ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1997

Seria: ELEKTRYKA z. 157 Nr kol. 1357

Bolesław KICZMA
Uniwersytet Opolski
Grażyna BARTELMUS
Instytut Inżynierii Chemicznej PAN w Gliwicach
Włodzimierz STANISŁAWSKI
Politechnika Opolska

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA SKANERA I ROTAMETRU DO DYNAMICZNYCH POMIARÓW PRZEPŁYWU PŁYNU

Streszczenie. W pracy przedstawiono koncepcję układu do pomiaru przepływów nieustalonych za pomocą rotametru i przetwarzania położenia pływaka rotametru na sygnał cyfrowy za pomocą skanera.

POSSIBILITIES OF USING A SCANER AND ROTAMETER TO A DYNAMICAL FLUID FLOW MEASUREMENT

Summary. An idea of unsteady flow measuring system using a rotameter was presented in the paper. A rotameter float position is converted into digital signal by using a scaner. The experimentally determined measuring error was less than ±0.5 mm at the scaner resolution equal to 100 DPI.

1. WPROWADZENIE

W badaniach nad zwiększeniem wydajności aparatów przemysłu chemicznego (reaktorów trójfazowych) zachodzi konieczność dokonywania pomiarów przepływów pulsacyjnych [1]. Wartości strumieni objętości płynów w stanowisku badawczym są mierzone za pomocą rotametrów.

Celem pracy było opracowanie metody pomiaru przepływu pulsacyjnego z zastosowaniem rotametru i przetworzenie sygnału położenia pływaka rotametru na sygnał cyfrowy, a przy zastosowaniu komputera - uzyskanie możliwości analizy takich parametrów przepływu, jak:

- wartość średnia przepływu płynu w czasie,
- parametry dynamiczne przepływu (odchylenie średnie kwadratowe, funkcja autokorelacji, widmo).

Przeprowadzona analiza właściwości rotametrów [2], założone częstotliwości i amplitudy sygnału przepływu doprowadziły do następujących wniosków:

- dla rotametrów szklanych pomiar optyczny jest najdogodniejszy i nie wymaga żadnych zmian w konstrukcji rotametru,
- dzięki wykorzystaniu skanera jako przetwornika położenia pływaka rotametru (gotowego elementu produkowanego seryjnie i sprawnego w działaniu) uniknięto kłopotów związanych z budową urządzenia przetwarzającego. Niskie ceny skanerów także przemawiają za ich zastosowaniem.

2. WŁAŚCIWOŚCI DYNAMICZNE ROTAMETRÓW

Właściwości dynamiczne rotametrów zostały opisane w pracy [2]. Zmiany strumienia objętości płynu:

$$\overset{\circ}{Q}(t) = \overline{\overset{\circ}{Q}} + \Delta\overset{\circ}{Q}(t)$$

powodują zmiany położenia pływaka rotametru:

$$X(t) = \overline{X} + \Delta X(t).$$

Zmiany te można opisać następującym równaniem różniczkowym [2]:

$$B_1 \frac{d^2(\Delta X)}{dt^2} + B_2 \frac{d(\Delta X)}{dt} + B_3 \Delta X = C_1 \frac{d(\Delta \overset{\circ}{Q})}{dt} + C_2 \Delta \overset{\circ}{Q} \tag{1}$$

gdzie: B_1, B_2, B_3, C_1, C_2 - stałe wynikające z konstrukcji rotametru i właściwości płynu. Rozwiązanie równania (1) prowadzi do następującej zależności, opisującej właściwości częstotliwościowe rotametru:

