ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1985
Seria: ENERGETYKA z. 91 Nr kol. 856

Eugeniusz PRYSOK
Ośrodek Badawczo - Rozwojowy Przemysłu Urządzeń Klimatyzacyjno - Wentylacyjnych i Odpylających "BAROWENT"

CHARAKTERYSTYKA PROMIENIOWYCH WENTYLATORÓW TYPU BĘBNOWEGO

Streszczenie: W pracy podano ogólną charakterystykę promieniowych wentylatorów typu bębnowego. Omówiono wpływ geometrycznych cech konstrukcyjnych wirnika na jego parametry przepływowe. Dokonano analizy wskaźników bezwymiarowych osiąganych przez przedmiotowe wentylatory produkcji różnych firm.

1. Wstęp

Promieniowe wentylatory z wirnikiem typu bębnowego charakteryzują się dużym wskaźnikiem wydajności φ oraz dużym wskaźnikiem spiętrzenia ψ_c. Dzięki powyższemu cechują się one małymi wymiarami gabarytowymi oraz niskimi prędkościami obwodowymi. Powoduje to, że osiągają one niski poziom natężenia dźwięku w stosunku do pozostałych typów wentylatorów promieniowych. Przeznaczone są głównie do instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych o wydajnościach rzędu od 0,05 do 20 m^3/s przy zastosowaniu wentylatorów jednostrumieniowych oraz od 0,1 do 40 m^3/s przy zastosowaniu wentylatorów dwustrumieniowych, przy spiętrzeniach całkowitych nie przekraczających 2000 Pa.

2. Ogólna charakterystyka wirników typu bębnowego

Konstrukcję wentylatorów typu bębnowego charakteryzuje :
- szeroki wirnik o szerokości względnej $\bar{b}$ = 0,4 do 0,6,
- duży stosunek średnic ν = 0,8 do 0,85,
- duża liczba łopatek z = 32 do 46.

Kąt wlotowy łopatek koła wirnikowego kształtuje się w granicach β_1= 70° do 90°. Natomiast kąt wylotowy łopatek kształtuje się w granicach β_2 = 140° do 180°. Schemat wentylatora typu bębnowego przedstawiono na rys. 1.

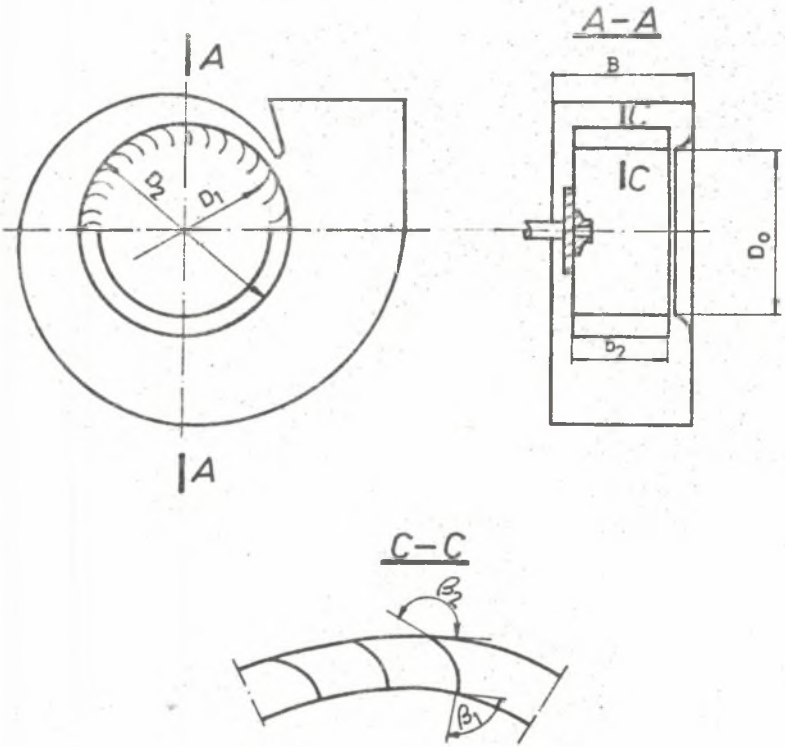
Przepływ przez wirnik typu bębnowego różni się zasadniczo od przepływu przez wirnik z łopatkami zagiętymi do tyłu ($\beta_2 < 90°$). Przekroje kanałów międzyłopatkowych zwężają się z biegiem strumienia. W kanałach tych występuje zatem przyspieszenie cząstek gazu. Palisada łopatkowa charakteryzuje się dużą ilością łopatek.

