

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

OŚRODEK POMIARÓW RUCHU I CZASU

HH2

BE10

Główny wykonawca dr inż. Andrzej Zakrzewski

Wykonawcy

Konsultant

Nr zlecenia 1142

Bieżące rozpoznanie techniki w zak-
resie czujników wielkości nieelektrycz-
nych w kraju i na świecie oraz wnioski
co do podjęcia prac badawczych i wdro-
żeniowych. Część II - Zestawienie wyni-
ków rozpoznania i wnioski.

Zleceniodawca Zrzeszenie Producentów Środków Informatyki,
Automatyki i Aparatury Pomiarowej MERA.

Pracę rozpoczęto dnia 1988.08.

zakończono dnia 1989.03

Kierownik Ośrodka

Z-ca Dyrektora
dośs Pomiarów

Piotr Karkoszka
dr inż. Piotr Karkoszka

dr inż. Jan Winiecki

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 27

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 MERA

fotografii

Egz. 3 PIAP-ORC

tabel

Egz. 4 PIAP-ORC

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 6244

Analiza deskrytorowa AUTOMATYKA, POMIARY, CZUJNIKI, *ROZWOJ*)

Analiza dokumentacyjna Opracowanie zawiera krótkie omówienie wyników przeprowadzonego rozpoznania, charakterystykę stanu techniki na świecie i sytuacji w kraju, sformułowane wnioski oraz zestawienie proponowanych tematów prac badawczych i konstrukcyjnych oraz ^{ca}zależnych działań organizacyjnych.

Tytuły poprzednich sprawozdań Bieżące rozpoznanie techniki w zakresie czujników wielkości nieelektrycznych w kraju i na świecie oraz wnioski do podjęcia prac badawczych i wdrożeniowych.

Część I Rozpoznanie istniejącego stanu w poszczególnych dziedzinach pomiarów.

62-50 Automatyka

.001.61.7

UKD 681.586 Czujniki - rozwój

SPIS TREŚCI

	str.
1. WSTEP	3
1.1 Przedmiot opracowania	3
1.2 Przebieg prac	3
1.3 Podstawy opracowania	4
1.4 Treść opracowania	5
2. WYNIKI ROZPOZNANIA PRZEPROWADZONEGO DLA POSZCZEGÓLNYCH DZIEDZIN POMIARÓW	6
2.1 Pomiary ciśnienia	6
2.2 Pomiary temperatury	8
2.3 Pomiary poziomu	10
2.4 Pomiary przepływu	11
2.5 Pomiary drogi, prędkości i przyspieszenia, przemiesz- czenia i położenia oraz siły	14
3. PODSUMOWANIE	
3.1 Stan techniki i kierunki rozwoju	17
3.2 Sytuacja w kraju	20
4. WNIOSKI I PROPOZYCJE	21
4.1 Wnioski ogólne	21
4.2 Proponowane działania	22
4.2.1 Informacja	22
4.2.2 Prace badawczo konstrukcyjne	23
4.2.3 Produkcja	25
4.2.4 Elementy i podzespoły	26
4.2.5 Wdrożenie nowych opracowań	26

BIEŻĄCE ROZPOZNANIE TECHNIKI W ZAKRESIE CZUJNIKÓW WIELKOŚCI NIEELEKTRYCZNYCH W KRAJU I NA ŚWIECIE ORAZ WNIOSKI CO DO PODJĘCIA PRAC BADAWCZYCH I WDROŻENIOWYCH.

CZEŚĆ II ZESTAWIENIE WYNIKÓW ROZPOZNANIA I WNIOSKI.

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest określenie tematów prac badawczych i wdrożeniowych, jakie należałoby podjąć w najbliższym czasie dla zaspokojenia potrzeb krajowych w zakresie czujników /przetworników/ wielkości nieelektrycznych. Wnioski sformułowano na podstawie rozpoznania przeprowadzonego w zakresie stanu techniki i tendencji rozwojowych na świecie oraz stanu produkcji prac badawczych w Polsce. Opracowanie obejmuje czujniki /przetworniki/ ciśnienia, temperatury, poziomu, przeływu, drogi, prędkości, przyspieszenia, przemieszczeń, położenia i siły, a więc wielkości podstawowych dla przemysłowych urządzeń automatycznych. W wymienionych dziedzinach pomiarów dotychczasowe doświadczenia oraz przygotowanie kadry Instytutu pozwalają wykonać postawione zadania na poziomie odpowiadającym potrzebom gospodarki krajowej.

Istotne znaczenie ma również fakt, że czujniki wymienionych wielkości znajdują w przemyśle bardzo szerokie zastosowanie co stwarza perspektywy rozwoju ich produkcji na dużą skalę.

1.2 Przebieg prac.

Praca niniejsza stanowi kontynuację rozpoznania przeprowadzonego w roku 1986 /sprawozdanie PIAP nr 5731 pt. "Rozpoznanie perspektywicznych potrzeb w zakresie czujników(przetworników)

wielkości nieelektrycznych dla potrzeb automatyki i elastycznych systemów produkcji oraz sformułowanie wytycznych do programu rozwoju tej dziedziny w ramach CPBR 7.2." Rozpoznanie obecnie objęło czas jaki upłynął od zakończenia wymienionej wyżej pracy do chwili obecnej tj. od ostatniego kwartału roku 1986 do końca roku 1988.

Pracę wykonywaną, na zlecenie Zrzeszenia Producentów Środków Informatyki, Automatyki i Aparatury Pomiarowej MERA, rozpoczęto w sierpniu 1988r. Gromadzenie materiałów informacyjnych będących podstawą opracowania zakończono w zasadzie do końca 1988r /praktycznie zbieranie i wykorzystywanie różnorodnych materiałów ciągnęło się niemal do ostatniej chwili przed przekazaniem pracy, dzięki czemu informacje te są w maksymalnie możliwym stopniu aktualne/, po czym przygotowane zostały /do końca lutego 1989r/ opracowania cząstkowe dotyczące poszczególnych dziedzin pomiarów i w ostatniej fazie synteza stanowiąca podsumowanie całej pracy i zawierająca ostateczne wnioski i sugestie odnośnie podjęcia prac badawczych i wdrożeniowych. Należy zwrócić uwagę, że krótki czas jaki został przeznaczony na wykonanie pracy, poważnie utrudnił zbieranie materiałów informacyjnych tym bardziej, że znane są trudności z uzyskaniem aktualnych materiałów z krajów zachodnich, a brak środków dewizowych uniemożliwił zarówno realizację wyjazdów jak i dodatkowe zakupy tychże materiałów.