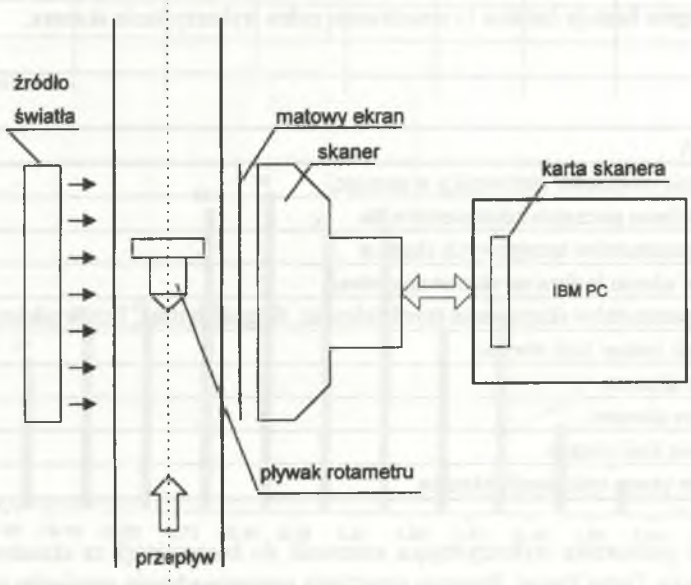
$$K(j\omega) = \frac{j\dfrac{C_1}{C_2}\omega + 1}{\dfrac{B_1}{B_3}(j\omega)^2 + \dfrac{B_2}{B_3}(j\omega) + 1} \tag{2}$$

Jeżeli: $B_2^2>4B_1B_3$, to mianownik we wzorze (2) ma pierwiastki rzeczywiste, a rotametr można traktować jako człon będący szeregowym połączeniem członu różniczkującego (C_1s+C_2) i inercyjnego drugiego rzędu. Jeżeli: $B_2^2<4B_1B_3$, to właściwości dynamiczne rotametru odpowiadają właściwościom połączonych członów: różniczkującego i oscylacyjnego, gdzie pulsacja drgań własnych pływaka:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{B_3}{B_1}}.$$

Wyrażenie na błąd pomiaru średniej wartości pulsującego strumienia masy jest złożoną funkcją amplitudy i częstotliwości pulsacji strumienia, parametrów charakteryzujących rotametr oraz położenia pływaka. Dla dużych wartości pulsacji $(\omega>>\omega_0)$ błąd nie zależy od częstotliwości i jest proporcjonalny do kwadratu amplitudy pulsacji strumienia [2].

3. BUDOWA I DZIAŁANIE UKŁADU POMIAROWEGO



Rys.1. Schemat blokowy stanowiska pomiarowego
Fig. 1. Block diagram of measuring system

Do zewnętrznej ściany rury rotametru przyłożono źródło światła. Światło przechodzi przez rotametr i pada na umieszczony po drugiej stronie matowy ekran - rzuca w ten sposób cień w miejscu położenia pływaka rotametru. Skaner powoduje przesłanie obrazu do komputera. Ponieważ skaner musi pozostawać nieruchomy, a do przesłania danych pomiarowych konieczny jest ruch wałkiem skanera, zastosowano dodatkowy układ generatora impulsów sterujących synchronizacją przesyłania kolejnych linii obrazu.

Po przesłaniu obrazu do komputera określa on położenie pływaka i przekazuje je jako liczbę. W ten sposób pomiar jest wykonywany z określoną częstotliwością, zależną od częstotliwości generatora impulsów synchronizujących.

Skaner wykorzystywany w pracy jest skanerem ręcznym o 256 rozpoznawanych odcieniach szarości i szerokości skanowania 105 mm. Przy rozdzielczości skanowania 100 DPI (maksymalna możliwość - 400 DPI) wyznaczony eksperymentalnie błąd wynikający z oświetlenia pływaka był mniejszy niż ±0,5 mm.

Należy nadmienić, że skaner z zamontowanym generatorem jest nadal zdolny do pierwotnej pracy (skanowanie obrazów i tekstu) - należy tylko wyłączyć generator.

