

Edward WANIEK, Ryszard WYSZYŃSKI

Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów
Politechniki Wrocławskiej

ZASTOSOWANIE KIEROWNIC WSTĘPNYCH W CELU ZWIĘKSZENIA SPRAWNOŚCI WENTYLATORA POPRZECZNEGO

Streszczenie: Na podstawie przeprowadzonych badań doświadczalnych stwierdzono istnienie możliwości zwiększenia sprawności wentylatora poprzecznego poprzez zastosowanie wlotowych kierownic zawirowania wstępnego. Maksymalną sprawność rzędu 60 % uzyskano przy przestawieniu promieniowych łopatek kierowniczych o 10° i nadaniu czynnikowi napływu przeciwbieżnego na koło wirnikowe.

1. Wprowadzenie

Za pomocą wentylatorów poprzecznych mogą być osiągnięte nowe, oryginalne rozwiązania szeregu problemów związanych z techniką wykorzystania strumienia gazu. Dla wielu zastosowań w technice klimatyzacyjno-wentylacyjnej interesujące są rozwiązania wentylatorów o małych gabarytach lecz o dużych wskaźnikach przepływu i ciśnienia, a także, właśnie wymagania spełniają wentylatory poprzeczne. Oznaczają się one jeszcze innymi zaletami, do których zaliczyć można między innymi proporcjonalne do szerokości wirnika natężenie przepływu oraz możliwość zwiększenia wymiarów osiowych wirnika w takim stopniu na jaki pozwalają własności wytrzymałościowe. Również w zakresie miniaturowych wirników wentylatory poprzeczne mogą okazać się konkurencyjne w stosunku do innych typów wentylatorów. Mimo tak licznych zalet wentylatory te mają ograniczony zakres zastosowania.

Istnieją dwie główne przyczyny słabego rozpowszechnienia wentylatorów poprzecznych. Po pierwsze brak jest metody obliczeń i w związku z tym projektuje się je na podstawie kosztownych badań doświadczalnych. Po wtóre sprawności, osiągane przez wentylatory poprzeczne są o wiele niższe od sprawności współczesnych rozwiązań wentylatorów osiowych i promieniowych. Z reguły sprawności typowych, prostych wentylatorów poprzecznych wahają się w granicach 35 - 50 %. Wyższe sprawności rzędu 60-65 % osiągane są w wentylatorach o bardziej skomplikowanej konstrukcji obudowy lub zawierające elementy stabilizujące i ukierunkowujące przepływ w postaci kanałów recyrkulacyjnych albo kierownic umieszczonych w przestrzeni wewnętrznej wirnika. Blizszych danych na ten temat znaleźć można w pracach [1, 2, 4, 6 i 8]. Dotychczas jednak w dostępnej literaturze technicznej brak jest informacji dotyczącej możliwości podwyższenia sprawności wentylatora poprzecznego za pomocą wlotowych kierownic wstępnych. Zagadnienie to jest wstępnie

opracowane w Instytucie Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów, w którym od szeregu lat realizowany jest program badań doświadczalnych dotyczący różnych rozwiązań konstrukcyjnych wentylatorów poprzecznych. Z niektórymi wynikami tych badań zapoznaje niniejsza praca.

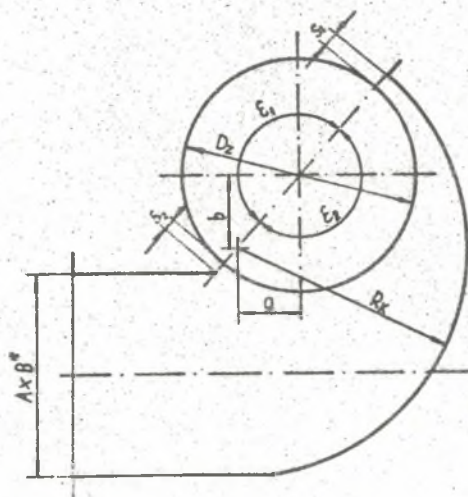
2. Ogólne uwagi o zawirowaniu wstępnym w wentylatorach

Zasada działania regulacji przez nastawianie łopatek kierownicy wlotowej w wentylatorach promieniowych i osiowych jest ogólnie znana. Tego rodzaju sposób regulacji wentylatora promieniowego daje zadowalające wyniki jedynie w zakresie zawirowań współbieżnych ($c_{1u} > 0$), natomiast wentylator osiowy równie dobrze pracuje przy zawirowaniu przeciwbieżnym ($c_{1u} < 0$) jak i współbieżnym. Wentylatory te najczęściej projektowane są w taki sposób, że maksymalną sprawność uzyskuje się przy zerowym ustawieniu kierownic ($c_{1u} = 0$).

