

Krzysztof J. JESIONEK,
Ryszard WYSZYŃSKI, Jan ZABDYR

Politechnika Wrocławska

WYKREŚLANIE CHARAKTERYSTYKI WENTYLATORA PRZY UŻYCIU GRAFPLOTERA

Streszczenie. W pracy przedstawiono zagadnienie wykreslania charakterystyk wentylatora przy użyciu grafplotera. Przedstawiono zasady ogólne dotyczące sporządzania wymienionych charakterystyk oraz omówiono odpowiedni program komputerowy wraz z przykładem kreślenia. Zastosowanie elektronicznej maszyny cyfrowej znacznie skraca czas opracowywania wyników pomiaru w formie graficznej. Dla typowego przypadku wykonywanie wykresów już w ostatecznej postaci trwa około 8 minut.

Oznaczenia

- Δp - spiętrzenie całkowite (różnica ciśnień całkowitych mierzonych w przekrojach wlotowym i wylotowym wentylatora [1 i 2], przyrost ciśnienia [3], .
- \dot{M} - strumień masy, wydajność [1], wydajność masowa [2], natężenie przepływu [2 & 3],
- N - moc elektryczna pobierana przez silnik napędowy wentylatora, całkowita moc napędowa [1], moc pobierana [2],
- \dot{V} - strumień objętości, wydajność [1], wydajność objętościowa [2], objętościowe natężenie przepływu [3],
- Y - energia właściwa (energia użyteczna przekazana przez koło wirnikowe jednemu kilogramowi masy przepływającego czynnika - powietrza lub innego gazu) [2],
- γ - ciężar właściwy powietrza w warunkach normalnych [2],
- η - sprawność ogólna zespołu silnik-wentylator, sprawność wentylatora [1], sprawność całkowita [2], sprawność [3],
- λ - bezwymiarowy wskaźnik mocy [1 i 2],
- φ - bezwymiarowy wskaźnik przepływu [1], wskaźnik wydajności [2],
- ψ - wskaźnik obciążenia wirnika [1], bezwymiarowy wskaźnik spiętrzenia całkowitego [2].

1. Wstęp

Wyniki większości obliczeń wykonywanych w technice, bardzo często przedstawiane są w postaci wykresów, rysunków itp., ponieważ formy graficzne są wygodniejsze w interpretowaniu rozpatrywanego zjawiska i pozwalają analizować je bardziej całościowo. Spośród szeregu różnego rodzaju spotykanych obecnie urządzeń rysujących, na szczególną uwagę zasługuje kreślące zewnętrzne urządzenie wyjściowe elektronicznych maszyn cyfrowych nazywane grafploterem [4] (spolszczona nazwa angielska - graph plotter).

Wymienione urządzenie sprzężone bezpośrednio z maszyną cyfrową, np. serii ODRA 1300, umożliwia przedstawienie w formie graficznej wyników numerycznego procesu przetwarzania danych liczbowych będących rezultatem pomiaru.

2. Charakterystyki wentylatora

Głównymi wielkościami charakteryzującymi pracę sprężarki, dmuchawy i wentylatora są:

- strumień objętości \dot{V} ,
- spiętrzenie osławkowe Δp ,
- sprawność osławkowa η ,
- moc pobierana N .

Wymienione wielkości w określonych warunkach pracy, tzn. przy ustalonych wartościach ciśnień i temperatur w przekrojach wlotowym i wylotowym oraz przy stałych obrotach wirnika, są od siebie funkcyjnie zależne. Rozpatrywane zależności ujmowane najczęściej w formie:

$$\Delta p = f_1(\dot{V}), \quad (1)$$

$$\eta = f_2(\dot{V}), \quad (2)$$

$$N = f_3(\dot{V}), \quad (3)$$

nazywamy charakterystykami sprężarki, dmuchawy, względnie wentylatora.

Charakterystyką wentylatora nazywany jest także zespół zależności [2] dla szeregu wielkości zredukowanych, np.

