

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

OŚRODEK POMIARÓW RUCHU I CZASU

071

A

Główny wykonawca dr inż. Andrzej Zakrzewski

Wykonawcy

Konsultant

Nr zlecenia 1115

Pogłębiona analiza stanu rozwoju
czujników dla przemysłu maszyno-
wego oraz propozycje celów do
realizacji w ramach CPBR 7.2

Zleceniodawca Zrzeszenie Producentów Środków Informatyki
Automatyki i Aparatury Pomiarowej MERA

Pracę rozpoczęto dnia 1987.12

zakończono dnia 1989.02.20

Z-ca Dyrektora
d/s Pomiarów

Kierownik Ośrodka

dr inż. Piotr Karkoszka

dr inż. Jan Winiecki

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 21

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 MERA

fotografii

Egz. 3 PIAP-ORC

tabel

Egz. 4 PIAP-ORC

tablic 1

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 6220

Analiza deskryptorowa PRZEMYSŁ MASZYNOWY, POMIARY, CZUJNIKI,
Rozwój

Analiza dokumentacyjna Opracowanie zawiera omówienie potrzeb podstawowych technologii w zakresie pomiarów wielkości nieelektrycznych i pożądanych kierunków prac krajowych, oraz propozycje tematów prac badawczo konstrukcyjnych.

Tytuły poprzednich sprawozdań

621.347.38 Pomiar wielkości mechanicznych

UKD 681.586 Czujniki

SPIS TREŚCI

	str
WSTĘP	3
1. Przedmiot opracowania	3
2. Podstawy opracowania	3
3. Zakres i układ	3
CZEŚĆ I	5
1. Charakterystyka problemu	5
2. Potrzeby	6
2.1 Obróbka skrawaniem	6
2.2 Obróbka plastyczna	9
2.3 Przetwórstwo tworzyw sztucznych	11
3. Podsumowanie	12
CZEŚĆ II	
1. Pożądane kierunki działania	15
2. Proponowane działania	18

WSTĘP

1. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem opracowania jest analiza przewidywanych potrzeb przemysłu maszynowego PRL w zakresie czujników wielkości nie-elektrycznych dokonana celem sformułowania propozycji prac badawczo-konstrukcyjnych, które powinny zostać podjęte w ramach CPBR 7.2.

2. Podstawy opracowania.

Opracowanie niniejsze oparto na informacjach zgromadzonych w ramach różnorodnych prac o charakterze rozpoznawczym prowadzonych w PIAP, w szczególności prowadzonego równoległe "Bieżącego rozpoznania techniki w zakresie czujników wielkości nieelektrycznych w kraju i na świecie" oraz w taką samą pracę. Wykorzystano przy tym szeroko informacje i opinie specjalistów reprezentujących m.in. Centrum Badawczo-Konstrukcyjne Obrabiarek, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Obróbki Plastycznej Metali PLASOMET, Ośrodek Badawczo-Konstrukcyjny KOPROTECH, Instytut Obróbki Skrawaniem, Instytut Technologii Mechanicznej Politechniki Warszawskiej, Instytut Technologii Bezwiórowych Politechniki Warszawskiej, Fabrykę Obrabiarek MECHANICY, Instytut Technologii Budowy Maszyn Politechniki Wrocławskiej, Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn Politechniki Łódzkiej, PONAR-BIPRON, Zrzeszenie Przedsiębiorstw Producentów Obrabiarek Urządzeń Technologicznych i Narzędzi PONAR.

3. Zakres i układ.

Opracowanie składa się z dwóch części.

W pierwszej przedstawiono i omówiono informacje dotyczące przewidywanych potrzeb przemysłu maszynowego w zakresie czujników wielkości nieelektrycznych ze wskazaniem obszarów, w których występują braki wymagające uruchomienia nowej produkcji. W drugiej sformułowano wnioski odnośnie pożądaných kierunków prac rozwojowych w dziedzinie czujników oraz w miarę możliwości wskazano konkretne zadania, których wykonanie byłoby celowe dla zaspokojenia potrzeb omówionych w części pierwszej.

CZEŚĆ I

1. Charakterystyka problemu.

Różnorodność występująca przy rozpatrywaniu zagadnień związanych z czujnikami stanowi istotne utrudnienie dokonania analizy.

W tej sytuacji celowym jest przeprowadzenie wstępnej eliminacji, w wyniku której wyłonione zostaną główne, rozpatrywane następnie dokładniej, kierunki zastosowań.

"Przemysł maszynowy" jako hasło zawarte w tytule niniejszego opracowania, jest pojęciem bardzo szerokim i zróżnicowanym. Można wszakże wyodrębnić poszczególne technologie /lub grupy technologii/ dominujące, jeżeli chodzi o ich stosowanie, a w rezultacie decydujące o rodzaju i wielkości potrzeb w zakresie czujników, występujących w przemyśle maszynowym. Szczególnie od strony ilościowej, a więc decydującej o celowości opracowania konstrukcji przeznaczonych do wdrożenia do produkcji seryjnej. W pierwszej kolejności należy tu wymienić obróbkę skrawaniem. Przyjmując za punkt wyjścia liczbę produkowanych i użytkowanych maszyn/ jest to kryterium o tyle istotne, że głównym przeznaczeniem czujników będzie wyposażenie w nie samych maszyn, a potrzeby w tym zakresie wznoszą się wraz z postępem automatyzacji, udział tej technologii w przemyśle maszynowym stanowi ok. 80%. Rozpatrując potrzeby w zakresie czujników /oczywiście niżej/ trzeba jednak brać pod uwagę, że z jednej strony znaczną część stanowią jeszcze obrabiarki stosunkowo proste o ograniczonych potrzebach /choć ich proporcjonalny udział będzie malał wraz z postępującą automatyzacją procesów produkcyjnych/, a z drugiej strony zróżnicowanie pomiarów /a tym samym i urządzeń pomiarowych/ jest tu znacznie większe niż w innych technologiach.

Drugą główną technologię stanowi obróbka plastyczna metali. Posługując się tym samym kryterium, udział jej w przemyśle maszynowym można uważać za zbliżający się do 20%.

Dział trzeci to przetwórstwo tworzyw sztucznych. Mimo wielokrotnie podkreślanego znaczenia tej dziedziny i jej przyszłościowego charakteru nie jest ona w kraju rozwinięta w stopniu dostatecznym i udział stosowania w przemyśle maszynowym niewiele obecnie przekracza 1%.

Udział innych technologii jest na tyle mały, że nie mają one ważącego wpływu na ocenę zapotrzebowania na czujniki w przemyśle maszynowym.

