

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

OŚRODEK AUTOMATYKI MECHANICZNEJ

074

A

Główny wykonawca dr inż. Jan Tryburcy

Wykonawcy mgr inż. Ewa Flejta

Konsultant

Nr zlecenia UR-02 04.01 [Zastosowanie robota IRb-6 do kontroli wymiarów etap 1a Wykonanie analizy możliwości zastosowania robotów przemysłowych do kontroli wymiarów w oparciu o Literaturę. Przygotowanie i rozesłanie ankiety, opracowanie otrzymanych odpowiedzi i wnioski do założeń techniczno-ekonomicznych]

Zleceniodawca luty 1983

Pracę rozpoczęto dnia

zakończono dnia 15.12.83r.

Kierownik Zespołu Robotów

Kierownik Ośrodka

dr. inż. St. Kaczanowski

dr. inż. T. Gałazka

p.o. Z-ca Dyr. ds. Autom.

dr inż. T. Gałazka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 25

Egz. 1 BOINTE

rysunków 3

Egz. 2 OAM

fotografii

Egz. 3 OAK

tabel

Egz. 4 OAE

tablic

Egz. 5 ORC

załączników 3

Egz. 6 -

Nr rejestr. [4375]

5415

Analiza deskryptorowa Roboty przemysłowe

Analiza dokumentacyjna Analiza możliwości zastosowania robotów do kontroli
wymiarów

Tytuły poprzednich sprawozdań - nie było

338.45.62/65].002.1/2 roboty przemysłowe

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

Wprowadzenie

Podczas opracowywania koncepcji prac nad zastosowaniem robota IRb-6 do kontroli wymiarów przyjęto następującą zasadę: - po wstępnym określeniu możliwości technicznych robota IRb-6 stosowanego do kontroli wymiarów, należy znaleźć najbardziej przydatne gospodarce narodowej jego zastosowania, i ukierunkować prace badawczo-rozwojowe tak, aby zapewnić pewne wdrożenie zrobotyzowanych układów kontroli wymiarów w tych wybranych obszarach zastosowań.

Zgodnie z powyższym przyjęto następującą treść tematu etapu 1 pracy:

„Wykonanie analizy możliwości zastosowania robotów przemysłowych do kontroli wymiarów w oparciu o literaturę. Przygotowanie i rozesłanie ankiety, opracowanie uzyskanych odpowiedzi i wnioski do założeń techniczno-ekonomicznych”

Zrealizowano następujące elementy tego tematu:

1. sporządzono analizę literaturową pt.: "Analiza możliwości zastosowania robotów przemysłowych do kontroli wymiarów".
2. sporządzono streszczenie tej analizy zawierające opis sposobu realizacji i zasad stosowania zrobotyzowanych systemów pomiarowych.
3. na podstawie wniosków z analizy z p. 1 sporządzono rozdzielnik - wykaz zakładów, które mogłyby być potencjalnie zainteresowane zastosowaniem zrobotyzowanych systemów pomiarowych ze względu na cechy ich profilu produkcyjnego.
4. Do wymienionych w rozdzielniku zakładów wysłano streszczenie analizy wg p.2, jako materiał wprowadzający do zagadnienia z prośbą o nawiązanie kontaktu w przypadku zainteresowania naszymi zamiarami przygotowania zroboty-

zowanych systemów pomiarowych .

5. Ponieważ przewidywaliśmy wyjście z naszymi propozycjami do państw RWPG przygotowana została również wersja streszczenia analizy /p.2/ w języku rosyjskim.

Materiały wg p. 1,2 i 4, 3 i 5 są zawarte w niniejszej pracy. Niestety propozycje nasze spotkały się z minimalnym zainteresowaniem. W wyniku rozesłania 32 listów nawiązano jedynie dwa kontakty:

- Fabryka Samochodów Ciężarowych w Lublinie jest zainteresowana kontrolą wymiarów kół samochodowych w linii produkcyjnej oraz odkuwek przedniego mostu.
- Jeleniogórskie Zakłady Optyczne są zainteresowane kontrolą prasówek szkieł okularowych.

Zrobotyzowane układy pomiarowe nie są rozwiązaniem optymalnym powyższych problemów.

Nie pozwalają one na wykorzystanie zasadniczych cech układu zrobotyzowanego , jakim jest elastyczność /łatwość zmiany programu/ i możliwość wykonywania pomiarów w dużej ilości punktów.

Narzuca się raczej sugestia zrealizowania prostych konstrukcyjnie specjalizowanych układów pomiarowych, które oczywiście mogą być wyposażone w roboty, lecz stosowane w sposób konwencjonalny do zakładania i zdejmowania przedmiotów sprawdzanych.

W ten sposób przeprowadzone rozpoznanie nie dało właściwej odpowiedzi na problem wyboru koncepcji zrobotyzowanego układu kontroli wymiarów, który powinien być przedmiotem prac przy dalszej realizacji zlecenia.

W tej sytuacji uważamy, że należy dokonać wyboru pomiędzy dość skrajnymi koncepcjami:

- wstrzymaniem prac nad tematem do chwili zaistnienia zapotrzebowania na zrobotyzowany układ kontroli wymiarów, przeznaczony do zgodnego z jego właściwościami zastosowania, a więc pewnym wdrożeniu.
- Kontynuowaniem prac nad tematem w kierunku zgodnym z tendencjami światowymi tzn. w kierunku otrzymania zrobotyzowanego układu kontroli wymiarów o dużej ilości punktów pomiarowych, z optyczną głowicą pomiarową typu optocator i procesorem opracowyującym wyniki pomiarów, w zakresie sprawdzania jakości i sygnalizowania trendów.

Oczywiście w przypadku wyboru tej wersji należy nadal szukać możliwości praktycznego zastosowania zrobotyzowanego układu kontroli.

W celu zbadania realności, prowadzenia prac według koncepcji drugiej przeprowadzono szereg rozmów ze specjalistami w dziedzinie optoelektroniki i techniki komputerowej. Podstawowe tezy wynikające z tych rozmów przedstawiono poniżej.

W IKPPIO Politechniki Warszawskiej nie zajmowano się dotychczas optycznymi głowicami pomiarowymi typu Optocator i żadna ze współpracujących z nimi instytucji nie prowadzi aktualnie takich prac. W związku z organizacją nowego laboratorium istnieje możliwość zainteresowania pracowników IKPPIO tym tematem. Do budowy głowicy należałoby wykorzystać fotolinijkę lub fotokatodę telewizyjną oraz mikroprocesor. Część optyczna wydaje się być stosunkowo prosta, natomiast przewidywane są duże trudności przy przejściu od części optycznej do elektronicznej.

IKPPIO nie dysponuje w chwili obecnej elektronikami, którzy mogliby rozwiązać te problemy.. Należałoby więc dokooptować pracowników

z innych instytucji.

Dodatkową trudnością jest fakt, iż część elementów pochodziłaby z KK, co znacznie podnosi koszty i wymaga wkładu dewizowego.

Orientacyjny czas pracy nad głowicą po przeprowadzeniu wstępnego rozpoznania około 1,5 roku.

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW

Zakład Ośrodek Automatyki Mechanicznej

Nr. 4375

Analiza możliwości zastosowania robotów
przemysłowych do kontroli wymiarów.

Warszawa 1983 r.

7

SPIS TRESCI

1. Problemy kontroli wymiarów w nowoczesnych systemach produkcyjnych.....
2. Własności wielowspółrzędnościowych urządzeń pomiarowych i możliwości ich integracji w systemach produkcyjnych.....
3. Zastosowanie robotów przemysłowych jako odnienne podejście do problemu kontroli wymiarów w systemach produkcyjnych.....
4. Układy pomiarowe.....
5. Wspomaganie komputerowe.....
6. Podsumowanie.....