Wirnik typu bębnowego charakteryzuje się dużym przyrostem prędkości obwodowej c_{2u}, a zatem możliwością znacznego wytężenia wirnika. Ponieważ :

$$N = \dot{V} \rho u_2 c_{2u} \qquad (1)$$

gdzie : N - moc wentylatora,
$\dot{V}$ - wydajność wentylatora,
ρ - gęstość czynnika,
u_2 - prędkość obwodowa na średnicy D_2,
c_{2u} - składowa prędkości obwodowej,

przeto przy określonej mocy lub spiętrzeniu średnice zewnętrzne wirników bębnowych wypadają mniejsze w porównaniu do pozostałych typów wentylatorów promieniowych.



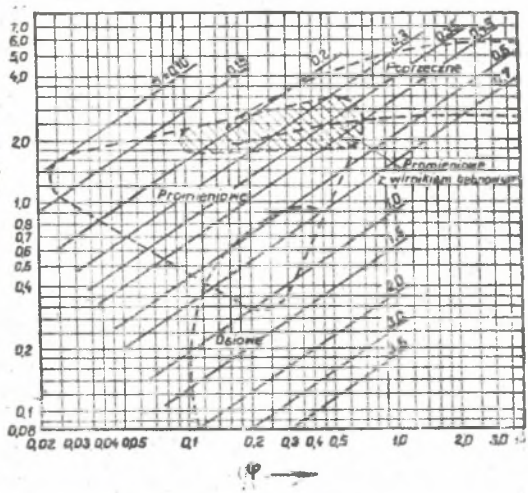
Rys. 1. Schemat wentylatora typu bębnowego

Dzięki mniejszym prędkościom obwodowym przedmiotowe wentylatory uzyskują niższy poziom natężenia dźwięku w stosunku do pozostałych wentylatorów promieniowych.

Jak już wspomniano, przedmiotowe wentylatory osiągają dużo wartości wskaźnika wydajności dochodzące do wartości $\varphi = 0,6$ (dla optymalnego pktu pracy wentylatora) . Wskaźniki spiętrzenia osiągane przez wentylatory typu bębnowego (dla optymalnego pktu pracy) zawarte są w granicach $\psi_c = 2,5$ do $3,0$. Maksymalne sprawności osiągane przez te wentylatory nie osiągają wartości $\eta = 0,78$.

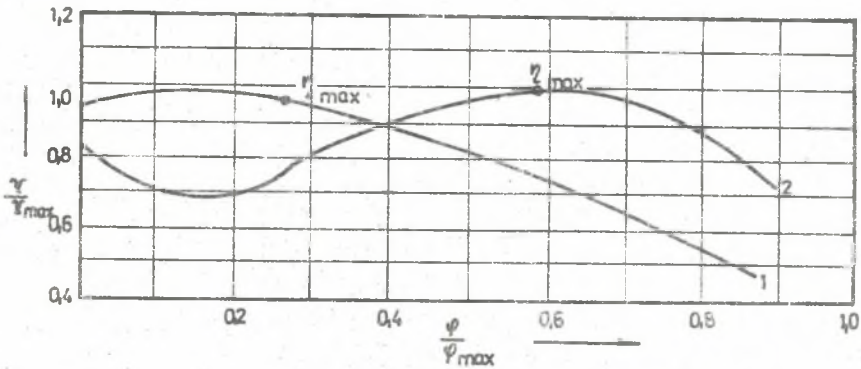
Orientacyjne pole pracy wentylatorów z wirnikami typu bębnowego przedstawiono na rys. 2, na tle różnych typów wentylatorów osiowych i promieniowych w układzie bezwymiarowym.