2. Potrzeby.

2.1 Obróbka skrawaniem.

Obróbka skrawaniem jest technologią dominującą w przemyśle maszynowym. Ogólna liczba produkowanych /w kraju/ urządzeń jest rzędu kilkudziesięciu tys. szt. rocznie. Jednakże w rozważaniach dotyczących czujników liczbę tą należy znacznie ograniczyć, biorąc pod uwagę jedynie obrabiarki dostatecznie rozbudowane. Przewiduje się systematyczny wzrost produkcji takich obrabiarek /od ok. 11 tys. szt. rocznie w roku 1990 do 13,2 tys. szt w roku 1995, a do roku 2000 można się, przy braku bliższych opracowań prognostycznych, spodziewać się dalszego wzrostu produkcji rocznej do ok. 18 tys. szt/. Wzrasta przy tym odsetek obrabiarek nowej generacji, których liczba od ok. 4,7 tys. szt. w roku 1990 powinna wzrosnąć do 11,9 tys. szt. w roku 1995 i przy zachowaniu tej samej proporcji, do ok. 16 tys. szt. w roku 2000. Przewiduje się również wyraźny wzrost produkcji obrabiarek sterowanych numerycznie /odpowiednio ok. 0,1 tys. szt, 3,5 tys. szt i 9 tys.szt rocznie/.

co ma istotne znaczenie dla oceny potrzeb w zakresie urządzeń pomiarowych.

W przypadku urządzeń do obróbki skrawaniem występuje stosunkowo duże zróżnicowanie jeżeli chodzi o mierzone wielkości.

Są to:

a/ przemieszczenie liniowe

- pomiar w zakresie do 3m, przy czym w ok. 80% przypadków zakres ten nie przekracza 1m,
- dokładność pomiaru - do 5 μ m.

b/ przemieszczenie kątowe

- pomiar w zakresie $n \times 360^\circ$
- dokładność pomiaru do $0,001^\circ$

c/ prędkość kątowna

- pomiar w zakresie do 4000 obr/min
- liniowość charakterystyki 0,2%

d/ poziom cieczy /w układach chłodzących/

- wskaźnik zapewniający sygnalizację przekroczenia założonego poziomu, przy niewielkiej dokładności

e/ ciśnienie /w układach hydraulicznych/

- pomiar w zakresie do 8,0 MPa
- dokładność pomiaru ok. 0,05 MPa

f/ temperatura

- pomiar temperatury w łożyskach
w zakresie do 80°C z dokładnością ok. 1°C
- pomiar temperatury oleju
w zakresie do $50-60^\circ\text{C}$ z dokładnością ok. 1°C
- pomiar temperatury dla celów kompensacji odkształceń
w zakresie do 50°C z dokładnością ok. $0,1^\circ\text{C}$

g/ siły skrawania /w łożyskach tocznych, w oprawkach narzędzi/

- pomiar w zakresie 10 - 20 kN

- dokładność pomiaru 20 - 30 N

h/ sondy pomiarowe dotykowe

dla pomiarów przedmiotu, usytuowania, rozróżnienia przedmiotów

- pomiar z dokładnością 1µm

Pomiary przemieszczeń liniowego i kąowego, prędkości kątowej poziomu i ciśnienia cieczy oraz temperatury w łożyskach i oleju występują w zasadzie w odniesieniu do wszystkich branych pod uwagę obrabiarek, a zdecydowanie i w szerszym zakresie w odniesieniu do nowo opracowywanych urządzeń /określanych jako obrabiarki nowej generacji/. Liczbę niezbędnych urządzeń pomiarowych można więc w każdym przypadku ocenić na kilka do kilkunastu tys. rocznie.

Pomiary sił skrawania i temperatury dla celów kompensacji, wchodzą w grę głównie w odniesieniu do obrabiarek sterowanych numerycznie, przede wszystkim dla kontroli przy pracy ciągłej /bez stałego nadzoru/. Wielkość potrzeb uzależniona jest w istotny sposób od kompleksowego rozwiązania zagadnienia przetwarzania i analizy wyników pomiaru. Np pomiar temperatury może znaleźć bardzo szerokie i wielostronne zastosowanie dla kontroli różnorodnych elementów, pod warunkiem umożliwienia właściwego wykorzystania jego wyników. W każdym jednak razie należy brać pod uwagę systematycznie rosnące zapotrzebowanie rzędu kilku tys. szt. rocznie.

W chwili obecnej potrzeby w zakresie pomiarów podstawowych /przemieszczeń, prędkości kątowej, ciśnienia, poziomu, temperatury łożysk i oleju/ są w znacznej mierze zaspokojone. Odczuwany jest brak czujników przemieszczeń dających sygnały umożliwiające odpowiednie ich przetworzenie i wykorzystanie /np. fotoelektrycznych/.

Brak jest czujników do pomiarów sił skrawania /np. tensometryczne, piezoelektryczne/.

W odniesieniu do pomiarów temperatury na pierwsze miejsce wysuwa się brak układów do przetwarzania i analizy wyników pomiaru, które umożliwiłyby szersze wykorzystanie tych wyników w automatycznej kontroli.

Istotne znaczenie mają stawiane urządzeniom pomiarowym wymagania w dziedzinie odporności na warunki pracy /drgania, zapylenie itd/.

2.2 Obróbka plastyczna.

Drugą główną technologię stanowi plastyczna obróbka metali. Charakteryzuje się ona oszczędnością materiału i jest uważana za technikę rozwojową przede wszystkim w produkcji seryjnej. Ogólna produkcja maszyn do obróbki plastycznej jest rzędu dziesięciu tys. szt. w perspektywie - kilkunastu tys. szt. rocznie, przy czym większość stanowią maszyny wymagające wyposażenia w urządzenia pomiarowe. Szersze zastosowanie maszyn do obróbki plastycznej w Elastycznych Systemach Produkcji, przewidywane w perspektywie ok. 10 lat, powinno wpłynąć na zwiększenie zapotrzebowania na elementy pomiarowe, w szczególności w dziedzinie pomiarów przemieszczeń.

Głównym zadaniem pomiarów przy obróbce plastycznej jest nie dopuszczenie do przeciążenia maszyn.

Pomiary ograniczają się w zasadzie do:

a/ ciśnienia

- w układach hydraulicznych

pomiar w zakresie do 16 - 32 MPa /na świecie w urządzeniach typów nie produkowanych w Polsce dochodzi do 63 MPa/
dokładność pomiaru do 5%

- w układach pneumatycznych

pomiar w zakresie do 1,0 Mpa - z dokładnością do 5%

b/ siły

- pomiar w zakresie do 10.000 kN z dokładnością do 5%

c/ przemieszczeń /liniowych/

- pomiar w zakresie do kilkuset mm z dokładnością do 0,1 mm.

Marginesowo występują ponadto pomiary temperatury.