1.3 Podstawy opracowania.

Podstawą przeprowadzonego rozpoznania były:

- materiały katalogowe producentów krajowych i zagranicznych,
- literatura fachowa: wydawnictwa książkowe i artykuły w czasopismach technicznych krajowych i zagranicznych,

- materiały z narad, sympozjów i konferencji,
- wyniki własnych prac badawczych i konstrukcyjnych,
- informacje uzyskane bezpośrednio lub pośrednio od producentów krajowych i jednostek badawczych.

Pod uwagę wzięto materiały aktualne tj. dotyczące lat 1987-88, a także takie materiały wcześniejsze /głównie zagraniczne/, z których nie zdążono wykorzystać w rozpoznaniu wcześniejszym, a nie utraciły przez ten czas aktualności.

Punktem wyjścia był stan przedstawiony w wymienionym wyżej, rozpoznaniu z r. 1986 oraz wnioski dotyczące podjęcia prac badawczo-konstrukcyjnych zawarte w sprawozdaniu PIAP nr 5852 pt "Propozycje w sprawie działań, które należy podjąć dla rozwoju produkcji czujników i przetworników wielkości nieelektrycznych w Polsce" i ich praktyczna realizacja w II etapie CPBR 7.1.

1.4. Treść opracowania.

Opracowanie składa się z dwóch części.

W pierwszej zebrane zostały opracowania cząstkowe poświęcone poszczególnym dziedzinom pomiarów.

W każdym z tych opracowań przedstawiono obecny stan techniki danej dziedziny pomiarów w kraju i na świecie /zwracając uwagę szczególnie na nowości, które pojawiły się w ciągu ostatnich dwóch lat/ wskazano tendencje rozwojowe, omówiono sytuację w kraju w zakresie produkcji urządzeń i prowadzonych obecnie prac badawczych i konstrukcyjnych, wreszcie wnioski i sugestie dotyczące działań jakie należałoby podjąć celem zaspokojenia istniejących potrzeb zwracając uwagę przede wszystkim na zadania badawczo-konstrukcyjne,* i wskazując, w miarę możliwości

*/ Problem ilościowego rozwoju produkcji występujący w każdej niemal dziedzinie musi być w istniejącej sytuacji, rozwiązywany bezpośrednio przez producentów, ograniczono się więc jedynie do wskazania tego zagadnienia.

potencjalnych wykonawców.

Część druga zawiera zestawienie i omówienie wyników rozpoznania jako całości, wnioski dotyczące pożądaných kierunków rozwoju produkcji czujników w Polsce, oraz propozycje dotyczące podjęcia nowych prac badawczo-konstrukcyjnych i wdrożeniowych.

2. WYNIKI ROZPOZNANIA PRZEPROWADZONEGO DLA POSZCZEGÓLNYCH DZIEDZIN POMIARÓW.

2.1. Pomiary ciśnienia.

Opracowanie przedstawia istniejący stan rozwoju techniki oraz tendencje rozwojowe w odniesieniu do czujników ciśnienia.

Za najistotniejsze można uznać, że nie zaobserwowano tendencji do wprowadzenia rozwiązań, których działanie oparte byłoby na wykorzystaniu nowych zjawisk fizycznych lub właściwości materiałów.

Wśród urządzeń do pomiarów ciśnienia zdecydowanie przeważają czujniki tensometryczne /wdyfundowane oraz cienko i grubo-warstwowe jako grupa najliczniejsza, lub z tensometrami półprzewodnikowymi i foliowymi/, ponadto produkowane są czujniki pojemnościowe i piezoelektryczne, a sporadycznie także indukcyjne i rezonatorowe. Czujniki produkowane są w wersji, którą można określić jako popularną /przeznaczenie: motoryzacja, sprzęt gospodarstwa domowego, aparatura medyczna itp/ lub w wersji przemysłowej /przystosowane do pomiarów ciśnienia mediów agresywnych i gęstych, wyposażone we wzmacniacze i układy kompensujące zmiany temperatury/. Oprócz czujników ogólnego przeznaczenia produkowane są czujniki specjalizowane, przeznaczone do stosowania w specjalnych warunkach lub mogące spełniać dodatkowe funkcje.

Główną tendencją rozwojową jest uzyskiwanie coraz wyższych dokładności pomiaru, przy czym wysiłki konstruktorów idą w kierunku ulepszenia istniejących już konstrukcji, lepszego dostosowania do ciężkich warunków pracy i miniaturyzacji. Nowe możliwości otwiera wprowadzenie do czujników mikroelektroniki. W opracowaniu scharakteryzowano bliżej szereg różnych czujników ciśnienia produkowanych przez firmy zachodnie.

W opracowaniu podano informacje dotyczące produkcji krajowej, z których wynika, że daleka jest ona od zaspokojenia istniejących potrzeb, a tylko bardzo nieliczne rozwiązania reprezentują poziom porównywalny z produkcją krajów rozwiniętych. Nie są produkowane czujniki ciśnienia ani z sygnałem naturalnym, ani ze standardowym sygnałem prądowym lub napięciowym /szeroki zakres zastosowań czujników z sygnałem standardowym pozwala na zastąpienie nimi ok. 1/3 dotychczas stosowanych przetworników przemysłowych przynosząc znaczne oszczędności finansowe/.

W ostatnich latach podjęto szereg prac zmierzających do poprawy istniejącej w kraju sytuacji /OBREUS Toruń: nad uruchomieniem produkcji typoszeregu membran krzemowych z wdyfundowanym układem mostka tensometrycznego, OBRAP-Warszawa: nad opracowaniem i uruchomieniem produkcji rodziny czujników ze standardowym sygnałem prądowym, PIAP-Warszawa: nad czujnikami rezonatorowymi miernikami do nich/.