$$Y = f_4(\dot{M}), \quad N = f_5(\dot{M}), \quad \eta = f_6(\dot{M}), \quad (4)$$

albo

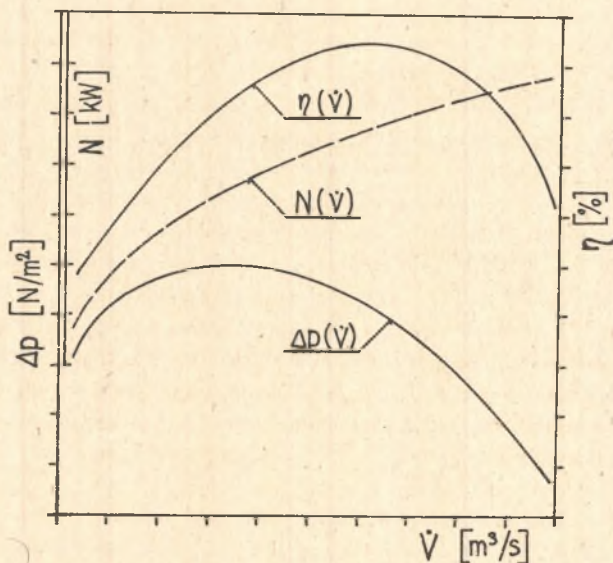
$$\frac{\Delta p}{\rho} = f_7(\dot{V}), \quad N = f_3(\dot{V}), \quad \eta = f_2(\dot{V}), \quad (5)$$

czy też dla charakterystyk bezwymiarowych

$$\psi = f_8(\varphi), \quad \lambda = f_9(\varphi), \quad \eta = f_{10}(\varphi). \quad (6)$$

3. Wykreślanie charakterystyki

Dla ułatwienia analizy pracy badanej maszyny sprężającej wymienione wyżej zależności funkcyjne przedstawia się z reguły w formie graficznej. Najczęściej w postaci wykresu nazywanego charakterystyką (rys. 1).



Rys. 1. Charakterystyka wentylatora

W przypadku przeprowadzenia różnego rodzaju badań (modelowych, gwarancyjnych, odbiorczych itp.) wynika coraz częściej konieczność skrócenia czasu nie tylko samego pomiaru wentylatora ale także czasu przetwarzania wyników badań oraz ich opracowywania.

Omówiony w pracy program komputerowy umożliwia bezpośrednio otrzymywanie charakterystyk za pomocą grafplotera. W tym konkretnym przypadku użyte zostało urządzenie typu ICL1934/6 zainstalowane w Centrum Obliczeniowym Politechniki Wrocławskiej [5 i 6]. Współpracuje wraz z maszyną cyfrową ODRA 1305.

Szybkość transmisji znaków stosowanego grafplotera wynosi 300 kroków na sekundę, przy czym długość jednego kroku jest równa 0.0001 m.

Należy podkreślić, że przy programowaniu omawianych zagadnień, pod pojęciem charakterystyka wentylatora rozumiane będą zależności (1), (2) i (3) jako najczęściej spotykane w praktyce.

4. Program komputerowy

W celu wykreślenia charakterystyk wentylatora w odpowiedniej formie graficznej sporządzono program komputerowy w języku algorytmicznym Fortran 1900 [4,5,6,7 i 8].

W pierwszym etapie opracowano program komputerowy # GRAF, który został skojarzony z programem # ALFA [9], służącym do przetwarzania wyników pomiaru wentylatora. Po gruntownej zmianie części obliczeniowej otrzymano program # FANP [10]. Wadą jego było wykreślanie krzywych gładkich dokładnie przez wszystkie obliczone punkty (rys. 2), co zniekształcało w pewnym stopniu obraz przebiegu zmienności Δp , N i η w funkcji \sqrt{V} .

Opierając się na uzyskanych doświadczeniach podjęto pracę nad udoskonaleniem formy graficznej otrzymywanych rysunków. Efektem tej działalności jest prezentowany obecnie program # DRAW. Umożliwia on aproksymację wyników obliczeń wielomianem n -tego stopnia.

Program # DRAW, podobnie jak już wspomniany # GRAF, wywołują podprogramy standardowe z odpowiednimi parametrami, które w jednoznaczny sposób definiują rysowany element. Podprogramy te znajdują się na dysku w zbiorze o nazwie SRGP i częściowo S-RS. Dodatkowo przeglądana jest także biblioteka podprogramów SRF7. Podprogramy umożliwiają wykreślanie kolejnych podstawowych elementów rysunku, jak np.: odcinek, łuk okręgu, oś wraz z opisem itp. W celu aproksymacji wyników obliczeń dołączono dodatkowo bibliotekę FSCE, w której znajduje się podprogram aproksymujący krzywą wielomianem n -tego stopnia, # F4CFORPL.