Charakterystyki przepływowe wentylatorów typu bębnowego odznaczają się tą własnością, że wzrostowi wydajności towarzyszy wzrost spiętrzenia całkowitego a po osiągnięciu $\Delta p_{c\,max}$ łagodnie spada . Optymalny punkt sprawności przypada po stronie wznoszącej się charakterystyki lub w pobliżu maksimum.



Rys. 2 Pole pracy wentylatorów bębnowych.

W typowych wentylatorach promieniowych ($\beta_2 < 90^\circ$) , maksymalny punkt spiętrzenia przypada w pobliżu $\dot{V} = 0$ a następnie maleje ze wzrostem wydajności - rys. 3.



Rys. 3. Bezwymiarowe względne charakterystyki przepływowe :
1 - wentylatorów dla $\beta_2 < 90^\circ$, 2 - wentylatorów $\beta_2 > 140^\circ$.

Dawniej, wentylatory bębnowe były budowane w oparciu o doświadczenia konstrukcyjne, jednakże nie osiągały one dużej sprawności. Pierwsza oryginalna konstrukcja firmy Sirocco posiadała następujące cechy geometryczne wirnika : $\beta_1 = 64^\circ$, $\beta_2 = 158^\circ$, $D_1/D_2 = 0,875$, $b/D_2 = 0,6$, $z = 54$ [4] . W chwili obecnej projektowanie wentylatorów bębnowych opiera się na badaniach modelowych, ponieważ nie są opanowane dotychczas metody obliczeniowe omawianych wentylatorów. W literaturze przedmiotu brak jest wzorów obliczeniowych dla tego typu wentylatorów. W głównej mierze na przeszkodzie stoi fakt przestrzennego charakteru przepływu przez wirnik.

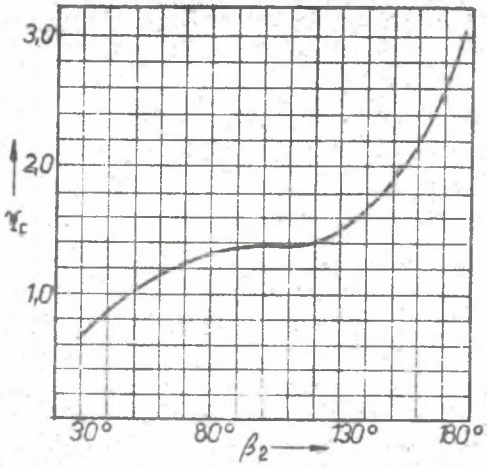
3. Wpływ kątów β_1 i β_2 na wskaźniki spiętrzenia i sprawności wentylatorów bębnowych

3.1 Wpływ kąta β_1 na parametry wentylatora bębnowego

Według prowadzonych badań [1, 2, 3, 5] wynika, że dla podniesienia efektywności pracy wentylatora z wirnikiem bębnowym, kąt łopatkowy β_1 powinien wynosić od 75° do 90°. W przypadku kątów $\beta_1 < 70°$ napływ na palisadę jest lepszy i mniejsza jest strata wlotowa przed wirnikiem. Jednakże takie cechy geometryczne kanałów międzyłopatkowych przyczyniają się do zwiększenia strat w wirniku, co ostatecznie zmniejsza korzyści z lepszych warunków napływu na palisadę łopatkową. Zmniejszenie kąta β_1 do 60° prowadzi do poprawienia napływu na część wlotową palisady łopatkowej, lecz nie zapewnia poprawy charakterystyki przepływowej wentylatora. Jest to skutkiem oderwania się strugi w wylotowej części kanału międzyłopatkowego w pobliżu wypukłej strony łopatki.