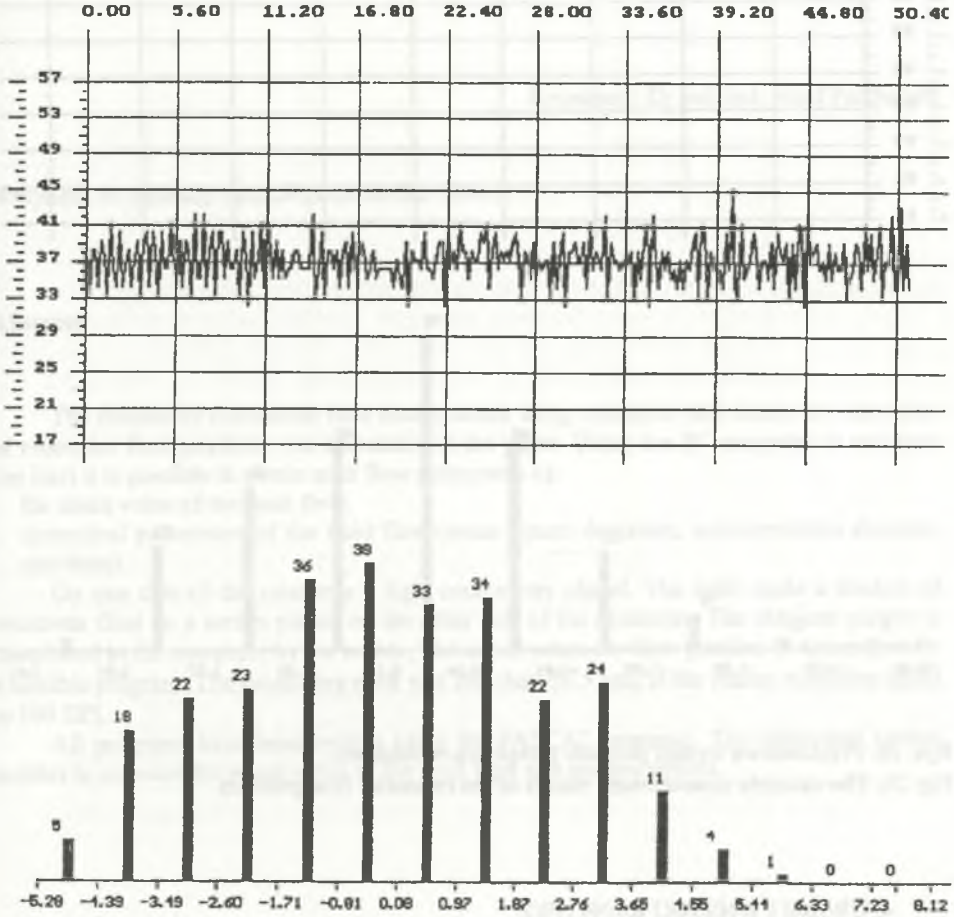
Wykorzystując driver dostarczony przez producenta ze skanerem napisano dodatkowy sterownik wykorzystywany przy pomiarach. Sterownik jest programem rezydentnym. Dostęp do skanera odbywa się przez przerwanie multipleksowane 2FH, sterowanie odbywa się przez wpisanie do rejestru AH kodu sterownika skanera, a do AL numeru funkcji, jaką skaner ma wykonać. Dostępne funkcje (tablica 1) umożliwiają pełne wykorzystanie skanera.

Tablica 1

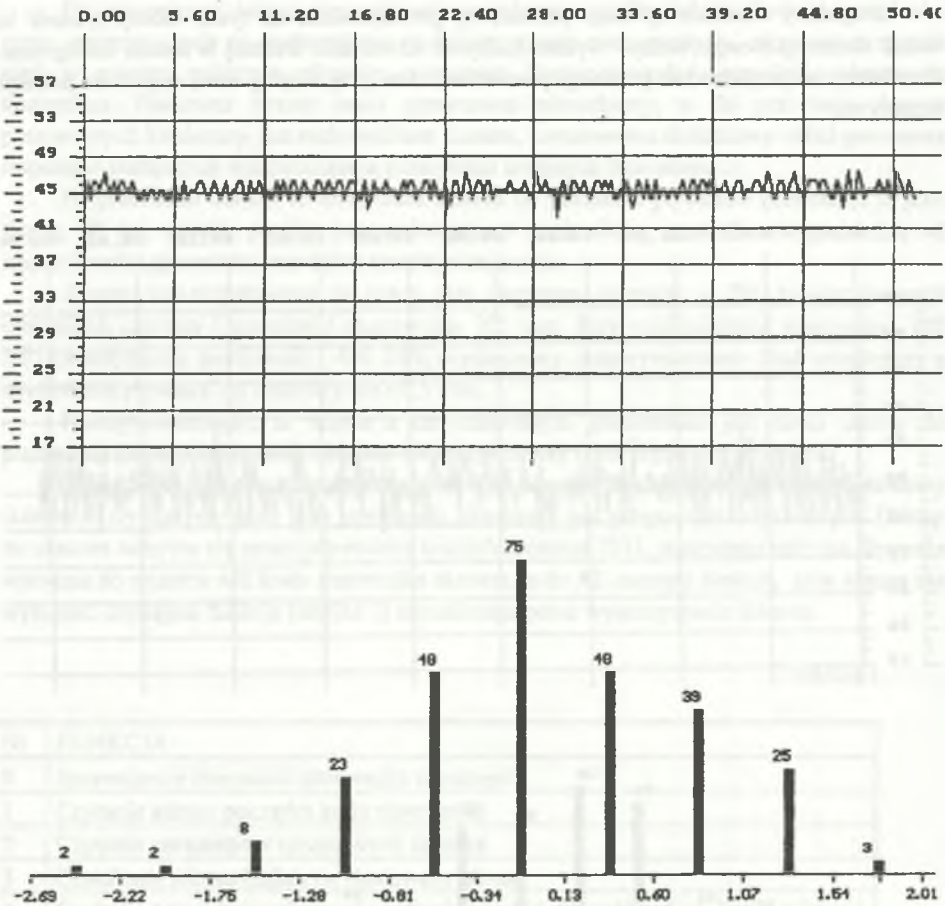
Nr	FUNKCJA
0	Sprawdzenie obecności sterownika w pamięci
1	Czytanie adresu początku kodu sterownika
2	Czytanie parametrów sprzętowych skanera
3	Określenie adresu bufora na skanowany obraz
4	Czytanie parametrów skanowania (rozdzielczość, długość bufora, liczba odcieni)
5	Skanowanie jednej linii obrazu
6	Włączenie skanera
7	Wyłączenie skanera
8	Skanowanie linii obrazu
9	Ustawienie czasu opóźnienia skanera