Wnioski dotyczące tej dziedziny pomiarów zawierają postulaty podjęcia szeregu niezbędnych działań, a mianowicie:

- uruchomienia w OBREUS masowej produkcji typoszeregu membran krzemowych z wdyfundowanym układem mostka tensometrycznego, do pomiaru ciśnienia w szerokim zakresie,
- opracowania i uruchomienia produkcji /w. producent: OBREUS, PNEFAL, ZAP lub PAFAL/ miniaturowych czujników ciśnienia

- z naturalnym sygnałem wyjściowym /ogólnego zastosowania, a także dla potrzeb przemysłu motoryzacyjnego, ciągnikowego i maszyn rolniczych/,
- uruchomienia /w OBRAP/ produkcji czujników ciśnienia ze standardowym sygnałem prądowym lub napięciowym,
 - uruchomienia produkcji opracowywanych obecnie czujników ciśnienia z rezonatorem cylindrycznym i mierników /ew. producent COBRABID lub KABID-PRESS/,
 - podjęcia prac badawczych nad skonstruowaniem czujników z rezonatorem kwarcowym /PIAP lub ITR/.

2.2. Pomiary temperatury.

Opracowanie przedstawia obecny stan techniki oraz stwierdzone tendencje rozwojowe w zakresie czujników temperatury.

Omówione zostały szczegółowo czujniki termoelektryczne, czujniki rezystancyjne, czujniki termistorowe, czujniki /przetworniki/ półprzewodnikowe krzemowe, pirometry i termometry kwarcowe. Scharakteryzowano szereg rozwiązań znanych firm światowych, podając ważniejsze parametry.

Główne tendencje rozwojowe to: poprawa właściwości metrologicznych i użytkowych /czujniki rezystorowe termistorowe, półprzewodnikowe krzemowe/; rozszerzenie asortymentu czujników; wzrost zastosowań czujników temperatury /termistorowe, półprzewodnikowe krzemowe/ w pomiarach innych wielkości /np. poziomu, przepływu, wilgotności/; zwiększenie produkcji termistorów wysokotemperaturowych, czujników z rezystorami warstwowymi /zwłaszcza cienko-warstwowymi/ i czujników rezystancyjnych krzemowych; zastosowanie nowych materiałów izolacyjnych w rezystorach termometrycznych, stosowanie w pirometrach specjalizowanych układów elektronicznych do cyfrowej obróbki sygnału i prace nad nowymi detektorami pro-

mieniowania. Zwraca się uwagę, że dynamiczny rozwój czujników światłowodowych może w najbliższej przyszłości zrewolucjonizować technikę pomiarów temperatury.

W Polsce brak istotnych zmian w stosunku do stanu z przed 2 lat /kiedy to przeprowadzono poprzednie rozpoznanie/, zarówno w sferze produkcji jak i w odniesieniu do prac rozwojowych i konstrukcyjnych. Produkcja ograniczona asortymentowo, przeważnie przestarzała i niskiej jakości, nieliczne prace konstrukcyjne.

Wnioski stanowią w tej sytuacji w znacznej mierze powtórzenie postulatów zawartych w opracowaniu z przed 2 lat. Dotyczą one:

- uruchomienia produkcji czujników w wykonaniu EX /np w KFAP/,
- przeanalizowanie możliwości produkcji krajowych termoelementów płaszczyznowych,
- opracowania i wdrożenia produkcji cienkowarstwowych rezystorów platynowych /temat ten należy uznać za priorytetowy/,
- opracowania czujników miniaturowych z rezystorami warstwowymi /KFAP/,
- podjęcia produkcji różnych typów czujników z rezystorami grubowarstwowymi /np. MERCOMP/,
- opracowania i wdrożenia produkcji nowych materiałów syntetycznych i klejów dla potrzeb czujników temperatury,
- opracowania i wdrożenia produkcji czujników rezystancyjnych krzemowych /PIAP, OBREUS/,
- podjęcia produkcji nowych typów pirometrów /ZAM "Wilmer"/,
- opracowania i wdrożenia produkcji filtrów do pomiaru temperatury szkła do pirometrów,
- kontynuacji i rozwoju prac w dziedzinie czujników światłowodowych.

2.3 Pomiary poziomu.

Rozpoznanie stanu techniki w zakresie pomiarów poziomu skoncentrowano w opracowaniu na tych problemach, w których pomiar poziomu jest wielkością wyjściową dla określenia innych parametrów jak np. objętość i masa magazynowych mediów czy natężenia przepływu. Przyjęcie takiego pola penetracji uzasadnione było rozpoznanymi potrzebami krajowymi oraz postępami techniki na świecie, w tych bowiem właśnie dziedzinach zaobserwować można powstawanie nowych rozwiązań, podczas gdy w pozostałym zakresie postęp wyraża się przez drobne ulepszenia poprawiające właściwości eksploatacyjne istniejących konstrukcji.

Do pomiaru objętości i masy magazynowanej cieczy stosowane są:

- poziomomierze nadążne /łącznie z pomiarem średniej temperatury, który pozwala określić gęstość medium/.
- poziomomierze magnetostrykcyjne /łącznie z pomiarem średniej temperatury medium/.
- poziomomierze radarowe /co jest rozwiązaniem, na skalę przemysłową, nowym/.
- poziomomierze hydrostatyczne.

Opracowanie zawiera bliższe omówienie poszczególnych rozwiązań oraz tablicę, w której zestawiono dla porównania parametry znanych poziomomierzy produkowanych w krajach rozwiniętych.

Do pomiarów przepływu w kanałach zamkniętych stosowane są:

- przyrządy oscylacyjne /stosowane do cieczy przewodzących, a więc występujących powszechnie w gospodarce wodno-ściekowej/.
- przyrządy kompilacyjne /stosowane wówczas, gdy jedna zasada pomiaru nie wystarczy dla optymalnego rozwiązania danego problemu/.

11

W opracowaniu omówiono bliżej ważniejsze rozwiązania i podano charakterystyczne parametry.