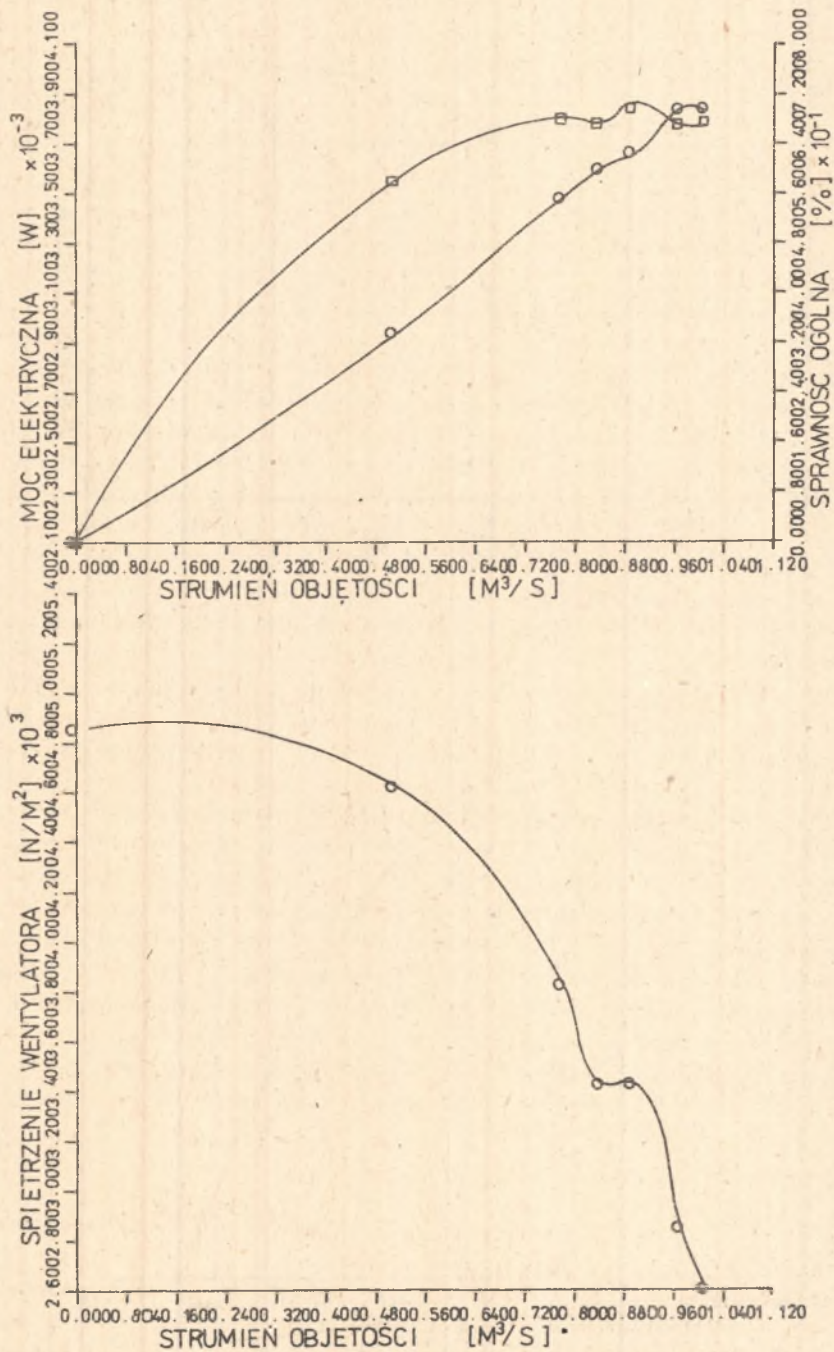
Na podkreślenie zasługuje fakt, że dzięki skalowaniu osi wykresów, format otrzymywanego rysunku jest niezależny od wartości wprowadzanych danych i zawsze mieści się na arkuszu A4.

Wymieniony program # DRAW sporządzony został dla przypadku pracy bezpośredniej, kiedy dane dla kreślenia wyprowadzane są w trybie on-line z maszyny cyfrowej na grafploter.