Wykaz literatury

1. PROBLEMY KONTROLI WYMIARÓW W NOWOCZESNYCH SYSTEMACH PRODUKCYJNYCH

Rozwój technik wytwarzania stosowanych w przemyśle maszynowym do produkcji części o większych wymiarach następuje w kierunku wzrostu wydajności i zapewnienia elastyczności produkcji. Urządzenia produkcyjne takie jak obrabarki i centra obróbkowe sterowane numerycznie, czy zrobotyzowane linie montażu karoserii samochodowych, umożliwiają uzyskanie dużej wydajności produkcji, przy możliwości prostej i szybkiej zmiany wyrobu poprzez zmianę oprogramowania urządzeń sterujących.

Opisanej tendencji rozwoju technik wytwarzania towarzyszy nierozłącznie wzrost świadomości o konieczności podwyższenia wymagań jakościowych, które z kolei zapewniają realizację tych nowych technik oraz powodują konieczność racjonalizacji metod badań jakości. Stanowi to motyw zmian metod i urządzeń kontroli jakości.

Własności urządzeń produkcyjnych implikują zasadnicze cechy urządzeń pomiarowych - szybkość działania i elastyczność. Cechy te charakteryzują coraz szerzej stosowane wielowspółrzędnościowe urządzenia pomiarowe.

Nowoczesna forma zastosowania wielowspółrzędnościowego urządzenia pomiarowego to integracja go z systemem produkcyjnym. Integracja ta stawia warunki wynikające z przesłanek ekonomicznych oraz technicznych jak przepływ materiału, przepływ informacji układów sterujących i pomiarowych, wpływ otoczenia na wynik pomiaru. Zastosowanie w produkcji części o większych wymiarach stawia wymagania co do manipulacji części względem urządzenia.

Integracja urządzenia pomiarowego z systemem produkcyjnym pozwala realizować dodatkowe funkcje sterujące produkcją dla zapewnienia wzrostu jakości, oraz wpływające na przepływ materiału. Zależnie od wymaganego stopnia kontroli oraz oceny wyników pomiaru części mogą być dzielone na "dobre", "złe" i "przeznaczone do

poprawy". Jeżeli znana jest zależność pomiędzy określonymi wymiarami pomiaru i geometrycznymi parametrami czynności technologicznych możliwa jest celowa automatyczna korekcja obrabiarek, czy nastaw narzędzi dla zapewnienia właściwych wyników obróbki / analogicznie do znanej kontroli czynnej/. Możliwe jest również śledzenie tendencji zmian wyników pomiarów w celu wprowadzania korekcji przed wystąpieniem przekroczeń dopuszczalnych tolerancji.

Proces ten może być rozbudowany o funkcję samoczynnego określania stopnia kontroli poszczególnych parametrów w zależności od wyników pomiarów i tendencji ich zmian. Oczywiście średni czas pomiarów nie powinien być większy od czasu wytwarzania.

Typowe części i zespoły z produkcji części o większych rozmiarach pochodzą z asortymentu związanego z wytwarzaniem środków transportowych takich jak samochody, pojazdy szynowe, samoloty, okręty, jak również z przemysłem maszynowym, obrabiarek, maszyn budowlanych i z techniką wojskową. Jakościowo można podzielić je na dwie grupy - części i zespoły o mniejszych wymaganiach dokładności wykonania, lecz dużych rozmiarach / > 1 m /, często wykonane poprzez montaż na drodze spawania, zgrzewania punktowego, skręcania nitowania, klejenia - przykładem jest karoseria samochodu, rama motocykla, elementy płatowca samochodu, obudowa tylna mostu samochodu ciężarowego. Druga grupa to części i zespoły o wysokich wymaganiach dokładności wykonania, zasadniczo mniejszych rozmiarach, wykonywane poprzez obróbkę mechaniczną zwłaszcza na obrabiarkach NC.

Przykłady to blok silnika spalinowego, obudowy przekładni, korpusy maszyn i urządzeń.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że w problemach kontroli wymiarów, które są dyskutowane nie jest istotne uzyskanie wyników w postaci bezwzględnej wartości wymiarów mierzonych. Bardziej istotne jest zmierzenie odchyłki rzeczywistego położenia określonego punktu od

wartości zadanej położenia tego punktu. Wynik ten stanowi bezpośrednio informację pozwalającą na ocenę wykonania i może być wykorzystany w celach korekcyjnych.

2. WŁASNOŚCI WIELOWSPÓRZĘDNOŚCIOWYCH URZĄDZEŃ POMIAROWYCH I MOŻLIWOŚCI ICH INTEGRACJI W SYSTEMACH PRODUKCYJNYCH.

Najczęściej do celów kontroli wymiarów w interesującej nas klasie przedmiotów wprowadzane są trójwspółrzędnościowe urządzenia pomiarowe.

Pracują one najczęściej w prostokątnym układzie współrzędnościowym przy konstrukcji bramowej, lub wyciągnikowej. Głowica pomiarowa może być prowadzona ręcznie, lub napędzana mechanicznie przy sterowaniu ręcznym lub automatycznym /NC/. Do realizacji zadań jakie postawiliśmy należy przewidzieć oczywiście mechaniczny napęd głowicy pomiarowej sterowany automatycznie. W przypadku opisanym w /8/ czas pomiaru przy sterowaniu automatycznym był prawie 3 razy krótszy niż przy sterowaniu ręcznym.

Budowa tradycyjnych urządzeń pomiarowych oparta jest zasadniczo na wymaganiach stawianych urządzeniom do jednostkowego sprawdzania zgodności wymiarów elementów zwłaszcza modelowych lub prototypowych z dokumentacją konstrukcyjną. Dlatego z natury raczej są to aparaty do mierzenia, a nie do sprawdzania czy do kontroli. Dopiero wprowadzenie sterowania numerycznego pozwoliło wprowadzić urządzenie pomiarowe bezpośrednio do procesu produkcji.

M

Niektóre dane techniczne dużych trójwspółrzędnościowych urządzeń pomiarowych /tabl.1/.

UWAGA !

Zgodnie z obecnie obowiązującymi zaleceniami niektórzy producenci określają własności metrologiczne urządzeń jako :

$$V_{95} = / a + \frac{L}{b} / \mu m$$

gdzie : V_{95} - niepewność pomiaru długości w $t = 20 \pm 0,5^{\circ}C$
/przynajmniej 95% wszystkich odchyłek z prawdopodobieństwem 99%
jest mniejszych od V_{95} /

a, b - współczynniki charakterystyczne dla urządzenia

L - długość mierzona

Dla celów porównawczych wartości dokładności obliczono z V_{95} dla L równego największemu mierzonemu wymiarowi.

Producent	Typ	Budowa	Zakres pomiarów Z/mm/			Prędkość Z/m/s	Dokładność Z/mm	Sterowanie
			X	Y	Z			
Bendix	116B	Wysięg	2700	1400	1900	-	± 0,0125	PDP-8/M
Brown & Sharp	Validater 300	brama	1200	1800	900	-	± 0,038	PDP-8
Johansson	Cordimet 7000	-	700	450	300	-	± 0,0025	ręczne
Mitutoyo	A 21	brama	700	500	400	0,3	± 0,0065	NC
Sartorius	B221	brama	700	500	450	-	± 0,009	ręczne
Leitz	WPM12106	brama	1200	1000	600	-	± 0,004	WANG2200
Leitz	PMM12106	brama	1200	1000	600	0,05	± 0,00275	WANG2200
Ferranti	760C	brama	700	505	457	-	± 0,005	ręczne
S.r.C.Linea		wysięg				-	± 0,04	-

PIAP
Warszawa

Zastosowanie robotów przemysłowych do
kontroli wymiarów.

Tab. 1.