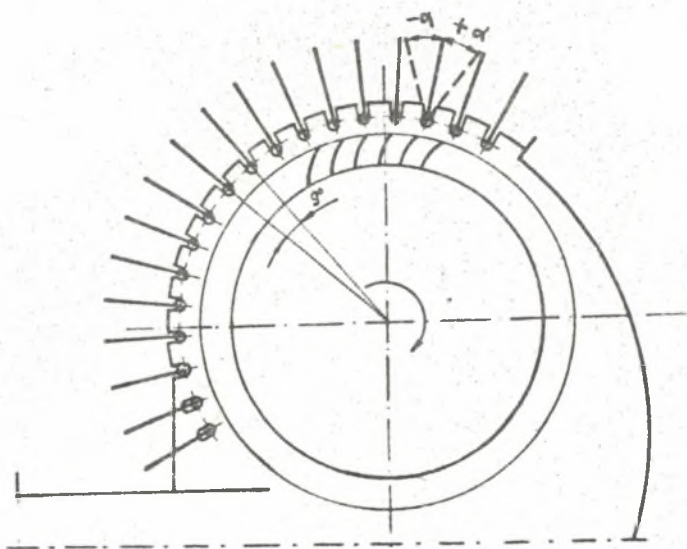
W porównaniu z wentylatorami promieniowymi lub osiowymi, wentylatory poprzeczne charakteryzują się zupełnie odmiennym obrazem przepływu, ukształtowanym głównie przez istniejącą wewnątrz wirnika strefą wirów. Dotychczas nie zostało jeszcze rozwiązane istotne dla przepływu poprzecznego zagadnienie czy wir wewnątrz wirnika tworzy się w wyniku przepływu dośrodkowo-odśrodkowego, czy też przepływ poprzeczny jest skutkiem istnienia jądra wirowego. Niezależnie od sposobu podejścia do tego zagadnienia stwierdzono doświadczalnie [3, 4 i 6], że w przepływie poprzecznym pojawia się silnie zróżnicowane pole prędkości i ciśnień, przy czym w każdym punkcie leżącym na krawędziach układu łopatkowego wirnika występują różne wektory prędkości bezwzględnych i względnych. Z badań tych wynika również, że przy swobodnym napływie czynnika na układ łopatkowy koła wirnikowego kształtuje się samoczynnie napływ przeciwbieżny ($c_{1u} < 0$) o zmiennych wzdłuż łuku wlotowego wartościach kąta α_1 i prędkości wlotowej c_1 . Tak więc w wentylatorach poprzecznych pracujących bez kierownic wlotowych nie jest spełniony warunek ($c_{1u} = 0$) i wobec tego efekt zastosowania kierownicy wlotowej może być odmienny niż w innych typach wentylatorów.

3. Wyniki badań

Przedmiotem badań jest model wentylatora poprzecznego (rys. 1), którego parametry konstrukcyjne wirnika zamieszczono w pracy [9]. Wentylator ten, przy prędkości obwodowej $u_2 = 8,68$ m/s, charakteryzuje się korzystnym przebiegiem charakterystyki $\Psi_c = f(\Psi)$ oraz osiąga w warunkach nominalnych stosunkowo duże wartości wskaźników przepływu ($\Psi = 0,6$) i przyrostu ciśnienia całkowitego ($\Psi_c = 2,9$). Przebiegi charakterystyk tego wentylatora oznaczono na rys. 4 symbolen bKW (bez kierownicy wlotowej). Zasadniczą wadą jest bardzo mała sprawność



Rys.1. Schemat poprzeczny obudowy wentylatora

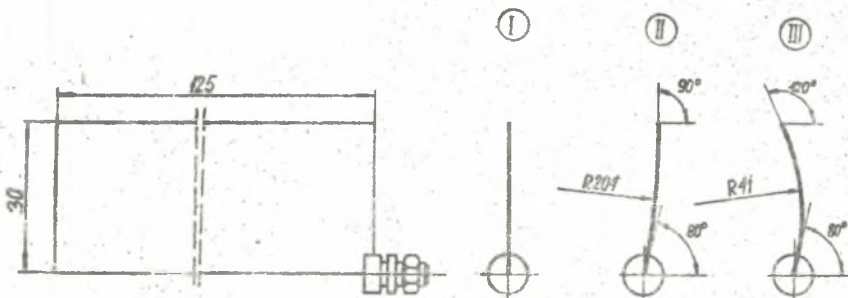


Rys.2. Schemat rozmieszczenia łopatek kierownicy wlotowej

maksymalna rzędu 36 %.