Opierając się na wynikach przeprowadzonych wcześniej badań podano oszacowanie potrzeb krajowych w latach 1990-95 /dla pomiarów objętości i masy 150-200 szt rocznie, dla pomiarów przepływu 350-450 szt rocznie/.

Przedstawiono też obecny stan prac badawczych w kraju /poziomomierze nadążne - PIAP w ramach CPBR 5,9; przewidywane podjęcie prac nad pomiarem gęstości cieczy przyrządami rezonatorowymi/.

Sformułowane na zakończenie wnioski zawierają postulaty dotyczące dalszych działań w dziedzinie pomiarów poziomu, a mianowicie:

- podjęcia prac w zakresie pomiaru temperatury średniej medium /z udziałem przedsiębiorstw specjalistycznych np. MERA-KFAP, MERA-ZAP lub METALCHEM Gliwice, które to przedsiębiorstwa mogłyby być zarówno producentami jak i kompletującymi systemy pomiarowe/,
- podjęcia w PIAP prac nad pomiarem gęstości cieczy przyrządami rezonatorowymi,
- podjęcia prac nad przepływomierzami do kanałów zamkniętych, przy czym głównym kierunkiem powinno być opracowanie przyrządów oscylacyjnych jako łatwiejszych do realizacji /ew. potencjalni producenci to: POWOGAZ, MERA-KFAP lub MERA-ZAP/.

Efektywność podjętych prac zależna będzie od skoncentrowania wysiłków jednostek naukowo-badawczych na wymienionych zagadnieniach.

2.4 Pomiary przepływu.

Opracowanie zwraca na wstępie uwagę na wielkie zróżnicowanie zasad działania, typów, odmian, wykonania itd. przyrządów pomiarowych przeznaczonych do pomiarów przepływu. Nadal jak dotychczas

nie ma /i nie należy się w najbliższym czasie spodziewać powstania/ przepływomierza uniwersalnego, który rozwiązałby wszystkie problemy pomiarowe, dlatego różne rodzaje urządzeń stosowane są równoległe w różnych zakresach zastosowań.

W opracowaniu wyodrębniono podstawową grupę przyrządów, która znajduje najszersze zastosowanie w technice pomiarowej w przemyśle. Są to:

- przyrządy manometryczne zwężkowe,
- przepływomierze objętościowe-komorowe,
- przyrządy tachometryczne /turbinowe, wirnikowe/,
- przepływomierze elektromagnetyczne,
- przepływomierze ultradźwiękowe,
- przepływomierze bezpośrednio-masowe typu Coriolisa,
- mikroprzepływomierze /zwłaszcza do paliw/,
- metody sondowania rurociągów.

W opracowaniu omówiono właściwości poszczególnych rodzajów urządzeń, zakresy ich zastosowań, stan techniki w kraju i na świecie, oraz tendencje rozwojowe.

Rola przepływomierzy manometryczno-zwężkowych, najbardziej dotychczas rozpowszechnionych, stopniowo słabnie wobec dynamicznego rozwoju innych typów przyrządów o lepszych właściwościach, jednakże przewiduje się, że utrzymają się one jeszcze przez długi czas. W odniesieniu do przepływomierzy objętościowo-komorowych, sytuację uważać można za stabilną - brak jest bardziej interesujących nowości. Przepływomierze tachometryczne turbinowe reprezentują wysoki poziom techniczny. W ostatnich latach nastąpił burzliwy rozwój przepływomierzy wirnikowych - skrzydełkowych. Nastąpił też skok jakościowy w konstrukcji przepływomierzy elektromagnetycznych, a to przez wprowadzenie

impulsowej metody wytwarzania pola magnetycznego. Przepływomierze ultradźwiękowe należą do najintensywniej rozszerzających swój zakres zastosowań. Rozwój ich biegnie w dwóch kierunkach: przepływomierze oparte o pomiar czasu przejścia fali /do cieczy czystych/ i przepływomierze oparte o zjawisko Dopplera /do cieczy zanieczyszczonych/. W ostatnich latach pojawiły się przemysłowe przepływomierze do pomiaru przepływu w jednostkach masy, co można uznać za jedno z najdonioślejszych osiągnięć w dziedzinie pomiaru przepływu. Rozpowszechniły się też ostatnio metody pomiaru przepływu drogą sondowania gurociągów. Metoda ta ma wiele zalet, a błędy pomiaru nie przekraczają występujących przy metodzie zwężkowej.

W dziedzinie mikroprzepływomierzy obserwuje się dominację przepływomierzy wirnikowych osiowych i skrzydełkowych, a do nowych rozwiązań można zaliczyć przepływomierze elektromagnetyczne i ultradźwiękowe.

Do opracowania załączono kopie prospektów firm zagranicznych; w formie tablicy podano zestawienie urządzeń zalecanych w określonym zakresie zastosowań.

Opracowanie przedstawia sytuację w kraju w zakresie produkcji /produkcja przyrządów zwężkowych rozwinięta w ZAP, PNEFAL, KFAP, niewielka produkcja przestarzałych przepływomierzy elektromagnetycznych w METALCHEM, wstrzymanie produkcji niskiej jakości przestarzałych przepływomierzy komorowych puszkowych w Fabryce Wodomierzy i Zegarów w Torunku/ oraz prac rozwojowych /prace nad mikroprzepływomierzami i przepływomierzami turbinowymi osiowymi i przepływomierzami komorowymi w PIAP, nad przepływomierzami ultradźwiękowymi w IPPT-PAN-TECHPAN/.

We wnioskach zwrócono uwagę, że zaspokojenie potrzeb krajowych drogą importu jest nierealne ze względu na bardzo wysokie ceny przyrządów do pomiaru przepływu na rynkach światowych. Propozycje podjęcia w kraju prac uznanych za niezbędne /przedstawione w formie tablicy/ obejmują:

- opracowanie i wdrożenie produkcji typoszeregu nowoczesnych przepływomierzy elektromagnetycznych,
- opracowanie i wdrożenie produkcji typoszeregu przepływomierzy masowych typu Coriolisa /proponowany wykonawca-PIAP/,
- opracowanie i wdrożenie produkcji typoszeregu czujników wirnikowych do pomiarów przepływu w rurociągach metodą sondowania /proponowani wykonawcy: PIAP, oraz różne przedsiębiorstwa prywatne, spółki, spółdzielnie, rzemiosło/,
- opracowanie i wdrożenie produkcji przepływomierza elektromagnetycznego do mleka i cieczy spożywczych.