3.2 Wpływ kąta β_2 na parametry przepływowe wentylatora bębnowego

Kąt wylotowy palisady koła wirnikowego β_2 jest parametrem geometrycznym, którego zmiana, w istotny sposób wpływa na charakterystykę przepływową wentylatora. Na podstawie analizy charakterystyk przepływowych wentylatorów promieniowych o różnych kątach β_2 opracowano wykres ilustrujący wpływ kąta β_2 na wskaźnik spiętrzenia wentylatorów promieniowych [1].



Rys. 4. Zależność wskaźnika spiętrzenia całkowitego wentylatorów promieniowych od kąta β_2

Jak wynika z wykresu - rys. 4, wskaźniki spiętrzenia całkowitego są największe dla kątów β_2 = 150° do 180°. Teoretyczny wskaźnik spiętrzenia ψ_c wynosi 4 i odpowiada warunkowi, przy którym nie występuje odchylenie strugi [2].

4. Wyniki badań wirników modelowych

Na podstawie danych literaturowych można prześledzić wpływ geometrycznych cech konstrukcyjnych na wskaźniki bezwymiarowe wentylatora bębnowego. W [1] podano wyniki badań wirnika typu bębnowego, który posiadał możliwość zmiany kątów β_1 i β_2 za pomocą obrotu łopatki wokół osi. Na rys. 5 przedstawiono charakterystyki przepływowe wirników modelowych przy różnych kątach β_1 i β_2 i stosunku średnic $D_1/D_2 = 0,825$ i szerokości względnej $b_2/D_2 = 0,5$. Optymalne parametry badanych wirników podano w tablicy 1.