Wielkość zapotrzebowania w poszczególnych grupach kształtuje się na poziomie kilkuset - kilkudziesięciu szt urządzeń pomiarowych rocznie. Przewiduje się wzrost zapotrzebowania w zasadzie proporcjonalny do wzrostu produkcji maszyn do obróbki plastycznej /tj. do kilkunastu tys. szt rocznie/. Jedynie w odniesieniu do pomiarów przemieszczeń należy oczekiwać na przestrzeni ok. 10 lat znacznego wzrostu niewielkiego obecnie zapotrzebowania, a to w związku ze wspomnianym wyżej zastosowaniem maszyn do obróbki plastycznej w Elastycznych Systemach Produkcji.

W chwili obecnej potrzeby w zakresie pomiarów ciśnienia są w zasadzie zaspokajane pod względem ilościowym /w.in. istnieje produkcja firm polonijnych/. Problem stanowi jakość urządzeń pomiarowych, nie wytrzymujących długotrwałej pracy w ciężkich warunkach.

W odniesieniu do pomiarów siły /przy stosunkowo niewielkich obecnie potrzebach/ - istnieją opracowania gotowe do wdrożenia i mimo ograniczonych możliwości można spodziewać się uruchomienia takiej produkcji w miarę wzrostu potrzeb.

Brak jest czujników przemieszczeń. Nie jest to chwilowo zbyt odczuwalne wobec małego zapotrzebowania, ale przewiduje się powstanie liczącego się zapotrzebowania w perspektywie ok. 10 lat.

W urządzeniach pomiarowych przeznaczonych dla maszyn do obróbki plastycznej zagadnieniem pierwszoplanowym jest odporność na wyjątkowo ciężkie warunki pracy, a to drgania, wibracje, wstrząsy, przyspieszenia /do 10g/, temperaturę, zapylenie.

2.3 Przetwórstwo tworzyw sztucznych.

Przetwórstwo tworzyw sztucznych pomimo uznanego znaczenia i przyszłościowego charakteru jest w ~~kr~~ kraju bardzo słabo rozwinięte.

W ~~znaczącej~~ perspektywie /brak dalszego rozeznania/ nie przewiduje się zmiany tego stanu rzeczy, a niektóre opinie specjalistów mówią wręcz o regresie.

Powodem tego stanu są głównie problemy surowcowe.

Produkcja urządzeń do przetwórstwa tworzyw sztucznych /wtryskarki, wycińczarki, prasy, maszyny do formowania elementów typu pojemników/ zamyka się w granicach setek sztuk rocznie.

Wielkości mierzone to:

a/ temperatura

- pomiary szybkozmienne w zakresie do 500°C z dokładnością do $\pm 1^{\circ}$.

b/ ciśnienie

- oleju

pomiar w zakresie do 30MPa /wtryskarki do 20 MPa,
prasy - do 30 MPa/

- stopu

pomiar w zakresie do 150 MPa /w temperaturze ok. 300°C /
dokładność pomiarów - $\pm 1\%$

c/ przemieszczenie /wtryskarki, prasy/

pomiar w zakresie do ok. 200 mm

Występują również pomiary siły i prędkości kątowej.

Podstawowe znaczenie w przetwórstwie tworzyw sztucznych mają pomiary temperatury. Na drugim miejscu stoją pomiary ciśnienia.

Pomiary przemieszczeń mają zastosowanie ograniczone.

11

Potrzeby w zakresie urządzeń pomiarowych są rzędu kilkuset sztuk rocznie. W odniesieniu do pomiarów temperatury potrzeby te są obecnie w zasadzie zaspokajane /głównie produkcja licznych firm prywatnych/.

Występują braki w zakresie urządzeń do pomiarów ciśnienia /piezokwarcowe, tensometryczne/. Brak produkcji krajowej lub produkcja niewielka nie zaspokajająca występujących potrzeb.

Brak urządzeń do pomiarów przemieszczeń, co nie jest w tym stopniu odczuwalne ze względu na mniejsze zapotrzebowanie.

Istotny problem techniczny stanowi praca urządzeń w wysokich temperaturach.

3. Podsumowanie.

Dokonany w punkcie poprzednim przegląd wskazuje, iż na pierwszym miejscu zarówno pod względem ilości jak i różnorodności postawić należy potrzeby obróbki skrawaniem. Obejmują one /biorąc pod uwagę dziedziny wymagające uzupełnień już obecnie lub w możliwie niedługim czasie/ pomiary sił, przemieszczeń i temperatury, przy czym charakter tych potrzeb jest w każdym przypadku nieco inny /pomiar siły - wyposażenie w czujniki, pomiar przemieszczeń - zmiana rodzaju czujnika na dający szersze możliwości, pomiar temperatury - uzupełnienie metod i układów przetwarzania i analizy wyników pomiaru/. Czynnikiem decydującym o charakterze i rozwoju potrzeb jest realizowany postęp automatyzacji maszyn, w szczególności wzrost liczby obrabiarek sterowanych numerycznie i praca maszyn przy ograniczonym nadzorze obsługi /na 2 i 3 zmianie/. Zwrócić należy uwagę na wymagania wynikające z warunków pracy /dotyczące odporności czujników/ lub z konieczności dostosowania do potrzeb automatycznej kontroli i sterowania /charakter sygnału,

możliwości jego przetworzenia i opracowania.

Podobne zróżnicowanie wskazać można w przypadku obróbki plastycznej metali, której potrzeby są generalnie rzecz biorąc mniejsze ilościowo i nie tak różnorodne, jeżeli chodzi o dziedziny pomiarów. W dziedzinie pomiarów ciśnienia potrzeby wynikają z konieczności zastąpienia urządzeń stosowanych dotychczas urządzeniami o lepszemu odporności i większej żywotności w określonych warunkach pracy. W dziedzinie pomiarów przemieszczeń potrzeby ujawnią się wraz z przewidywanym zastosowaniem maszyn do obróbki plastycznej w elastycznych systemach produkcji /jednakże nie należy się spodziewać, aby przynajmniej w pierwszym okresie, były one duże ilościowo/. Sprawę odrębną, bo nie związaną z potrzebą podejmowania prac badawczo konstrukcyjnych, stanowi problem uruchomienia /w miarę potrzeby/ produkcji opracowanych już urządzeń do pomiaru uiskły.

Potrzeby przetwórstwa tworzyw sztucznych w dziedzinie urządzeń pomiarowych są niewielkie ilościowo, a ponadto nie przewiduje się, jak na razie, perspektywy szerszego rozwoju tej dziedziny. Rozpatrując sprawę potrzeb przemysłu maszynowego z punktu widzenia dziedzin pomiarowych, trzeba w pierwszej kolejności brać pod uwagę pomiary sił, w następnej ciśnienia, przemieszczeń i temperatury.