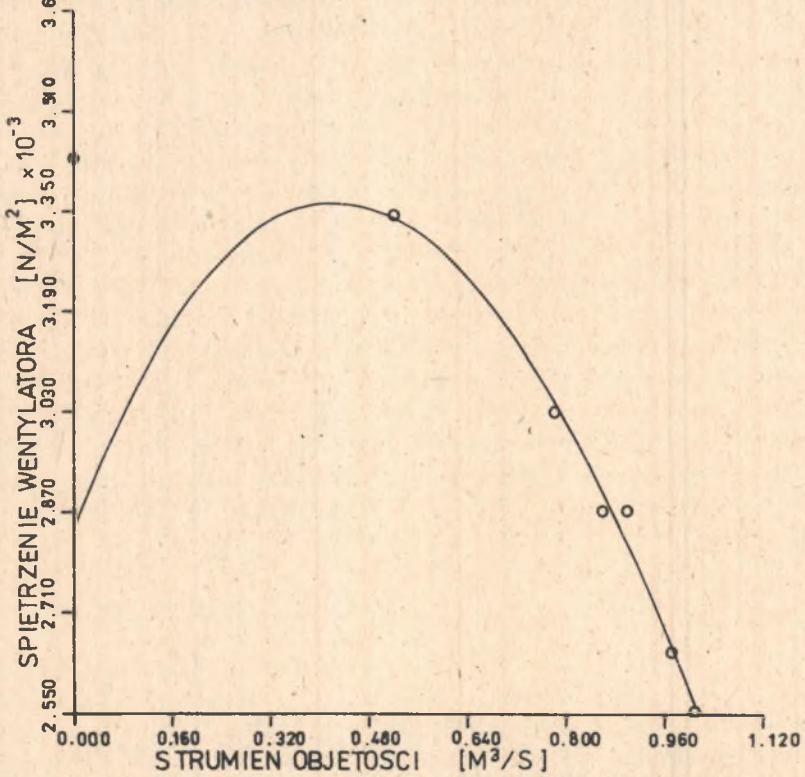
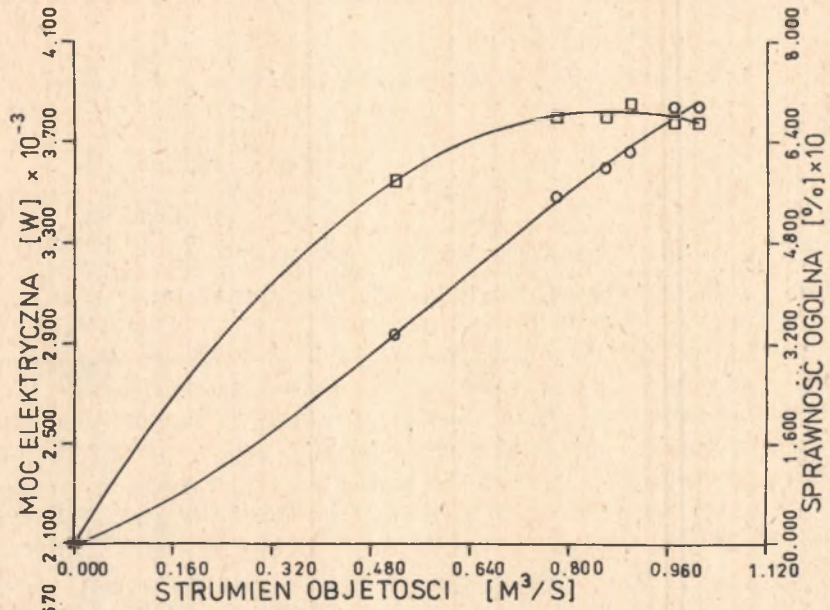
5. Dane wejściowe i wynik kreślenia

Dane do programu # DRAW przygotowuje się na kartach perforowanych. Przykład serii danych wejściowych zamieszczono w tablicy 1.

Charakterystykę wentylatora wykonaną za pomocą grafplotera przedstawiono na rys. 3. W głównej części rysunku kółeczkami oznaczono punkty odpowiadające zależności (3), natomiast kwadraty wyznaczają przebieg zmienno-



Rys. 2. Wynik kreślenia wg programu # GRAF



Rys. 3. Charakterystyka wentylatora wykreślona według programu # DRAW

Tablica 1

Dane do programu # DRAW

Numer karty	Wielkość	Dane							Wymiar
		7	Ilość obciążeń wentylatora						
1	-								-
2	Δp	2148	2139	2048	1990	1950	1901	1841	N/m^2
3	N	2100	2940	3480	3600	3660	3840	3840	W
4	η	0.00	0.37	0.46	0.46	0.47	0.47	0.48	-
5	\dot{V}	0.00	0.51	0.77	0.84	0.89	0.94	1.01	m^3/s

ści funkcji (2). Należy zaznaczyć, że rys. 2 wykreślony został także dla tych samych danych (tabela 1), co umożliwia porównanie rezultatów działania obydwu programów, # GRAF i # DRAW.

Podczas kreślenia drukowane są także współczynniki wielomianu aproksymującego 3 stopnia oraz wartości funkcji obliczonej dla znalezionej równania.