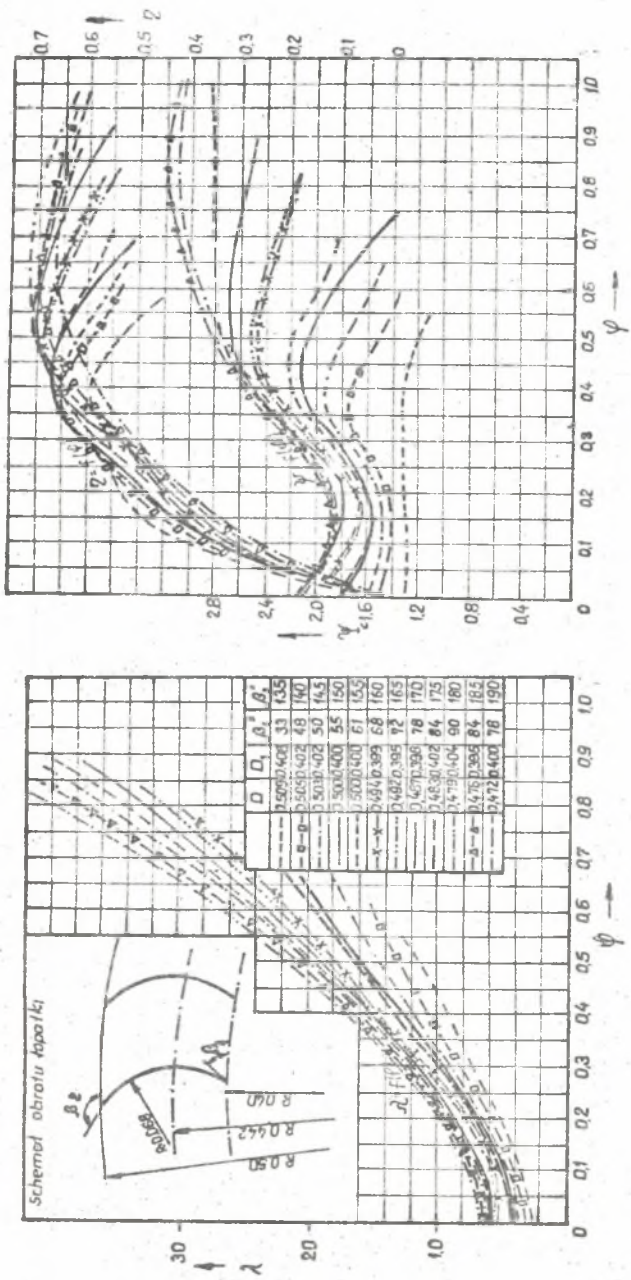
Tablica 1

Wpływ kątów łopatkowych i na wskaźniki bezwymiarowe wentylatorów bębnowych

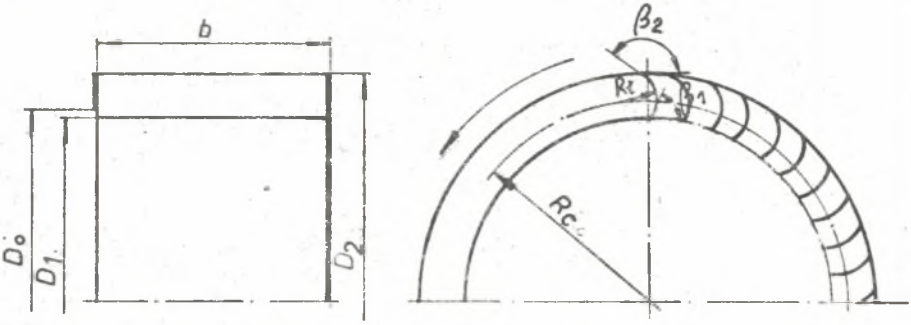
β_1 [°]	β_2 [°]	φ_{opt}	ψ_t	λ	η_{max}
33	135	0,400	1,33	0,9	0,595
48	140	0,375	1,76	1,02	0,650
68	160	0,475	2,47	1,8	0,680
78	170	0,530	2,68	2,01	0,705
90	180	0,650	3,00	2,70	0,720
96	185	0,650	3,05	2,86	0,690
102	190	0,650	3,02	2,96	0,665

W OBR "Barowent" były prowadzone prace nad opracowaniem typoszeregu wentylatorów bębnowych [6,7,8]. Na rys. 6 przedstawiono geometryczne cechy konstrukcyjne wirników modelowych a na rys. 7 ich charakterystyki przepływowe.

Najlepsze wskaźniki bezwymiarowe osiągnął wirnik 4 na bazie, tego wirnika zaprojektowano konstrukcję typoszeregów wentylatorów bębnowych jednostrumieniowych typu WPOB i dwustrumieniowych typu WPOBD [8].