Łopatki kierownicy wlotowej umieszczono za pomocą połączenia śrubowego w specjalnych wycięściach wykonanych w tylnej ścianie obudowy wentylatora (rys.2). Dzięki temu uzyskano możliwość dokonania ich obrotu wokół osi śruby oraz zmiany odległości między krawędzią spływu łopatek a wirnikiem.

Na rys.3 podano wymiary geometryczne dla trzech wersji badanych łopatek kierownicy wlotowej. W wersji I zastosowano łopatki proste o stałej grubości, stanowiące bazę wyjściową dla realizacji pełnego programu badań. Zdjęcia charakterystyk wentylatora dokonano dla 7 pozycji łopatek w zakresie kątów ustawienia $\alpha = -30^\circ \div +30^\circ$. Wyniki pomia-



Rys.3 .Parametry konstrukcyjne trzech wersji łopatek kierownicy wlotowej

rów zamieszczono na rys.4. Drugą i trzecią wersję łopatek zastosowano w celu uzyskania pewnych informacji o wpływie kształtu łopatek kierownicy na sprawność wentylatora przy ustalonym kącie ustawienia łopatek. Uzyskane wyniki dla $\alpha = +10^\circ$ przedstawiono na rys.5. Łatwo dostrzec, że zdecydowanie lepsze osiągi aerodynamiczne wentylatora zapewniają kierownice z łopatkami prostymi.

Z analizy rys.4 wynika celowość stosowania kierownicy wlotowej w wentylatorach poprzecznych. Podniesienie sprawności maksymalnej wentylatora z 36 % (bez kierownicy wlotowej) do około 60 % przy kącie ustawienia łopatek $\alpha = +10^\circ$ jest znaczące, zwłaszcza że praktycznie nie uległ zmianie stosunkowo wysoki nominalny wskaźnik Ψ_0 . W innych typach wentylatorów, o znacznie bardziej skomplikowanej konstrukcji, osiadała się sprawność tego rzędu przy znacznie niższym wskaźniku przyrostu ciśnienia całkowitego.