Należy również kontynuować, aż do wdrożenia produkcji, zapoczątkowane prace nad przepływomierzami turbinowymi osiowymi, ultradźwiękowymi, komorowymi i mikroprzepływomierzami.

Na zakończenie podkreślono, że w dziedzinie przepływomierzy istnieją znaczne możliwości eksportowe.

2.5. Pomiary drogi, prędkości i przyspieszenia, przemieszczenia i położenia oraz siły.

Czujniki do pomiarów wymienionych wielkości działają w większości przypadków na zbliżonych zasadach.

- do pomiaru drogi stosowane są czujniki indukcyjne, fotoelektryczne, magnetoindukcyjne, przetworniki obrotowo-impulsowe i. in.
- do pomiaru prędkości - czujniki indukcyjne, magnetoindukcyjne, fotoelektryczne, optoelektroniczne /transoptory szczelinowe/ i in.

- do pomiaru przyspieszenia - czujniki magnetostrykcyjne, czujniki Halla, piezoelektryczne i in.
- do pomiaru siły - tensometry oporowe, tensometry strunowe, czujniki piezoelektryczne, magnetostrykcyjne i in.
- do pomiaru przemieszczeń - czujniki indukcyjne, pojemnościowe, tensometry strunowe i in.
- do pomiaru położenia - czujniki indukcyjne, pojemnościowe fotoelektryczne i in.

Przy szczegółowym omówieniu czujników przyjęto tu podział wg techniki pomiaru, rozpatrując kolejno, czujniki indukcyjne, czujniki fotoelektryczne, czujniki pojemnościowe, czujniki piezoelektryczne, czujniki magnetostrykcyjne.

W opracowaniu omówiono właściwości czujników poszczególnych rodzajów oraz podano /w formie tablic/ parametry czujników produkowanych w krajach rozwiniętych.

Najbardziej rozwiniętą grupę stanowią czujniki indukcyjne stosowane m.in. w przemyśle motoryzacyjnym i obrabiarkowym. Nastąpiła tu znaczna miniaturyzacja - przodujące firmy produkują czujniki o średnicy 4 mm /w kraju 12 mm/. Prowadzone są prace /również w Polsce/ nad nowymi rozwiązaniami i czujnikami z obwodami magnetycznymi wykonanymi z amorficznych materiałów zeromagnetostrykcyjnych oraz czujnikami wykorzystującymi efekt Barkhausena, Wieganda, Matteucciego. Stanowią one nowe możliwości w zakresie budowy czujników. Prace prowadzone w kraju są na etapie opracowania modeli.

Czujniki konwencjonalne produkowane są w Polsce przez szereg firm prywatnych, a w trakcie opracowania jest seria nowych czujników o średnicach od 8 mm.

Czujniki fotoelektryczne produkowane są w krajach rozwiniętych w ogromnej liczbie typów i odmian z przeznaczeniem do różnych zastosowań. W kraju wykonywane są pojedyncze opracowania dla własnych potrzeb użytkowników. Seryjnie produkowane są jedynie transoptory szczelinowe.

Czujniki pojemnościowe nadają się szczególnie do układów sterowniczych, linii technologicznych i urządzeń automatyki przemysłowej, a także jako czujniki położenia. Wysoki stopień niezawodności i względnie niski koszt powodują, że są one często stosowane.

Czujniki pojemnościowe są produkowane na świecie przez wiele znanych firm, w Polsce ich seryjną produkcję prowadzą /na dobrym poziomie/ przedsiębiorstwa zagraniczne. Prowadzone są obecnie prace nad nowym czujnikiem przemieszczeń absolutnych, konkurencyjnym w stosunku do fotoelektrycznych czujników kodowych i impulsowych. Czujniki piezoelektryczne przeznaczone do pomiarów różnych wielkości /ciśnienie, siła, przyspieszenie/ są na świecie produkowane seryjnie w szerokim asortymencie głównie przez firmy wyspecjalizowane w piezoelektronice.

W kraju czujniki piezoelektryczne nie są seryjnie produkowane, istnieją jednak w tym zakresie potrzeby, np. przemysłu motoryzacyjnego.

Amorficzne materiały magnetostrykcyjne oraz wielowarstwowe powłoki magnetostrykcyjne umożliwiły budowę czujników momentu i siły o parametrach konkurencyjnych w stosunku do innych typów czujników, szczególnie w zastosowaniach przemysłowych. Obecnie w PIAP prowadzone są prace nad czujnikami magnetostrykcyjnymi.

We wnioskach wskazano celowość podjęcia szerokich prac nad czujnikami wymienionych wielkości, znajdującymi zastosowanie w pierwszym rzędzie w przemyśle maszynowym. Zwrócono uwagę na konieczność

zapewnienia w drodze uruchomienia produkcji krajowej lub importu, miniaturowych elementów elektronicznych dla potrzeb nowych czujników indukcyjnych i fotoelektrycznych.

Sformułowano następujące propozycje dotyczące podjęcia w kraju prac badawczo-konstrukcyjnych i wdrożeniowych:

- opracowanie serii czujników fotoelektrycznych opartych na istniejących elementach,
- podjęcia prac nad miniaturyzacją czujników indukcyjnych /średnica poniżej M8/ i fotoelektrycznych /uzależnione od dostępności elementów miniaturowych - o czym wyżej/,
- opracowanie nowej generacji czujników pojemnościowych z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć mikroelektroniki,
- podjęcie prac w zakresie czujników piezoelektrycznych, głównie z uwagi na potrzeby przemysłu motoryzacyjnego,
- kontynuacja prac nad zastosowaniem na skalę przemysłową wyników ~~wyśix~~ wstępnych opracowań w zakresie czujników magnetostrycyjnych, amorficznych, wykorzystujących efekt Batkhausena, Wieganda i Matteucciego.