13

Nawet pobieżna analiza powyższych danych pozwala na stwierdzenie nienajlepszej przydatności przedstawionych urządzeń pomiarowych do realizacji zadań postawionych w p.1.

Konwencjonalne trójwspółrzędnościowe urządzenia pomiarowe posiadają zbyt małe prędkości pomiaru, aby możliwa była ich praca w linii produkcyjnej z dużym stopniem kontroli. Wymagania tych urządzeń, co do stabilności temperatury, braków wibracji i wstrząsów oraz zapylenia i szkodliwej atmosfery uniemożliwiają zintegrowanie konwencjonalnych urządzeń pomiarowych w surowych warunkach warsztatowych. Również konstrukcja bramowa większości urządzeń pomiarowych utrudnia ich wykorzystanie w liniach produkcyjnych. Konwencjonalne urządzenia pomiarowe dostosowane są do mierzenia przedmiotów mocowanych do ich stołów. Utrudnione jest więc manipulowanie i transport części w przypadku integracji tych urządzeń w linii produkcyjnej. Wyjątkiem jest tu urządzenie pomiarowe S.r.C.Linea - o konstrukcji wysięgowej - przeznaczone zwłaszcza do pomiarów dużych elementów jak obudowy przekładni, tłoczki, czy całe karoserie samochodowe /9/.

Ze względu na powyższe niedoskonałości niektóre firmy rozpoczynają produkcję nowych urządzeń pomiarowych zorientowanych do wykorzystania w warunkach bezpośrednio produkcyjnych, przy konkurencyjnej prędkości pomiarów. Na wystawie 4 BMO w Hannoverze /10/ przedstawiono nową generację tzw. robotów pomiarowych,.

Firma DEA Sp.A pokazała "robota pomiarowego Bravo AA02CNC" w zakresie pomiarowym 2500 x 300 x 300 mm, prędkości pomiarów 0,55 m/s, dokładności $\pm 0,025$ mm. Ruchy są sterowane mikroprocesorem INTEL 8085, do obróbki danych z pomiarów służy komputer PDP 11/23.

Urządzenie to nadaje się szczególnie do integracji w proces produkcyjny. Przy automatycznej manipulacji i transporcie części, dwa takie "roboty pomiarowe" mogą pracować równolegle, jako gniazdo pomiarowe.

14

Również bardziej zbliżone do warunków produkcji jest urządzenie PAG HP334 f-my Imperial Riv S.p.A. Szybkość mierzenia wynosi 0,33 m/s , zakres pomiarowy w kierunku osi X i Y-350 mm, część mierzona może być przesuwana w kierunku Z, lub obracana na stole obrotowym. Osobliwością urządzenia jest system automatycznej zmiany czujnika pomiarowego z magazynkiem 6 czujników. Urządzenie jest osłonięte pokrywą z wymuszoną wentylacją i filtrami powietrza. Dokładność $\pm 0,003$ mm.

"Robot pomiarowy" AMT - firmy Seiv przy konstrukcji wysięgnikowej i oddzieleniu stołu od części pomiarowej, również nadaje się do zastosowania w liniach produkcyjnych i elastycznych systemach montażowych. Prędkość - 0,33 m/s.

Autor publikacji /10/ stwierdził, że sprzężenie pomiędzy gniazdem pomiarowym a obrabiarką znajduje się nadal w stadium rozwoju. Należy kontynuować prace w zakresie automatycznej zmiany palet, zmiany czujnika i sprzężenia zwrotnego danych korekcyjnych do obrabiarki.

3. Zastosowanie robotów przemysłowych, jako odmiennie podejście do problemu kontroli wymiarów w systemach produkcyjnych.

Własności dużych wielowspółrzędnościowych urządzeń pomiarowych, jak opisano w p.2, stwarzają problemy integracji tych urządzeń w liniach produkcyjnych. Problemy integracji dotyczą zasadniczo części mechanicznej urządzenia pomiarowego. Dotyczą one zarówno warunków środowiskowych hali fabrycznych - zapylenie, temperatura, wióry, chłodziwa, jak i możliwości połączenia z przepływem materiału, które wymaga innej niż tradycyjna, konstrukcji urządzenia.

Oczywiście uwzględnienie powyższych przesłanek wymaga rezygnacji z wysokich parametrów, dokładności i powtarzalności, które uzyskiwane były m.in. dzięki stałej temperaturze, klimatyzowanemu pomieszczeniu pracy urządzenia pomiarowego, czy dzięki nadzwyczaj sztywnej konstrukcji.

Obserwując tendencję budowy nowoczesnych "robotów pomiarowych" /p.2/ możemy stwierdzić, że postawiony cel można osiągnąć również przy innym podejściu:

Robot przemysłowy o parametrach na poziomie aktualnej techniki światowej wyposażony w odpowiedni układ pomiarowy oraz w komputer do celów sterowania pomiarami i przetwarzania wyników pomiarów stanowi interesującą alternatywę rozwiązania postawionego problemu.

Zastosowanie tego rozwiązania niesie ze sobą szereg oczywistych korzyści:

- roboty przemysłowe są dostosowane do pracy w warunkach środowiskowych pomieszczeń produkcyjnych,
- szybkość ruchów robotów jest nawet 10-krotnie większa od prędkości ruchów tradycyjnych urządzeń pomiarowych, a 3-4-krotnie większa od prędkości "robotów pomiarowych", nowych generacji.

- konstrukcyjna integracja robotów w tory przepływu materiału nie stanowi problemu,
- możliwe jest zastosowanie do celów pomiarowych robotów tego samego typu. co zastosowane w technologicznej części systemu produkcyjnego /np. roboty spawalnicze przy produkcji karoserii/, ułatwia to utrzymanie ruchu.
- obszar pracy robota jest dostatecznie duży dla realizacji większości możliwych zadań,
- robot przemysłowy jest urządzeniem o wysokim stopniu elastyczności, dostosowanie urządzenia do kontroli wymiarów różnych urządzeń jest proste i szybkie.

Oczywiście zastosowanie robota przemysłowego do celów kontroli wymiarów w systemie produkcyjnym posiada również wady w porównaniu z tradycyjnymi wielowspółrzędnościowymi urządzeniami pomiarowymi:

- parametry związane z dokładnością pozycjonowania są gorsze i należy wprowadzić pewne dodatkowe ograniczenia sposobu pracy robota, aby je w możliwym stopniu poprawić -,
 - obciążenie robota powinno być możliwie małe,
 - robot powinien pracować w warunkach równowagi termicznej, co jest możliwe do osiągnięcia po wielu godzinach działania robota
- Według podanych poniżej informacji literaturowych osiągnąć można $\pm 0,13$ mm dla robota Cincinnati Milacron, czy mniej niż 0,1mm dla robotów ASEA.

Pionierskim zastosowaniem robotów przemysłowych do kontroli wymiarów jest linia czterech robotów użytych przez amerykańskiego producenta /Ford Motor Company, Wixan/MI.,U.S.A/ do pomiaru karoserii samochodów osobowych w roku 1979 /1/. Czujnik pomiarowy prowadzony przez chwytak robota, elektryczny przetwornik przemieszczenia jest połączony ze wzmacniaczem pomiarowym.

Robot jest sterowany swoim układem sterowania, maszyna cyfrowa /Hewlett-Packard/ z drukarką służy do obróbki wyników pomiarów. Dostosowanie do zmiany typu mierzonej karoserii polega wyłącznie na wywołaniu innego programu.

Nominalna powtarzalność robota wynosi 1,3 mm. Ponieważ czujnik pomiarowy jest lekki w porównaniu z nominalnym obciążeniem robot dostosowany do celów pomiarowych osiąga powtarzalność $\pm 0,13$ mm. Możliwe jest to po całkowitym uspokojeniu układu kinematycznego robota. Dla uzyskania dużej powtarzalności pozycjonowania, konieczne jest uzyskanie przez system stabilnej temperatury pracy, co następuje po 8 do 9 h po uruchomieniu robota. Dla zachowania stabilności temperatury roboty pozostają w ruchu przez cały tydzień roboczy.