Głównym zagadnieniem jest specjalizacja czujników przeznaczonych do zastosowania w określonym rodzaju maszyn /a nawet określonym ich elemencie^{x/}/ i do pracy w określonych, specyficznych warunkach.

^{x/} można tu wskazać na czujniki do pomiarów sił w łożyskach odpowiednio dopasowywane, montowane i dostarczone łącznie z łożyskami przez producentów /zagranicznych/ tych ostatnich.

Rodzaj i wielkość potrzeb w odniesieniu do czujników związane są z przewidywanym rozwojem automatyzacji procesów produkcyjnych. Należy przy tym pamiętać o istnieniu wzajemnej zależności: możliwość zastosowania określonych, będących w danym momencie do dyspozycji, urządzeń pomiarowych stymuluje tendencje do ich wykorzystania i to w możliwie szerokim zakresie.

161

CZEŚĆ II

1. Pożądane kierunki działania.

Zróżnicowanie problematyki pomiarów w odniesieniu do potrzeb przemysłu maszynowego uniemożliwia na tym etapie prac szczegółowe przedstawienie wszystkich jej niuansów. W ramach technologii omówionych w pierwszej części opracowania trzeba by jeszcze rozróżnić wymagania stawiane przez poszczególne procesy technologiczne /toczenie, frezowanie, mierzenie, szlifowanie - w obróbce skrawaniem, tłoczenie, prasowanie, kucie w obróbce plastycznej, formowanie wtryskowe, wytłaczanie czy prasowanie w przypadku przetwórstwa tworzyw sztucznych/, wielkość obrabianych lub wytwarzanych elementów, stopień zautomatyzowania poszczególnych typów maszyn, zróżnicowane warunki pracy i rodzaje zagrożeń. Jednocześnie wymagania i warunki stawiane w poszczególnych, bardzo ściśle określonych przypadkach, mogą się okazać przy bliższym rozpatrzeniu na tyle zbliżone, że te same urządzenia pomiarowe znajdą zastosowanie w odległych na pozór dziedzinach.

W tej sytuacji celowym wydaje się określenie przede wszystkim najważniejszych kierunków, w których powinny pójść prace badawczo konstrukcyjne. Natomiast decyzje szczegółowe dotyczące podjęcia prac nad konkretnymi urządzeniami o ściśle określonym przeznaczeniu i możliwościach /łącznie z wyborem techniki pomiarowej, tam gdzie istnieje możliwość stosowania rozwiązań opartych o różne zasady działania/ powinny zapadać na etapie wstępnych założeń, w których uwzględnione byłyby nie tylko rodzaje /a niejednokrotnie i typy maszyn/ lecz także możliwości

jednostki podejmującej opracowanie, kalkulację ekonomiczną i perspektywy uruchomienia produkcji.

Za najważniejszy kierunek wymagający podjęcia zdecydowanych działań należy, w świetle uzyskanych informacji, uznać opracowanie i wdrożenie produkcji czujników siły do obrabiarek skrawających. Za takim wnioskiem przemawiają: znaczenie tego rodzaju pomiarów, wielkość potrzeb, brak rozwiązań krajowych i trudności z zaspokojeniem potrzeb drogą importu /z krajów zachodnich/. Należy podkreślić, że potrzeby w tym zakresie były sygnalizowane już od dłuższego czasu /KOPROTECH, CBKO, FO MECHANICY/. Podstawowa technika, w której realizowane są obecnie powszechnie tego rodzaju pomiary to tensometria /łącznie z piezoelektroniką/. Należy jednak uwzględnić również możliwości opracowania czujników sił na bazie magnetostrykcyjnych materiałów magnetycznych /którą to technikę uważa się za przyszłościową/.

Na drugim miejscu należy postawić zadanie opracowania i wdrożenia produkcji czujników przemieszczeń liniowych i kątowych oraz prędkości kątowej również dla potrzeb maszyn do obróbki skrawaniem. Ważność jego wynika z konieczności zastąpienia obecnie stosowanych urządzeń /induktosyny, rezolwery/ elementami zapewniającymi sygnały przystosowane do wkładów automatycznego sterowania. Informacyjnie trzeba jednak odnotować, że Sp. o/o "Rawis" opanowała nową koncepcję użycia induktosynów w obrabiarkach, gdzie zakres pomiarowy dochodzi do $15 \mu\text{m} \pm 0,2 \mu\text{m}$ z powtarzalnością $\pm 0,6 \mu\text{m}$. Znaczne zapotrzebowanie wiąże się z przewidywanym wzrostem udziału obrabiarek "wyższej generacji" w produkcji krajowej. Jako technikę realizacji wskazać należy urządzenia fotoelektryczne i kodowe pojemnościowe. Za kierunek przyszłościowy /w dalszej perspektywie/ w odniesieniu do pomiarów przemieszczeń liniowych uważa się lasery

półprzewodnikowe. Na dalszym dopiero planie stoi zadanie opracowania czujników przemieszczeń dla maszyn do obróbki plastycznej metali, a to ze względu na niewielkie zapotrzebowanie, którego znaczący wzrost może nastąpić w dalszej przyszłości. Może jednak okazać się możliwe i celowe prowadzenie równoległe prac w zbliżonym kierunku, biorąc pod uwagę wymagane /w stosunku do potrzeb obróbki skrawaniem/ zwiększenie odporności na warunki pracy przy znacznie niższej dokładności pomiaru.

Na trzecim miejscu należy postawić kompleksowe opracowanie zagadnienia pomiaru temperatury, a w pierwszym rzędzie opracowanie i wykorzystanie wyników tego pomiaru. W zależności od uzyskanych rezultatów prac pomiary takie mogą znaleźć odpowiednio szerokie i różnorodne zastosowania, co w istotny sposób wpływałoby na wielkość zapotrzebowania. Kierunek ten należy uważać za przyszłościowy /problem pomiarów temperatury wysuwany jest na jedno z pierwszych miejsc we wszystkich niemal zakresach kontroli/, chociaż pełne możliwości ujawnić się mogą dopiero w dalszej perspektywie, w miarę postępu prac zarówno nad samym zagadnieniem jak i nad rozwojem automatyzacji procesów produkcyjnych.

Kolejnym kierunkiem jest sprawa pomiarów ciśnienia dla potrzeb maszyn do obróbki plastycznej i przetwórstwa tworzyw sztucznych. Głównym problemem wymagającym rozwiązania jest uzyskanie wysokiej odporności urządzeń pomiarowych na ciężkie warunki pracy /temperatury rzędu 300 - 400°C, drgania, wstrząsy, przyspieszenia do 10g/. Potrzeby ilościowe są tu znacznie niższe niż w przypadku urządzeń przeznaczonych dla maszyn do obróbki skrawaniem. W odniesieniu do wymienionych również w części I potrzeb obróbki skrawaniem w zakresie sond pomiarowych można stwierdzić, że wg posiadanych informacji, prace w tej dziedzinie są prowadzone m.in. na Politechnice Warszawskiej i w Instytucie Obróbki Skrawaniem.