3. PODSUMOWANIE

3.1 Stan techniki i kierunki rozwoju.

Wielokrotnie już podkreślana różnorodność jaka panuje w dziedzinie czujników, uniemożliwia omówienie techniki jak i kierunków rozwoju jako czegoś w miarę jednolitego. O ile jednak rozważając stan techniki trzeba rozpatrywać często niezależnie, zagadnienia bardzo wąsko wyspecjalizowane, o tyle jeżeli chodzi o kierunki rozwoju można pokusić się o wskazanie pewnych tendencji ogólnych, jeżeli nie w odniesieniu do konkretnych rozwiązań technicznych, to w każdym razie co do charakteru obserwowanych zmian.

Stan techniki w poszczególnych dziedzinach pomiarów przedstawiony został szczegółowo w opracowaniach wycinkowych składających się na część I niniejszego rozpoznania. W każdym z nich omówione zostały dokładnie czujniki przeznaczone do pomiarów określonych wielkości.

Wyniki dokonanego rozpoznania potwierdzają równoległy rozwój wielu technik i rozwiązań konstrukcyjnych /również w zakresie pomiaru tej samej wielkości/ zależnie od zastosowania, warunków pracy, zakresu pomiarowego, wymagań metrologicznych itd.

Równocześnie występuje stosowanie tej samej lub zbliżonej techniki w różnych dziedzinach pomiarów. Dotyczy to przede wszystkim nowoczesnych technik rozwojowych jak tensometria, technika rezonatorowa, czujniki ultradźwiękowe, laserowe, światłowodowe, magnetostrykcyjne czy wykorzystujące efekt Barkhausena, Wieganda, Matteucciiego.

Prace rozwojowe mają na celu poprawienie właściwości metrologicznych i użytkowych urządzeń pomiarowych oraz rozszerzenie ich możliwości, szczególnie w zakresie zastosowań w systemach pomiarowo-regulacyjnych. Postępuje miniaturyzacja urządzeń i wzbogacenie ich w zespoły elektroniczne, których zadaniem jest głównie odpowiednie przekształcenie i analiza sygnału.

Jeżeli chodzi o charakter prac rozwojowych, można wyodrębnić dwie tendencje:

- a/ udoskonalenia rozwiązań w ramach opanowanej techniki,
- b/ poszukiwanie nowych technik i badanie ich możliwości w zakresie różnych dziedzin pomiarowych.

Pierwsza przeważa w przypadku czujników ciśnienia /głównie czujniki tensometryczne, pojemnościowe i piezoelektryczne/, temperatury /głównie czujniki termoelektryczne, rezystorowe,

półprzewodnikowe krzemowe i pirometry/ oraz /w zakresie podstawowym/ poziomym.

Techniką przyszłościową są, w dziedzinie pomiarów temperatury, czujniki światłowodowe, ich dynamiczny rozwój może w przyszłości zrewolucjonizować technikę pomiarów temperatury. W dziedzinie pomiarów poziomu nowych rozwiązań poszukuje się tam, gdzie pomiar poziomu stanowi wielkość wyjściową dla określenia innych parametrów. Trzeba tu wymienić poziomomierze magnetostrykcyjne, radarowe, przyrządy oscylacyjne.

Druga tendencja uwidacznia się wyraźnie w dziedzinie pomiarów drogi, prędkości i przyspieszenia, przemieszczenia i położenia oraz siły. Obok stosowanych obecnie i produkowanych seryjnie konwencjonalnych czujników indukcyjnych, pojemnościowych, fotoelektrycznych czy tensometrycznych prowadzone są intensywne prace nad zastosowaniem amorficznych materiałów zeromagnetostrykcyjnych, zjawiska magnetostrykcji, efektów Barkhausena, Wieganda, Matteucciego. Wynika to, jak się wydaje z gwałtownego ostatnio : rozszerzania się zakresu stosowania wymienionych dziedzin pomiarów związanego z szerokim wprowadzaniem automatyzacji procesów dyskretnych /głównie procesów obróbki, montażu, robotyzacja/. W przypadku pomiarów przepływu, wobec konieczności stosowania bardzo zróżnicowanych urządzeń, występuje równocześnie udoskonalenie urządzeń konwencjonalnych /np. przepływomierze elektromagnetyczne, rozpowszechniane się metody sondowania rurociągów/ jak i rozwijanie nowych metod /intensywny rozwój przepływomierzy ultradźwiękowych, pojawienie się przemysłowych przepływomierzy bezpośrednio-masowych typu Coriolisa/.

3.2 Sytuacja w kraju.

Stan produkcji oraz prac badawczo rozwojowych w dziedzinie czujników wielkości nieelektrycznych został w odniesieniu do poszczególnych dziedzin pomiarów szczegółowo omówiony w opracowaniach wycinkowych dotyczących tych dziedzin.

Można, na tej podstawie stwierdzić, że ogromne braki w dziedzinie czujników, zarówno ilościowe jak i asortymentowe, powodują, iż mimo widocznego w ciągu ostatnich 2 lat postępu, sytuacja w kraju jest nadal zła.

Duże zakłady przemysłowe produkują głównie urządzenia obsługujące procesy ciągłe /pomiaru przepływu, ciśnienia itp/. Są to przy tym w wielu przypadkach urządzenia przestarzałe lub niskiej jakości, a nawet ta produkcja nie pokrywa naogół zapotrzebowania ilościowego.

Szereg mniejszych zakładów /f-my polonijne, prywatne, spółdzielnie, rzemiosło/ prowadzi produkcję różnorodnych konwencjonalnych czujników indukcyjnych, pojemnościowych czy temperatury. Ze względu głównie na ograniczony asortyment, produkcja ta może obecnie pokryć zapotrzebowanie jedynie w niektórych obszarach. Podjęto w tym okresie szereg nowych prac rozwojowych /m.in. w CPBR 7.2/. Nie obejmują one jednak całości zadań sugerowanych w wyniku rozpoznania przeprowadzonego w roku 1986.