Roboty mierzą odchyłki otworów drzwi, szyby przedniej, szyby tylnej, pokrywy silnika, pokrywy bagażnika i innych istotnych otworów karoserii. Proces pomiaru trwa 5 min. Uprzednio stosowanymi metodami dwóch pracowników mogło zmierzyć dwie do trzech karoserii podczas zmiany. Przy produkcji karoserii rzędu setek na zmianę możliwa jedynie była kontrola wrywkowa. W tej sytuacji wiele karoserii mogło być wykonanych przed stwierdzeniem przekroczenia dopuszczalnych tolerancji. Znacznie częstsze próbkowanie przy zautomatyzowanej kontroli pozwala na odciążenie na urządzenia produkcyjne już wtedy, gdy wystąpi skłonność zmiany wartości wymiaru w kierunku granicy tolerancji.

W roku 1981 General Motors Corp. w Lordstown/OH. USA/ włączył roboty pomiarowe do linii produkcyjnej /2/. Przy wydajności 50 karoserii/h karoseria może być unieruchomiona na 30s, podczas których dwa roboty IRb-60 /ASEA/ dokonują pomiarów z obu stron karoserii /rys.1/. Pozostałe 42 s są niezbędne do umieszczenia karoserii na stanowisku pomiarowym i konsekwentnego

włączenia w linię produkcyjną. Po każdej stronie sprawdzane jest przeciętnie po 20 punktów pomiarowych, przemieszczenie w otworach okiem i pokrywach. Każdy robot posługuje się dwoma optoelektrycznymi głowicami pomiarowymi /szczegółowy opis w p. 4/ dla zebrania możliwie wielu wyników pomiarów w niewielkich przesunięciach. Dokładność urządzeń pomiarowych jest większa od powtarzalności robota, która, podobnie jak w przypadku opisanym poprzednio, jest znacznie lepsza od nominalnej ponieważ obciążenie robota wynosi tylko 4 kg.

Centralny komputer PDP 11/44 porównuje wartości mierzone z czterech głowic z wartościami zadanymi, komputer generuje podprogram sterujący ruchami robota, komputer sprawdza również zgodność typu karoserii oraz prawdziwość pozycjonowania. Zapewnia również bezkolizyjność ruchów obu robotów. Roboty są synchronizowane za pomocą umieszczonych na podłodze punktów odniesienia.

System ROBI /ROBOT - Inspection/ uzupełnia linię produkcji karoserii złożoną z 36 robotów spawalniczych. System ten ma być wkrótce uruchomiony w zakładach Southgate /CA USA. W /3/ opisano zastosowanie robota przemysłowego do badania trójwymiarowych elementów płatu wykonanych z laminatu. W tym przypadku badanie nie jest kontrolą wymiarów, lecz ma za cel wykrycie wgnęć i rozwarstwień metodą defektoskopii ultradźwiękowej. Jednak zastosowanie to zostało zacytowane ponieważ stanowi przykład rozszerzenia idei wykorzystania robotów przemysłowych do pomiarów. Robot przemysłowy /Cincinnati Milacron/ przemieszcza sondę ultradźwiękową nad badanym elementem w sekwencji ruchów, utrzymywana jest w sposób ciągły prostopadłość osi sondy do powierzchni części badanej. W podobny sposób można sprawdzać np. grubość powłoki lakierni

-czej czy powłok antykorozyjnych karoserii samochodowej.

Również opisane w /4/ zastosowanie robota do badania szczelności karoserii samochodu osobowego, stanowi ciekawą odmianę opisanej zasady. Dotychczas hermetyczność samochodu była sprawdzana przez opryskiwanie wybranych egzemplarzy wodą i oglądzi-ny wnętrza. Nie mogło to wyeliminować nieszczelnych samochodów i nie sygnalizowało konieczności wprowadzenia korekcji w montaż. Obecnie do kontroli stosowane są dwa roboty Trallfa z czujnikami helu. Do wnętrza karoserii wprowadzone zostaje powietrze z pewną ilością helu. Po zsynchronizowaniu roboty przemieszczają się jednocześnie z karoserią na przenośniku, czujniki są przesuwane wokół okien, drzwi, połączeń i uszczelnień.

Podczas 60 m ruchu przenośnika, czujniki znajdują się w odległości 25 mm od powierzchni karoserii. W tym czasie zbiera się 400 informacji o miejscach nieszczelności i ich intensywności. Podłoga nie jest sprawdzana, wymagałoby to wprowadzenia trzeciego robota do kanału pod przenośnikiem. Przewiduje się analizę trendu procesu pojawiania się defektów w celu jednoczesnego jego kompensowania.

UKŁADY POMIAROWE

W zależności od stawianych wymagań stosowane mogą być rozmaite układy pomiarowe. Zasadniczo podzielić je można na układy z elementem pomiarowym bezdotykowym i z elementem pomiarowym dotykowym, na układy z dyskretnie działającym czujnikiem położenia i z przetwornikiem położenia o pewnym zakresie pomiarowym.

Najprostsza wersja to zastosowanie dyskretnych czujników położenia dotykowych - mikrowyłączników o małej strefie przeką-

20

-czenia. Po osiągnięciu przez robot przemysłowy zadanego położenia stan czujnika określi obecność w tym położeniu odpowiedniego fragmentu części mierzonej lub jej brak. Sposób taki nadaje się najlepiej do sprawdzania wykonania niewielkich otworów w częściach wykrawanych z blachy i odlewach ciśnieniowych i elementach obrabianych na urządzeniach NC.

Podobny stopień skomplikowania i zakres zastosowań niesie ze sobą zastosowanie bezdotykowych czujników zbliżeniowych np. optoelektronicznych, indukcyjnych itp. Zaletą jest tu zabezpieczenie przed uszkodzeniem, wadą - niewielka dokładność.

Układy z dyskretnymi czujnikami położenia nie pozwalają na rozwinięcie form zastosowania robotów przemysłowych do pomiarów, ponieważ niemożliwe jest obserwowanie tendencji zmian wymiarów. Dlatego też układy pomiarowe z przetwornikami pomiarowymi wykazują korzyści wynikające ze stosowania systemów robotowych do kontroli wymiarów.

Układy pomiarowe z dotykowym przetwornikiem położenia = zastosowane mogą być przetworniki, stosowane w wielowspółrzędnościowych urządzeniach pomiarowych. Przetworniki takie umożliwiają pomiar w trzech współrzędnych. Typowe przykłady konstrukcji głowicy trójwymiarowej przedstawia rys.2. Prowadzenie trzpienia pomiarowego zapewnia układ równoległoboków zbudowanych ze sprężyn płaskich, lub sprężyna membranowa. Składowe ruchów w trzech współrzędnych zamieniane są na odpowiednie sygnały w przetwornikach indukcyjnych. Głowice mogą być wyposażone w wiele trzpień pomiarowych, co służy uproszczeniu ruchów urządzenia napędzającego.

Układy pomiarowe z bezdotykowym przetwornikiem położenia

- najbardziej złożone i najbardziej uniwersalne w zastosowaniu układy zostaną opisane na przykładzie optoelektronicznego systemu Optocator f-my SELCOM Selective Electronic /5,6/ i indukcyjnego systemu szeregów KD f-my KAMAN Sciences Corporation /7/.

