

Zakład Pomiaru Parametrów Przepływu

440

BE 10

Główny wykonawca

mgr inż. Wojciech Winiarski

Wykonawcy:

mgr inż. Jan Goska

mgr inż. Marek Maciąg

Opracowanie stanu techniki, wstępnej koncepcji budowy i propozycji zakresu prac badawczo-rozwojowych dla typoszeregu ultradźwiękowych przetworników przepływu.

DOKUMENT WZORCOWY

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

Fabryka Wodomierzy
PoWoGaz S.A. Poznań

KIEROWNIK ZAKŁADU
Pomiaru Parametrów Przepływu

mgr inż. Wojciech Winiarski

Pracę zakończono dnia 15.10.1998r

Nr arch.

7591

Nr zlecenia 1881

Analiza deskryptowa

ULTRADŹWIĘKI, PRZETWORNIK PRZEPLÝWU

Abstrakt

Opracowanie zawiera analizę materiałów patentowych, kart katalogowych oraz publikacji w zakresie ultradźwiękowych przetworników przepływu.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Rozdzielnik

Egz. 1 . PoWoGaz S.A.

Egz. 2 . PIAP - DPQ

Egz. 3 PIAP - OIN

SPIS TREŚCI

1.	Wstęp	
1.1.	Podstawa pracy	
1.2.	Cel pracy	
2.	Zakres pracy	
2.1.	Rozeznane stanu techniki	
2.1.1.	Analiza opisów patentowych	
2.1.2.	Analiza katalogów producentów / dostawców	
2.1.3.	Analiza publikacji	
2.1.4.	Analiza bazy elementowej w zakresie przetworników piezoceramicznych	
2.1.5.	Wnioski z rozeznania stanu techniki	
2.2.	Analiza zakresu prac badawczo-rozwojowych	
2.2.1.	Wstępna koncepcja budowy typoszeregu ultradźwiękowych przetworników przepływu	
2.2.2.	Zakres prac badawczo-rozwojowych	
3.	Podsumowanie.....	

1. Wstęp

1.1. Podstawa pracy

Praca została zrealizowana na zamówienie Fabryki Wodomierzy PoWoGaz S.A. w Poznaniu (pismo nr NT/2176/98 z dn. 15.07.98).

1.2. Cel pracy

W wyniku realizacji pracy powstał materiał informacyjny na podstawie którego PoWoGaz i PIAP podejmą decyzję o możliwości wspólnej realizacji w określonym zakresie i trybie (np. w ramach projektu celowego) zadania dotyczącego typoszeregu ultradźwiękowych przetworników przepływu.

2. Zakres pracy

Osiągnięcie ww. celu wymagało, zgodnie z ofertą PIAP nr DPQ/975/98 z dn.15.07.98 realizacji dwóch oddzielnych zadań obejmujących:

- rozeznanie stanu techniki dla ultradźwiękowych przetworników przepływu,
- analizę zakresu prac badawczo-rozwojowych w zadaniu dotyczącym typoszeregu ultradźwiękowych przetworników przepływu.

2.1. Rozeznanie stanu techniki

Była to niewątpliwie najbardziej pracochłonna część pracy. Poświęcono jej dużo czasu gdyż uzyskane tą drogą informacje w sposób zasadniczy rzutują na opracowaną w drugiej kolejności koncepcję zakresu współpracy. Już z pierwszych informacji uzyskanych od dystrybutorów ciepłomierzy wynikało, że w zakresie ultradźwiękowych przetworników przepływu (pracujących w układach ciepłomierzy) rynek został „podzielony” między trzech głównych producentów: DANFOSS (Dania), LANDIS STAIEFA (Szwajcaria) i KAMSTRUP (Dania). Te firmy oraz inne działające na naszym rynku, zabezpieczały swoje interesy patentując szereg rozwiązań konstrukcyjnych stosowanych (lub przewidzianych do stosowania) w ultradźwiękowych przetwornikach przepływu. Efekty stosowania tych rozwiązań, w postaci np. zwiększonej stabilności parametrów metrologicznych zostały opisane w różnych publikacjach krajowych i zagranicznych. Dlatego też analizę stanu techniki prowadzono równoległe na podstawie trzech grup materiałów:

- opisy patentowe,
- katalogi producentów/ dostawców,
- publikacje.

Wybiegając trochę w przyszłość podjęliśmy również próbę rozeznania (głównie w oparciu o dane z Internetu) rynku elementów piezoceramicznych, które są „sercem” każdego ultradźwiękowego przetwornika przepływu. Cały zebrany

w ten sposób materiał źródłowy został dołączony do niniejszego opracowania w postaci załączników, tak aby w razie potrzeby była możliwość jego oddzielnej analizy przez PoWoGaz.

2.1.1. Analiza opisów patentowych.

Przedmiotem analizy były opisy:

- przetworników ultradźwiękowych w zastosowaniu do przepływomierzy,
- ultradźwiękowych czujników przepływu,
- przepływomierzy ultradźwiękowych,
- ciepłomierzy ultradźwiękowych.

Badanie stanu techniki przeprowadzono na podstawie dostępnych w Polsce zbiorów opisów patentowych oraz innych źródeł informacji (komputerowe bazy danych):

- polskich opisów patentowych,
- niemieckich opisów patentowych oraz opisów z bazy PATOS,
- europejskich opisów patentowych oraz opisów z bazy ACCES,
- międzynarodowych zgłoszeń patentowych (PCT) wg. bazy ACCES,
- danych w bazie patentowej IBM zawierającej skróty opisów patentowych USA (wg. słów kluczowych „ultrasonic sensor<and>flowmeter”).

Badania przeprowadzono w następujących klasach wg. Międzynarodowej Klasyfikacji Patentowej (VI edycja):

GO1F, 1/66 - przepływomierze ultradźwiękowe, w tym czujniki i przetworniki ultradźwiękowe

GO1K, 17/06, 17/16 - urządzenia do pomiaru ilości ciepła.

Badaniami objęto okres od 1990r do 1998r.

Zgromadzony w wyniku badań materiał źródłowy został, w wyniku wstępnej analizy podzielony na dwie grupy. Pierwszą grupę (Załącznik nr 1) stanowią 34 opisy, które należy analizować szczegółowo w trakcie podejmowania decyzji o stosowaniu konkretnych rozwiązań konstrukcyjnych w opracowanym typoszeregu. W trakcie tych prac konieczne jest również śledzenie aktualnej działalności patentowej firm ujętych w kolumnie nr 5 zestawienia. Zestawienie wyników wstępnej analizy tych opisów przedstawiono poniżej.

LP	Nr patentu (zgłoszenia) kraj	Klasa	Data zgłoszenia	Pierwszeństwo - Kraj, Firma Data	Przedmiot patentu
	2	3	4	5	6
1.	PL 174417	G01F/66 G01P 5/18	07. 03. 94	AU – C S I R O* 09. 03. 93	Przeplwyomierz ultradźwiękowy - W opisywanym rozwiązaniu zastosowano przegrody tłumiące poprawiające przebieg czoła fali odebranej. Opisanie są przegrody i ich wpływ na odbierany sygnał. 11 zastrzeżeń
2.	PL 169741	G01F/66 G01P 5/18	25. 06. 92	AU – C S I R O* 5. 06. 91	Sposób i urządzenie do ultradźwiękowego pomiaru prędkości przepływu płynu - Zawiera bardzo bogaty opis stanu techniki z powołaniem się na liczne patenty: USA, GB, PL Opisuje sposób pomiaru - detekcja określonego poziomu obwiedni sygnału odebranego. Opisanie wersji z zasilaniem baterijnym. Podano wiele bardzo szczegółowych uwag dotyczących rozwiązania 25 zastrzeżeń
3.	PL 169742	G01F/66 G01P 5/18	25. 06. 92	AU – C S I R O* 25. 06. 91	Sposób i układ do ultradźwiękowego pomiaru prędkości przepływu płynu - Sposób i układ do pomiaru prędkości przepływu płynu wykorzystujący akustycznie odbijającą powierzchnię na drodze wiązki ultra. Zmiana fazy nadawania w każdym następnym cyklu. 15 zastrzeżeń.
4.	PL 172698	G01F/66 G01P 5/18 G01F15/02	24. 08. 93	DK – KAMSTRUP 14. 05. 93	Sposób pomiaru wielkości przepływu medium za pomocą ultradźwiękowego miernika przepływu - Sposób pomiaru wielkości przepływu medium za pomocą ultradźwiękowego miernika przepływu. Ogrzewa się i ochładza medium w kanale przepływowym – ma to zwiększyć dokładność pomiaru.. 12 zastrzeżeń.

CSIRO* - Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Campbell. Australia

- Przetworniki ultradźwiękowe do przepływowymierzy
- Ultradźwiękowe czujniki przepływu
- Przepływowymierze ultradźwiękowe-
- Ciepłomierze ultradźwiękowe

**Analiza patentów i zgłoszeń
wrzesień 1998 rok**

strona 3

6

5.	PL 173732	G01F/66 G01P 5/18	27. 01. 94	GB - G.KROMSCHRO DER AKTIENGESELL S 30. 01. 93	Ultradźwiękowy miernik przepływu płynu - Ultradźwiękowy miernik przepływu płynu. Kanał przepływu składa się z równoległe ułożonych kanałów kołowych o średnicy $D \leq 0,586 \lambda$ (λ - długość fali ultradźwiękowej) 3 zastrzeżenia.
6.	PL 324517 Zgłoszenie	G01F1/66 G01N29/24	27. 01. 98	AG - ELEKTRO WATT TECHNOLOGY (EP) 28. 01. 97	Sposób samoczynnego ustawiania parametrów ultradźwiękowego czujnika pomiarowego i ultradźwiękowy czujnik pomiarowy - Sposób samoczynnego ustawiania parametrów ultradźwiękowego czujnika polegający na tym, że sygnał odebrany doprowadza się do komparatora i pierwsze albo inne ustalone boczne zatrzymuje pomiar. Przeprowadza się n pomiarów ze zmianą parametrów (biegunowość). Przedmiotem wynalazku jest także czujnik pomiarowy. 10 zastrzeżeń.
7.	EP 0 790 490 A1	G01F 1/66	20. 08. 97	CH - 413/96 Landis & Gyr Technology Innovation AG 16. 02. 96	Czujnik pomiarowy ultradźwiękowy służący do określenia ilości przepływającej cieczy - Charakterystyczne, że przetworniki znajdują się w przekroju przepływu umocowane na promienistych wspornikach z wykonanym otworem do wyprowadzenia przewodów. 10 zastrzeżeń dotyczących głównie konstrukcji przetwornika w zestawieniu z elementami wsporczyymi.
8.	0 451 356 A1	G01F 1/66	17. 12. 90	CH - 112/90 Landis & Gyr Betriebs AG 17. 04. 90	Przeplwyomierz - Pomiędzy członem nadawczym i pomiarowym, a przynajmniej jednym przetwornikiem pomiarowym znajduje się przetłącznik biegunów. Zmiana biegunów pozwala wyeliminować błąd wpływu temperatury. Mogą być stosowane do liczników ciepła.
9.	0 496 953 A1	G01F 1/66	24. 10. 91	CH - 273/91 Landis & Gyr Betriebs AG 29. 01. 91	Przeplwyomierz dla mediów ciekłych - Cykl pomiarowy składający się fazy nadawania, odbioru i fazy „wzorcowniczej”. Wynik naliczania czasu trwania serii wpływa na nadajnik impulsów przez człon kwadratujący wpływając na częstotliwość nadajnika impulsów. Dzięki temu uwzględnia się szybkość dźwięku.
10.	0477 575 A1	G01F 1/66 G01H 11/08 G01K 11/00 G01F 1/32	28. 08. 91	DE - 4030302 Siemens 25. 09. 91	Przetwornik ultradźwiękowy stosowany w szczególności do pomiarów ilości przepływającego powietrza lub gazów i procedura jego produkcji - Procedura produkcji przetwornika ultradźwiękowego zawierająca etapy wytwarzania materiału tłuwiącego, rdzenia umieszczenia - tarczy piezoceramicznej. rdzeń przetwornika otoczony jest materiałem dopasowującym.

- Przetworniki ultradźwiękowe do przepływowierzy
- Ultradźwiękowe czujniki przepływu
- Przepływowierze ultradźwiękowe
- Ciepłomierze ultradźwiękowe

Analiza patentów i zgłoszeń
wrzesień 1998 rok

strona 4

7

11.	0 543 109 A1	G01F 1/66	19. 09. 92	CH - 3358/91 Landis & Gyr Bisnes Support AG 18. 11. 91	Czujnik pomiarowy służący do określenia ilości przepływającej cieczy - Przestrzeń czujnika podzielona ścianką działową na dwie komory rozdzielcze. Komory rozdzielcze połączone są przynajmniej jedną rurką pomiarową. Naprzeciw rurek pomiarowych umieszczone są przetworniki pomiarowe pozostające w kontakcie z cieczą. Do pomiaru dużych ilości cieczy.
12.	0580 099 A2	G01F 1/66	17. 07. 93	DE - 4224372 G.KROMSCHRO DER AG 23. 07. 92	Licznik ultradźwiękowy do gazu - Licznik ma obudowę z otworem wlotowym i wylotowym. Obudowa podzielona jest przegrodą, przez którą przechodzi rura miernicza o prostokątnym przekroju.
13.	0606 563 A1	G01F 1/66	05. 10. 93	CH - 60/93 Landis & Gyr Bisnes Support AG 11. 01. 93	Czujnik pomiarowy z przetwornikiem ultradźwiękowym - Czujnik składający się z dwóch przetworników ultradźwiękowych umieszczonych naprzeciw siebie w osi rurki pomiarowej. Eliminacja błędów od temperatury przez konstrukcję elektrod przetworników.
14.	0616 198 A1	G01F 1/66 G01P 5/00	15. 01. 94	CH - 840/93 Landis & Gyr Bisnes Support AG 19. 03. 93	Licznik objętości przepływu - Eliminacja błędów od temperatury przez przesuwanie fazy sygnału nadawczego przynajmniej w jednej gałęzi.
15.	DE 44 39 399 C2	G01F 1/66	04. 11. 94	DK - Danfoss A/S Norborg DK	Ultradźwiękowy przepływomierz - Przepływomierz z prostą rurką pomiarową i przynajmniej jednym prostym odcinkiem pomiarowym przebiegającym w poprzek osi charakteryzujący się konstrukcją umieszczenia przetworników i utworzenia wnęk do ich zabudowy.
16.	DE 44 39 399 C2	G01F 1/66	04. 11. 94 DE	DE - Landis & Gyr Betribs AG	Czujnik pomiarowy do określenia ilości przepływającej cieczy - Pozwala określić prędkość średnią przepływu za pomocą ultradźwięków. Rura pomiarowa ma końcówki stanowiące przedłużenie rurki powodujące wytwarzanie turbulencji poprawiających dokładność pomiaru
17.	DE 44 37 588 A1	G01F 1/66	20. 10. 94	DE - Siemens AG	Ultradźwiękowy licznik przepływu - Przepływomierz z dwoma przetwornikami umieszczonymi jeden za drugim po jednej stronie rury pomiarowej. Sygnał ultradźwiękowy jest przekazywany przez odbicie od skośnego wyźłobienia w rurze pomiarowej do powierzchni

- Przetworniki ultradźwiękowe do przepływomierzy
- Ultradźwiękowe czujniki przepływu
- Przepływomierze ultradźwiękowe
- Ciepłomierze ultradźwiękowe

**Analiza patentów i zgłoszeń
wrzesień 1998 rok**

strona 5

18.	DE 4422 367 C1	G01F 1/66	27.06. 94	DE - Siemens AG	Ultradźwiękowy licznik przepływu ze stałym "zerowym błędem przepływu" – Przepływomierz obok kanału pomiarowego ma kanał pomiarowy przepływu zerowego. Efekty pomiaru w kanale zerowego przepływu i pomiarowego są poddane obliczeniom.
19.	DE 4416 367 C1	G01F 1/66	04.05. 94	DE - Nu-Tech GmbH	Czujnik pomiarowy do pomiaru ilości cieczy – Czujnik ma dwa przetworniki w kształcie obręcze stanowiących jakby odcinki przewodu z elementów piezoelektrycznych. Usytuowane są one współśrodkowo w stosunku do przewodu pomiarowego.
20.	DE 43 02 368 C1	G01F 1/66 G01 P 5/00	28.01. 93	DE - Spanner-Pollux GmbH	Procedura i urządzenie do pomiaru przepływu cieczy za pomocą ultradźwięków - Sygnały nadawcze wysyłane zgodnie i pod prąd przepływającej cieczy i przekazywane do komparatorów faz. Komparatory faz uruchamiają i zatrzymują licznik. Częstotliwości obu sygnałów różnią się od siebie o 10^{-4} do 10^{-7} . W liczniku pojawia się wartość odpowiadająca różnicy przebiegu sygnałów ultradźwiękowych. Dla odpowiednio dobranych częstotliwości pomiar jest możliwy z dokładnością do nanosekundy.
21.	EP 0 762 086 A2	G01F 1/66	12.03. 97	DE - Hydrometer GmbH	Procedura pomiaru ilości przepływającej cieczy za pomocą ultradźwięków – Dwa przetworniki umieszczone na odcinku pomiarowym zasilane na przemian częstotliwością ultradźwiękową z generatora. Jeden cykl pomiarowy obejmuje co najmniej dwa pomiary różnic czasu. Pierwszy pomiar określa różnicę czasu lub faz pomiędzy jednym lub kilkoma poziomami sygnału referencyjnego nadanego (doprowadzonego do pierwszego przetwornika), a sygnałem odebranym przez drugi przetwornik. Drugi pomiar wykonany jest przy odwróceniu ról przetworników. Do obliczenia przepływu wykorzystuje się różnicę czasu w obu pomiarach.
22.	DE 4430 233 A1	G01F 1/66 G01 P 5/00 G01 H 5/00	25.08. 94	KR - Changmin Tech- nology Co Ltd. 25.08.93	Procedura pomiaru za pomocą ultradźwięków i urządzenie do pomiaru - Pomiar za pomocą szeregu wibratorów ultradźwiękowych umieszczonych w ściśle określonych odstępach, $l = 2R/(n+1)$ na rurze dużego kalibru. Wibratory mogą pracować na zmianę aby się nie zakłócały. Opis obejmuje również cechy konstrukcyjne sposobu zainstalowania wibratorów na rurze
23.	DE 44 15 889 A1	G01F 1/66 G01 P 5/00	5.05. 94	DE - Hydrometer GmbH	Czujnik ultradźwiękowy służący do określenia ilości przepływającej cieczy – Czujnik ma koncentryczne przyłącza do doprowadzenia i odprowadzenia cieczy wychodzące z komór rozdzielczych. Komory rozdzielcze połączone są rurką pomiarową. Rurka pomiarowa jest pochylona w kierunku osi łączącej głowice przyłączeniowe.

- Przetworniki ultradźwiękowe do przepływomierzy
- Ultradźwiękowe czujniki przepływu
- Przepływomierze ultradźwiękowe-
- Ciepłomierze ultradźwiękowe

**Analiza patentów i zgłoszeń
wrzesień 1998 rok**

strona 6

9

24.	WO097/219 8	G01F 1/166 H04R 17/00	12. 12. 96	JP - MATSUSCHITA	Przeplwywomierz ultradźwiękowy i generator detektor/ultradźwiękowy - Dotyczy konstrukcji przetwornika ultradźwiękowego do nadawania i odbioru. Szybka odpowiedź, wysoka dokładność, kompaktowa konstrukcja.
25.	EP 0801 311 A1	G01P 5/00 G01F 1/66	0.9. 04. 97	GB - Letterbox Cottage	Ultradźwiękowy miernik prędkości przepływu i sposób pomiaru prędkości - Ma komorę akustyczną pomiędzy dwoma ściankami ograniczającymi otwartymi w kierunku przepływu. Jedna ze ścianek ma wnękę z umieszczonymi przetwornikami. Do określenia prędkości wykorzystuje się różnicę czasu lub fazy.
26.	WO 91/09279	G01F 1/66 G01 P 5/00 G10K11/00 B06B1/06	27. 06. 91	DE - SIEMENS 15. 12. 90	Uchwyt dźwiękochłonny do przetwornika ultradźwiękowego - Konstrukcja przetwornika ultradźwiękowego z dźwiękochłonną osłonę i elementami w postaci O-ring pozycjonującymi przetwornik piezoelektryczny.
27.	WO 91/15737	G01F 1/66 G01 P 5/00	17. 10. 91	DE - ROBERT BOSCH GmbH 10. 04. 90	Przeplwywomierz ultradźwiękowy do cieczy - Ma nadajniki i odbiorniki umieszczone naprzeciw siebie pod kątem α w stosunku do kierunku przepływu cieczy. Dla eliminacji błędów stosuje się dwie częstotliwości ultradźwięków (f1, f2).
28.	WO 94/ 17371	G01F 1/66 G01 P 5/00	04. 08. 94	GB - CAMBRIDGE CONSULTANTS Ltd. 30. 01. 93	Przeplwywomierz do cieczy - Procesor DSP informuje o parametrach przepływu na podstawie monitorowania czasu przejścia sygnału. Impedancja elektryczna obu przetworników jest identyczna w chwili kiedy nadaje i odbiera.
29.	WO 97/46854	G01F 1/66	11. 12. 97	FR - SCHLUMBERGER IND. S.A. 07. 06. 96	Sposób określenia przejścia przez zero dla pomiaru propagacji sygnału ultradźwiękowego w cieczy. Pomiar opóźnienia pomiędzy dwoma próbkami sygnału. Poprzez „cyfryzację sygnału”, określenie położenia dwóch wierzchołków i odnalezienie punktu przejścia przez „0”.

- Przetworniki ultradźwiękowe do przeplwywomierzy
- Ultradźwiękowe czujniki przepływu
- Przeplwywomierze ultradźwiękowe
- Ciepłomierze ultradźwiękowe

**Analiza patentów i zgłoszeń
wrzesień 1998 rok**

strona 7

10

30.	EP 0 807 824 A1	G01P 5/00 G01F 1/66	19. 11. 97	FR - SCHLUMBERGER IND. S.A. 17. 05. 96	Urządzenie do pomiaru przepływu cieczy za pomocą ultradźwięków -- Rozwiązanie układu elektronicznego z dwoma przetwornikami ultradźwiękowymi umieszczonymi w przestrzeni w kierunku przepływu. Przetworniki na zmianę pełnią rolę nadajnika i odbiornika. Istota rozwiązania dotyczy sposobu przetwarzania obwodów dwóch generatorów wytwarzających impuls (przez dzielnik napięcia) i jednego wzmacniacza sygnału odebranego do przetworników piezoelektrycznych za pomocą dwóch elementów logicznych (przetłaczników)
31.	0 538 930 A1	G01P 5/00 G01F 1/66	06. 10. 92	FR - SCHLUMBERGER IND. S.A. 25. 10. 93	Urządzenie do pomiaru przepływu cieczy -- Przewód pomiarowy w postaci komory o kształcie elipsoidalnym (w informacji podkreśla się rewelacyjność właściwości wynikających z zastosowania tego kształtu). Przetworniki nadajnik/odbiornik umieszczone są na wejściach do komory pomiarowej. W komorze umieszczona jest opływowa przegroda umieszczona w osi komory. Fala ultradźwiękowa dociera do przeciwległego przetwornika po odbiciu od powierzchni elipsoidalnej.
32.	WO 95/04258	G01F 1 /66 G01 P 5/00	09. 02. 95	GB - CEMBRIDGE CONSULTANS Ltd 02. 08. 93	Układ do monitorowania przepływu cieczy -- Zawiera parę przetworników ustawionych w różnych miejscach, w kierunku przepływu płynu. Przetworniki dołączone są przez dwa obwody elektryczne do procesora. Procesor analizuje czas przejścia sygnału akustycznego wzdłuż pierwszej oraz drugiej odrębnej ścieżki przechodzącej przez płyn.
33.	WO 98/00686	G01F 1 /66	08. 01. 98	FR - SCHLUMBERGER IND. S.A. 01. 07. 96	Sposób i układ do pomiaru przepływu cieczy -- Podczas formowania n sygnałów zegarowych Cki (i=1 do n) są one wzajemnie przesunięte o 2π/n. Po odliczeniu m okresów czasowych określa się czas t1 po czym przez analizę odpowiednich sygnałów określa się czas t2. Przepływ określa się na podstawie różnicy tych czasów
34.	WO 96/24029	G01F 1 /66 G01 P 5/00	08. 08. 96	DK - 31. 01. 95 DANFOSS	Przeplwyomierz ultradźwiękowy -- Przewód pomiarowy ma co najmniej jedną płaszczyznę odbijającą o kształcie elipsoidalnym, a przetworniki umieszczone są w punktach ogniskowych elipsy

Zebrane materiały dotyczą rozwiązań metod pomiaru czasu przejścia, metod detekcji czoła fali ultradźwiękowej, konstrukcji przetworników ultradźwiękowych, układów pomiarowych oraz szczególnego ukształtowania przewodów pomiarowych, zwłaszcza dla małych średnic.

- Przetworniki ultradźwiękowe do przeplwyomierzy - Ultradźwiękowe czujniki przepływu - Przeplwyomierze ultradźwiękowe- - Ciepłomierze ultradźwiękowe	Analiza patentów i zgłoszeń wrzesień 1998 rok	strona 8
---	--	-----------------

11

Drugą grupę (Załącznik nr 2) stanowią pozostałe opisy, które nie były (do tej pory) przedmiotem zgłoszenia na terenie Polski bądź dotyczą rozwiązań mających mniejsze znaczenie (wg. naszej aktualnej wiedzy) w procesie projektowania typoszeregu ultradźwiękowych przetworników przepływu.

2.1.2. Analiza katalogów producentów / dostawców.

W załączniku nr 3 zebrano najnowsze katalogi trzech głównych producentów (DANFOSS, LANDIS STAIEFA, KAMSTRUP) ultradźwiękowych przetworników przepływu, sprzedających swoje wyroby za pośrednictwem przedstawicielstw działających na terenie Polski. Ponadto do grupy tej dołączono materiał informacyjny o jednym krajowym producencie takich przetworników (SONIX). Wszystkie cztery firmy oferują możliwość stosowania swoich przetworników przepływu (lub całych przepływomierzy) do pracy w układzie ciepłomierza przez wykorzystanie wyjściowego sygnału częstotliwościowego proporcjonalnego do wartości strumienia objętości lub sygnału impulsowego objętości. Wszystkie one spełniają wymagania metrologiczne dla tego rodzaju pracy. Natomiast różnice pomiędzy poszczególnymi firmami polegają głównie na wielkości oferowanego typoszeregu przetworników przepływu (zróżnicowanie cenowe nie było przedmiotem analizy).

a) DANFOSS Dania (Danfoss Sp. z o.o., Grodzisk Maz.).

Dla średnic nominalnych od 15 do 80 mm i przepływów nominalnych od 0,6 do 40 m³/h firma oferuje przetworniki przepływu SONOSTREEM (w miejsce starej wersji EEM-Q). Dla średnic nominalnych od 50 do 1200 mm i przepływów nominalnych od 36 do 6000 m³/h firma oferuje przepływomierze SONO 3000/3300 CT (nowa generacja przetworników dwuścieżkowych).

b) LANDIS STAIEFA Szwajcaria (Landis Staefa Warszawa).

Firma do tej pory nie oferowała samych przetworników przepływu a jedynie kompletne ciepłomierze WSD. Jednak wraz z wprowadzeniem na rynek nowej rodziny ciepłomierzy „SONOGRYR energy” o rozszerzonym zakresie średnic i przepływów nominalnych, przewidziano również wprowadzenie do sprzedaży, na przełomie 1998/1999r, typoszeregu przetworników przepływu dla zakresu przepływów nominalnych od 0,6 do 25 m³/h (prawdopodobnie ?!), dysponujących sygnałem wyjściowym umożliwiającym współpracę z różnymi przelicznikami ciepłomierzy.

c) KAMSTRUP Dania (Kamstrup Power Warszawa).

Dla średnic nominalnych od 15 do 250 mm i przepływów nominalnych od 0,6 do 400 m³/h firma oferuje (rozszerzony) typoszereg przetworników przepływu ULTRAFLOW II.

d) SONIX Marki k/Warszawy

Krajowy producent dwuścieżkowych przepływomierzy ultradźwiękowych SONIX 5D posiadających zatwierdzenie typu GUM do stosowania jako przetwornik przepływu do ciepłomierzy dla średnic nominalnych od 50 do 2 000 mm i przepływów nominalnych od 30 do 48 000 m³/h.

2.1.3. Analiza publikacji.

Stanowiący załącznik nr 4 materiał złożony z dwunastu publikacji (w kilku przypadkach wersja polska i wersja oryginalna) zawiera głównie informacje dotyczące (ogólnie znanych) wymagań metrologicznych dla ciepłomierzy oraz wyniki badań różnego typu ciepłomierzy (wirnikowe, elektromagnetyczne, ultradźwiękowe) prowadzonych w różnych krajach. Dokumentują one przewagę ciepłomierzy ultradźwiękowych nad pozostałymi typami, przede wszystkim pod względem stałości parametrów metrologicznych w czasie eksploatacji i pod względem niezawodności. Mniej natomiast (w tych publikacjach) jest informacja o wpływie różnych rozwiązań konstrukcyjnych na parametry ultradźwiękowych przetworników przepływu. Prawdopodobnie zróżnicowanie konstrukcyjne przetworników wynika bardziej z ograniczeń patentowych niż przesłanek metrologicznych. Poniżej zestawiono te informacje zawarte w publikacjach, które należy uwzględnić w przypadku konstruowania przetworników:

- wykorzystywane są fale ultradźwiękowe z zakresu częstotliwości 100 kHz - 2 MHz
- kąt emitowanej wiązki jest zależny od częstotliwości rezonansowej przetwornika piezoceramicznego
- dla dużych średnic w celu poprawienia dokładności stosuje się dwie ścieżki pomiarowe, a dla małych średnic niezbędne jest takie wydłużenie ścieżki pomiarowej aby różnica czasów przejścia fal była wystarczająco duża (dla zmierzenia)
- przy konstruowaniu przetwornika przepływu należy eliminować możliwość gromadzenia się w obrębie głowic ultradźwiękowych i reflektorów osadów (smary, magnetyt) które osłabiają sygnał
- dla uzyskania wysokiej niezawodności należy stosować najwyższej klasy elementy elektroniczne (kondensatory elektrolityczne, diody)
- należy pamiętać o możliwości powstawania podciśnienia w nieprawidłowo pracujących rurociągach co może spowodować uszkodzenie głowic ultradźwiękowych.

2.1.4. Analiza bazy elementowej w zakresie przetworników piezoceramicznych.

W załączniku nr 5 znajdują się materiały czterech firm (otrzymane z przedstawicielstw lub za pomocą Internetu) oferujących przetworniki piezoceramiczne:

- a) Jednym z największych producentów przetworników piezoceramicznych jest firma MURATA Manufacturing Co. z Japonii. W swoich materiałach podaje wyłącznie przetworniki z przeznaczeniem do produkcji wielkoseryjnej. Choć przetworniki tej firmy są najprawdopodobniej stosowane w przepływomierzach i ciepłomierzach kilku firm, nie występują w ofercie jako elementy handlowe.
- b) Firma APC International Ltd. Oferuje całą gamę przetworników piezoceramicznych do najróżniejszych zastosowań przemysłowych i medycznych. Seria APC 850 jest możliwa do stosowania w pomiarach przepływów i charakteryzuje się wysoką temperaturą Curie wynoszącą 360°C , co jest istotne w przypadku ciepłomierzy.
- c) SPK Electronics z Tajwanu oferuje całą gamę przetworników i filtrów piezoceramicznych do zastosowań przemysłowych.
- d) Polytec PI (posiadająca certyfikat ISO 9001) proponuje wykonanie dla indywidualnych zastosowań przetworniki piezoceramiczne wg wymogów klienta do małej i średniej skali produkcji.

2.1.5. Wnioski z rozeznania stanu techniki.

- a) Podczas opracowywania typoszeregu ultradźwiękowych przetworników przepływu należy się liczyć z dużymi utrudnieniami wynikającymi z konieczności rezygnowania z rozwiązań zastrzeżonych w patentach. Może to oznaczać, że w efekcie przyjęte do realizacji rozwiązania nie będą optymalne co grozi kłopotami z uzyskaniem odpowiednio wysokich parametrów metrologicznych.
- b) Należy się liczyć z tym, że ze względu na atrakcyjność i dynamikę polskiego rynku ilość zastrzeżonych patentami rozwiązań będzie ciągle rosła. Świadczy o tym „aktywność patentowa” takich firm jak: CSIRO, KAMSTRUP, DANFOSS, HYDROMETER, SCHLUMBERGER, BOSCH oraz SIEMENS (łącznie z ELEKTROWATT i LANDIS GYR).
- c) Rynek dostawców ciepłomierzy ultradźwiękowych należy uznać za ukształtowany i w związku z tym wejście na rynek z nowym, nieznanym wyrobem będzie bardzo trudne.
- d) Oferowane przez trzy firmy: DANFOSS, LANDIS STAЕFA i KAMSTRUP ultradźwiękowe przetworniki przepływu reprezentują bardzo wysoki poziom technologiczny. Poziom ten jest wynikiem wieloletniej konkurencji tych firm na różnych rynkach (w tym na polskim).

- e) Wysoka jakość ww. przetworników udokumentowana jest wieloletnimi badaniami eksploatacyjnymi, prowadzonymi w różnych sieciach ciepłowniczych.
- f) W chwili obecnej dostęp do bazy elementowej jest łatwiejszy niż kilka lat temu. Jednak w przypadku przetworników piezoceramicznych korzystnie z tej bazy wymaga dużej wiedzy w zakresie znaczenia poszczególnych parametrów elementów piezoceramicznych dla możliwości ich wykorzystania w układzie ultradźwiękowego przetwornika przepływu przeznaczonego do współpracy z ciepłomierzem.

2.2. Analiza zakresu prac badawczo-rozwojowych.

Uzyskany w ramach rozeznania stanu techniki materiał daje jasny obraz kierunków rozwoju oferowanych na rynku ultradźwiękowych ciepłomierzy. Wynika z niego tendencja do tworzenia możliwości sprzedaży ciepłomierzy w trzech konfiguracjach:

- kompaktowej - oferowanej tradycyjnie dla przepływów nominalnych nie większych niż $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$,
- rozdzielnej - umożliwiającej montaż rozłączny tworzącego parę (techniczną) zestawu przetwornika przepływu i przelicznika ciepłomierza (jednego producenta),
- składanej - w postaci zestawu tworzonego z dowolnego ultradźwiękowego przetwornika przepływu i przelicznika ciepłomierza (różnych producentów) pod warunkiem dopasowania ich sygnałów wyjściowych / wejściowych.

Ostatnia konfiguracja zyskuje sobie coraz większą popularność, gdyż z jednej strony pozwala na rozszerzenie grona odbiorców przetworników przepływu a z drugiej strony ułatwia życie producentom przeliczników ciepłomierzy, którzy nie muszą pokonywać trudności związanych z opracowaniem i produkcją przetworników przepływu. Ponadto postęp w zakresie przeliczników (mierzonej częstotliwością pojawienia się nowych modeli) jest szybszy (bo łatwiejszy technicznie) niż w zakresie przetworników przepływu. Łatwo więc sobie wyobrazić jakie rodzi to problemy produkcyjne w przypadku ciepłomierzy kompaktowych. O wadze tych argumentów świadczy decyzja firmy LANDIS STAFA o uruchomieniu produkcji przetworników przepływu (równoległe z produkcją kompletnych ciepłomierzy). Są to również argumenty na poparcie koncepcji PoWoGazu wprowadzenia do swojej oferty (w pierwszej kolejności) ciepłomierza ultradźwiękowego w konfiguracji „składanej”.

2.2.1. Wstępna koncepcja budowy typoszeregu ultradźwiękowych przetworników przepływu.

Poniżej zebrano podstawowe cechy przetwornika przepływu, które uznano w wyniku rozeznania stanu techniki jako dominujące w oferowanych przyrządach. Wyznaczają one docelowe parametry tworzonego typoszeregu przetworników:

- minimalna wartość przepływu nominalnego wynosi $0,6 \text{ m}^3/\text{h}$,
- zakresowość nie gorsza niż 1:100 (są wyjątki),
- minimalna średnica nominalna wynosi 15 mm,
- dla niektórych średnic nominalnych oferowanych jest kilka wartości przepływów nominalnych,
- zasilanie bateryjne (3,6V, trwałość 6 do 12 lat) stosuje się aż do średnicy nominalnej 250 mm. Jako alternatywne występuje zasilanie 220V AC lub 24V AC,
- powyżej 250 mm nie występują (jeszcze?!) przetworniki przepływu a jedynie przepływomierze (zasilane 220V AC) z wyjściem do współpracy z ciepłomierzem,
- do DN40 korpusy przetworników wykonywane są z mosiądzu, a od DN50 z żeliwa sferoidalnego,
- przyłącza gwintowe stosowane są do DN40 a kołnierzowe od DN25 (dla DN25 - DN40 oferowane są oba typy przyłączy),
- głowice ultradźwiękowe (obudowa przetwornika piezoceramicznego) wykonywane są ze stali kwasoodpornej AISI 316 a reflektory (jeśli występują) ze stali kwasoodpornej AISI 304 (odpowiednik 1H18N9).

Ponadto przy konstruowaniu typoszeregu należy dążyć do tego aby:

- średnice nominalne,
- przepływy nominalne,
- przyłącza,
- długości zabudowy przetworników

były zgodne z takimi samymi parametrami stosowanych wodomierzy. Pozostałe parametry (w tym metrologiczne) muszą być zgodne z EN1434.

2.2.2. Zakres prac badawczo-rozwojowych.

W konstrukcji ultradźwiękowego przetwornika przepływu można wydzielić szereg zespołów, w obrębie których zachodzą zjawiska hydrauliczne, akustyczne i elektryczne wymagające dokładnego poznania na drodze badań laboratoryjnych. Niestety na przebieg tych zjawisk ma wpływ wiele parametrów w tym również wielkość przetwornika przepływu (geometria drogi, po której przebiega fala ultradźwiękowa).

Dlatego uważamy, że nie jest możliwe budowanie równoległe całego typoszeregu np. od DN15 do DN1200.

Na tym etapie rozważań można skupić uwagę na trzech podstawowych zespołach:

- głowice ultradźwiękowe
- komora pomiarowa
- elektroniczny układ sterująco-przetwarzający.

a) Głowica ultradźwiękowa składa się z :

- Przetwornika piezoceramicznego
- Obudowy (w przypadku ciepłomierzy zazwyczaj kwasoodpornej bądź nierdzewnej)
- Układu mocowania przetwornika piezoceramicznego
- Układu dopasowującego układ elektromechaniczny przetwornika do układu elektronicznego nadawczo – odbiorczego

Należy pamiętać o tym, że głowica ultradźwiękowa stanowi złożony element elektro –mechaniczny w którym następuje wielokrotne załamanie i rozpraszanie fali ultradźwiękowej związane z jej przejściem przez kilka ośrodków. Układ dopasowujący umożliwi otrzymanie określonej impedancji mającej wpływ na wielkość sygnałów nadawczych i odbiorczych.

b) Przetworniki piezoceramiczne charakteryzuje kilkadziesiąt parametrów świadczących o ich możliwościach pracy i stosowania. W praktycznie każdym przypadku niezbędna jest współpraca z ich producentem w celu optymalnego doboru przetwornika . Po wstępnym określeniu właściwości materiału dotyczącym temperatury pracy oraz dobrych właściwości nadawczo – odbiorczych (ponieważ zabudowany w głowicy przetwornik ma pracować jako nadajnik oraz odbiornik) należy także uwzględnić gabaryty piezo - elementu. Częstotliwości rezonansowe przetworników związane są także z ich gabarytami (średnicą oraz grubością oraz typem używanego materiału – należy przy tym pamiętać że ze wzrostem grubości maleje czułość przetwornika), które są uwarunkowane średnicą rury pomiarowej oraz odległością w której są umieszczone przetworniki.

c) Powtarzalność wykonania głowic ultradźwiękowych ma istotny wpływ na wynikowe parametry części pomiarowej przepływomierza związane z ich częstotliwością rezonansową a co za tym idzie ich czułością w zakresie przetwarzania sygnałów elektro - akustycznych.

d) Ponieważ własności głowicy jako kompletnego elementu elektro – mechanicznego mają podstawowy wpływ na dokładność pomiaru prędkości cieczy niezbędne są podstawowe badania wpływu temperatury na ich zachowanie, co związane jest z wysokimi temperaturami medium mierzonego w przypadku ciepłomierzy.

e) Odrębnym zadaniem jest takie uformowanie komory pomiarowej (w korpusie przetwornika) aby zachodzące w jej obrębie zjawiska hydrauliczne związane z przepływem mierzonej wody gwarantowały wymaganą liniowość i powtarzalność przetwarzania. Wymaga to badań różnych układów hydraulicznych komory pomiarowej pod kątem wyeliminowania deformacji profilu rozkładu prędkości cieczy oraz detekcji źródeł wirów.

f) Na etapie prototypów konieczne jest zbadanie wpływu technologicznej powtarzalności układu hydraulicznego komory pomiarowej na powtarzalności parametrów metrologicznych przetworników przepływu.

g) Trzeci zespół łączy w sobie faktycznie funkcje trzech współpracujących ze sobą układów elektronicznych:

- układ pomiarowy (różnicy czasu przejścia)
- układ sterujący (pracą głowic)
- układ przetwarzający (na sygnał wyjściowy).

Układy te muszą być przebadane zarówno pod kątem ich wpływu na dokładność przetwarzania sygnału z głowic, jak odporności na zakłócenia zewnętrzne.

3.Podsumowanie

Przedstawiony w pkt.2.2.2 zakres koniecznych do wykonania badań, potrzebna do tego specjalistyczna baza sprzętowa oraz pracownicy o bardzo wąskiej specjalizacji z zakresu techniki ultradźwiękowej oznacza, że znaczna część zadania wykracza poza ten obszar działalności, do której PIAP jest bardzo dobrze przygotowany pod względem potencjału merytorycznego i poziomu zaplecza badawczego. Dlatego w chwili obecnej nie jest możliwe zaproponowanie ze strony PIAP sensownego z punktu widzenia technicznego, organizacyjnego i finansowego zakresu współpracy w zadaniu dotyczącym ultradźwiękowych przetworników przepływu.