

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

074 OŚRODEK ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH A

OAR

Wykonawcy: dr inż. Ryszard Sawwa, mgr inż. Jerzy Grześlak
Główny wykonawca mgr inż. Eugeniusz Łukasik, mgr inż. Stefan
Świder, dr inż. Stanisław Budzyński,
Wykonawcy Henryk Michniewicz, mgr inż. Janusz Marzyński,
mgr inż. Andrzej Socha,

Konsultant

Nr zlecenia RP-16

"Robotyzacja linii 6 pras średnich
300 T"

Zadanie 1.5 :

"Montaż, uruchomienie i próby badawcze
doświadczalnego stanowiska zrobotyzowa-
nej jednej prasy".

Zleceńodawca CPBR 7.1

Pracę rozpoczęto dnia listopad 1988 r
Kierownik Zespołu

zakończono dnia 15 grudnia
Kierownik Ośrodka 1988 r.

dr inż. R. Sawwa

Z-ca Dyrektora
d/s Automatyki

mgr inż. L. Przybylski

dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron

Egz. 1 BOINTE

rysunków 5

Egz. 2 FSM-Tychy

fotografii

Egz. 3 OAR

tabel 1

Egz. 4

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 6193

Analiza deskryptorowa

URUCHOMIENIE

ROBOTY PRZEMYSŁOWE, ROBOTYZACJA LINII PRASY

PRASA, URUCHOMIENIE, PROJEKCYJA, ROBOT PRZEMYSŁOWY

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera informacje o montażu, uruchomieniu i próbach badawczych doświadczalnego stanowiska zrobotyzowanej jednej prasy na linii 22 pras średnich 300 T na tłoczni w FSM-Tychy.

Tytuły poprzednich sprawozdań

"Opracowanie wymagań i koncepcji technicznej zrobotyzowanej linii" - Nr rej. 5988.

338.45.62/69].002.1/2

621.979

Prasy

Roboty przemysłowe

UKD

PIAP-252/83-6000

SPIS TREŚCI

strona:

1. Wstęp.....	3
2. Skład stanowiska doświadczalnego.....	5
3. Próby i badania.....	6
3.1 Próby badawcze urządzeń.....	6
3.2 Badania wibracji i uderzeń.....	9
3.2.1 Metodyka badań.....	9
3.2.2 Realizacja pomiarów.....	11
3.2.3 Wyniki pomiarów.....	11
4. Wnioski.....	13

3

1. Wstęp

Harmonogram realizacji tematu "Robotyzacja linii 6 pras średnich 300 T" podjętego w CPBR 7.1 pn. "Roboty przemysłowe" jako cel Nr 16 tego programu, ujmuje dwie grupy zadań.

Pierwsza grupa zadań zawiera prace mające na celu zbudowanie i uruchomienie "doświadczalnego stanowiska zrobotyzowanej jednej prasy" na linii Nr 22 pras średnich 300 T oraz dokonanie prób badawczych.

W tej grupie zadań zrealizowano opracowanie dokumentacji i wykonanie dla stanowiska doświadczalnego:

- napędzanych wózków przejezdnych na torach do posadowienia robotów. Wózki przejezdne na zabudowanych w podłożu torach umożliwiają sprawne usunięcie robotów ze strefy obsługi pras podczas ich przezbrajania,
- chwytaków przyssawkowych dla robotów,
- automatycznego podajnika wykrojek dla robota ładującego pierwszą prasę stanowiska,
- przystosowania elektrycznego dwóch pierwszych pras linii Nr 22 tj. pras 2201 i 2202, *do współpracy z robotami*,
- modernizacji tłoczników na tych prasach,
- zasilania energetycznego urządzeń stanowiska,
- zasilania pneumatycznego urządzeń stanowiska,
- osprzętu pomocniczego:
 - bramek ochronnych uniemożliwiających dostęp do strefy pracy pras i robotów osobom niepowołanym,
 - zsuwni wytłoczek po prasie 2202 z czujnikiem sygnalizującym przejście wytłoczki,

- wyrzutnika wytłoczek z prasy 2202,
- pulpitu sterowniczego stanowiska,
- okablowania sygnałowego stanowiska.