System Optocator przeznaczony jest do bezdotykowego pomiaru grubości, odległości, płaskości lub błędów kształtu. Ważnym obszarem zastosowań jest metalurgia - pomiary wyrobów, pomiar poziomu płynnej stali itp. System pomiarowy złożony jest z trzech elementów :

- źródła światła, odbiornika i procesora. Źródłem światła jest modulowana dioda LED lub dioda laserowa, pracujące z częstotliwością modulacji 16kHz w świetle podczerwonym. Skupiona wiązka jest skierowana na obiekt pomiaru i odbija się od niego. Część wiązki odbitej dociera do odbiornika. Zmiana położenia mierzonej powierzchni powoduje zmianę położenia zogniskowanego obrazu na detektorze
- linijce fotodiod, w ten sposób Optocator określa położenie punktu odbijającego światło, a więc odległość do powierzchni.

Zródło światła jest regulowane w celu utrzymania stałego natężenia na powierzchni detektora. Cecha ta pozwala na szeroki

201

zmiany współczynnika odbicia powierzchni - faktury i koloru, bez wpływu na wyniki pomiaru. System jest nieczuły na wpływy otoczenia.

W skład odbiornika wchodzi wzmacniacz elektroniczny wytwarzający sygnał cyfrowy w postaci szeregowej.

Procesor stanowiący wyposażenie systemu Optocator odbiera sygnał z odbiornika i przetwarza go na sygnał mierzony w postaci analogowej /0-5VDC/ i cyfrowy /16-bitowy, równoległy/ TTL kompatybilny. Procesor umożliwia wyświetlanie wyników pomiarów w postaci cyfrowej w jednostkach metrycznych lub calowych. Jeżeli konieczne jest monitorowanie przekroczenia tolerancji, wewnętrzny mikroprocesor w sposób ciągły porównuje mierzone zmienne z zadanymi granicami. Ponadto możliwe jest "wczesne ostrzeżenie" - sygnalizowanie, że mierzone zmienne przekraczają zadaną ^{wartość} procentowej części tolerancji.

Nominalna wartość zadana, minimalna i maksymalna granica tolerancji i zadana procentowa część tolerancji "wczesnego ostrzeżenia" nastawiana jest za pomocą przełączników na obudowie procesora.

Zasada działania systemu Optocator przedstawiona jest na rys.3. Systemy Optocator są stosowane jako wyposażenie robotów IRB-ASEA wykorzystywanych do kontroli wymiarów.

System KD przeznaczony jest do bezdotykowego pomiaru przesunięcia /zbliżenia/, grubości, odchylenia lub ustawienia przedmiotów metalowych lub grubości materiałów nieprzewodzących /np.gumy, tworzyw sztucznych, ceramiki/ na podstawie metalowej.

System indukcyjny działa w następujący sposób : układ mostkowy jest aktywowany drganiami wysokiej częstotliwości generowanymi przez oscylator. Linie strumienia magnetycznego z cewki wytwarzają prądy wirowe w przedmiocie, którego położenie jest mierzone.

Wartość prądów wirowych zależy od odległości między cewką a przedmiotem i jest wykrywana przez układ mostkowy. Sygnał wyjściowy mostka jest normalizowany i przetwarzany na sygnał analogowy wprost propor-

23

-cjonalny do przemieszczenia przedmiotu.

Zasadniczo gładkość powierzchni nie ma wpływu na warunki pomiaru podobnie jak olej, smar i zanieczyszczenia. Nierównoległość przedmiotu i przetwornika nie wywiera znaczącego wpływu jeżeli kąt powierzchni nie przekracza 15° .

Procesor systemów KD umożliwia odczyt wyniku pomiaru, posiada wyjście analogowe i cyfrowe BCD, możliwość nastawiania dwóch progów - granic obszaru tolerancji, wyjścia sygnału przekroczeń.

Porównanie podstawowych danych technicznych

	Optocator	System KD
Zakresy pomiarowe /mm/	8;16;32;64;128;256	0,25;1;2;3;4;6;15;30
Liniowość /%zokr.pom./	0,1	0,5
Rozdzielczość /% zakr. pom/	0,025 /0,002 mm w zakresie 8mm/	0,01
Częstotliwość kHz	do 2	do 50 /-3dB/-analogowo
Sygnal wyjściowy analogowy /VDC/	0, - 5	0 - 1+6
Sygnal wyjściowy cyfrowy	16 bitow-TTL-komp.	BCD
Kalibracja	automatyczna	konieczność kalibracji
Dryf temperaturowy / \pm mm/ $^{\circ}$ C/	brak	0,0004 - 0,012
Niestabilność w czasie / % zakr.pom/miesiąc/	brak	0,2
Zasilanie:		
-napięcie /V AC/	100/115/230	100/120/220/240
Częstotliwość /Hz/	50/60	50/60
Wymiary przetwornika /mm/	450x80x180	od 4,8x20,6 do 76,2x38

Na podstawie powyższych danych można określić cechy obu systemów.

Optocator - zalety:

- duży zakres pomiarowy,
- automatyczna kalibracja,
- brak dryftu temperaturowego,
- stabilność w czasie.

24

Systemy KD - zalety:

- wysoka rozdzielczość,
- małe gabaryty przetwornika.

Stanowiąc to może przesłanki wyboru zasad działania, układów pomiarowych w zależności od stawianych wymagań.

5. WSPOMAGANIE KOMPUTEROWE

Tradycyjne wielowspółrzędnościowe urządzenia pomiarowe wyposażone są w kalkulatory umożliwiające wykonywanie następujących obliczeń i przekształceń /11/ :

- określenie środków otworów i walców metodą wielopunktową
- określenie średnic otworów i walców metodą wielopunktową
- γ określenie odległości między otworami
- określenie współosiowości otworów i wałków stopniowanych
- określenie położenia krawędzi, prostych płaszczyzn
- określenie kątów
- określenie profilów krzywoliniowych
- przekształcenia ~~wzajemny~~ układu współrzędnych do rzeczywistego położenia przedmiotu mierzonego.

Systemy są rozbudowane przez zapewnienie współpracy z komputerem który zapewni :

- sterowanie numeryczne urządzenia, przy programowaniu zewnętrznym lub na drodze "uczenia",
- automatyczny wybór programu na drodze sprawdzania cech przedmiotu mierzonego,
- automatyczny start programu poprzez sprawdzenie pozycjonowania przedmiotu mierzonego,
- wydruk protokołu kontroli,
- analizy statystyczne wyników : określenie wielkości próbki, przewidywanie trendu itp.
- sygnał korekcyjny do urządzeń produkcyjnych,
- jeżeli znany jest algorytm przetwarzania błędów systematycznych, komputer może również automatycznie wprowadzić ich korekcję.
- sterowanie zmianą końcówki pomiarowej /przy pomiarze dotykowym/.

6. PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że problem zintegrowanej z linią produkcyjną kontroli wymiarów dużych części i zespołów można rozwiązać przez zastosowanie robotów przemysłowych wyposażonych w układy pomiarowe z odpowiednim wyposażeniem komputerowym.

Systemy takie zapewniają dostateczną dokładność kontroli, odznaczają się wysokim stopniem elastyczności, są szybsze i łatwiejsze w obsłudze od wielowspółrzędnościowych urządzeń pomiarowych.

Własności robotów IRb-6 oraz 60 i znane zastosowania tych robotów do celów kontroli wymiarów czynią je dobrą bazą do budowy systemów kontroli wymiarów dla wielu zastosowań.

Oczywiście o wartości systemu decydować będzie również układ pomiarowy oraz system przetwarzania danych. Urządzenia te powinny być opracowane głównie w oparciu o wymagania użytkownika.