2. Proponowane działania.

- 2.1 Podjęcie opracowania i wdrożenia produkcji czujników sił przeznaczonych dla maszyn do obróbki skrawaniem. Bliższe ustalenie zakresu prac nastąpiłoby w wyniku wstępnego rozpatrzenia wymagań poszczególnych typów maszyn. Sugeruje się rozwinięcie w tym kierunku prac prowadzonych przez PIAP nad zastosowaniem nowych materiałów magnetostrykcyjnych.
- 2.2 Podjęcie opracowania i wdrożenia produkcji czujników przemieszczeń liniowych i kątowych dla potrzeb w pierwszej kolejności maszyn do obróbki skrawaniem. Bliższe ustalenia zakresu prac nastąpiłoby w wyniku wstępnego rozpatrzenia wymagań poszczególnych typów maszyn. Sugeruje się rozwinięcie w tym kierunku prac prowadzonych przez PIAP nad zastosowaniem nowej generacji czujników pojemnościowych z sygnałem cyfrowym.
- 2.3 Podjęcie prac kompleksowych nad wykorzystaniem pomiarów temperatury w maszynach do obróbki skrawaniem. Ze względu na charakter tych prac niezbędny będzie udział specjalistów z różnych dziedzin /pomiar temperatury, automatyka, przetwarzanie danych, technologia procesów obróbki/. Należy wziąć pod uwagę udział m.in. PIAP, MERATRONIK /doświadczenia w zakresie systemów pomiarowych/, KOPROTECH i in. W przypadku udziału w pracach różnych jednostek konieczne będzie wyznaczenie głównego wykonawcy uzgodniającego ich działania.
- 2.4 Opracowanie nowych typów czujników do pomiarów prędkości kątowej w obrabiarkach. Należy wziąć pod uwagę możliwość tworzenia urządzeń specjalistycznych na bazie istniejących opracowań o innym przeznaczeniu.

- 2.5 Dokładne przeanalizowanie celowości podjęcia /z ew. sugestiami co do terminu/ prac nad specjalistycznymi urządzeniami do pomiarów ciśnienia dla potrzeb maszyn do obróbki plastycznej i przetwórstwa tworzyw sztucznych.
- 2.6 Prowadzenie stałych intensywne działań dla zapewnienia realnych możliwości uruchomienia produkcji przemysłowej opracowywanych urządzeń. Znaczne trudności na jakie napotykają w tym zakresie jednostki prowadzące prace badawczo-konstrukcyjne podważają bowiem często celowość podejmowania tych prac lub znacznie ograniczają ich efekty.
- Na zakończenie należy podkreślić, że we wszystkich przypadkach wymienionych wyżej prac konstrukcyjnych niezbędne będzie zapewnienie bezpośredniej współpracy specjalistów z zakresu odpowiedniej technologii obróbki lub konstrukcji określonych maszyn i ich elementów.

Tablica 1.

ZESTAWIENIE PORÓWNAWCZE

Lp	Dziedzina pomiarów	Przeznaczenie	Zakres pomiarowy	Dokładność	Wymagania specjalne	Ocena zapotrzebow.
1	2	3	4	5	6	7
1	przemieszczenie liniowe	obróbka skrawaniem	max do 3m w 80% przypadków do 1m	do 5/μm	odporność na drgania, wstrząsy, zapylenie	kilkanaście tys.szt/r.
		obróbka plastyczna na metali	poniżej 1m	do 0,1mm	Odporność na wysokie temp., drgania, wstrząsy, przyspieszenie	do kilkuset szt/r
		przetwórstwo tworzyw sztucznych	do 200 mm		odporność na wysokie temperatury	do kilkuset szt/r.
2	przemieszczenie kątowe	obróbka skrawaniem	n x 360°	do 0,001°	odporność na drgania, wstrząsy, zapylenie	kilkanaście tys.szt/r
3	prędkość kątowna	obróbka skrawaniem	do 4.000 obr/min	0,2%	odporność na drgania, wstrząsy, zapylenie	kilkanaście tys.szt./r
4	temperatura	obróbka skrawaniem			odporność na drgania, wstrząsy, zapylenie	kilkanaście tys.szt/r
		a/pom.w łożyskach	do 80°C	1°C		
b/pom.temp oleju	50-60°C	1°C				
	c/pom. dla celów kompensacji odkształ.	do 50°C	0,1°C			od kilku do kilkudziesięc. tys.szt/r w zależności od zakresu wykorzystania
		przetwórstwo tworzyw sztucznych	do 500°C	1°C	pomiary szybkozmiennne	kilkaset szt./r

1	2	3	4	5	6	7
5	Siła	obróbka skrawaniem /pom. sił skrawania/	do 10-20 tys.N	20-30N	odporność na drgania, wstrząsy, zapylenie	kilka do kilkunastu tys.szt/r.
		obróbka plastyczna	do 10000 kN	5%	odporność na wysokie temperatury drgania wstrząsy przyspieszeń.	kilkaset do kilku tys.szt/r
6	Ciśnienie	obróbka skrawaniem /pom.w układach hydraulicznych	do 8 MPa	do 50kPa	odporność na drgania wstrząsy zapylenie	do kilkunastu tys.szt/r
		obr.plastyczna metali a/pom.w układ. hydraulicz.	16-32MPa	do 5%	odporność na wysokie temp.drgania wstrząsy przyspiesz.	kilka tys. szt/r
		b/pom.w układ. pneumatycz.	do 1MPa	do 5%		kilkaset szt/r
		przetwórst. tworzyw sztucznych a/pom.ciśnienia oleju	do 30MPa	±1%	odporność na wysokie temperatury	do kilkuset szt./r
		b/pom.ciśnienia stopu	do 150MPa	±1%	odporność na temp. do 300°C	
c/pomiary statyczne	do 60 MPa	±1%	odporność na wysokie temperatury.			
7	Poziom	obróbka skrawaniem /pom.w układach chłodzenia /	wskaźnik przekroczył ustalonego poziomu	niska dokładność	odporność na drgania wstrząsy zapylenie	kilkanaście tys.szt/r

mgr. inż. Janusz Jakubowski

Komitet Doradozy CPBR 7.2

RECENZJA OPRACOWANIA pt:

Pogłębiona analiza stanu rozwoju czujników
dla przemysłu maszynowego oraz propozycje
celów realizacji w ramach CPBR 7.2

1. WSTĘP

1.1. Opracowanie będące przedmiotem recenzji jest analizą stanu rozwoju czujników dla przemysłu maszynowego i zgodnie z tytułem powinno zawierać propozycje celów do realizacji w ramach CPBR 7.2. Zasadnicze pytanie, które należy zadać po przeczytaniu opracowania, jest następujące: czy przeprowadzona analiza objęła wszystkie wyroby produkowane przez PRZEMYSŁ MASZYNOWY, dla których to wyrobów potrzebne są czujniki? Odpowiedź na to pytanie jest następująca: analizą objęto tylko przemysł obrabiarkowy w zakresie obrabiarek do skrawania metali, obrabiarek do obróbki plastycznej i obrabiarek do przeróbki tworzyw sztucznych.