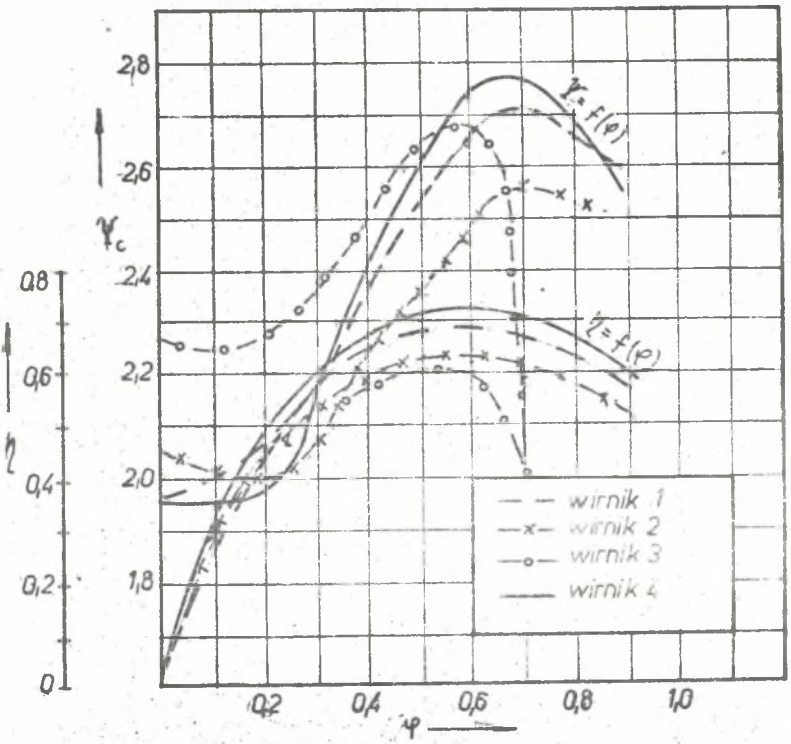


Rys. 5. Charakterystyki przepływowe wirników typu bębnowego dla różnych kątów β_1 i β_2 [1]



Wymiar / wirnik	β_1	β_2	D_1	D_2	D_o	b	R_c	R_k	z
Wirnik 1	90°	165°	0,8	1,0	0,8	0,50	0,4107	0,09317	32
Wirnik 2	90°	165°	0,8	1,0	0,8	0,50	0,4017	0,09317	42
Wirnik 3	90°	180°	0,825	1,0	0,825	0,50	0,42042	0,0797	32
Wirnik 4	78°	159°	0,833	1,0	0,867	0,50	0,4383	0,0662	42

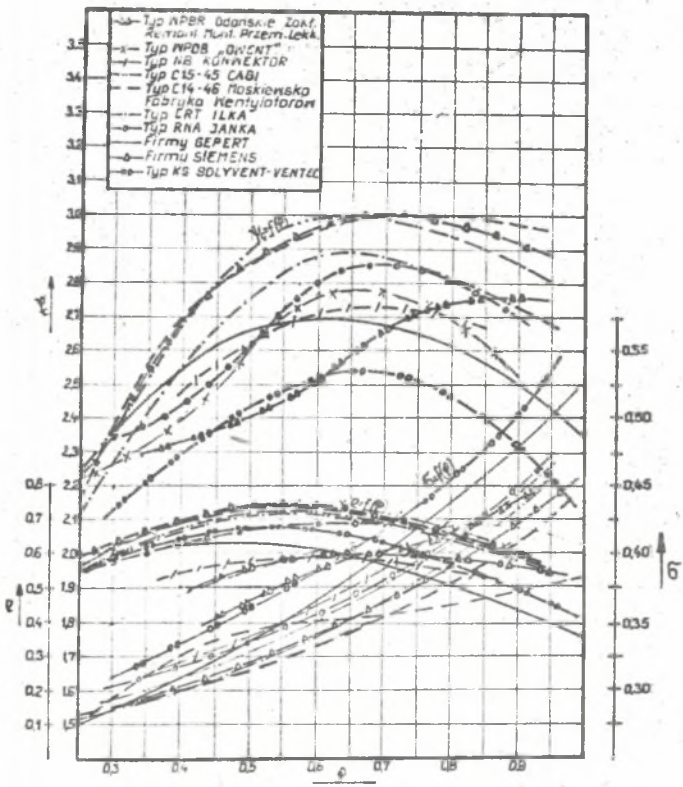
Rys. 6. Geometryczne cechy konstrukcyjne wirników modelowych



Rys. 7. Bezwymiarowe charakterystyki przepływowe wirników modelowych

5. Analiza bezwymiarowych wskaźników przepływowych osiąganych przez wentylatory różnych firm

Na podstawie dostępnych materiałów (katalogi, prospekty) dokonano przeliczeń charakterystyk przepływowych wentylatorów typu bębnowego, produkcji różnych firm, na bezwymiarowe charakterystyki przepływowe w celu porównania ich wskaźników bezwymiarowych. Porównano wskaźniki bezwymiarowe wentylatorów kilku czołowych firm między innymi : Firmy Siemens, Solyvent - Ventec, Janka, Moskiewskiej Fabryki Wentylatorów oraz Olkuskiej Fabryki Wentylatorów - rys. 8.



