

Zbigniew Rudnicki  
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów

## ZASTOSOWANIE PRZEMYSŁOWEGO ROBOTA TYPU IRb NA PRZYKŁADZIE OPERACJI GRATOWANIA DETALI

Streszczenie. W referacie przedstawiono analizę zastosowania robota przemysłowego typu IRb do operacji gratowania detali i przedyskutowano pewne problemy związane z programowaniem robota.

Prawie zawsze po obróbce skrawaniem, a także przy produkcji odlewów powstają nierówności krawędzi w postaci zadziorów, nadlewków lub wypływek. Usuwanie tych nierówności, zwane gratowaniem, jest żmudną, monotonną i często długotrwałą operacją. Ze względu na trudności całkowitego zautomatyzowania tej operacji jest ona najczęściej wykonywana ręcznie. Dokładne zastąpienie ręcznych metod obróbki umożliwiają dopiero roboty przemysłowe. Zastosowanie ich do gratowania jest jedną z pierwszych zadawałających metod automatyzacji tej operacji.

Czym charakteryzuje się proces gratowania? Mamy do czynienia z różnego rodzaju zadziorami i nierównościami krawędzi pozostałymi po procesie obróbki detali. Zadziory tworzą się przy wierceniu, szlifowaniu, frezowaniu, cięciu i tłoczeniu. Z odlewaniem ciśnieniowym wiąże się problem usuwania, najczęściej drobnymi wypływek. Dużo większe wypływki i nadlewki znajdują się na krawędziach odlewów wykonanych innymi metodami. Wszystkie te nierówności powinny zostać usunięte przez gratowanie. W wyniku tego procesu krawędzie detali powinny być równe i ostre lub sfazowane, zależnie od wymagań. Ponieważ charakter tych wszystkich nierówności jest zbliżony omawiane one będą wspólnie.

Zadziory tworzą się w wielu miejscach obrabianego przedmiotu. Położenie ich, o ile powstają na wspólnych krawędziach dwóch obrabianych maszynowo powierzchni przedmiotu, jest bardzo zbliżone na kolejnych detalsach serii. Znacznym utrudnieniem dla automatyzacji są zadziory powstałe na krawędzi powierzchni obrabianej i nieobrabianej. Przyczyną tego jest często niedokładne określenie położenia powierzchni nieobrabianej, co pociąga za sobą kilkumilimetrowe różnice usytuowania zadziorów a następnie konieczność ich wyszukiwania.

Różne rodzaje obróbki, jak również materiały z jakich wykonywane są obrabiane przedmioty znacznie różnicują powstające zadziory. Różnią się one wymiarami / do kilkudziesięciu mm/, kształtem i grubością oraz łamliwością. Wymienione tu cechy powinny być dokładnie rozważane w każdym konkretnym przypadku automatyzowania gratowania, zwłaszcza pod kątem doboru narzędzia tnącego / jego kształtu i materiału / oraz parametrów technologicznych obróbki. Trzeba też pamiętać, że w ramach jednej partii detali przeznaczonych do gratowania cechy powstających zadziorów mogą się zmieniać, choćby z powodu zużycia się narzędzi w poprzedzających procesach obróbki.

Prawidłowy i poprawny przebieg automatycznego gratowania detali w instalacji z robotem, zależy od bardzo wielu czynników, jak: dobór narzędzi tnących i ich napędów, konfiguracji magazynów i narzędzi względem siebie i robota, parametrów ruchów narzędzi a także ich zamocowania względem obrabianego przedmiotu. Jednak najważniejsze wymagania stawiane są wobec robota. Robot bowiem musi zapewniać powtarzalne odtwarzanie skomplikowanych kształtów przedmiotów przez realizację ruchów /swoich osi/ wykonywanych z dostatecznie dużą dokładnością tak, by osiągać zadawalającą jakość produkcji. Należy przy tym zwrócić uwagę na eliminację drgań robota bądź narzędzia w czasie wykonywania ruchów roboczych. Może to być przyczyną zwiększenia niedokładności odtwarzania konturu, a co ze tym idzie, pogorszenia jakości.