Aplikacja pomiarowa wykorzystująca sterownik do komunikacji ze skanerem została napisana w języku Turbo Pascal. Program umożliwia przeprowadzenie pomiarów przepływu, wyświetlenie na ekranie wartości chwilowych oraz analizę statystyczną, która zawiera: obliczenie wartości średniej, wartości maksymalnej i minimalnej oraz odchyłki (bezwzględnej i względnej) od wartości średniej. Dodatkowo możliwe jest przedstawienie wartości odchyłek w formie histogramu.

Przykłady działania aplikacji pomiarowej przedstawiono na rys.2. Górny rysunek to widok ekranu głównego, dolny - wykres odchyłek od wartości średniej w formie histogramu. Przedstawione przykładowe przebiegi pomiarowe różnią się między sobą amplitudą pulsacji przepływu.



Rys. 2a. Przykładowe wyniki pomiaru przepływu rotametrem
Fig. 2a. The example measurement results of the rotameter float position



Rys. 2b. Przykładowe wyniki pomiaru przepływu rotametrem
Fig. 2b. The example measurement results of the rotameter float position

4. UWAGI I WNIOSKI KOŃCOWE

Przy czasie skanowania jednej linii T_s=3,2ms i częstotliwości generatora synchronizującego F_s=80 Hz (T=12,5ms) o wartości błędu dynamicznego pomiaru decydują właściwości dynamiczne rotametru. Należy zauważyć, że przy wzroście rozdzielczości do 400DPI spada prędkość transmisji, co może również wpłynąć na zmniejszenie się częstotliwości próbkowania.

LITERATURA

1. Ramanchandran P.A.,Chaundhari R.V.: Three Phase Catalytic Reactors, Gordon and Breach Science Publishers, New York 1983.
2. Pospolita J.: Ocena przydatności wybranych typów przepływomierzy do pomiarów przepływów nieustalonych. Wyd.WSI, Opole 1994.

Recenzent: Dr hab. inż. Józef Parchański

Wpłynęło do Redakcji dnia 24 października 1996 r.

Abstract

The method of fluctuation flow measurement using rotameter and scaner as a converter of rotameter float position, was elaborated in the paper. Using the PC computer in real time (on line) it is possible to obtain such flow parameters as:
- the mean value of the fluid flow,
- dynamical parameters of the fluid flow (mean square deviation, autocorrelation function, spectrum).

On one side of the rotameter a light source was placed. The light made a shadow of rotameter float on a screen placed on the other side of the rotameter. The obtained picture is transferred to the computer by the scaner. The actual rotameter flow position is determined by a suitable program. The measuring error was less than ±0.5 mm at the scaner resolution equal to 100 DPI.

All programs have been written using the PASCAL language. The elaborated system enables to measure the actual value of the fluid flow and analyse signals.