Uzasadnienie takiego zawężenia problemu podane jest w CZĘŚCI PIERWSZEJ, w rozdziale 1-szym, niemniej jednak należy sobie zdać sprawę z faktu że opracowanie nie obejmuje takich wyrobów jak: produkcja samochodów osobowych, dostawczych i ciężarowych, traktorów, maszyn budowlanych, elektrowozów i wagonów kolejowych i innych wyrobów przemysłu maszynowego.

1.2. Ze względu na moją znajomość rzeczy, zajmę się w dalszej części recenzji tylko czujnikami dla przemysłu obrabiarkowego.

Nie mogę ustosunkować się do przewidywanych ilości produ-

MEROS

kowanych obrabiarek w latach 1990, 1995 i 2000.

W tych sprawach najbardziej kompetentne są zakłady obrabiarkowe lub Zrzeszenie Producentów Obrabiarek PONAR.

2. OMÓWIENIE POTRZEB

- 2.1. Podana w punkcie 2.1 na stronie 7-mej charakterystyka mierzonych wielkości jest moim zdaniem zbyt lakoniczna. Pozwolę sobie ją rozszerzyć. Rozszerzenie to podaję w formie załącznika tak opracowanego że można go załączyć do ANALIZY, bez potrzeby ponownego jej przeredagowywania. (załącznik Nr 1).
- 2.2. Wykaz potrzeb pomiarowych podany zarówno w Poglębionej Analizie Stanu Rozwoju Czujników jak i w Załączniku Nr 1 moim zdaniem powinien być rozszerzony o potrzeby podane w Załączniku Nr 2. Załącznik ten opracowano w analogicznej formie jak Zał. Nr 1, tak że można nim uzupełnić recenzjonowane opracowanie.
- 2.3. Podane w obu załącznikach potrzeby pomiarowe dadzą się rozciągnąć na obrabiarki do obróbki plastycznej i do przetwórstwa tworzyw sztucznych.

3. KIERUNKI DZIAŁANIA

W części drugiej POGŁĘBIONEJ ANALIZY podane są proponowane kierunki działania.

Z analizy Załączników 1 i 2 do niniejszej recenzji wynika że istnieje czternaście rodzajów potrzeb pomiarowych a w każdym rodzaju spora ilość ewentualnych czujników i metod pomiarowych. Moim zdaniem dalsze działania powinno polegać na wypracowaniu ogólnej strategii postępowania, to znaczy powinno się zdecydować czy wszystkie potrzeby będą załatwione produkcją krajową, czy też część będzie pokryta np zakupami z importu. Do wypracowania tej strategii można brać pod uwagę różne kryteria np. posiadane

tradycje produkcyjne, odpowiednie zespoły specjalistów, potrzeby krajowe, ilość zapotrzebowania i inne.

Dla ułatwienia podjęcia decyzji w tej sprawie dokonałem podziału potrzeb pomiarowych na cztery grupy.

Każda z tych grup moim zdaniem zawiera potrzeby pomiarowe równorzędne pod względem ważności dla produkcji obrabiarek natomiast potrzeby zostały uszeregowane w każdej grupie według ważności. Dla tych potrzeb dla których w nawiasach podano nazwę przetwornika, ważność dotyczy opracowania właśnie tego urządzenia pomiarowego.

4. UWAGI O PROPONOWANYCH CELACH REALIZACJI W RAMACH CPBR 7.2

Domyślam się że Proponowane Działania podane w części II p.2 na stronie 18-stej są proponowanymi celami do umieszczenia w planie CPBR 7.2. Autor ANALIZY wyraźnie tego nie napisał.

Moim zdaniem tego rodzaju DZIAŁANIA nie mogą być celami realizowanymi w CPBR 7.2. Cele umieszczone w tym planie mogą być podane po opracowaniu strategii działania i powinny być uzgodnione z przedstawicielami przemysłu obrabiarkowego.

5. Podane w niniejszej recenzji potrzeby nie dotyczą przyrządów pomiarowych stosowanych w czasie produkcji i badania obrabiarek, nie obejmują więc przyrządów warsztatowych i laboratoryjnych.

Nie są również ujęte potrzeby dla nowoczesnych maszyn pomiarowych które są stosowane zarówno w izbach pomiarów zakładów produkcyjnych jak również zaczynają być stosowane w ciągach produkcyjnych na halach warsztatowych jako maszyny technologiczne.

Moim zdaniem w czasie dalszych prac prognostycznych podane w tym punkcie zagadnienia powinny być wzięte pod uwagę.

MER95

6. WNIOSEK KOŃCOWY

Uważam za konieczne uzupełnienie Pogłębionej Analizy Stanu Rozwoju Czujników dla Przemysłu Maszynowego o potrzeby zawarte w Załącznikach Nr 1 i Nr 2 do niniejszej recenzji.

Tak uzupełniona Analiza będzie zawierała potrzeby przemysłu obrabiarkowego w zakresie potrzeb pomiarowych i koniecznych dla tego celu czujników, oraz może być podstawą do podejmowania dalszych decyzji dotyczących prac nad czujnikami.

Zwracam uwagę na fakt że zakres analizy nie obejmuje wszystkich potrzeb przemysłu maszynowego dotyczących urządzeń pomiarowych i czujników, a jest ograniczony tylko do potrzeb przemysłu obrabiarkowego w zakresie potrzeb czujników stosowanych w wyrobach tego przemysłu. (Patrz p.5 niniejszej recenzji).



TABELA NR 1. PODZIAŁ POTRZEB NA GRUPY

POMIARY PRZEMIESZCZENIA	POMIARY CIŚNIENIA, PŁYNU I PNEUMA- TYCZNE.	POMIARY DIAGNOSTYCZNE	POMIARY RÓŻNE
a.Przemieszczenia liniowe (liniał fotoelektryczny)	e.ciśnienie j.pomiary pne- umatyczne	f.temperatura g.siła i.AE (emisja akustyczna)	n.pomiar prądu m.identyfikacja narzędzi, palet i przedmiotów
b.Przemieszczenia kątowe (prze- twornik obrotowo- impulsowy)	d.poziom płynu	h.Sondy pomia- rowe	k.Interferometr laserowy l.kamera CCD
c.Prędkość kątowna (prądniczka tacho- metryczna)			

Potrzeby pomiarowe dla obrabiarek
do skrawania metali

a). Przesunięcia liniowe.