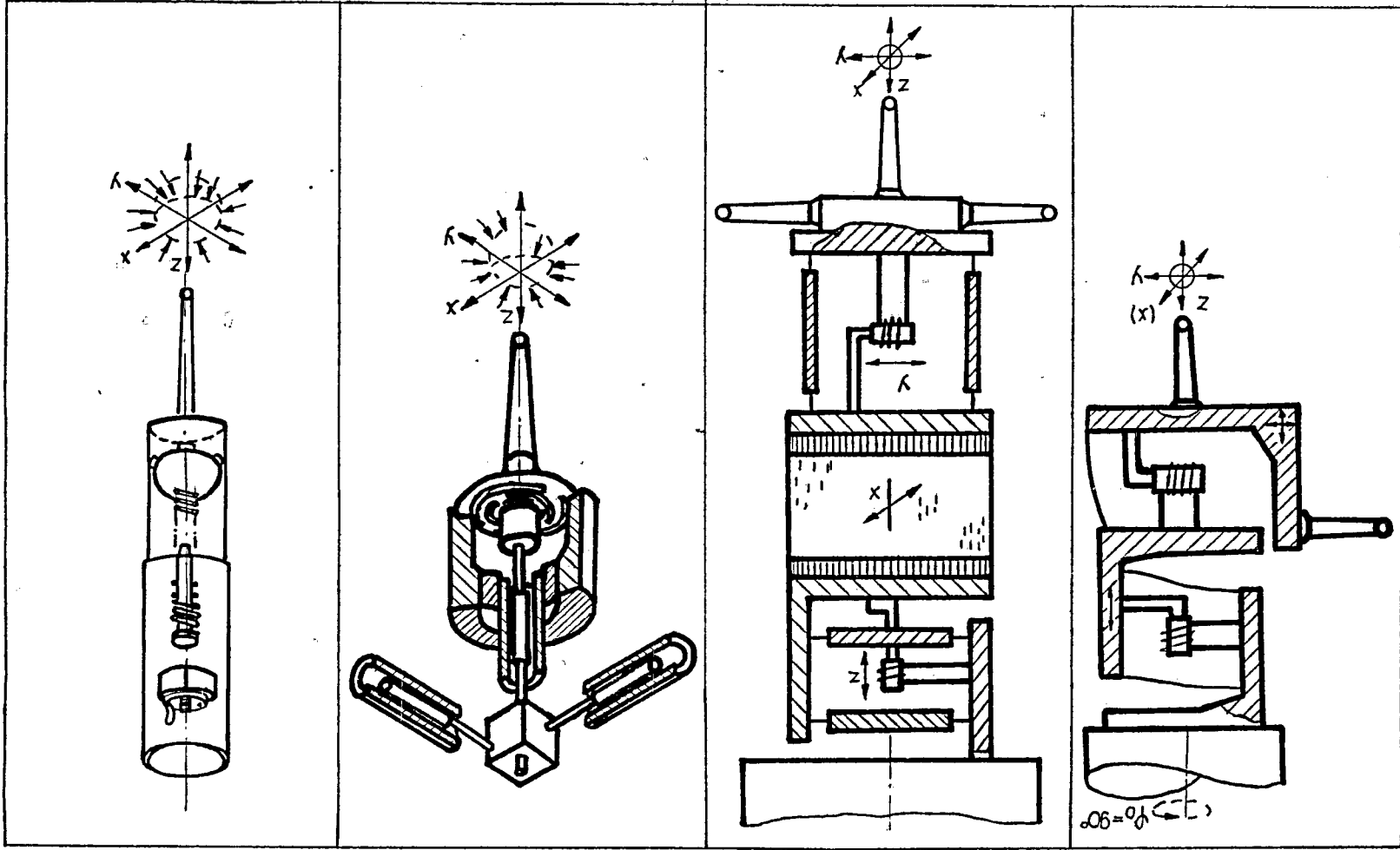
WYKAZ LITERATURY

1. Handhabegerät als Messgerät, Werkstatt u. Betrieb 112/1980/3s.134
2. Industrieroboter messen karosserien im Fertigungsfluss Werkstatt u. Betrieb 114/1981/10s,722
3. Werkstoffprüfung mit Industrieroboter
4. Langdon R. Robots have a nose for quality. "Metalworking Production 1982, 126 nr 9 s.90-91
5. Berührungsloser Längenmesser, Werkstatt u. Betrieb 114/1981/9s. 657.
6. Materiały firmowe f-my SELCOM Selective Electronic
7. Materiały firmowe f-my KIMAN Sciences Corp.
8. Hahn M. Wirtschaftlichkeit... von Mehrkoordinaten - Messgeräten mit unterschiedlicher Automation, Beinwerktechnik u. Messtechnik 90 /1982/ 8s. 103-105.
9. Drei-koordinaten - Mess - und Anreissgerät, Werkstatt u. Betrieb 113/1980/ 4s.264.
10. Breyer K-H, Koordinaten - Messgeräte und Werkzeugmaschinen kommen sich näher. Werkstatt u. Betrieb 114/1981/12s.895-901
11. Däubler H-G, Anforderungen an eine anwendungsorientierte, Werkstattgerechte Rechnerunterstützung für Drei - koordinaten-Messgeräte, Werkstatt u. Betrieb 114/1981/11s.798-799.
12. Kungler O., Einsatz von Mehr-Koordinaten-Messgeräten in der Grossteilefertigung, Werkstatt u. Berieb 114/1981/3s.187-190.

67

Konstrukcja głowicy trójwymiarowej

Rys. 2



str. 24
nr 4375



PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI
I POMIARÓW „MERA-PIAP”
02-222 WARSZAWA Al. Jerozolimskie 202



Centrala 23-70-81
Telex 813726 PL
Dyrektor 23-83-69
Z-ca dyr. ds. automatyki 23-86-13
Z-ca dyr. ds. technicznych 23-88-73
Z-ca dyr. ds. ekonomicznych 23-84-91
Główny księgowy 23-89-58
NBP VIII QM W-wa konto 1081-1876

Na pismo

z dnia

Nasz znak

data.

OAM/ 395 /83

14.07.83

Dotyczy:

W Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów PIAP prowadzone są prace nad zastosowaniem robotów przemysłowych do kontroli wymiarów części i zespołów maszyn i urządzeń wytwarzanych w różnych gałęziach przemysłu.

Poniżej przedstawiamy uwagi dotyczące problemów kontroli wymiarów w nowoczesnych systemach produkcyjnych i krótkie porównanie tradycyjnych metod pomiarowych z nowymi. W przypadku zainteresowania naszą ofertą dotyczącą systemów kontroli jakości z wykorzystaniem robota przemysłowego prosimy o przesłanie nam Waszych uwag i życzeń.

Wg rozdzielnika

Kierownik Ośrodka
Automatyki i Mechanicznej

dr inż. Tadeusz Gałązka

Rozwój technik wytwarzania stosowanych w przemyśle maszynowym następuje w kierunku wzrostu wydajności i zapewnienia elastyczności produkcji. Urządzenia produkcyjne takie jak ręcznie sterowane linie obróbkowe, czy zrobotyzowane linie montażu karoserii samochodowych, umożliwiają uzyskanie dużej wydajności produkcji przy możliwości prostej i szybkiej zmiany wyrobu przez zmianę oprogramowania urządzeń sterujących.

Opisanej tendencji rozwoju technik wytwarzania towarzyszy konieczność podwyższenia wymagań jakościowych, które z kolei zapewniają realizację tych nowych technik, oraz powodują konieczność racjonalizacji metod badań jakości. Stanowi to motyw zmian metod i urządzeń kontroli jakości.

Konsekwencją tych zmian jest integracja urządzeń kontroli jakości z systemem produkcyjnym. Integracja ta stawia szereg warunków i ograniczeń. Szybkość pracy urządzeń powinna być dostosowana do prędkości przepływu w systemie produkcyjnym, stopień elastyczności /łatwość zmiany wyrobu/ nie może być gorsza od stopnia elastyczności systemu produkcyjnego, warunki otoczenia panujące w pomieszczeniu produkcyjnym powinny być dostateczne dla zapewnienia prawidłowej pracy urządzeń kontroli. Jeżeli wytwarzane są części o większych wymiarach i masie należy rozwiązać problem manipulacji części względem urządzeń kontroli.