Trzeba jednak stwierdzić, że wśród podjętych zadań znalazły się prace /na razie wstępne/ dotyczące większości kierunków wskazywanych jako przyszłościowe /czujniki światłowodowe, chemiczne, rezonatorowe, z efektem Barkhausena /. Prowadzone są prace nad niektórymi rodzajami czujników ciśnienia, poziomu, przepływu, zbliżeniowymi/.

Ciągle od nowa problemem staje się wdrożenie produkcji nowych opracowań. W wielu przypadkach produkcję tą podejmują same jednostki naukowo-badawcze, nie mające możliwości jej szerszego rozwinięcia. Ogranicza to poważnie praktyczne efekty prac badawczo-konstrukcyjnych.

Nie udało się dotychczas zapewnić postulowanej ciągłości prac rozpoznawczych. Rezultaty doraźnie podejmowanych działań /jak chociażby niniejszego opracowania/ są z przyczyn organizacyjnych i finansowych znacznie gorsze niż mogłoby być w przypadku prac prowadzonych systematycznie.

Działania zmierzające do usprawnienia wymiany informacji są, mimo wielokrotnego podkreślenia jej wielkiego znaczenia, nadal w sferze planów. Plany te są już w prawdzie wyraźniej skryształizowane co do programu, lecz niepewne /może nawet bardziej niż początkowo/ jeżeli chodzi o możliwość jego realizacji.

4. WNIOSKI I PROPOZYCJE.

4.1. Wnioski ogólne.

Nadal aktualny pozostaje, sformułowany w wyniku poprzedniego rozpoznania, postulat całościowego ujęcia problematyki czujników. Podstawą rozwoju tej dziedziny musi być ciągle ^vrozpoznanie stanu techniki i przewidywanych potrzeb, a jednym z najistotniejszych elementów sprawny obieg informacji wśród zainteresowanych.

Z dokonanego przeglądu sytuacji wynika potrzeba podjęcia prac konstrukcyjnych i badawczych we wszystkich niemal dziedzinach. Szczególną jednak uwagę należy poświęcić dziedzinie najbardziej dotychczas w kraju zaniedbanej, a nabierającej obecnie znaczenia, a mianowicie czujnikom elementów ruchu, sił i przemiesz-

czeń przeznaczonym do automatyzacji procesów dyskretnych /głównie obróbczych, montażu, przemysłu motoryzacyjnego itp/. W innych dziedzinach w większym stopniu można liczyć na inicjatywę dużych zakładów, dotychczasowych producentów urządzeń. Biorąc pod uwagę perspektywiczny charakter podejmowanych obecnie prac, celowe jest rozwijanie działań w zakresie wskazywanych już wcześniej technik rozwojowych /tensometria, technika rezonatorowa, czujniki ultradźwiękowe, laserowe, światłowodowe, chemiczne, magnetostrykcyjne, wykorzystujące efekt Barkhausena, Wieganda, Matteucciego/.

W wielu przypadkach można tu już bliżej sprecyzować zadania dotyczące konkretnych opracowań konstrukcyjnych /nie rezygnując jednak przy tym z poszukiwania dalszych zastosowań/.

W zakresie technik wyspecjalizowanych wskazać można szczegółowe, nie rozwiązane jeszcze zadania.

W dziedzinie organizacji konieczna jest intensyfikacja prac konstrukcyjnych i badawczych, przy czym otwierają się obecnie dodatkowe możliwości wykorzystania również w tym zakresie potencjału firm prywatnych /w odniesieniu do określonych zadań/. Niezbędne jest podjęcie działań w zakresie wykraczającym poza prace badawczo-konstrukcyjne, lecz warunkujących ich powodzenie, a mianowicie zapewnienie niezbędnych elementów i podzespołów /produkcja krajowa, import/ oraz możliwości wdrożenia produkcji opracowanych urządzeń.

4.2 Proponowane działania.

4.2.1 Informacja.

4.2.1.4. Podjęcie i prowadzenie ciągłych prac rozpoznawczych w zakresie rozwoju techniki pomiarów wielkości nieelektrycznych dla

potrzeb automatyzacji przemysłu z okresowymi /np. rocznymi/ sprawozdaniami. Główny wykonawca - PIAP /ew. podwykonawcy w określonym zakresie - do ustalenia w trakcie realizacji/.

4.2.1.2 Systematyczne wydawanie materiałów informacyjnych /forma do ustalenia/ dotyczących produkcji, prac badawczo-konstrukcyjnych potrzeb itd., w dziedzinie czujników i przetworników wielkości nieelektrycznych. Główny wykonawca w zakresie przygotowania merytorycznego - PIAP. System finansowania i organizacji do ustalenia.

4.2.1.3 Okresowe organizowanie spotkań producentów, konstruktorów i użytkowników czujników celem wymiany doświadczeń, przedstawienia wyników prac i nawiązania bezpośredniej współpracy.

4.2.2 Prace badawcze i konstrukcyjne.

4.2.2.1 Opracowanie /i uruchomienie produkcji/ miniaturowych czujników ciśnienia z naturalnym sygnałem wyjściowym /ogólnego zastosowania, a także dla potrzeb przemysłu motoryzacyjnego, ciągników i maszyn rolniczych/. Ew. producent - OBREUS, PNEFAL, ZAP lub PAFAL.

4.2.2.2 Opracowanie czujników ciśnienia z rezonatorem kwarcowym. Proponowany wykonawca PIAP lub ITR.

4.2.2.3 Opracowanie /i wdrożenie produkcji/ cienkowarstwowych rezystorów platynowych. Temat ten należy uznać za priorytetowy.

4.2.2.4 Opracowanie miniaturowych czujników temperatury z rezystorami warstwowymi. Proponowany wykonawca - KFAP.

4.2.2.5 Opracowanie /i wdrożenie produkcji/ rezystancyjnych krzemowych czujników temperatury. Proponowany wykonawca: PIAP, OBREUS.

- 4.2.2.6 Podjęcie prac nad zagadnieniem pomiaru temperatury średniej medium. Celewne jest zapewnienie współdziałania przedsiębiorstw specjalistycznych jak np. KFAP, ZAP lub METALCHEM - Gliwice.
- 4.2.2.7 Podjęcie prac nad pomiarem gęstości cieczy przyrządami rezonatorowymi. Proponowany wykonawca PIAP.
- 4.2.2.8 Opracowanie /i wdrożenie produkcji/ przepływomierzy do kanałów zamkniętych /sugerowany kierunek prac: przyrządy oscylacyjne/. Potencjalni producenci: POWOGAZ, KFAP, ZAP.
- 4.2.2.9 Opracowanie /i wdrożenie produkcji/ typoszeregu nowoczesnych przepływomierzy elektromagnetycznych.
- 4.2.2.10 Opracowanie /i wdrożenie produkcji/ typoszeregu przepływomierzy masowych typu Coriolisa. Proponowany wykonawca PIAP.
- 4.2.2.11 Opracowanie /i wdrożenie produkcji/ typoszeregu czujników wirnikowych do pomiaru przepływu w rurociągach metodą sondowania. Proponowani wykonawcy: PIAP oraz różne przedsiębiorstwa /prywatne, spółki, spółdzielnie, rzemiosło/.
- 4.2.2.12 Opracowanie serii czujników fotoelektrycznych /wykorzystujących dostępne obecnie elementy/.
wśród zastosowań należy zwrócić uwagę na czujniki przemieszczeń dla obrabiarek.

4.2.2.13 Podjęcie prac nad miniaturyzacją czujników indukcyjnych ^{*/}

^{*/} prace wykorzystujące najnowsze osiągnięcia mikroelektroniki uwarunkowane dostępnością miniaturowych elementów elektronicznych, a więc uzależnione od podjęcia /rozwoju/ krajowej produkcji takich elementów lub zapewnienia ich importu w dostatecznej skali i ciągłości /por. p.4.2.4.5/.

- 4.2.2.14 Podjęcie prac nad miniaturyzacją czujników fotoelektrycznych^{*/}
- 4.2.2.15 Opracowanie nowej generacji czujników pojemnościowych,^{*/}
- 4.2.2.16 Podjęcie prac konstrukcyjnych w zakresie czujników piezoelektrycznych, z uwzględnieniem^w pierwszym rzędzie potrzeb przemysłu motoryzacyjnego.
- 4.2.2.17 Rozwinięcie podjętych prac w dziedzinie czujników światłowodowych w kierunku opracowania konkretnych urządzeń, w pierwszej kolejności czujników temperatury.
- 4.2.2.18 Rozwinięcie prowadzonych w PIAP prac w dziedzinie czujników magnetostrykcyjnych w kierunku opracowania konkretnych urządzeń /czujniki siły i momentów/. Jako jeden z głównych kierunków zastosowań sugeruje się czujniki dla potrzeb obrabiarek.
- 4.2.2.19 Rozwinięcie prowadzonych obecnie w PIAP prac nad czujnikami wykorzystującymi efekt Barkhausena, Wieganda, Matteucciego w kierunku opracowania konkretnych urządzeń /czujniki przemieszczeń, sił itd/ z uwzględnieniem jako jednego z głównych zastosowań czujników przeznaczonych dla obrabiarek /pomiar przemieszczeń, pomiar sił skrawania/.
- 4.2.2.20 Podjęcie prac nad zastosowaniem techniki laserowej w czujnikach dla potrzeb przemysłowych. Sugeruje się np. zastosowanie czujników przemieszczeń dla obrabiarek. Wykonawca do ustalenia /nie wykluczone wykorzystanie możliwości firm prywatnych/.
- 4.2.3 Produkcja.
- 4.2.3.1 Uruchomienie produkcji czujników ciśnienia ze standardowym sygnałem prądowym lub napięciowym. Wykonawca OBRAP.

^{*/} patrz odnośnik na str. 24

- 4.2.3.2 Uruchomienie produkcji /opracowywanych obecnie/ czujników ciśnienia z rezonatorem cylindrycznym i mierników do nich. Ew. producent: COBRABID lub KABID-PRESS.
- 4.2.3.3 Uruchomienie produkcji czujników temperatury w wykonaniu Ex. Ew. producent: np. KFAP.
- 4.2.3.4 Podjęcie produkcji różnych typów czujników z rezystorami grubowarstwowymi. Ew. producent: np. MERCOMP.
- 4.2.3.5 Podjęcie produkcji nowych typów pirometrów. Producent ZAM "Wilmer".
- 4.2.4 Elementy i podzespoły.
 - 4.2.4.1 Uruchomienie masowej produkcji typoszeregu membran krzemowych z wdyfundowanym układem mostka tensometrycznego, do pomiaru ciśnień w szerokim zakresie. Wykonawca OBREUS.
 - 4.2.4.2 Przeanalizowanie możliwości produkcji krajowych termoelementów płaszczyznowych.
 - 4.2.4.3 Opracowanie i wdrożenie produkcji nowych materiałów syntetycznych i klejów dla potrzeb czujników temperatury.
 - 4.2.4.4 Opracowanie i wdrożenie produkcji filtrów do pomiaru temperatury szkła do pirometrów.
 - 4.2.4.5 Uruchomienie krajowej produkcji miniaturowych elementów elektronicznych.
- 4.2.5 Wdrożenie nowych opracowań.

Dla właściwego wykorzystania rezultatów prac badawczych i konstrukcyjnych konieczne jest, w istniejącej sytuacji, podjęcie intensywnych działań zmierzających do zapewnienia uruchomienia

produkcji nowoopracowanych urządzeń.

W tym celu wskazane będzie:

- szerokie rozpoznanie możliwości uruchomienia produkcji przez różnego rodzaju wytwórców,
- nawiązanie współpracy z drobnymi producentami jak różnego rodzaju f-my prywatne, polonijne, spółdzielnie itp.
- akwizycja nowych opracowań w dziedzinie czujników, np. w drodze okresowego organizowania różnego rodzaju giełd,
- aranżowanie bezpośrednich kontaktów pomiędzy jednostkami opracowującymi a potencjalnymi producentami,
- rozpowszechnienie informacji o nowych opracowaniach z jednej i możliwościami produkcyjnych z drugiej strony /por p. 4.2.1/.