Poza tym w pierwszej grupie zadań wykonano dla stanowiska doświadczalnego 1 robot IRb-6 i 1 robot IRb-60 z wprowadzonymi w częściach manipulacyjnych robotów odpowiednimi podkładkami pod nakrętki w określonych miejscach poszczególnych węzłów konstrukcyjnych.

W drugiej grupie zadań zawarte są prace mające na celu robotyzację całej linii Nr 22 pras średnich 300 T z uwzględnieniem doświadczeń i prób i badań w stanowisku doświadczalnym.

Głównym celem budowy stanowiska doświadczalnego jest sprawdzenie możliwości pracy robotów w warunkach narażenia na wstrząsy i drgania. Części manipulacyjne robotów zamontowane są na wózkach jezdnych między prasami, które posadowione są na ruszcie z kształtowników stalowych.

Podczas pracy pras wstrząsy i drgania przez nie wywołane poprzez ruszt przenoszą się na części manipulacyjne robotów. Mogłoby to powodować zbyt niedokładne pozycjonowanie obrabianych detali w narzędziach pras oraz awaryjność lub/i szybkie zużycie się zespołów mechanicznych robotów.

Następnym bardzo ważnym zagadnieniem jest określenie wydajności pracy stanowiska, ponieważ wydajność zrobotyzowanej linii Nr 22 ma być nie niższa niż 8 sztuk wyrobów na minutę.

Ponadto stanowisko doświadczalne posłużyło do sprawdzenia rozwiązania układu sterowania zespołem pras i robotów.

Przed, podczas i po uruchomieniu stanowiska dokonano prób i badań opracowanych urządzeń wchodzących w jego skład oraz prób modernizacji tłoczników i przystosowania elektrycznego pras do współpracy z robotami,

Pomierzono również wstrząsy i drgania. */patrz tabl. 1/*
W czasie eksploatacji stanowiska w dłuższym okresie czasu, w warunkach pracy całej linii będzie sprawdzony wpływ o długo-trwałych narażeń na pracę robotów.

Dla uzyskania odpowiedzi na omówione pytania konieczne jest aby tłocznia w FSM-Tychy użytkowała stanowisko w sposób ciągły. W tym celu wykonano instrukcję obsługi stanowiska, dokumentację programów ^{pracy} robotów oraz Instrukcję BHP dla stanowiska w oparciu o wytyczne MERA-PIAP w tym zakresie.

Przed uruchomieniem stanowiska pięć osób z wydziału tłoczni zostało przeszkolonych w MERA-PIAP w zakresie obsługi i programowania robotów IRb.

Pracownicy tłoczni zostali zapoznani z obsługą stanowiska oraz programowania robotów.

MERA-PIAP przekazał również dokumentację elektryczną pulpitu sterowniczego i okablowania sygnałowego stanowiska.

2. Skład stanowiska doświadczalnego

W skład stanowiska doświadczalnego, patrz rysunek Nr 1, wchodzi następujące urządzenia:

1. Napędzany, przejezdny na torach, moduł podawania wykrojek zbudowany z automatycznego podajnika wykrojek POG-300/450 oraz robota IRb-6,

2. Prasa E 2-300T - Nr 2201,
3. Robot IRb-60 zabudowany na napędzanym przejeżdżnym wózku na torach,
4. Prasa E2-300T - Nr 2202,
5. Chwytki przyssawkowe - 2 szt.,
6. Wyrzutnik wytłoczek z prasy 2202,
7. Zsuwnia z prasy 2202 z kontrolą przejścia wytłoczki po operacji 20,
8. Bariérki ochronne zabezpieczające obszar pracy stanowiska,
9. Kasetà z przyciskiem "stop programu" za prasà 2202
10. Pulpit sterowniczy stanowiska.

Pulpit sterowniczy stanowiska zbudowany jest z wykorzystaniem mechaniki szafki sterowniczej robota PR-02. Na płycie czołowej pulpitu znajdują się przyciski operacyjne i lampki sygnalizacyjne. Wewnątrz na pionowej płycie montażowej rozmieszczony jest układ przekaźnikowy zapewniający współpracę robotów z prasami i czujnikami, współpracę robotów ze sobą oraz realizację funkcji stanowiska wywołanych przyciskami operacyjnymi, a także sygnalizację stanów stanowiska za pomocą lampek sygnalizacyjnych.