Z integracji urządzeń kontroli jakości z systemem produkcyjnym wynika szereg efektów pozytywnych. Można bowiem realizować funkcje sterowania produkcją dla zapewnienia wzrostu jakości.

Zależnie od oceny wyników kontroli części mogą być dzielone na "dobre", "złe" i "do poprawy". Jeżeli znana jest zależność między wynikami kontroli a parametrami czynności technologicznych możliwa jest automatyczna korekta nastaw. Możliwe jest również śledzenie

tendencji zmian wyników kontroli w celu wprowadzenia korekcji przed wystąpieniem przekroczeń dopuszczalnych tolerancji.

Proces ten może być rozbudowany o funkcję samoczynnego określania stopnia kontroli poszczególnych parametrów w zależności od wyników pomiarów, tendencji ich zmian.

Od wielu lat znane są wielowspółrzędnościowe urządzenia pomiarowe. Przeznaczone początkowo do jednostkowych pomiarów wymiarów modeli i prototypów przechodzą ewolucję, której celem jest osiągnięcie własności umożliwiających opisaną integrację z systemem produkcyjnym. Ewolucja ta obejmuje wprowadzenie sterowania numerycznego, wspomaganie komputerowe do celów obliczeń geometrycznych i statystycznych, zmniejszenie wpływu otoczenia na wyniki pomiaru, zwiększenie prędkości działania.

Jednak w odniesieniu do pomiarów części o dużych rozmiarach wyniki tej ewolucji można uznać za niedostateczne. Przy bardzo dobrej dokładności wykonywanych pomiarów, czas ich trwania uniemożliwia zsynchronizowanie funkcji kontroli z prędkością linii produkcyjnej. Urządzenia pomiarowe są nadal bardzo czule na zmiany temperatury, zapylenie czy wstrząsy i wibracje. Konstrukcja większości produkowanych urządzeń pomiarowych utrudnia manipulację dużego przedmiotu mierzonego względem urządzenia pomiarowego.

Powyższe niedogodności stały się podstawą innego podejścia do problemu integracji urządzeń kontroli jakości z systemem produkcyjnym. Zgodnie z tym podejściem urządzenie kontroli jakości jest robotem przemysłowym zaopatrzonym w odpowiedni układ pomiarowy i wspomaganie komputerowe. Robot taki jest pozbawiony wad wymienionych uprzednio, jest szybki, łatwy do zintegrowania z linią produkcyjną z punktu widzenia manipulacji przedmiotem, jest niezawodny nawet w trudnych warunkach środowiskowych, posiada duży obszar pracy. Oczywiście podejście takie może pozwolić również na zmianę zakresu kontroli. Poza geometrią części, możemy przy zastosowaniu

odpowiednich czujników sprawdzać np. szczelność, grubość powłok, czy kontrolować strukturę wewnętrzną. Pole zastosowań robotów przemysłowych do kontroli wymiarów jest ograniczone mniejszą, w porównaniu z wielowspółrzędnościowym urządzeniem pomiarowym, dokładnością.

Posiadamy wieloletnie doświadczenia w przemysłowym zastosowaniu robotów IRb-6 i IRb-60. Produkcję tych robotów podejmuje nasz Zakład Doświadczalny wg dokumentacji ASEA.

W oparciu o to oferujemy projekt, wykonanie i dostawę systemów kontroli jakości. Systemy takie zapewniają dokładność pomiaru rzędu 0,1 mm w znacznym obszarze pomiarowym, odznaczają się znaczną prędkością działania i łatwością zintegrowania z istniejącymi urządzeniami. W zależności od wymagań Zamawiającego systemy wyposażone mogą być w dotykowe lub bezdotykowe układy pomiarowe, oraz we wspomaganie mikrokomputerowe do przetwarzania i rejestracji wyników pomiarów zgodnie z wymaganiami procesu produkcyjnego.

Doświadczenia f-my ASEA w zastosowaniu robotów do budowy systemów kontroli wymiarów sugerują wykorzystanie tych urządzeń przy kontroli montażu karoserii samochodów osobowych oraz kontroli wymiarów dużych podzespołów np. obudowy tylnego mostu samochodu ciężarowego. Systemy można wykorzystać do sprawdzania konstrukcji spawanych np. ram motocyklowych, czy do kontroli wymiarów elementów płatownicy,

Jak wspominaliśmy kontrolę wymiarów można uzupełnić kontrolą jakości powłok ochronnych i dekoracyjnych, czy sprawdzaniem struktury wewnętrznej.

Jeżeli przedstawiona propozycja mogłaby być interesująca dla Waszego Zakładu prosimy o nadesłanie nam uwag i życzeń na adres :

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP
Ośrodek Automatyki Mechanicznej

Al. Jerozolimskie 202
tel. 23-83-68

02-222 Warszawa
telex. 813726 PL

Rozdzielnik:

1. Fabryka Maszyn Żniwnych AGROMET im. M. Nowotki
09-402 Płock, ul. Otolińska 25
2. Bielska Fabryka Maszyn Włókienniczych BEFAMA
Bielsko-Biała, Powstańców Śląskich 6
3. Biuro Konstrukcyjne FOS POŁMO
ul. Przybyszewskiego 99, 93-126 Łódź
4. Dolnośląska Fabryka Maszyn Włókienniczych POLMATEX DOFAMA
ul. Okrzei 17, 58-400 Kamienna Góra
5. Fabryka Elementów Wyposażenia Budownictwa METALPLAST
ul. Kilińskiego 86, 22-400 Zamość
6. Fabryka Maszyn Rolniczych AGROMET-UNIA
ul. Pstrowskiego 16, Grudziądz
7. Fabryka Wentylatorów "FAWENT"
ul. Techników 22, 41-400 Mysłowice - Chełm Śląski
8. Kombinat Maszyn Budowlanych ZREMB w Poznaniu
Zakład Produkcyjny w Łodzi
9. Kombinat Urządzeń Mechanicznych ŁABĘDY "BUMAR"
ul. Mechaników 9, 44-109 Gliwice
10. OBR Silników Wysokoprężnych - Zakład Mech. PZL-Wola
im. M. Nowotki
Fort-Wola, 00-961 Warszawa 42, skr. p. 97
11. Świdnicka Fabryka Urządzeń Przemysłowych
ul. Buczka 60, 58,100 Świdnica
12. Wytwórnia Lekkich Konstrukcji Stalowych MOSTOSTAL
ul. Terespolska 12, 08-100 Siedlce
13. Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego PZL-Kraków
ul. Wrocławska 53, 30-011 Kraków
14. Zakłady Metalowe PREDOM-ROMET
ul. Fordońska 246, 85-766 Bydgoszcz

15. Zakłady Urządzeń Chemicznych i Aparatury Przemysłowej
CHEMAR
ul. Olszewskiego 6, 25-818 Kielce
16. Zakłady Urządzeń Okrętowych HYDROSTER
ul. Szafarnia 10, skr. poczt. 85 80-958 Gdańsk
17. Państwowy Instytut Motoryzacji, 03-468 W-wa,
ul. Stalingradzka 13
18. Fabryka Samochodów Ciężarowych
20-952 Lublin, ul. Mełgiewskiego 7/9
19. Fabryka Samochodów Ciężarowych
27-202 Starachowice, 1Maja 2
20. Fabryka Samochodów ~~Kierowniczych~~ Małolitrażowych
Bielsko-Biała, ul. R. Luksemburg 51
21. Sanocka Fabryka Autobusów
38-500 Sanok, ul. Lipińskiego 109
22. Politechnika Warszawska, Wydział Samochodów i Ciągników
Warszawa, ul. Narbutta 87
23. WSK, 21-040 Świdnik k./Lublina
24. Jelczańskie Zakłady Samochodowe OBR Samochodów Dużej
Ładowności - 55-221 Jelcz k/Oławy, woj.wrocławskie
25. Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej
05-450 Sulejówek k./Warszawy
26. FSO, Warszawa 03-468, ul. Stalingradzka 23
27. PZL-WZM Warsz. Zakłady Mechaniczne Warszawa,
ul. Czerniakowska 89/93
28. Kombinat Maszyn Włókienniczych - POLMOTEX-Wifama
Z-d Odlewniczy, ul. Niciarniawa 41/45, 93-320 Łódź
29. Bydgoska F-ka Maszyn i Urząd. SPOMASZ, Odl. Metali Nieza-
leżnych - ul. Wspólna 6, 85-811 Bydgoszcz
30. WSK - PZL - Rzeszów Zakład Metalurgiczny
ul. Obr. Stalingradu 120, 35-078 Rzeszów