Na zakończenie należy dodać, że program obliczeniowy służy do wykreślenia charakterystyki przez 9 punktów obliczeniowych. Przy większej liczbie obciążeń wentylatora należy zwiększyć rozmiary tablic w dyrektywie DIMENSION.

6. Uwagi końcowe

Przedstawiony program komputerowy sporządzony został w celu zmniejszenia pracochłonności opracowywania wyników pomiaru wentylatora. Czas pracy maszyny cyfrowej i grafplotera dla wykonania zadania zawiera się w przedziale 0-10 min. Istnieje także możliwość włączenia opisanego programu do programu przetwarzającego wyniki pomiaru wentylatora. W takim przypadku z maszyny cyfrowej otrzymane zostaną wszystkie wyniki obliczeń w postaci tabel i wykresów nadających się do bezpośredniego zamieszczenia w sprawozdaniu.

Prezentowana praca stanowi kolejny etap drogi w kierunku automatyzacji pomiarów [11] i badań wentylatorów przy współpracy on-line z maszyną cyfrową.

LITERATURA

- [1] Kuczewski S.: Wentylatory, WNT, Warszawa 1978.
- [2] Polski Komitet Normalizacyjny, PN/M-43010, Wentylatory. Pomiarów charakterystyk na stoiskach", Projekt Polskiej Normy.

- [3] Tuliszka E.: Sprężarki, dmuchawy i wentylatory. Wyd. II. WNT, Warszawa 1976.
- [4] Mazur Z., Węgrzyn M.: Programowanie z wykorzystaniem grafplotera. Politechnika Wroclawska Seria: Biblioteka WASC, Wroclaw 1976.
- [5] "PISAK X-Y, Oprogramowanie maszyn cyfrowych ODRA serii 1300", Publikacje nr 13009, Wroclawskie Zakłady Elektroniczne ELWRO, Wroclaw 1972.
- [6] "System ODRA 1300 - Graph - Plotter", Technical Publication 4087, International Computers and Tabulators Limited, Forst Edition, March 1968.
- [7] Stańko J.: Język FORTRAN dla maszyn serii ODRA 1300, Politechnika Wroclawska, Seria: Biblioteka WASC, Wroclaw 1974.
- [8] Mazur Z., Węgrzyn M.: Programowanie z wykorzystaniem GRAPH PLOTTERA, Centrum Obliczeniowe Politechniki Wroclawskiej, Raport nr CO/R-16/74, Wroclaw 1974.
- [9] Błoński J., Jesionek K., Sandecki A., Wyszynski R.: Obliczenie charakterystyk wentylatora na elektronicznej maszynie cyfrowej. Prace Naukowe Instytutu Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów Politechniki Wroclawskiej nr 7, Seria: Studia i Materiały nr 6 - "Obliczenia i badania wentylatorów", Wroclaw 1976, ss. 27-35.
- [10] Błoński J., Jesionek K., Sandecki A., Wyszynski R., Zabdyr J.: Zastosowanie ETO do wyznaczenia charakterystyki wentylatora. III Krajowy Przegląd Zastosowań Techniki Komputerowej w Przemśle Maszynowym, Materiały Konferencyjne, Tom II, Część 2, SIMP Oddział w Poznaniu, Październik 1976, ss. 79-92.
- [11] Błoński J., Jesionek K., Sandecki A., Wyszynski R.: Automatyzacja pomiarów wentylatorów", Prace Naukowe Instytutu Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów Politechniki Wroclawskiej, Nr 7, Seria: Studia i Materiały Nr 6 - Obliczenia i badania wentylatorów. Wroclaw 1976, ss. 37-47.

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЯТОРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГРАФПЛОТТЕРА

Р е з ю м е

В статье представлен метод вычерчивания характеристики вентилятора при помощи ЭЦВМ. Значительное уменьшение трудоёмкости этой работы возможно в результате построения соответствующей программы, написанной на алгоритмическом языке Фортран 1900.

В результате применения добавочного оборудования подключения графплоттера к электронной цифровой вычислительной машине возможно автоматическое получение этой диаграммы. Для типичного случая выполнение диаграмм в окончательном виде длится около 8 минут.

DRAWING FAN CHARACTERISTICS BY MEANS OF A GRAPH-PLOTTER

S u m m a r y

A method of drawing of the flow of fan performance curves by means of a graph-plotter is presented. The fan characteristics put down in handwriting is time-consuming. It may be considerably reduced if performed by a computer.

By means of the additional equipment with suitable system connected to a computer, the flow fan performance curves can be obtained automatically. An adequate computer program is presented.