	0,49	0,65	0,43
	B	0,0	0,02	0,02	0,03	0,04	0,25	0,35	0,46	0,50	0,65
	C	0,04	0,09	0,12	0,15	0,19	0,30	0,40	0,52	0,55	0,58
	D	0,0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pomiar przy wysuniętym chwytaku $Y_1$	S	0,04	0,04		0,14		0,23	0,32	0,40	0,50	0,80
	A		0,05		0,10		0,16	0,25	0,32	0,35	0,45
	B		0,02		0,05		0,07	0,09	0,10	0,12	0,14
	C		0,06		0,11		0,15	0,18	0,24	0,28	0,34
	D		0,04		0,08		0,11	0,14	0,17	0,19	0,22
	E		0,0		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	F		0,0		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tab. 9

Wartość zadanej siły [N]		10	20	30	40	50	60	80	100	120	140
Kierunek działania siły w pkt. przyłożenia		-y									
Odchylenie manipulatora w pkt -cie pomiarowym wg. rys. 1 [mm] Pomiar A - przy wysuniętym chwytaku $Y_1$	S	0,04	0,10	0,16	0,23	0,31	0,50	0,42	0,85	1,08	1,30
	A	0,03	0,05	0,09	0,13	0,16	0,28	0,38	0,45	0,52	0,60
	B	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,25	0,35	0,48	0,50	0,55
	C	0,0	0,01	0,02	0,02	0,03	0,26	0,38	0,47	0,51	0,62
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pomiar B - przy wysuniętym chwytaku $Y_1$	S		0,06		0,17		0,30	0,40	0,55	0,64	0,80
	A		0,05		0,12		0,21	0,28	0,38	0,45	0,60
	B		0,04		0,10		0,17	0,25	0,31	0,36	0,40
	C		0,05		0,11		0,18	0,22	0,27	0,31	0,35
	D		0,05		0,09		0,13	0,15	0,18	0,20	0,24
	E		0,0		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	F		0,0		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tab. 10

Wartość zadanej siły [N]		10	20	30	40	50	60	80	100	120	140
Kierunek działania siły w pkt. przyłożenia		+Z									
Odchylenie manipulatora w pkt -cie pomiarowym wg. rys. 1 [mm] Pomiar A - przy wysuniętym chwytaku $V_1$	S	0,30	0,65	1,20	1,95	2,72	4,05	6,47	8,50	9,55	7,10
	A	0,05	0,11	0,17	0,25	0,31	0,40	1,00	1,35	1,55	1,72
	B	0,0	0,02	0,03	0,04	0,06	0,20	0,38	0,40	0,65	0,65
	C	0,0	0,01	0,04	0,06	0,07	0,09	0,13	0,14	0,16	0,17
	D	0,0	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08	0,10	0,12
	E	0,0	0,0	0,0	0,01	0,02	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09
	F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,02	0,03
Pomiar B - przy wsuniętym chwytaku $V_1$	S <sub>1</sub>		0,20		0,44		0,73	0,99	1,24	1,40	1,70
	A		0,15		0,32		0,50	0,66	0,82	0,91	1,10
	B		0,05		0,09		0,12	0,13	0,16	0,19	0,24
	C		0,04		0,10		0,14	0,20	0,25	0,29	0,33
	D		0,02		0,04		0,08	0,11	0,14	0,18	0,20
	E		0,0		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	F		0,0		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tab 11

Wartość zadanej siły [N]		10	20	30	40	50	60	80	100	120	140
Kierunek działania siły w pkt przyłożenia		-Z									
Odchylenie manipulatora w pkt -cie pomiarowym wg rys. 1 [mm] Pomiar A - przy wysuniętym chwytaku $V_1$	S	0,45	1,00	1,60	2,25	2,85	3,15	3,70	6,00	9,00	>10,0
	A	0,05	0,14	0,24	0,31	0,40	0,68	0,98	1,25	1,90	2,30
	B	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,19	0,38	0,46	0,58	0,67
	C	0,0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,11	0,15	0,16	0,17	0,20
	D	0,0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10
	E	0,0	0,0	0,0	0,01	0,02	0,04	0,06	0,07	0,08	0,08
	F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,02	0,03
Pomiar B - przy wysuniętym chwytaku $V_1$	S		0,27		0,56		0,84	1,15	1,45	1,55	1,70
	A		0,18		0,36		0,55	0,75	0,95	1,00	1,20
	B		0,03		0,06		0,09	0,11	0,14	0,15	0,20
	C		0,03		0,09		0,14	0,20	0,25	0,25	0,30
	D		0,02		0,04		0,06	0,09	0,12	0,16	0,20
	E		0,0		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	F		0,0		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



### 2.10.2. Sztywność modułu X

Moduł X zamocowano sztywno do stołu w położeniu zbliżonym do robocznego. Do płaszczyzny symetrycznej modułu X, prostopadłej do jego osi przytwierdzono sztywną belkę metalową i zespół ten obciążono siłą skręcającą w odległości 500 mm od osi badanego modułu X.

Dokonano pomiarów strzałki ugięcia w kierunku działania siły:

- w punkcie mocowania ramienia ( $r = 0$ )
- w punkcie przyłożenia siły ( $r = 500$  mm)

Wyniki pomiarów zawiera tabela 12.

Tabela 12

F	H	130	180	280	330
r mm	$\frac{F}{H} = 0$	1,00	1,50	2,64	3,64
	$r = 500$ mm	2,75	4,00	6,60	8,80

### 2.10.3. Sztywność modułu Y<sub>1</sub>

Moduł Y<sub>1</sub> przymocowano sztywno do stołu poprzez obudowę bloków tecznych modułu.

W punkcie zamocowania chwytaka obciążano moduł Y<sub>1</sub> siłą w kierunku prostopadłym do kierunku ruchu modułu. Dokonano pomiaru strzałki ugięcia modułu w punkcie przyłożenia siły, w kierunku zgodnym z jej działaniem, w dwóch skrajnych położeniach chwytaka:

- maksymalnie wsunięty
- maksymalnie wysunięty.

Wyniki zawiera tabela 13.

Tabela 13

F	H	10	20	30	40	50	70	90	100
r mm	wsunięty	0,05	0,09	0,14	0,21	0,26			
	wysunięty	0,20	0,57	0,97	1,35	1,74	0,40	3,80	3,59

Następnie w punkcie zamocowania chwytaka przytwierdzono ramię stalowe i zespół ten obciążono siłą skręcającą w odległości 500 mm od osi badanego modułu Y<sub>1</sub>. Na podstawie pomiarów strzałki ugięcia w kierunku działania siły, w dwóch skrajnych położeniach chwytaka - j.w. wyznaczone odchylenia katowe przy skręcaniu modułu wokół jego osi (tabela 14).

17

Tabela 14

P [H]		10	20	30	40	50	60	70	80
Ład $10^{-5}$	wsunięty	1,18	3,07	5,04	7,06	9,16	11,18	13,56	17,44
	wysunięty	2,28	4,76	7,52	9,98	12,5	15,3	-	-

### 2.11. Sprawdzenie poziomu hałasu

Poziom hałasu wyznaczono podczas wykonywania przez manipulator ruchów złożonych w cyklu automatycznym z obciążeniem 5 kg. Pomiarowe poziomy hałasu za pomocą sonometru B+K nie przekroczyły wartości 80 dBA.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

### 2.12. Sprawdzenie stałości parametrów cyklu roboczego

Dla sprawdzenia stałości parametrów cyklu roboczego dokonano pomiaru czasu trwania pojedynczego cyklu ruchu złożonego przy ciśnieniu zasilania 0,6 MPa. Uzyskano rezultaty:

- bez obciążenia  $t_c = 26,4$  s
- z obciążeniem 10 kg  $t_c = 27,0$  s

Podczas pracy ciągłej manipulatora obciążonego masą 10 kg stwierdzono kilkukrotne zatrzymanie manipulatora podczas ruchu modułu Z.

W uzgodnieniu z zamawiającym zmniejszono obciążenie do 5 kg, przeprowadzono regulację silowników pneumatycznych i amortyzatorów oraz wykonano ponowne pomiary czasu cyklu uzyskując rezultaty:

- przy 0,7 MPa  $t_c = 24,0$  s
- przy 0,8 MPa  $t_c = 24,4$  s.

Manipulator pracował w sposób ciągły przy obciążeniu 5 kg i ciśnieniu zasilania 0,6 MPa około 40 godzin, po czym zaobserwowano zatrzymanie cyklu podczas obrotów chwytaka.

Stwierdzono konieczność smarowania łożyska i po wykonaniu niezbędnych zabiegów manipulator został ponownie uruchomiony do pracy ciągłej, wykonując ruchy złożone w czasie ponad 100 godzin, realizując 12,5 tys. cykli. W trakcie tej pracy nie wystąpił żaden stan awaryjny lub zatrzymanie ruchu manipulatora.

Pe próbie pomierzono czas cyklu uzyskując rezultaty:

- dla 0,7 MPa  $t_0 = 24,9$  s
- dla 0,4 MPa  $t_0 = 25,2$  s

Wynik próby 100 godzinnej pracy ciągłej - pozytywny.

#### 2.13. Sprawdzenie odporności na zmiany napięcia zasilania

Odporność na zmiany napięcia zasilania sprawdzano łącznie z pomiarem poboru mocy czynnej (por. p. 2.7).

Wynik sprawdzenia pozytywny.

#### 2.14. Sprawdzenie odporności na zmiany ciśnienia roboczego

Stwierdzono poprawność pracy manipulatora obciążonego masą 5 kg w zakresie ciśnień od 0,4 MPa do 0,7 MPa. Zależność parametrów ruchu oraz czasu trwania cyklu roboczego od ciśnienia przedstawiono w p. 2.9 i 2.12.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

#### 2.15. Sprawdzenie stanów awaryjnych

W trakcie próby stwierdzono:

- a - przy zaniku zasilania elektrycznego sieciowego moduł  $X_1$  wykonuje ruch do góry
- b - przy zaniku ciśnienia zasilania pneumatycznego moduły zatrzymują się w położeniu stabilnym
- c - w przypadku nie dojścia któregośkolwiek modułu do położenia krańcowego w zadany czas następuje zatrzymanie pracy
- d - po wciśnięciu przycisku STOP AWARYJNY moduł  $X_1$  wykonuje ruch do góry.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

#### 2.16. Sprawdzenie wydatku powietrza

W trakcie pracy automatycznej zużycie powietrza przez układ pneumatyczny manipulatora wynosi maksymalnie  $24 \text{ Nm}^3/\text{h}$ .

## 2.17. Sprawdzenie odporności na narazenia klimatyczne

### 2.17.1. Sprawdzenie odporności na zimno

Badanie wykonane w komorze klimatycznej w następujący sposób:

- manipulator umieszczone w gotowości do pracy w komorze klimatycznej
- obniżono temperaturę do  $+5^{\circ}\text{C}$  (6 h stabilizacji cieplnej) a następnie przez 8 h utrzymując w tej temp. Okresowo sprawdzane działanie manipulatora, stwierdzając jego prawidłowe działanie.

Po próbie w normalnych warunkach manipulator pracował poprawnie.  
Wynik sprawdzenia pozytywny.

### 2.17.2. Sprawdzenie odporności na suche gorąco

Manipulator poddane działaniu podwyższonej temp.  $+40^{\circ}\text{C}$  przez 8 h (po uprzedniej 6 h stabilizacji cieplnej). W tej temperaturze okresowo sprawdzane poprawność działania manipulatora stwierdzając jego prawidłowe działanie.

Po próbie w normalnych warunkach manipulator pracował poprawnie.  
Wynik sprawdzenia pozytywny.

### 2.17.3. Sprawdzenie wytrzymałości na wibracje sinusoidalne

Moduł  $Y_2$  oraz zespół modułów ( $X + Y_1$ ) umieszczono kolejno na stole wstrząsarki wibracyjnej w pozycji pracy.

Ustawiono parametry wibracji sinusoidalnych:

- amplituda przemieszczenia 0,35 mm
- zakres częstotliwości 10 Hz do 55 Hz, z przestrajaniem z prędkością 1 okt/min
- czas narazania - po 0,5 h dla modułu  $Y_2$  i zespołu modułów ( $X + Y_1$ ).

W trakcie próby nie zaobserwowano efektów wibracyjnych.

Po próbie stwierdzono prawidłowy stan połączeń podzespółów mechanicznych. Po zamontowaniu manipulatora stwierdzono jego poprawne działanie.  
Wynik próby pozytywny.

### 2.17.4. Sprawdzenie wytrzymałości na warunki transportu

Zgodnie z warunkami próby (pkt 4.19.1 programu badań) oraz w uzgodnieniu z zamawiającym próby transportowej nie wykonywano.

### 2.17.5. Sprawdzenie wytrzymałości na suche gorąco

Manipulator (bez opakowania transportowego) poddane działaniu podwyższonej temp.  $+50^{\circ}\text{C}$  przez 6 h.

Następnie po 4 h reklimatyzacji poddane sprawdzeniu poprawności działania.

Stwierdzone poprawność działania manipulatora.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

### 2.17.6. Sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe

Manipulator (bez opakowania - po uzgodnieniu z Zamawiającym) umieszczono w komorze klimatycznej, gdzie po uzyskaniu temp.  $+50^{\circ}\text{C}$  i wilgotności wzgl. 60 % utrzymywane te warunki przez 4 h. Następnie manipulator przebywał w ciągu 96 h w temp.  $+50^{\circ}\text{C}$  i wilgotności 95 %. Po reklimatyzacji przez 4 h w warunkach normalnych sprawdzono rezystancję izolacji - jak w p. 2.3, uzyskując wynik około 200 k .

W związku z tym zastosowano dalsze osuszanie w ciągu dalszych 4 h w temp.  $+40^{\circ}\text{C}$  oraz ponownie sprawdzono rezystancję i wytrzymałość elektryczną izolacji - z wynikiem pozytywnym (powyżej 5 M , bez przebicia dla 500 V).

Oględziny wykazały wystąpienie korozji podstawy (ok. 20 % powierzchni) oraz jej połączeń z modułem Z.

Spradzono działanie manipulatora z wynikiem pozytywnym.

W rezultacie w/w próby uzgodniono jej odrębne wykonanie dla 3 typów zaworów pneumatycznych, wspomagających zastosowanych lub przewidywanych do zastosowania w konstrukcji manipulatora (patrz dodatek 7).

### 2.17.7. Sprawdzenie wytrzymałości na zimno

Manipulator (bez opakowania - por. 2.17.6) umieszczono w komorze klimatycznej w czasie 6 h stabilnych warunków termicznych  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Po reklimatyzacji przez 4 h w warunkach normalnych sprawdzono jego działanie z wynikiem pozytywnym.

### 2.18. Sprawdzenie stopnia ochrony

W konstrukcji manipulatora nie stwierdzano otworów o średnicy powyżej 1,0 mm, przez które mogłyby przedostawać się ciała obce do wewnętrznych podzespołów konstrukcyjnych, naruszając jego poprawną pracę.

Wynik sprawdzenia stopnia ochrony IP40 wg EN-79/E-08106 -  
pozytywny.

### 3. Orzeczenie

Na podstawie wykonanych badań stwierdza się, że prototyp manipulatora przemysłowego o napędzie pneumatycznym typu ROBIN IV spełnia wymagania postawione w dokumencie 1.2.1 (ze zmianami uzgodnionymi z zamawiającym).

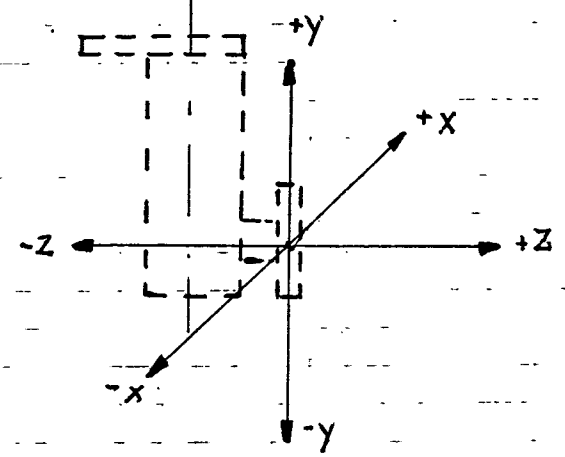
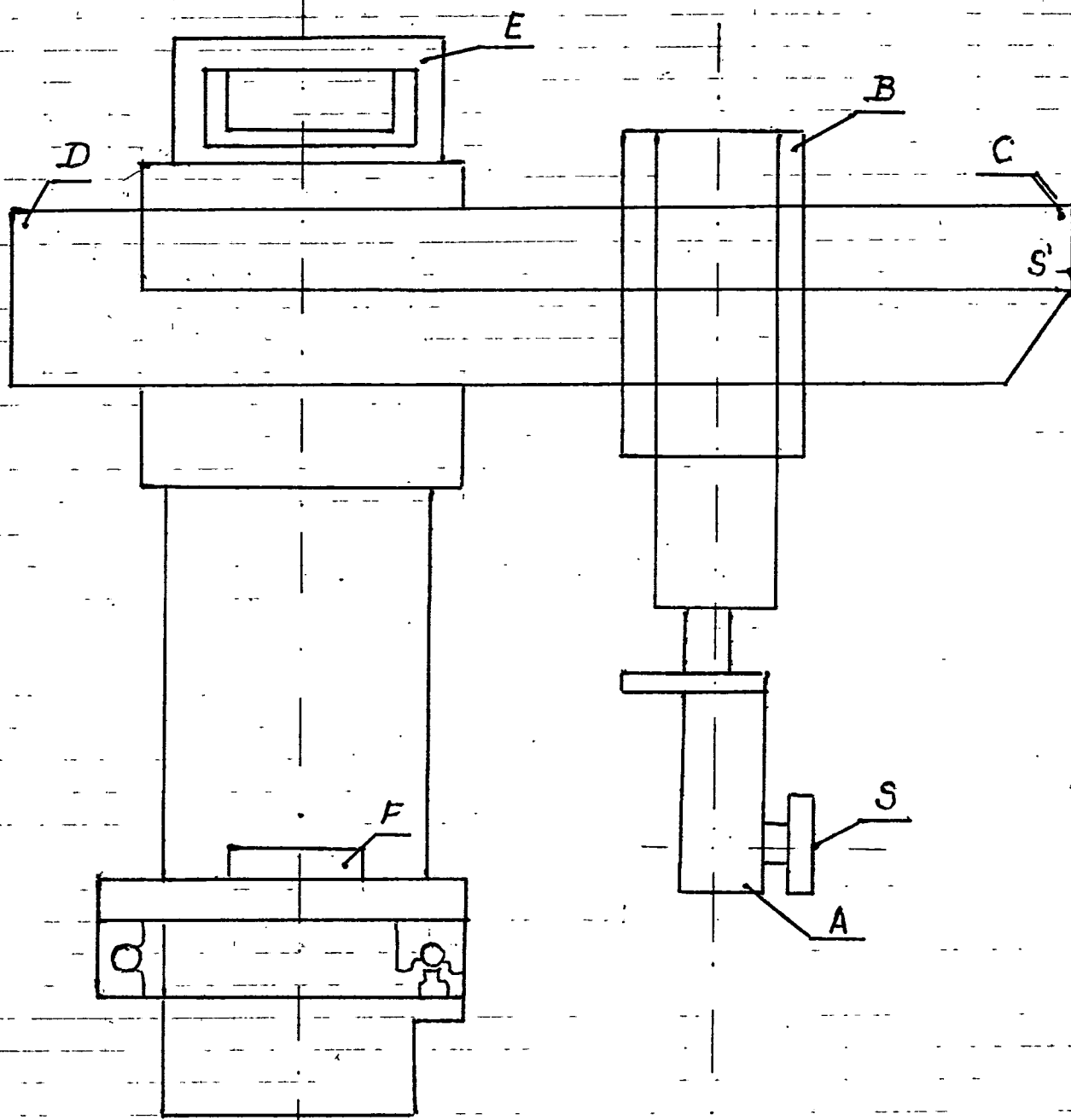
### 4. Podsumowanie i wnioski

Ze względu na prototypowe wykonanie manipulatora oraz brak przedmiotowej ZN w wielu punktach wykonywano badania mające na celu określenie poszczególnych wymagań. Zakłada się, że rezultaty badań będą uwzględnione przy optymalizacji konstrukcji oraz podczas opracowywania przedmiotowej ZN.

Dalsze wykonania manipulatora (1 egz. prototypu lub z serii informacyjnej) powinny być poddane badaniom pełnym na zgodność z opracowaną ZN lub BN.

### 5. Badania uzupełniające

Ze względu na znaczny spadek rezystancji izolacji manipulatora na skutek narażenia podczas próby wytrzymałości na wilgotne gorące stałe poddano tej próbie oddzielnie 3 typy elektrozaworów pneumatycznych wspomagających. Po próbie sprawdzono rezystancję i wytrzymałość elektryczną izolacji z wynikiem pozytywnym (powyżej  $5 \text{ M}\Omega$ , 500 V).



Rozmieszczenie punktów pomiarowych - pomiar sztywności  
 Kierunki działania siły  $F$

Rys. 1