Potrzeby dotyczą pomiarów przemieszczeń mechanizmów obrabiarek sterowanych numerycznie jak również obrabiarek wyposażonych w odległościowe wskaźniki położenia.

Dotychczas stosowane są do tego celu indukcyjne segmentowe liniowe, rzadziej taśmowe. (produkcja w CBKO-Pruszków).

Stosuje się również pomiar pośredni-przekładnia śrubowa toczna i resolwer. Obecnie obserwuje się coraz szersze stosowanie zamiast indukcyjnych przetworników liniowych fotoelektrycznych, dających sygnały w formie ciągu impulsów.

Zakres pomiarowy: od 0,5 do 3m; 80% przypadków

nie przekracza 1m. Zdarzają się przypadki powyżej 3m.

Dokładność pomiarowa: $\pm 2\mu\text{m}/\text{m}$; $\pm 5\mu\text{m}/\text{m}$; $\pm 10\mu\text{m}/\text{m}$.

Zdolność rozdzielcza: $1\mu\text{m}$; $2,5\mu\text{m}$; $5\mu\text{m}$.

Patrz również punkty: e).3 i e).4.

b). Przesunięcie kątowe.

Potrzeby dotyczą potrzeby przesunięcia kątowego stołów obrotowych oraz wrzecion głównie dla obrabiarek sterowanych numerycznie.

Dotychczas stosowane są do tego celu resolwery (MIKROMA-Wrzesnia) oraz indukcyjne obrotowe (CBKO-Pruszków).

Obecnie coraz szersze zastosowanie znajdują przetworniki obrotowo-impulsowe. (potencjalny producent PZO-Warszawa).

MEROS

Zakres pomiarowy: $n \times 360^\circ$

Dokładność pomiaru: $\pm 0,1$ sek kat; $\pm 0,5$ sek kat; $\pm 1,0$ sek kat.

Sporadycznie $\pm 0,001^\circ$. (stopnia katowego)

Zdolność rozdzielcza: $0,1$ sek kat; $0,5$ sek kat; 1 sek katowa.

Sporadycznie $0,001^\circ$.

c). Prędkość katowa

Potrzeby dotyczą pomiarów prędkości katowej mechanizmów obrotowych takich jak wrzeciona obrabiarek, obroty tarcz szlifierskich i innych dla odczytu (wskaźniki) oraz do pomiaru prędkości katowej silników o regulowanych obrotach. Są to w przeważającej większości prądniczek tachometryczne prądu stałego.

Zakres pomiarowy: od 10 do 5000 obr/min,

Sporadycznie do 15.000 obr/min

Liniowość charakterystyki: $0,2\%$

Pulsacja sygnału (dla prądniczek prądu stałego): $0,2\%$

d). Poziom płynu

Potrzeby dotyczą czujników do pomiaru poziomu płynów takich jak: oleje do celów sterowania i smarowania, oraz cieczy chłodzących. Wykrywany powinien być zarówno poziom maksymalny jak i dopuszczalny minimalny, oraz najniższy sygnalizujący stan awaryjny. Cel pomiaru: sterowanie napełnianiem, wskazywanie i dla celów diagnostycznych.

Zakres pomiarowy: nie dotyczy

Dokładność pomiaru: $\pm 1,0$ mm

Zdolność rozdzielcza: $0,5$ mm.

e). Ciśnienie

Potrzeby dotyczą pomiaru ciśnienia oleju w sterowniczych układach hydraulicznych głównie dla celów odczytu (wskaźniki), dla

celów diagnostycznych oraz dla sterowania.

e).1. Dla odczytu zadanej wielkości ciśnienia stosowane są przeważnie manometry wskazówkowe.

Dla utrzymania zadanej wielkości ciśnienia stosowane są przekaźniki ciśnieniowe (produkcja FEO Wadowice) jedno i dwuzakresowe. Dla tych przekaźników górna wielkość mierzonego ciśnienia wynosi 32MPa; dokładność pomiaru $\pm 0,05\text{MPa}$.

Potrzebne są również proste przekaźniki ciśnieniowe, stałozakresowe, jednoobwodowe do 1MPa, z rozbiciem na kilka zakresów.

e).2. Dla sterowania potrzebne są przetworniki ciśnienia i różnicy ciśnień cieczy występujących w elementach i układach hydrauliki proporcjonalnej. W tych układach ciśnienia te zmieniają się w sposób dynamiczny. Stosowane są do tego celu czujniki zbudowane z odpowiedniego elementu hydraulicznego i tensometrów, przetworników indukcyjnych i innych.

Zakresy pomiarowe: - dla ciśnienia 32MPa w kilku podzakresach,

- dla różnicy ciśnień 0+1MPa,

2MPa,

3MPa.

Dokładność pomiaru 1%

W kraju tego rodzaju układy sterowania są na etapie prac badawczych.

e).3. Pomiar przesunięcia tłoczka elementów sterowniczych hydraulicznych (czujniki indukcyjne i inne)

Zakres 0+10mm

Zdolność rozdzielcza 0,01mm; 0,1mm

Dokładność $\pm 0,01\text{mm}$ i $\pm 0,1\text{mm}$

Etap prac poznawczych.

MER05

e).4. Pomiar przesunięcia tłoka siłownika hydraulicznego, bezstykowy w przestrzeni ciśnieniowej i wypełnionej olejem.

Zakres 0÷800 mm (w różnych podzakresach).

Zdolność rozdzielcza 0,01mm

Dokładność $\pm 0,01\text{mm}$

Pożądane czujniki ultradźwiękowe lub pojemnościowe ewentualnie inne.

Etap prac poznawczych.

f). Temperatura

Potrzeby dotyczą pomiarów temperatury:

- oleju zarówno sterowniczego jak i smarowniczego w celu utrzymania jego stałej temperatury,
- wybranych miejsc w mechanizmach obrabiarek (korpusy) dla celów kompensacji odkształceń (diagnostyka i korekcja),
- łożysk dla celów diagnostycznych.

Zakres pomiarowy, dokładność i zdolność rozdzielcza:

- dla pomiarów oleju: od 0° do 80°C, $\pm 1^\circ\text{C}$, 0,5°C;
- dla kompensacji odkształceń: od 0° do 40°C, $\pm 0,5^\circ\text{C}$, 0,1°C;
- dla diagnostyki łożysk: od 0° do 40°C, $\pm 0,5^\circ\text{C}$, 0,1°C;

g). Siła

Potrzeby dotyczą pomiarów sił występujących w czasie procesu skrawania dla celów jego diagnostyki.