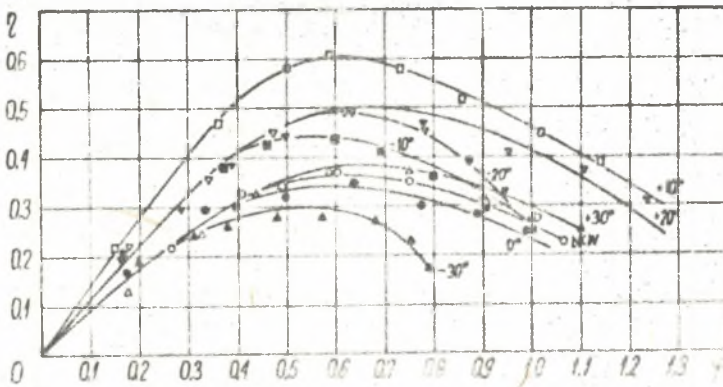
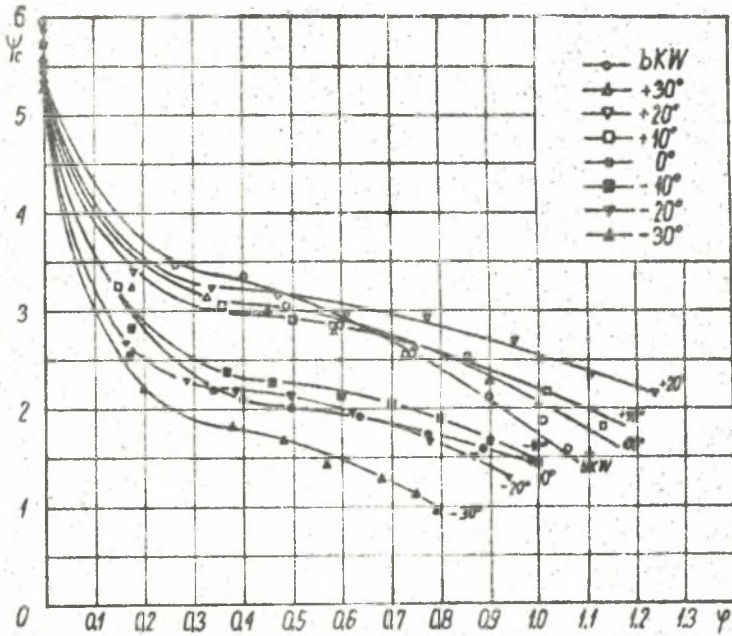
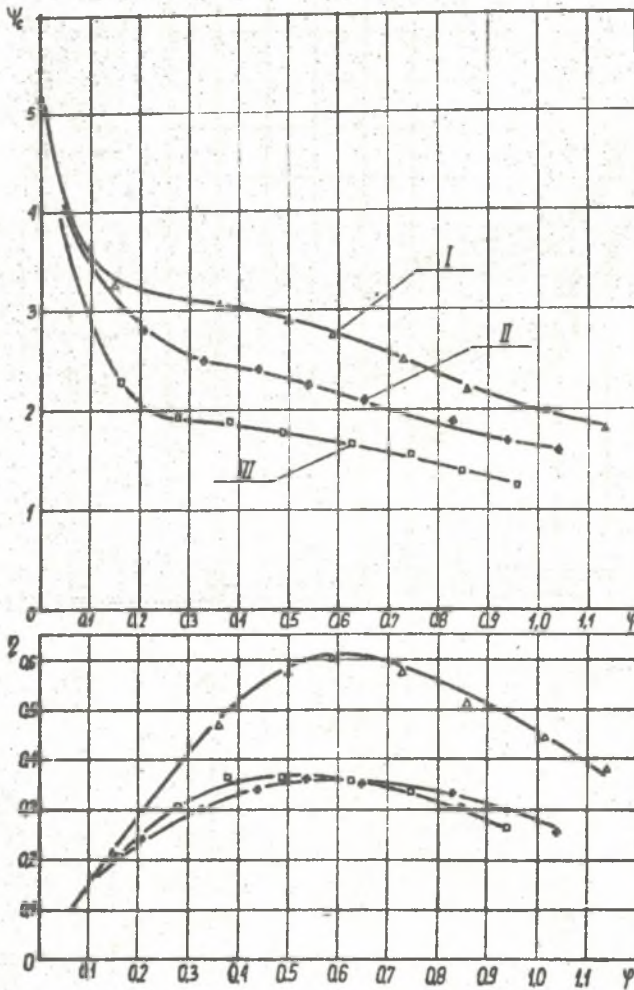


Рис. 4. Характеристики вентилятора при разных углах установки направляющих лопатки при заданном угле кривизны влизов (bKW)



Rys.5. Charakterystyki wentylatora dla wersji konstrukcyjnych łopatek I, II i III przy kącie ustawienia kierownicy $\alpha = +10^\circ$

Przebiegi linii sprawności uzyskane przy zawirowaniu przeciwbieżnym (zgodnym z kierunkiem napływu swobodnego) wykazują, że kierownica wlotowa dodatnio wpływa na pracę wirnika. Natomiast pewnym zaskocze-

nieniem są przebiegi linii sprawności uzyskane przy zawirowaniu współbieżnym oraz przy zerowym ustawieniu łopatek kierownicy wlotowej. Przeprowadzenie dokładnej analizy przepływowej otrzymanych wyników jest obecnie niemożliwe z uwagi na brak właściwych podstaw zarówno teoretycznych jak i doświadczalnych. Określenie zjawisk zachodzących w przepływie poprzecznym przede wszystkim wymaga przeprowadzenia badań w układzie wirującym wirnika.

3. Podsumowanie

Przedstawiony materiał doświadczalny potwierdza celowość stosowania w wentylatorach poprzecznych kierownicy wlotowej z łopatkami prostymi, jako prostego i taniego sposobu podwyższenia ich sprawności.

Przeprowadzone badania wykazały, że w zakresie kątów ustawienia łopatek kierownicy $\alpha = -20^\circ \div +30^\circ$ osiągnięte sprawności wentylatora są wyższe od sprawności wentylatora bez urządzenia kierowniczego. