

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Zakład Pomiaru Ciśnienia i Temperatury

Pracownia Manometrii Sprężynowej

Główny wykonawca dr inż. Zenon Krakowski

Wykonawcy konstr. Jan Chodakowski, konstr. Tadeusz Serzysko,
konstr. Helena Sobstel

Konsultant inż. Wiesław Juzwa

Nr zlecenia

U-22.02.02

Opracowanie nowej/ ciśnieniowej aparatury pomiarowej działającej w oparciu o niekonwencjonalne zasady pomiarowe

Etap 6. Opracowanie, wykonanie i badanie modeli czujników ciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego

Zleceniodawca problem węzłowy 06.1

Pracę rozpoczęto dnia 4.01.1982r

zakończono dnia 15.12.1982r

Kierownik Pracowni

Kierownik Zakładu

Z. Krakowski
dr inż. Z. Krakowski

DYREKTOR

St. Dwojak
prof. dr inż. St. Dwojak*W. Juzwa*
inż. W. Juzwa

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

siron 6

Egz. 1 MERA-PIAP-BOINTE

rysunków 1

Egz. 2 MERA-PIAP-DPP

fotografii

Egz. 3 MERA-PIAP-DPP

tabel

Egz. 4 MERA-PIAP-DPP

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 4963

Analiza deskryptorowa

NIEKONWENCJONALNE METODY POMIARU CIŚNIENIA
MODELE DZIAŁANIOWE CZUJNIKÓW PODCIŚNIENIA, RÓŻNICY CIŚNIEŃ
I CIŚNIENIA ABSOLUTNEGO

Analiza dokumentacyjna

Praca stanowi sprawozdanie z przebiegu prac obejmujących opracowanie, wykonanie i badania modeli działaniowych rezonatorowych czujników podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego. Opracowanie zawiera charakterystykę realizacji pracy i wnioski.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Opracowanie nowej ciśnieniowej aparatury pomiarowej działającej w oparciu o niekonwencjonalne zasady pomiarowe.

Etap 1b. Założenia programowe - nr rej. 2005

Etap 2.1. Opracowanie i wykonanie modeli działaniowych i badania wstępne - nr rej. 2220

Etap 2.2. Badania pełne modeli działaniowych i wprowadzenie zmian i uzupełnień - nr rej. 2480

Etap 2.3. Badania pełne modeli, opracowanie wniosków z badań - nr rej. 4511

Etap 2.4. Opracowanie i badania modeli rezonatorowych czujników gęstości - nr rej. 4512

Etap 3. Założenia - nr rej. 4522

Etap 4. Dokumentacja konstrukcyjna prototypów manometrów rezonatorowych wzorcowych i laboratoryjnych - nr rej. 4140

531.787 Pomiar ciśnienia

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

2

1. Wstęp

1.1. Przedmiot pracy

Przedmiotem niniejszego sprawozdania jest realizacja etapu 6 „Opracowanie, wykonanie i badania modeli czujników podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego” tematu U-22.02.02 „Opracowanie nowej ciśnieniowej aparatury pomiarowej działającej w oparciu o niekonwencjonalne zasady pomiarowe”.

1.2. Cel pracy

Celem pracy nad rezonatorowymi czujnikami podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego jest opracowanie ich konstrukcji i wdrożenia ich do produkcji.

2. Charakterystyka realizacji pracy

2.1. Czujniki podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego

Charakterystyka rezonatora cylindrycznego określona jest wzorem

$$f = k \cdot f_0 \sqrt{1 + k_p / p_1 - p_2} \quad /1/$$

gdzie: f - częstotliwość drgań rezonansowych rezonatora przy obciążeniu go różnicą ciśnień $\Delta p = p_1 - p_2$, przy czym ciśnienie p_1 doprowadzone jest do wewnętrznej przestrzeni rezonatora, ciśnienie p_2 - do przestrzeni otaczającej rezonator, f_0 - częstotliwość drgań rezonansowych rezonatora w próżni, k - współczynnik uwzględniający tłumienie rezonatora powodowane obecnością elementów występujących zarówno w przestrzeni wewnętrznej jak i zewnętrznej rezonatora, k_p - współczynnik czułości ciśnieniowej.

W wyniku dotychczasowych prac przy realizacji tematu U-22.02.02 opracowano i przebadano modele rezonatorowych czujników nadciśnienia /etap 2.2/ oraz opracowano dokumentację konstrukcyjną prototypów manometrów rezonatorowych z tymi czujnikami /etap 4/.

W opracowanych czujnikach nadciśnienia, mierzone ciśnienie doprowadzane jest do wewnętrznej przestrzeni rezonatora, ciśnienie otaczające rezonator jest ciśnieniem atmosferycznym. W dążeniu do dalekoidącej unifikacji czujników podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego z czujnikami nadciśnienia, przyjęto następujące podstawowe założenia:

1. konstrukcja rezonatora oraz układu pobudzająco-odczytującego drgania jest jednakowa dla wszystkich 4-ch rodzajów czujników
2. w czujnikach podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego oddzielenie przestrzeni zewnętrznej rezonatora od dostępu ciśnienia atmosferycznego zostanie zrealizowane przez zastosowanie pokrywy o specjalnej konstrukcji
3. w zależności od rodzaju czujnika, mierzone ciśnienie /podciśnienie, składowe różnicy ciśnień, ciśnienie absolutne/ będzie doprowadzone następująco:
 - a. dla czujników podciśnienia przestrzeń wewnętrzną rezonatora połączona z atmosferą, przestrzeń zewnętrzną ze źródłem mierzonego podciśnienia
 - b. dla czujników różnicy ciśnień, składowa o większej wartości doprowadzona do przestrzeni wewnętrznej rezonatora, składowa o wartości mniejszej - do przestrzeni zewnętrznej. Stosując oznaczenia do wzoru /1/ zostanie spełniony warunek $p_1 > p_2$
 - c. dla czujników ciśnienia absolutnego, w przestrzeni zewnętrznej zostanie wytworzona próżnia, mierzone ciśnienie absolutne doprowadzone do przestrzeni wewnętrznej rezonatora

Powyższe założenia uwzględniają zarówno unifikację elementów jak też i unifikację charakterystyki ciśnieniowej czujnika, to znaczy że ze wzrostem wartości wielkości mierzonej /nadciśnienie, podciśnienie, różnica ciśnień, ciśnienie absolutne/ wzrasta częstotliwość drgań rezonansowych.

2.2. Próby i badania wykonanych modeli

Stosownie do powyższych założeń, opracowano i wykonano modele czujników podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego. Uproszczony schemat przyjętego rozwiązania pokazano na rys. 1, na którym wprowadzone symbole oznaczają: 1 - rezonator, 2 - pokrywa rezonatora, hermetyzująca jego przestrzeń zewnętrzną, 3 - magnetoprzewody układu pobudzającego, 4 - cewki układu pobudzającego, 5 - magnes stały, 3a i 4a - odpowiednio magnetoprzewody i cewki układu odczytującego.

Modelowe egzemplarze pokrywy 2 wykonano z materiału diamagnetycznego a mianowicie z mosiądzu i stali 1H18N9T. Magnetoprzewody zarówno układu pobudzającego jak i odczytującego spawano szczelnie w ściany boczne pokrywy 2.

Opracowana konstrukcja czujnika pokazanego schematycznie na rys. 1, ma dwie istotne zalety, a mianowicie:

- a. dzięki wprowadzeniu do przestrzeni ciśnieniowej /zewnętrznej przestrzeni rezonatora/ jedynie magnetoprzewodów układu pobudzająco-odczytującego, mierzony płyn styka się jedynie z tymi magnetoprzewodami, nie omywając pozostałych elementów /cewki i magnesy/ tych układów. Nie występuje więc w tym przypadku konieczność specjalnego ich zabezpieczenia.
- b. przewody elektryczne układu pobudzająco-odczytującego znajdują się w warunkach bezciśnieniowych, co eliminuje konieczność ich szczelnego ^ywprowadzenia w przypadku, gdyby układ pobudzająco-odczytujący znajdował się w przestrzeni ciśnieniowej.

Wykonane egzemplarze modeli poddano badaniom.

Ze względu na znaną charakterystykę ciśnieniową zastosowanych w czujnikach rezonatorów, zakres badań ograniczono do sprawdzenia poprawności działania czujników bez obciążenia ich ciśnieniem.

Pierwsze próby dały wynik negatywny, nie udało się bowiem pobudzić rezonatora do drgań rezonansowych. Również wymuszanie drgań przez podawanie do układu pobudzającego sygnału z generatora nie dało wyniku, gdyż sygnał wyjściowy z układu odczytującego przyjmował wartość zerową.

Podjęta i przeprowadzona analiza doprowadziła do ustalenia następujących zjawisk i przyczyn uniemożliwiających pobudzenie rezonatora do drgań rezonansowych:

1. elektryczne - istnienie zwartego zwoju w miejscu połączenia magnetoprzewodów z pokrywą 2 oraz występowanie prądów wirowych w ścianach bocznych pokrywy,
2. magnetyczne - zmniejszenie strumienia magnetycznego dochodzącego do ścian rezonatora przez bocznikowanie tego strumienia przez ścianę pokrywy 2 oraz sprzęgnięcia magnetyczne układu pobudzającego z układem odczytującym,
3. czynniki natury technologicznej - utrzymanie z wymaganą dokładnością rozstawu magnetoprzewodów oraz odległości ich nabiegunników od ścianek rezonatora.

Eliminowanie powyższych niekorzystnych zjawisk realizowano poprzez odpowiednie przecięcia i wykroje ścian pokrywy 2, „krzyżowanie” osi cewek układu pobudzającego względem osi cewek układu odczytującego, wzmocnienie sygnału układu pobudzającego.

Po wprowadzeniu w badanych modelach pojedynczej korekty, badano wywołany tym skutek.

W zakresie czynników natury technologicznej opracowano i wykonano specjalne oprzyrządowanie umożliwiające poprawne usytuowanie magnetoprzewodów w pokrywie 2.

Po wprowadzeniu w wykonanych modelach czujników omówionych wyżej zmian, pobudzone do drgań rezonatory podtrzymywały drgania rezonansowe. Dla uzyskania informacji odnośnie właściwości metrologicznych wykonanych czujników modelowych, przeprowadzono porównawcze badanie dobroci tych czujników z czujnikami nadciśnienia. Badania przeprowadzono obserwując na oscyloskopie „ostrość piku rezonansowego”.

O ile dla czujników nadciśnienia „pik rezonansowy” jest ostry, a wyznaczona w oparciu o krzywą tłumienia dobroć przekracza 5000, o tyle w modelowych czujnikach podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego „ostrość piku rezonansowego” jest płaska. Ocenia się, że dobroć nie przekracza w tym przypadku wartości 100. Poza analizą „piku rezonansowego” przeprowadzono pomiary porównawcze wartości sygnału

wyjściowego dla modelowych czujników podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego i czujnika nadciśnienia, stosując te same rezonatory. Uzyskane wyniki wskazują, że wartość sygnału wyjściowego modelowych czujników zawiera się w granicach od 0,2 do 0,3 wartości sygnału wyjściowego czujnika nadciśnienia, przy czym im mniejszy jest zakres pomiarowy rezonatora /mniejsza grubość ścianki/, tym mniejsza jest wartość sygnału wyjściowego.

Uzyskane wyniki badań wskazują na znaczne tłumienie, którego głównym źródłem są prądy wirowe indukowane w ścianie pokrywy 2. Obniżenie wartości tych prądów możliwe jest poprzez zmniejszenie grubości ściany pokrywy 2, co z kolei obniża zakres stosowania czujnika /mniejsza wartość ciśnienia statycznego w przypadku czujnika różnicy ciśnień/.

Uwzględniając ponadto, że hermetyzacja przestrzeni zewnętrznej rezonatora /przestrzeni pod pokrywą 2/ wymaga wypełnienia przecięć i wykrojów materiałem izolacyjnym, co zarówno ze względu na wytrzymałość jak i szczelność jest praktycznie nierealne, zrezygnowano z badanej wersji rozwiązania konstrukcyjnego rezonatorów czujników podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego.

W drugiej opracowanej, wykonanej i zbadanej wersji układ pobudzająco-odczytujący usytuowany jest w przestrzeni wewnętrznej rezonatora. Przestrzeń zewnętrzna rezonatora utworzona jest przez pokrywę, spełniającą warunki wytrzymałości i szczelności. Doprowadzenie mierzonego ciśnienia utrzymano jak w wersji pierwszej, to znaczy zgodnie z punktem 3 założeń podanych w p-ku 2.1 niniejszego sprawozdania.

Wyniki przeprowadzonych badań, są pozytywne. Opracowana dokumentacja konstrukcyjna modelowych czujników podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego wykonana dla wariantu drugiego będzie wykorzystana przy opracowywaniu dokumentacji konstrukcyjnej prototypów czujników.

3. Wnioski

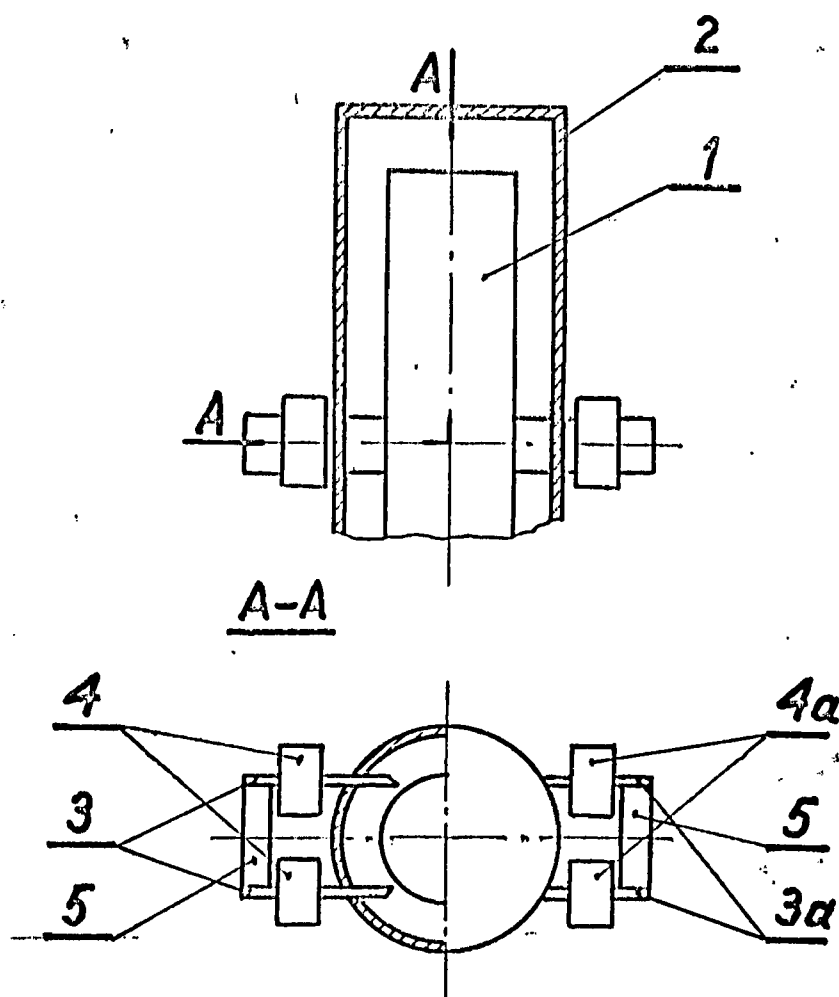
1. Opracowane, modelowe rezonatorowe czujniki podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego wykazują duży

stopień unifikacji z czujnikami nadciśnienia. Dotyczy to przede wszystkim rezonatora, elementów układu pobudzająco-odczytującego oraz wzmacniacza.

2. W układzie konstrukcyjnym opracowanych czujników układ pobudzająco-odczytujący usytuowany jest wewnątrz rezonatora, natomiast dla czujników nadciśnienia - w zewnętrznej przestrzeni rezonatora.

Rozwiązanie to zostało przyjęte w konsekwencji negatywnych wyników badań czujników modelowych w wersji z układem pobudzająco-odczytującym usytuowanym w zewnętrznej przestrzeni rezonatora.

3. Wyniki zrealizowanego opracowania umożliwiają podjęcie prac nad dokumentacją konstrukcyjną prototypów rezonatorowych czujników podciśnienia, różnicy ciśnień i ciśnienia absolutnego.



Rys. 1