31. AGROMET Zakłady Metalurgiczne PMR ul. Skłęczkowska 18,
99-300 Kutno
32. Fabryka Obrabiarek Ciężkich PONAR, Zawiercie , Z-d nr 4
ul. Przemysłowa , 23-800 Jędrzejów

Развитие технических приемов производства, применяемых в машиностроительной промышленности, происходит с тенденцией к повышению производительности и обеспечению эластичности производства. Производственное оборудование, такое как линии обработки с цифровым управлением или роботизированные линии сборки кузовов автомобилей, гарантируют высокую производительность выпуска продукции в сочетании с возможностью простой и быстрой смены изделия путем изменения программного обеспечения устройств управления.

Указанной тенденции развития технических приемов сопутствует необходимость повысить требования к качеству, что, в свою очередь, обеспечивает реализацию новых технических приемов и приводит к потребности рационализировать методы испытаний качества. В итоге возникает мотивировка к изменению методов и аппаратуры для контроля качества. Последствием этих изменений является интеграция аппаратуры для контроля качества с системой производства. Эта интеграция ставит ряд требований и ограничений. Скорость работы аппаратуры должна сочетаться со скоростью потока в системе производства, степень эластичности /легкость смены изделия/ не может быть хуже степени эластичности системы производства, условия окружающей среды в производственном помещении должны быть таковы, чтобы обеспечивали правильную работу контрольной аппаратуры. Если изготавливаются детали с более крупными размерами /массой/, необходимо решить вопрос манипулирования этими деталями по отношению к устройствам контроля.

Интеграция устройств контроля качества с системой производства дает ряд положительных эффектов, так как можно реализовать функции управления производством для повышения качества. В зависимости от результатов контроля детали можно поделить на "качественные", "некачественные" и "годящиеся для ремонта". Если известна зависимость между результатами контроля и параметрами технологических операций, возможна автоматическая корректировка наладок. Можно также следить за тенденциями /изменениями результатов контроля с целью введения корректировок перед тем, как произойдет превышение допусков. Этот процесс можно расширить путем введения функции автоматического определения степени контролируемости отдельных параметров в зависимости от результатов измерений, тенденции их изменений.

Многокоординатные измерительные устройства известны уже много лет. Предназначавшиеся вначале для единичных измерений размеров моделей и прототипов подвергаются эволюции, целью которой является достижение тех свойств, которые позволяют осуществить описанную интеграцию с системой производства. Эта эволюция охватывает введение системы цифрового управления и компьютерного вспомогательного оснащения для нужд геометрических и статистических расчетов, снижение влияния окружающей среды на результаты измерений, повышение скорости работы. Однако в отношении измерения крупногабаритных деталей результаты этой эволюции можно считать недостаточными. При очень высокой точности измерений продолжительность их производства делает невозможной синхронизацию функции контроля со скоростью ~~внешней~~ производственной линии. Измерительные устройства все еще чувствительны к изменениям температуры, запыленности, а также

к тряске или вибрации. Конструкция большинства измерительных приборов затрудняет манипулирование крупным измеряемым предметом по отношению к измерительному устройству.

Указанные выше недостатки стали основой выбора другого подхода к проблеме интеграции аппаратуры для контроля качества с системой производства. В соответствии с этим подходом устройством для контроля качества является промышленный робот, оборудованный соответствующей измерительной системой и вспомогательной компьютерной оснасткой. Такой робот лишен перечисленных выше недостатков, его можно легко интегрировать с производственной линией с точки зрения манипулирования предметом, он безотказен даже в тяжелых условиях среды, имеет широкий диапазон работы. Конечно, при таком подходе можно будет также изменить объем контроля. Наряду с геометрией детали сможем благодаря применению соответствующих датчиков измерять такие параметры, как например, плотность, толщина покрытий, или же проверять внутреннюю структуру. Однако область применения промышленных роботов лимитирует более низкая по сравнению с многокоординатными устройствами точность.

Наше предприятие обладает многолетним опытом в области применения в производственном процессе роботов IRb-6 и IRb-60. Входящий в состав нашего предприятия экспериментальный завод приступает к выпуску этих роботов на основе документации фирмы ASEA / ASEA /. На базе этого предлагаем проект, изготовление и поставку систем контроля качества. Такие системы обеспечивают точность измерения порядка 0,1 мм в широком измерительном диапазоне, отличаются значительной скоростью работы и легкостью интеграции с существующими устройствами.

В зависимости от требований Заказчика данные системы можно оснащать контактными или бесконтактными измерительными схемами, а также вспомогательным компьютерным оборудованием для обработки и регистрации результатов измерений в соответствии с потребностями производственного процесса.

Опыт фирмы АСЕА в области применения роботов для построения систем контроля размеров наводит на применение этих устройств для контроля сборки кузовов легковых автомобилей и размеров крупных узлов, например, картера заднего моста грузового автомобиля. Системы можно использовать для проверки сварных конструкций, например, рам мотоциклов, или для контроля размеров элементов планера самолета.

Как уже упоминалось, контроль размеров можно восполнить контролем качества защитных и декоративных покрытий либо проверкой внутренней структуры.

Если представленное предложение заинтересует Ваше предприятие, проси прислать в наш адрес свои замечания и пожелания.

Наш адрес:

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP

Ośrodek Automatyki Mechanicznej

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa - Польша

телефон: 23-83-68

телекс: 813726 Пл

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

OŚRODEK AUTOMATYKI MECHANICZNEJ

Główny wykonawca dr inż. Jan Tryburecy

Wykonawcy mgr inż. Ewa Flejta

Konsultant

Nr zlecenia UR-02.04.01 Zastosowanie robota IRb-6 do kontroli
wymiarów
Etap 1 b.
Założenia techniczne i koncepcje
rozwiązań technicznych

Zleceńodawca

Pracę rozpoczęto dnia grudzień 1983 r. zakończono dnia 31.03.84
Kierownik Zespołu Robotów Kierownik Ośrodka
dec. dr inż. St. Kaczanowski dr inż. T. Gałazka
p.o. Z-cy Dyr. ds Automatyki
dr inż. T. Gałazka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 23

Egz. 1 BOINTE

rysunków 6

Egz. 2 OAM

fotografii

Egz. 3 OAE

tabel

Egz. 4 ORC

tablic

Egz. 5

załączników 2

Egz. 6

Nr rejestr. 4452

HA

Analiza deskrypcyjowa - Roboty przemysłowe

Analiza dokumentacyjna - Zastosowanie robotów przemysłowych do kontroli wymiarów

Tytuły poprzednich sprawozdań

Nr arch. 4375 - Zastosowanie robotów IRb-6 do kontroli wymiarów.
Wykonanie analizy możliwości zastosowania robotów przemysłowych w oparciu o literaturę. Przygotowanie i rozesłanie ankiety, opracowanie otrzymanych odpowiedzi i wnioski do założeń techniczno-ekonomicznych.

UKD

PIAP-252/03-6000

42