Konstrukcja robota musi zapewniać wykonywanie poszczególnych jego ruchów ze ściśle sterowaną prędkością, w szerokiej granicach zakresów prędkości. Umożliwi to wówczas wykonywanie szybkich ruchów pomocniczych oraz wolnych, precyzyjnych ruchów obróbkowych a tym samym skracanie cyklu produkcyjnego.

Możliwość programowania prędkości wykonywania poszczególnych czynności umożliwi odpowiedni ich dobór dla każdej z nich. Układ sterowania robotem musi umożliwić szybkie kompensowanie zmieniających się obciążeń jakie pojawiają się w czasie usuwania zadziórów o różnych wymiarach.

Inną z ważnych cech wymaganych od robota jest konieczność jego prostego i łatwego programowania. Programowanie robota powinno zapewnić możliwie szybkie i efektywne realizowanie koniecznych poleceń. Najważniejsze jednak jest by łatwo można było zmieniać zarówno obrysowywany kontur jak i prędkości poszczególnych ruchów wykonywanych przez robota.

Reasumując, do takiego zastosowania robot powinien być wyposażony w dokładny układ serwomechanizmów oraz sterowanie komputerowe, zaś jego konstrukcja mechaniczna powinna być zarazem mocna, sztywna i dokładna.

Powyższe wymagania zrealizowano w konstrukcji przemysłowych robotów IRb, produkowanych na licencji szwedzkiej firmy ASEA w Zakładzie Doświadczalnym Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów. Krótka charakterystyka opisowa umożliwił szersze zorientowanie się we właściwościach tych robotów zaś podstawowe dane i parametry techniczne zestawiono na rys. 1 i w tabeli.

Podstawowym założeniem do opracowywania robota IRb była chęć stworzenia urządzenia umożliwiającego zarówno manipulowanie i pozycjonowanie przedmiotów w przestrzeni typu "od punktu do punktu", jak również mogącego realizować czynności konieczne do spawania, szlifowania lub montażu, wymagających skomplikowanych ruchów wzdłuż założonych krzywizn. Komputerowe sterowanie robotem opracowano na podstawie doświadczeń i oparto na systemie numerycznego sterowania obrabiarkami MUCON ze względu na podobieństwo tych sterowań. Sterowanie robota pomyślano jest w ten sposób by umożliwić użytkownikowi rozwiązywanie złożonych problemów aplikacyjnych bez konieczności nadmiernej rozbudowy urządzeń peryferyjnych. Zastosowane w robocie sterowanie komputerowe umożliwiło realizowanie wielu złożonych programów takich, jak pobieranie lub odkładanie wg. wzoru, działanie prostoliniowe, wyszukiwanie, wprowadzanie poprawek, skoki warunkowe itp.

Szafa zawierająca elektroniczną część sterującą robota wraz z serwowzmacniaczami stanowi osobne urządzenie połączone z częścią manualną kilkumetrowym kablem. Rozwiązanie takie umożliwi zabezpieczenie względnie elektronicznej części robota przed szkodliwym wpływem ciężkich warunków otoczenia na stanowisku pracy robota przez umieszczenie szafy w oddzielnym pomieszczeniu. Dzięki temu część manualna robota jest zgrzebniejsza i lżejsza.

By zapewnić odpowiednią sztywność i wytrzymałość oraz ochronę układów transmisyjnych osłono-nośne elementy części manualnej robota wykonane są jako aluminiowe odlewy skorupowe. W celu zwiększenia odporności robota na pracę w ciężkich warunkach otoczenia w konstrukcji nie zastosowano łożysk ślizgowych.

Osie robota napędzane są silnikami prądu stałego, co zapewni niskie koszty konserwacji, cichą pracę oraz szybkie pozycjonowanie.