3. Próby i badania

3.1. Próby badawcze urządzeń

W rezultacie prób i sprawdzania poprawności pracy i współpracy urządzeń wchodzących w skład stanowiska stwierdzono:

- prawidłową pracę napędzanych wózków jezdnych na torach z posadowionymi na wózkach robotami,

- konieczność zmiany usytuowania podajnika POG względem robota IRb-6 umieszczonych na wspólnej platformie wózka jezdnego modułu podawania wykrojek. Po zmianie ^{usytuowania} oba urządzenia współpracują poprawnie,
- konieczność wydłużenia chwytaków robotów. Po zmianie długości chwytaki zapewniają niezbędny zasięg przy pozycjonowaniu do narzędzi,
- konieczność zmiany elementów wózków jezdnych, na których posadowione są roboty. Zastosowane w robotach dostarczonych do FSM silniki posiadają większą długość niż stosowane uprzednio i z tego względu występowała kolizja. Po zmianach kolizja nie występuje,
- po próbach pobierania i przenoszenia wykrojek, ^{stwierdzono} że przepływ ^{powietrza w} zastosowanych w robotach IRb zaworów elektropneumatycznych jest niewystarczający dla zapotrzebowania powietrza przez przyssawki chwytaków robotów. Zawory wymieniono na zawory MFH-3-1/4" firmy Festo, Nr kat. 9964 - z przepływem nominalnym 800 l/min.
- stosunkowo duży zasięg chwytaka robota IRb-6 obciążonego wykrojką oraz czujnikiem kontroli grubości powoduje znaczne drgania końcówki z przyssawkami. Czujnik będzie przeniesiony na podajnik POG,
- prawidłową pracę robotów i ich współpracą z prasami i czujnikami,
- prawidłową pracę pulpitu sterowniczego stanowiska.

Dotychczasowe próby wydajności stanowiska, na dwóch rodzajach wytłoczek dały wynik 5 szt/min.

Wydajność ta jest istotnie niższa od wydajności założonej jako warunek dla linii i wynoszącej 8 szt/min.

Istnieje więc konieczność prowadzenia pilnych prac w celu podwyższenia tej wydajności. Chodzi o zmniejszenie czasów obsługi pras przez roboty.

Pierwszym zadaniem w tym zakresie będzie osiągnięcie maksymalnie możliwego skrócenia tych czasów poprzez zmiany programów użytkowych robotów głównie w częściach programów realizujących pozycjonowanie w prasach i do podajnika wykrojek.

Tą drogą jednak, w/g obecnej oceny, nie da się uzyskać istotnego zwiększenia wydajności.

Następnym zadaniem będzie dokonanie zmiany konstrukcji chwytaków tak, aby pozycjonowanie wykrojek i wytłoczek w narzędziach pras i pobieranie wykrojek i wytłoczek realizować z wykorzystaniem siłowników pneumatycznych.

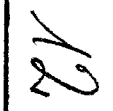
Można ocenić, że pozwoli to na istotne zwiększenie wydajności.

Wydaże się również celową i niezbędną realizacją następnego zadania polegającego na przeprowadzeniu analizy możliwości, ewentualnym zaprojektowaniu i wprowadzeniu do robotów zwiększenia maksymalnych prędkości wszystkich osi. Jest to, jak można ocenić realne szczególnie dla robota IRb-60 ze względu na jego małe obciążenie. W ramach tego zadania, na początku, należy dokonać pomiaru prądów silników oraz obecnych prędkości maksymalnych osi robotów.