Rys. 8 Porównanie charakterystyk bezwymiarowych wentylatorów typu bębnowego produkcji różnych firm

W tablicy 2 dokonano zestawienia optymalnych wskaźników bezwymiarowych uzyskiwanych przez wentylatory typu bębnowego produkcji różnych firm.

Jak wynika z tablicy 2 najlepsze sprawności osiągają wentylatory typu : C 14 - 46, C 15 - 45 (opracowane w CAGI) oraz wentylatory firmy Siemens i WPOB - produkowane przez Olkuską Fabrykę Wentylatorów "OWENT" w Olkuszu.

Tablica 2

Optymalne wskaźniki wentylatorów bębnowych

Typ wentylatora lub nazwa firmy	φ	ψ_c	η	σ	δ
C 15-45 - MOSK. F-ka Went.	0,55	2,95	0,725	0,329	1,760
C 14-46 - MOSK. F-ka Went.	0,55	2,90	0,730	0,338	1,759
LNT - GOTHA	0,48	2,70	0,700	0,327	1,855
RNA - Janka	0,64	2,85	0,690	0,365	1,620
Firmy - GEBLEIT	0,50	2,66	0,640	0,340	1,806
Firmy - SIEMENS	0,50	2,86	0,730	0,321	1,839
Firmy - SOLYVENT-VENTEC	0,57	2,86	0,650	0,343	1,653
WPOB - OWENT	0,60	2,75	0,730	0,362	1,660

6. Uwagi końcowe

Promieniowe wentylatory typu bębnowego nie osiągają najwyższej sprawności całkowitej, jednakże posiadają szereg zalet w stosunku do pozostałych typów wentylatorów promieniowych. Niniejsza praca umożliwia zaprojektowanie wirnika typu bębnowego w zależności od żądanych parametrów przepływowych.

LITERATURA

[1] Łokszin I.L. : Charaktieristiki cientrobieżnych wientiljatorow s wiesma małymi ugłami wychoda łopatek. CAGI - Promyszlionnaja aerodynamika nr 9, Moskwa 1957.

[2] Kędzierzawski J. : Wpływ parametrów konstrukcyjnych na charakterystyki wentylatora promieniowo - akcyjnego. Praca ITC z.48, Łódź 1972.

[3] Kaczewski S. : Wentylatory promieniowe - teoria i podstawy projektowania. WNT, Warszawa 1966.

[4] Eck B. : Ventilatoren. Springer - Verlag, 7 Auflage, Berlin 1972.

[5] Sołomochowa T.S., Kołmakow I.I., Wesiliew W.A. : Controbieżnyj wientiljator C 14-46 obszczieprowyszliennogo naznaczienija. Wodosnabżienije i Sanitarnaja Technika nr 3, Moskwa 1974.

[6] Prysok E. : Typoszereg wentylatorów bębnowych - etap I i II. Praca niepublikowana, OBR "Barowent" - 1977.

[7] Pniok J., Nagi F. , Malcharek M. : Badania przepływowe i akustyczne wentylatora bębnowego. Praca niepublikowana, OBR "Barowent" 1978.

[8] Prysok E. : Nowe konstrukcje wentylatorów promieniowych typu bębnowego. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja nr 6 - 1984.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Gerard Kosman

Wpłynęło do redakcji, maj 1985 r.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ БАРАБАННОГО ТИПА

Р е з ю м е

В статье подано общую характеристику центробежных вентиляторов барабанного типа. Описано влияние геометрических параметров рабочего колеса на его аэродинамические характеристики. Сделано анализ безразмерных коэффициентов достигаемых вентиляторами барабанного типа, изготовляемыми в различных формах.

CHARACTERISTICS OF RADIAL FANS WITH FORWARD CURVD BLADES (DRUM TYPE)

S u m m a r y

Overall characteristics of radial fans with forward curved blades are given. The influence of the geometric features of imppellers on their aerodynamic parameters are discussed. Dimensionless flow coefficients of radial fans various producers are compared.