W konstrukcji przemysłowego robota IRb wyróżnić można trzy podstawowe części - układ sterowania, układ pomiarowy wraz z serwomechanizmami oraz część mechaniczną.

Układ sterowania robota składa się z mikrokomputera, współpracujących z nim pamięci, bloku wejść i wyjść do sterowania pracą robota i sprzężonych z nim urządzeń zewnętrznych oraz układów sterowania serwomechanizmami robota.

Układ pomiarowy wraz z serwomechanizmami zawiera serwowzmacniacze oraz silniki prądu stałego z tachometrycznymi sprzężeniami zwrotnymi. Regulację położenia realizuje się przy pomocy resolver'ów /transformatorów położenia kąowego/ wraz z ich zasilaczami, układami dekodującymi oraz regulatorami położenia.

Część mechaniczna to przede wszystkim konstrukcja robota, oraz układy transmisyjne przetwarzające ruchy obrotowe silników na wymagane ruchy ramion robota. Podstawowe roboty wyposażane są w trzy stopnie swobody - obrót dookoła osi pionowej wobec podstawy, ruch w przód i w tył ramienia dolnego, ruch do góry i w dół ramienia górnego. Rozszerzenie możliwości ruchowych robota do pięciu stopni swobody uzyskuje się przez dodanie skłaniania oraz obrotu łańcucha górnego ramienia robota.

Sterowany ruch jezany po szynach długości do ok. 5,3 m jest opcyjnym, dodatkowym szóstym stopniem swobody.

Jako inne wyposażenia opcyjne można ponadto zamawiać następujące urządzenia dodatkowe:

- panel programowania, służący do programowania ruchów robota,
- jednostkę pamięci kasetowej do przechowywania programów na taśmie magnetycznej,
- rezerwowe zasilanie bateryjne do podtrzymania zawartości pamięci robota przez ok. 45 min okres awarii zasilania zewnętrznego,
- dodatkowy pakiet pamięci podwajający standardową pojemność pamięci programu użytkownika,
- serwisowy panel testujący do układu sterowania,
- chwytak pneumatyczny z zaworami elektropneumatycznymi.

Operator programuje ruchy robota przy pomocy panelu programowania. Każda pozycja robota jest wpisywana do pamięci przez przyciśnięcie przycisku odpowiedniej instrukcji. Zapamiętywana jest wówczas również prędkość ruchu. Programowanie obejmuje również zapisywanie w pamięci komputera uwarunkowań dla sygnałów procesowych. Skończony program może być przepisany na taśmę magnetyczną jednostki pamięci kasetowej. Program ten może być ponownie wpisany do pamięci robota. Może być on wówczas rozpoczynany, przerywany, uzupełniany, wielokrotnie powtarzany cyklicznie oraz kończony przy pomocy rozkazów z pulpitu operacyjnego.

Pulpit operacyjny robota, umieszczony na drzwiach szefy sterowniczej, zawiera przyciski i przełączniki do uruchamiania, obsługi i zatrzymywania robota a także wskaźniki informacyjne, przełącznik pracy ręczna/automatyczna oraz wyłączniki czterech głównych programów użytkownika. Na pulpicie tym, w jego części centralnej, znajduje się panel programowania a na nim przyciski do ręcznego sterowania osiami robota, 16 przycisków programujących, wskaźniki lampkowe i cyfrowe. Jest tam również klawiatura numeryczna używana do wprowadzenia argumentów instrukcji, czyli m.in. długości czasów oczekiwań, skoków, numerów wywoływanych instrukcji itp.

Wracając do spraw gratowania, drugim co do ważności momentem decydującym o powodzeniu instalacji jest właściwy dobór narzędzia. Najczęściej używane są szybkoobrotowe małe frezy kształtowe, wykonywane ze stali szybkoobrotowej. Czasami, zwłaszcza gdy konieczne jest otrzymanie ostrych naroży, używa się narzędzi o ruchu posuwistozwrotnym. Używane są także szlifierki taśmowe z płótnem ściernym lub zwykłe, ręczne szlifierki elektryczne z tarczami mineralnymi.

Jakość wykonywanej pracy zależy często od stałości siły z jaką narzędzie dociskane jest do obrabianej krawędzi lub powierzchni. Nagła zmiana obciążenia narzędzia powinna być szybko skompensowana w układzie oprawy narzędzia - robot. Stąd duże znaczenie ma dobrze tłumiące i podatne zamocowanie narzędzia niezależnie od tego czy oprawa jego jest trzymana przez robot, czy też umocowana do stołu. W najprostszym, lecz mało dokładnym rozwiązaniu takiego zamocowania zastosowano elastyczne podkładki gumowe. Materiał podkładek oraz ich ilość wpływają na właściwości tego zamocowania.

Inną możliwość rozwiązania tego problemu oferuje robot IRb. Umożliwi on podatne zamocowanie narzędzia względem obrabianego przedmiotu /lub odwrotnie/ i oddziaływanie nań stałą siłą. Jako wykonanie opcyjne można bowiem zamówić robot z tzw. SOFT SERVO, czyli z "miękkim", podstawnym działaniem. Robot w takim wykonaniu może być programowany do pewnych prac z określoną siłą docisku pomiędzy narzędziem a przedmiotem.

Na rys. 2 schematycznie zilustrowano sterowanie każdego z silników osi robota. Podstawowe, tachometryczne sprzężenie zwrotne uzupełnione jest dodatkowym sprzężeniem zwrotnym od rzeczywistego położenia napędzanej osi, z wykorzystaniem resolvera. Prądem z silnika steruje regulator PID. Pojawienie się jakiegokolwiek odchyłki położenia sterowanej osi powoduje wzrost prądu silnika, a tym samym momentu rozwijanego na jego wale, w celu wyeliminowania zaistniałego uchybu. Nadmierny wzrost prądu powoduje awaryjne wyłączenie robota i zapobiega jego zniszczeniu. W wykonaniu SOFT SERVO programowo można wywołać zastąpienie działania regulatora PID działaniem P /patrz schemat. rys.3/. Działanie regulatora P dopuszcza istnienie uchybu regulacji i pojawienie się odchyłki położenia /sygnał z resolvera/, nie powoduje nadmiernego wzrostu prądu i przeciążeniowego wyłączenia awaryjnego robota.

Dla każdej z osi, przy podanym promieniu  $r_0$ , określony jest współczynnik podatności danej osi  $S_0$ , o wymiarze  $[\text{mm}/\text{kp}]$ . Współczynniki te zależne są od nastawy "a" (0,8 - 10) ustawionej uprzednio na płycie regulatora P.

Przykładowo dla osi  $\varphi$

$$S_0 = \frac{16,5}{a + 0,3} \left[ \frac{\text{mm}}{\text{kp}} \right] \quad \text{dla promienia } r_0 = 2 \text{ m,}$$

dla osi  $\theta$

$$S_0 = \frac{1,43}{a + 0,3} \left[ \frac{\text{mm}}{\text{kp}} \right] \quad \text{dla promienia } r_0 = 0,8 \text{ m.}$$

Dla innych promieni współczynniki podatności każdej osi wylicza się z wzoru

$$S_r = \left( \frac{r}{r_0} \right)^2 S_0 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{kp}} \right]$$

Znając współczynnik podatności osi oraz nastawę "a" regulatora można zmieniać siłę nacisku narzędzia na obrabiany przedmiot poprzez odpowiednie programowanie ruchów robota. Należy wówczas, po wywołaniu programowym z panelu działania SOFT SERVO, programowo położyć robota w głębi materiału. Programowanie to najłatwiej przeprowadzić bez styku narzędzia z przedmiotem, np. przedmiot na czas programowania SOFT SERVO jest usunięty ze stanowiska). Wyliczenie odległości pomiędzy krawędzią obrabianą rzeczywiście a krawędzią hipotetyczną, której położenie wprowadzane jest do pamięci robota, jest następujące (obliczenia dla osi  $\theta$ )

Dane wyjściowe: "a" = 2,7 ,  $r = 0,6$  ,  $F = 20$  kp

( F - siła nacisku przy pracy SOFT SERVO )

$$S_0 = 1,43 / 2,7 + 0,3 = 0,48 [\text{mm}/\text{kp}]$$

$$S_r = (0,6/0,8)^2 \cdot 0,48 = 0,27 [\text{mm}/\text{kp}]$$

$$x = F \cdot S_r = 20 \cdot 0,27 = 5,4 [\text{mm}]$$

Zakończenie pracy SOFT SERVO programuje się również z panela.

Należy tu zaznaczyć, że programowanie powyższe odbywa się cały czas ze "sztywnym" robotem. Dopiero podczas odtwarzania programu wprowadzonego do pamięci robota SOFT SERVO włączona jest automatycznie.

Przy doborze narzędzia, w celu zapewnienia dobrej jakości i efektywności pracy instalacji, należy pamiętać że:

- poprawne dobranie punktu styku ostrza tnącego z obrabianym detalem eliminuje drgania,
  - dobrze dobrany kąt skrawania nie powoduje powstawania wtórnych zadziorów,
  - źle dobrany kierunek posuwu narzędzia w odniesieniu do jego obrotów najczęściej powoduje drgania,
  - prędkość gratowania należy dobrać zależnie od rodzaju materiału, wielkości zadziorów oraz wymaganego efektu końcowego,
  - prawidłowo dobrane elastyczne zamocowanie narzędzia umożliwia wyeliminowanie wpływu różnic wykonania poszczególnych przedmiotów w serii.
- Dotarcie do niedostępnych zadziorów umożliwiając różnie oferowane narzędzia kształtowe. Dobrym tego przykładem jest dwustronne gratowanie niewielkiego otworu  $\varnothing 15$  w żeliwnym korpusie samochodowej szczylni biegów. Zastosowanie freza kulowego  $\varnothing 12$  umożliwiło proste rozwiązanie tego problemu.

Więcej trudności sprawiło gratowanie wyprasek z tworzywa termoutwardzalnego z wypełniaczem z włókna szklanego. Wtórne zadziwienie materiału oraz bardzo szybkie zużycie się standardowych narzędzi ze stali szybko tnącej spowodowało konieczność opracowania specjalnego narzędzia-obrotowego, stożkowego pilnika diamentowego z gładkimi stalowymi pierścieniami służącymi do prowadzenia narzędzia po powierzchni obrabianego detalu.

Przykładem zastosowania robota do gratowania jest instalacja wykonawcza obróbki mechanicznej stalowego odlewu, będącego częścią składową układu hamulcowego ciężarówek. Zadziory powstające na przyjęciu różnokierunkowych otworów wywierconych w przedmiocie, są różnej wielkości / od 1 do 10 mm/. Poza otworami gratowane są również dwa kontury krawędzi zewnętrznych. W instalacji tej robot IRb - 6 współpracuje z magazynem odlewów nie obrabianych, dwoma narzędziami do gratowania oraz przenośnikiem taśmowym gotowych detali. Zadaniem magazynu jest podanie dokładnie zorientowanego w przestrzeni odlewu do uchwycenia przez robot. Magazyn ten wykonany jest jako indeksowany stoł obrotowy, a jego zawartość umożliwia godzinną pracę instalacji.

Po pobraniu z magazynu robot przenosi uchwycony odlew i przez manipulowanie nim pomiędzy dwoma pracującymi narzędziami usuwa dokładnie wszystkie zadziory. Na zakończenie gotowy odlew układany jest na przenośnik taśmowy a robot kontynuuje swoją pracę rozpoczynając następny cykl. Z dwóch używanych tutaj narzędzi gratujących jedno jest obrotowym frezem przy pomocy, którego usuwana jest większość zadziorów. Drugie z nich to mechaniczny pilnik o przekroju prostokątnym, który wykonuje ruchy posuwisto-zwrotne wykańczając ostre naroża.

Przed zastosowaniem robota warunki pracy na tym stanowisku były ciężkie a operację tę wykonywało aż trzech robotników. Jakość ich pracy często była niedostateczna a wydajność stanowiska była zależna od aktualnego obsadzenia osobowego. Po zautomatyzowaniu, z robotem na stanowisku współpracuje tylko jeden człowiek. Zadaniem jego jest załadowywanie magazynu, doglądanie procesu, czasami wykańczenie niewielkich gratowań uzupełniających oraz obsługa stanowiska, mycia gotowych odlewów i ich pakowanie. Automatem cykl gratowania omawianych odlewów zmniejszył się do ok. 40sec, tzn. dwukrotnie w porównaniu ze stanem sprzed zautomatyzacji. Przy dwumianowej pracy czas spłaty instalacji przewidywano na 1,4 roku. Czas ten jeszcze skrócono uruchamiając po pewnym czasie na tym stanowisku pracę trzymianową. Dodatkowym zyskiem było poprawienie jakości wyrobów oraz warunków pracy.

W tym przypadku zadaniem robota było gratowanie lekkiej części. W przypadku części dużych, ciężkich lub nieporęcznych robot może realizować gratowanie przy pomocy narzędzia zamocowanego w jego chwytaku. Możliwe jest nawet samoczynne wymianienie narzędzi gratujących przez robot.

Jak z powyższego widać, gdy dysponuje się robotem przemysłowym typu IRb, przygotowanie samej instalacji automatycznego gratowania nie należy do przedsięwzięć trudnych. Praktycznie nie wymagane są żadne specjalne urządzenia pomocnicze. Najważniejszym problemem jest w tym przypadku odpowiednie dobranie narzędzi wraz z ich napędami, przygotowanie zaś robota do pracy w takiej instalacji jest bardzo pouczające. Umżliwia praktyczne zapoznanie się z właściwościami i dokładnością robota. Należy tu zaznaczyć, że wiele z omawianych wyżej parametrów jest trudne do wyliczenia i najłatwiej można je ustalić na drodze eksperymentów w instalacjach pilotujących.

Wiele opracowanych i pracujących w warunkach przemysłowych instalacji podobnych wyżej opisanym są przykładem szerokich możliwości zastosowań automatycznego gratowania z wykorzystaniem robotów IRb.

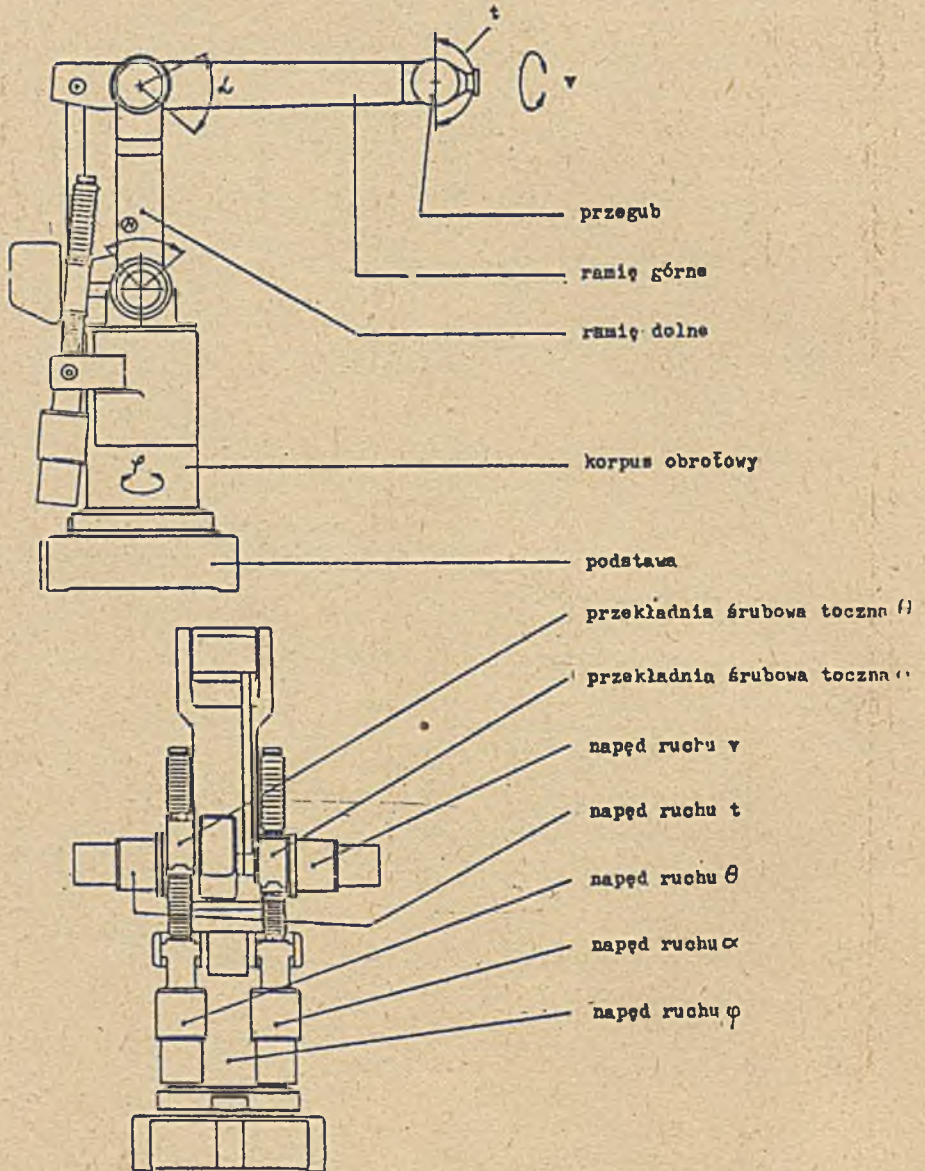
## DANE TECHNICZNE ROBOTÓW IRb

CZĘŚĆ MANIPULACYJNA

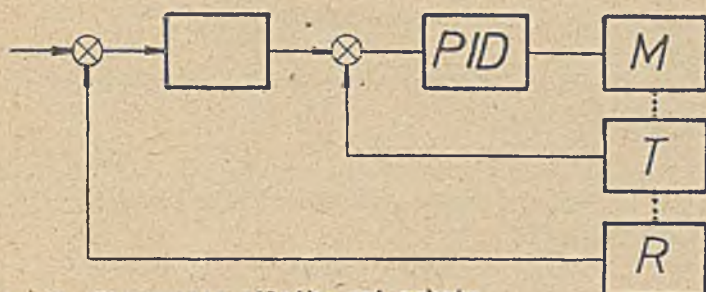
	IRb - 6	IRb - 60
Udźwig wraz z ciężarem chwytaka	6 kg	60 kg
Max.obciążający moment bezwładn.	2,5 Nm <sup>2</sup>	100 Nm <sup>2</sup>
Max.obciążający moment statyczny	12 Nm	240 Nm
Zakresy ruchów /max.prędkości		
Obrót wokół podstawy $\psi$	340° /95°/s	330° /90°/s
Ruch ramienia dolnego od pionu $\theta$	$\pm 40^\circ / 0,75 \text{ m/s}$	$-20^\circ \text{ do } +50^\circ / 1 \text{ m/s}$
Ruch ramienia górn.od poziomu $\alpha$	$-40^\circ \text{ do } +25^\circ$ 1,1 m/s	$-55^\circ \text{ do } +10^\circ$ 1,5 m/s
Pochylenie przegubu $t$	$\pm 90^\circ / 115^\circ / \text{s}$	$-120^\circ \text{ do } +75^\circ$ 90°/s
Skrećanie przegubu $v$	$\pm 180^\circ / 195^\circ / \text{s}$	$\pm 180^\circ / 150^\circ / \text{s}$
Tolerancja powtarzalności położenia	$\pm 0,20 \text{ mm}$	$\pm 0,40 \text{ mm}$
Masa części manipulacyjnej	125 kg	750 kg
Temp. otoczenia przy obc.max.	do + 50°C	do + 50°C
Dopuszczalna temp.otoczenia	+ 5°C do 70°C	+ 5°C do 70°C