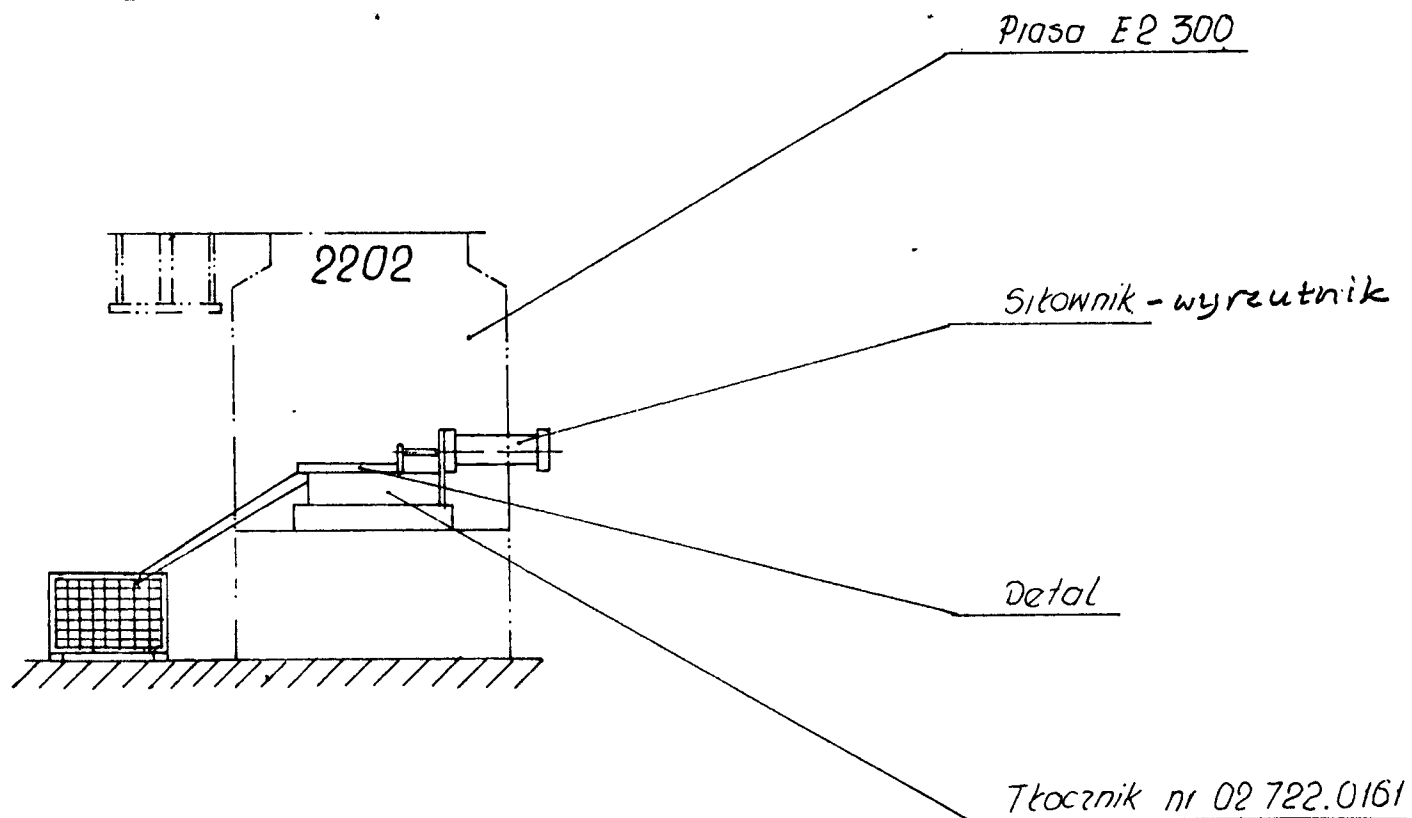
Wymienione zadania będą kojarzone z niezbędnymi zmianami w prasach i ich narzędziach.

Można ocenić, że w rezultacie realizacji w/w zadań osiągnie się wydajność bliską wymaganej dla linii.

Należy dodać, że w dłuższym okresie czasu jak zmiana czy doba, średnia wydajność zrobotyzowanego stanowiska czy linii, przy niezawodnej pracy, jest z reguły wyższa niż taka wydajność przy obsłudze ręcznej, mimo nieco niższej wydajności chwilowej obsługi zrobotyzowanej w porównaniu z ręczną.



4	3	2	1	Nazwa				Poz	Nr wys. lub normy	Uwagi	
Ilość w wyk											
				Konstruował	mgr inż. J. Sikora	16.12.88		Nazwa Stanowisko badawcze			
				Kreślił	M. Dziabik	16.12.88	22.				
				Sprawdził							
				Kontrola norm							
				Zatwierdził							
				Wchodzi do				Wyrób zautomatyzowana linia pias E2-300	Zakład	Format A4	Podz 1:50



4	3	2	1	Nazwa				Poz	Nr rys lub normy	Uwagi
Ilość w wyk										
				Konstruował	majim J. Sikora	16.12.88			Nazwa Stanowisko badawcze	
				Kreślił	M. Drabik	16.12.88	DR			
				Sprawdził						
				Kontrola norm						
				Zatwierdził						
Wchodzi do				Włódn Zautomatyzowana linia pras E2-300		Zakład	Format A4	Podz 1:50	Arkusz 1	Arkusz 1
								Nr ZRI 22-05-02		

3.2. Badania wibracji i uderzeń

3.2.1. Metodyka badań

Pomiary wibracji i uderzeń wykonano na stanowisku badawczym usytuowanym w linii pras średnich 22, złożonym z 2 pras f-my SCHULER oraz obsługujących je dwóch robotów IRb-6 i IRb-60. Celem badań było określenie parametrów wibracji i uderzeń w 13 wybranych punktach w miejscu posadowienia robotów i porównaniu uzyskanych wartości z wartościami dopuszczalnymi normami zakładowymi na roboty przemysłowe IRb. Usytuowanie punktów pomiarowych uwidocznione jest na rys. nr 2a i 2b. Punkty pomiarowe zlokalizowano na elementach podłoża, prasach, wózku transportowym, częściach manipulacyjnych i układach sterowania robotów w następujący sposób:

- punkt pomiarowy 1 - szyna jezdna wózka transportowego robota IRb-60
- "- 2 - płyta wózka transportowego robota IRb-60
- "- 3 - podstawa robota IRb-60
- "- 4 - przegub robota IRb-60
- "- 5 - koniec chwytaka o długości 460 mm blachy tłoczonej (umieszczonego na robocie IRb-60)
- "- 6 - szafa sterownicza robota IRb-60 ustawiona na podłożu bez izolacji przeciwdrganiowej
- "- 7 - szafa sterownicza robota IRb-6 ustawiona na podłożu bez izolacji przeciwdrganiowej
- "- 8 - szyna jezdna wózka transportowego robota IRb-6
- "- 9 - płyta wózka transportowego robota IRb-6
- "- 10 - podstawa robota IRb-6

14

- punkt pomiarowy 11 - koniec chwytaka blachy tłoczonej (umieszczonego na robocie IRb-6)
- " " 12 - podstawa stołu I tłoczni (prasy)
(współpraca z robotami IRb-6 i 60)
- " " 13 - podstawa stołu II tłoczni (prasy)

Pomiary wibracji i drgań w punktach 1 i 8 miały na celu uzyskanie informacji o wielkościach narażeń mechanicznych oddziaływujących na części manipulacyjne robotów.

V Z porównania wartości parametrów wibracji i uderów w p.pomiarowych 2 i 3 oraz 9 i 10 można wnioskować o skuteczności tłumienia drgań przez podkładki gumowe umieszczone pod podstawami robotów IRb-60 i IRb-6.

Znajomość parametrów wibracji w p.pomiarowych 4,5,11 umożliwi wstępną ocenę ich wpływu na powtarzalność pozycjonowania robotów. Pomiary w p.12 i 13 umożliwią określenie wibracji i uderów emitowanych przez tłocznie (prasy) jako główne źródło narażeń mechanicznych.

Dodatkowym źródłem wibracji i uderów jest praca innych urządzeń (tłocznie, suwnice, urządzenia transportowe) znajdujących się w sąsiedztwie stanowiska badawczego.

Pomiary wykonano w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach (x,y,z) dla każdego punktu za wyjątkiem p.pom. 1 i 8. (szyny jezdne wózków transportowych robotów IRb-60 i IRb-6), gdzie ze względów technicznych możliwe było wykonanie pomiaru jedynie w kierunku pionowym (oś y).

Dla porównania wielkości drgań oddziaływujących na roboty pomiary wykonano w dwu wariantach:

- I - gdy linia tłoczni 22 nie pracuje
- II - podczas pracy tłoczni, obsługiwanej ręcznie (bez pracujących robotów).

3.2.2. Realizacja pomiarów

Pomiary wykonano przy użyciu miernika drgań typ SM-10 f-my RFT (NRD) z czujnikami piezoelektrycznymi typ KD-35.

Użyty 5-metrowy kabel łączący miernik z czujnikiem KD-35 umożliwił wykonanie pomiarów w dużej odległości od miernika w zakresie częstotliwości 1 Hz - 35kHz.

Przy pomocy zastosowanej aparatury wykonano pomiary następujących wielkości:

- częstotliwości wibracji (f)
- wartości skutecznej RMS amplitudy przyspieszenia (a) i przemieszczenia (A)
- wartości szczytowej amplitudy przyspieszeń ($\bar{a}$).

3.2.3. Wyniki pomiarów

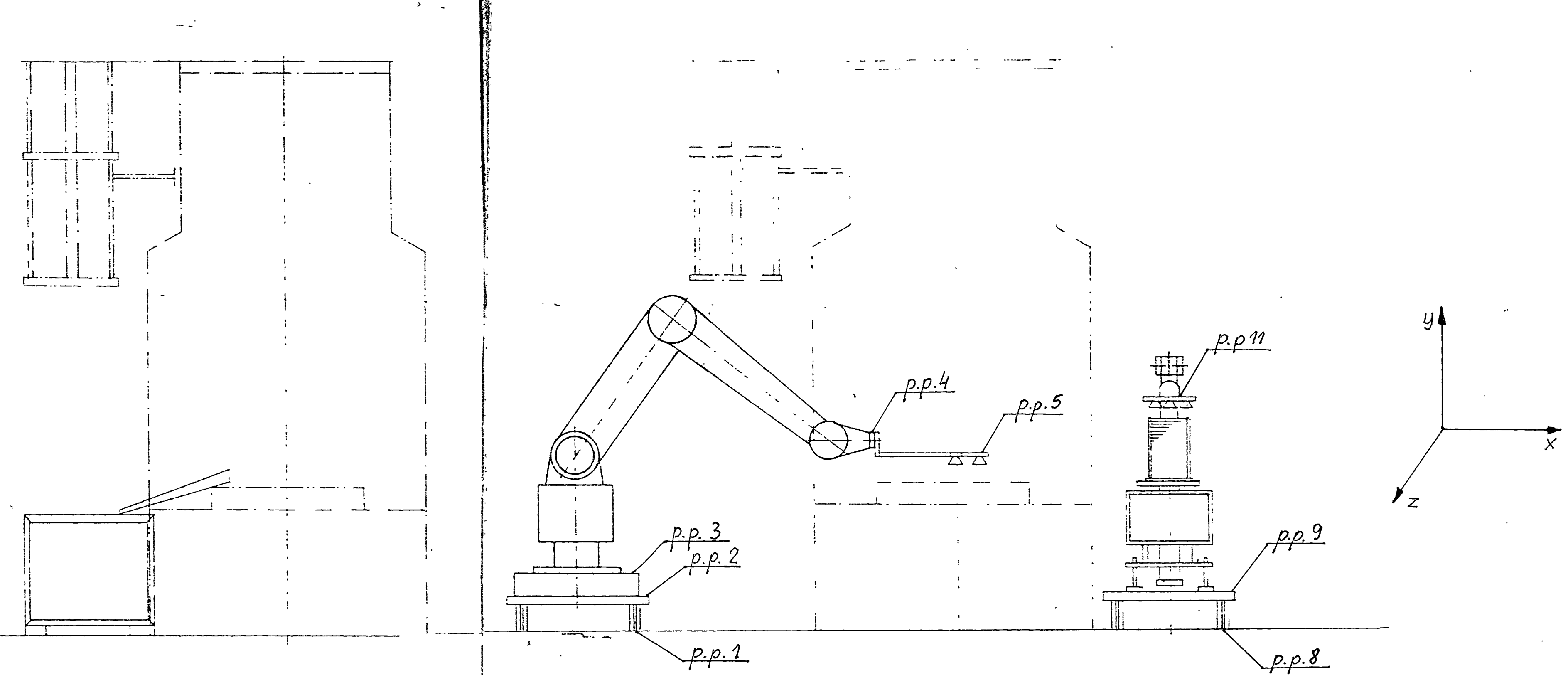
Wyniki pomiarów parametrów wibracji i uderów w wybranych punktach pomiarowych zestawiono w tabeli nr 1.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że:

- głównym źródłem uderów są pracujące prasy w linii z zainstalowanymi w niej robotami; pomierzone wartości maksymalnych przyspieszeń wynoszą: 6,8 g dla prasy nr 2201 oraz 2,5 g dla prasy nr 2202. Udary te są skutecznie tłumione przez podłoże oraz podkładki gumowe między podstawą robota i płytą wózka i wynoszą na robotach odpowiednio: 0,7 g i 0,12 g (dla kierunku y)
- parametry wibracji, oddziałujących na roboty, nie przekraczają wartości dla lokalizacji N₂ ($f = 10-55$ Hz, $A = 0,35$ mm wg PN-80/M-42020), przyjętej normami zakładowymi dla robotów IRb.

- przemieszczenia końców chwytaków, wywołane wibracjami (0,05 mm dla IRb-60 i 0,04 mm dla IRb-6), są o rząd wielkości mniejsze od wymaganych w ZN powtarzalności pozycjonowania ($\pm 0,4$ mm dla IRb-60 i $\pm 0,2$ mm dla IRb-6). Na podstawie powyższego można założyć, że wibracje nie będą miały ujemnego wpływu na poprawność współdziałania robotów z prasami.

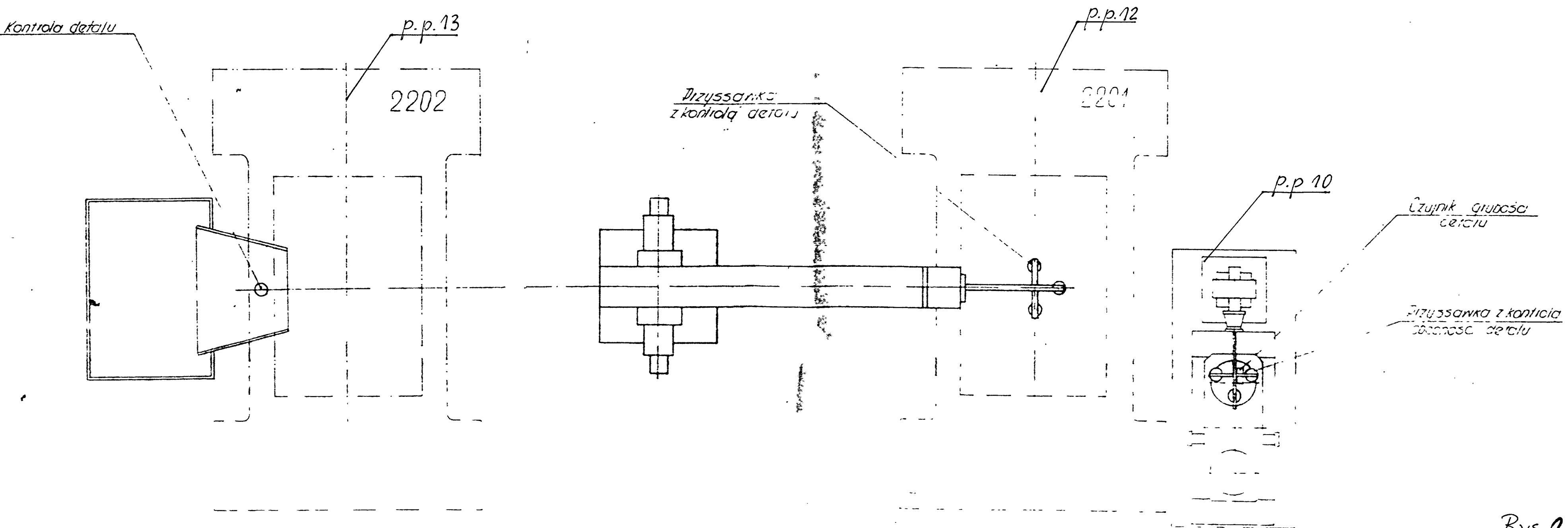
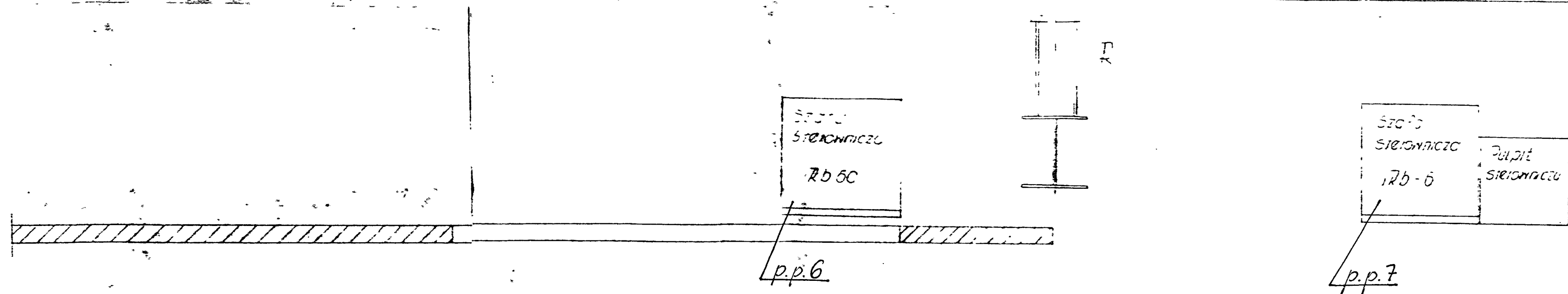
Trwałość i niezawodność robotów narażonych na działanie wibracji i uderów występujących w zrobotyzowanej linii pras będą mogły być potwierdzone zaplanowanymi badaniami eksploatacyjnymi.