W kraju wykorzystanie zjawiska siły do tego celu jest na etapie prac poznawczych, trudno jest więc obecnie określić zakresy pomiarowe, dokładność i zdolność rozdzielczą.

Zagadnienie to wymaga przeprowadzenia prac badawczych przez odpowiednie instytuty zajmujące się obrabiarkami.

Niektóre firmy zagraniczne produkują odpowiednie obsady łożysk

dla przekładni śrubowych toczyń z wbudowanymi czujnikami tensometrycznymi i odpowiednimi układami elektronicznymi do analizy sygnałów.

W obecnej chwili na pewno można powiedzieć że do tego celu będą potrzebne czujniki tensometryczne, które w kraju bardzo ciężko kupić.

Dla informacji podaję że diagnostyka procesu skrawania wymaga zazwyczaj wykorzystania kilku z następujących zjawisk zachodzących w czasie pracy obrabiarki: siły, drgań, zjawiska emisji akustycznej, zmian prądu w wirnikach silników napędowych itp.

Opracowanie odpowiednich układów do tego celu, a więc i określenie zapotrzebowania na czujniki pomiarowe jest na etapie badań poznawczych.

h). Sondy pomiarowe.

Potrzeby dotyczą czujników elektrostatycznych, trójosiowych o powtarzalności działania $0,1\mu\text{m}$, dla pomiaru obrabianych przedmiotów za pomocą obrabiarek sterowanych numerycznie oraz dla maszyn pomiarowych. Są również stosowane do ustalania położenia narzędzi w stosunku do układu współrzędnych obrabiarki.

Sonda pomiarowa może mieć wykonanie przenośne lub stacjonarne. Sonda pomiarowa przenośna składa się z oprawki narzędziowej w której umieszczony jest czujnik elektrostatyczny oraz z bezprzewodowego układu transmisji sygnałów. Sonda stacjonarna składa się z korpusu, czujnika elektrostatycznego i przewodowego układu transmisji sygnałów.

Obecnie w kraju są stosowane czujniki elektrostatyczne produkcji Instytutu Obróbki Skrawaniem w Krakowie przeznaczone głównie dla maszyn pomiarowych, natomiast brak jest producenta sond pomiarowych.

MERD5

W Instytucie Technologii Mechanicznej Politechniki Warszawskiej opracowano model przemysłowej sondy pomiarowej.

Sprawa sondy pomiarowej wyszła już z prac poznawczych i potrzebne jest jej wdrożenie przemysłowe oraz dalszy rozwój.

M. Jan

Powiększone (w stosunku do analizy) potrzeby pomiarowe dla obrabiarek do skrawania metali

i). Pomiar drgań AE

Potrzeby dotyczą pomiaru drgań o częstotliwości od 100kHz do 1MHz występujących w czasie procesu skrawania (emisja akustyczna).

Zjawisko emisji akustycznej wykorzystywane jest do diagnozowania procesu skrawania (wykrywanie stępienia narzędzia i jego katastroficznego złamania). Do tego celu są stosowane czujniki piezoelektryczne. Sprawa w polskim przemyśle obrabiarkowym jest na etapie badań poznawczych. Praktycznych wyników należy się spodziewać w okresie trzech lat, niemniej jednak już obecnie powinno się rozpocząć prace badawcze nad czujnikami do wykrywania emisji akustycznej.

j). Pomiar otworów, rowków i zagłębień (pneumatyczny)

Potrzeby dotyczą pomiaru średnic wykonywanych otworów, pomiar wymiarów rowków i zagłębień metodą pneumatyczną. Przyrząd pomiarowy składa się z dwóch dysz, ustawionych na korpusie przyrządu w odpowiedniej odległości, z zasilacza pneumatycznego, dyszy różnicowej i odpowiedniego elektronicznego układu pomiarowego. Przyrządy tego rodzaju odznaczają się dużą dokładnością pomiarów, małą wrażliwością na zakłócenia przemysłowe ale jednocześnie mają małe zakresy pomiarowe (do 0,1mm), nadają się więc do produkcji masowej. Kilka ośrodków akademickich w kraju pracuje nad tym zagadnieniem.

MEROS

k). Pomiar odległości, równoległości i średnic otworów za pomocą interferometrów laserowych półprzewodnikowych. Potrzeby dotyczą pomiarów wielkości jak w tytule wykonywanych głównie w czasie montażu i badania obrabiarek oraz charakteryzują się dużą dokładnością ($\pm 0,5\mu\text{m}$).

Wydaje się celowym prowadzenie prac nad pomiarem laserowym średnic otworów; pomiar wykonywany w czasie produkcji przedmiotów.

Według moich wiadomości prace w krajowych ośrodkach badawczych nad tymi zagadnieniami nie są prowadzone.

l). Wskazywanie obecności i położenia przedmiotów i narzędzi oraz ocena zużycia ostrza narzędzi.

Do celów jak w tytule stosowane są w krajach o rozwiniętym przemyśle kamery CCD wierszowe i matrycowe. W kraju sprawa ta wymaga przeprowadzenia odpowiednich prac poznawczych, zarówno w zakresie zastosowania jak i możliwości wykonywania kamer.

m). Identyfikacja narzędzi, palet i obrabianych przedmiotów.

Potrzeba dotyczy elementów i urządzeń służących do identyfikacji i gromadzenia informacji o stanie narzędzi (np. stopień zużycia, wykonawca narzędzia i inne), palet na narzędzia, palet na przedmioty i obrabianych przedmiotów (faza obróbki, przeznaczenie i typ).

Elementy i urządzenia tego rodzaju są stosowane w zakładach produkcyjnych stosujących nowoczesne metody produkcyjne (ASO, ESO oraz sterowanie produkcją CAM i CIM). Znane są dwa rodzaje identyfikatorów: programowalne komórki pamięciowe oraz nalepki z kodem kreskowym odczytywane za pomocą kamer laserowych.

W kraju zagadnienie to jest na etapie prac poznawczych.

n). Pomiar prądu.

Potrzeby dotyczą przetworników prąd-napięcie dla pomiaru prądu stałego pulsującego i przemiennego do zastosowania w układach regulacji obrotów jak również do diagnostyki obrabiarki i procesu skrawania.

Do tego celu stosowane są przetworniki zbudowane w oparciu o efekt Hall'a. Przetwornikami tego rodzaju interesuje się Instytut Elektrotechniki w Międzyzlesiu jak również i CBKD.

Przetworniki tego rodzaju dotychczas w kraju na skalę przemysłową nie były stosowane.

Zakres przetwarzania: (-80 do +80)A i

(-150 do +150)A

Wartość wyjściowa - analogowa

Dokładność przetwarzania: 1%.