SZAFKA STEROWNICZA /PANEL PROGRAMOWANIA/

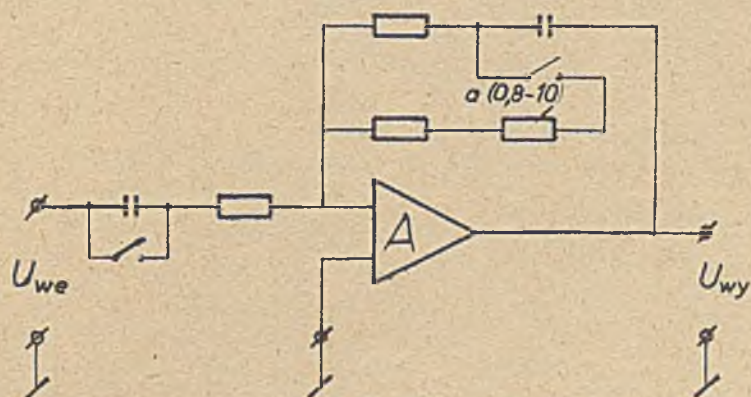
Wymiary gabarytowe	720x760x1620mm	
Masa	325 kg/4 kg/	425 kg/4kg/
Dopuszczalna temp.otoczenia	0 - 40°C	/0 - 45°C /
Dopuszczalna wilgotność względna	5 - 90 %	
Zasilanie/wraz z cz.manipulacyjną/	380V, 415V, 440V /3 fazy/ + 10 % - 15 %	
Całkowity pobór mocy / -" - /	0,8 - 1,7 kW	0,8 - 7 kW
Częstotliwość sieci	50 lub 60 Hz $\pm 1\%$	
Liczba sygnałów wyjściowych	14	
Liczba sygnałów wejściowych	16	
Pojemność programu użytkownika	ok. 250 instrukcji	
Czas podtrzymania pamięci przy awarii zasilania sieciowego	45 min	
Max.odl.pomiędzy szafą a cz. manipul.	15 m/ 6 m/	



Rys. 1. Część manipulacyjna robota przenysłowego IRb-6



Rys. 2 Sterowanie silnika osi robota



Rys. 3 Przełączenie struktury regulatora PID-P



ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РАБОТА ИРБ НА ПРИМЕРЕ ОПЕРАЦИИ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ  
ОТ ЗАУСЕНИЦ

Р е з ю м е

В работе представлены требования к работам по очистке деталей. Рассматриваются вопросы, касающиеся определенных расчётов при применении этих автоматов.

Дается анализ работы промышленного робота ИРБ, выпускаемого по шведской лицензии фирмы АСЭА.

THE APPLICATION OF THE IRB INDUSTRIAL ROBOT FOR A DISCRETE  
PIECE CLEANING OPERATION

С и ж е т

The paper presents an analysis of the IRb robot application for cleaning operation and discusses some programing problems.