Rys. 2a.

Usytuowanie punktów pomiarowych.

3	2	1	Nazwa		Poz	Nr rys. lub nomu	L
osc. n. wuf.			Nazwa		Poz	Nr rys. lub nomu	L
			Konstrukcja	12.12.88		Nazwa Stawisko podawcze	
			Konstrukcja	13.12.88			
			Sprawdzic				
			Kontrola norm				
			Zatwierdzic			Nr	
Wchodzi do			Wyrob. Zaprojektowana	Zamoc	Format	Skala	
			linia pros E2-300		2	1:20	



Tab. 1

Mierzony parametr	Kierunek	Punkty pomiarowe													Warunki pomiaru
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
f [Hz]	y	25	22,5	7,1	7,9	-	10	10	6	5	5	6	-	-	Bez pracujących pras
a [g]	y	0,04	0,04	0,035	0,035	-	0,14	0,14	0,032	0,03	0,025	0,035	-	-	
A [mm]	y	0,02	0,02	0,018	0,014	-	0,036	0,035	0,025	0,03	0,02	0,02	-	-	
f [Hz]	x	-	14	16	16	7	16	15	-	11	11	16	18	18	Przy pracujących prasach
	y	16	16	16	16	7	17	14	19	15	11	14	18	16	
	z	-	14	16	17	11	16	15	-	11	11	14	20	18	
a [g]	x	-	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,18	-	0,05	0,05	0,2	0,2	0,15	
	y	0,18	0,15	0,12	0,12	0,10	0,10	0,14	0,15	0,10	0,05	0,3	0,2	0,15	
	z	-	0,12	0,11	0,12	0,10	0,10	0,18	-	0,05	0,05	0,16	0,2	0,15	
A [mm]	x	-	0,015	0,010	0,010	0,05	0,01	0,02	-	0,01	0,01	0,02	0,015	0,012	Przy pracujących prasach
	y	0,18	0,015	0,012	0,012	0,05	0,008	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,016	0,015	
	z	-	0,015	0,010	0,010	0,02	0,01	0,02	-	0,01	0,01	0,02	0,012	0,012	
$\hat{a}$ [g]	x	-	0,2	0,22	0,20	0,20	0,13	0,20	-	0,3	0,6	0,7	6,8	1,7	
	y	0,48	0,15	0,12	0,20	0,18	0,15	0,20	0,6	0,4	0,7	0,9	6,8	2,5	
	z	-	0,2	0,20	0,22	0,20	0,15	0,20	-	0,3	0,4	0,7	4,5	1,2	

4. Wnioski

4.1. Działanie stanowiska wykazuje, że drgania i wstrząsy nie uniemożliwiają prawidłowego pozycjonowania wykrojek i wytłoczek na prasach.

4.2. Przyjęte rozwiązanie sterowania zespołem pras i robotów uzyskało pozytywny wynik w próbach uruchomieniowych stanowiska i w związku z tym może być zastosowane do sterowania w zrobotyzowanej linii.

4.3. Wyniki pomiarów na częściach manipulacyjnych robotów drgań i wstrząsów wytwarzanych przez linię pras są mniejsze od dopuszczalnych dla robotów IRb.

21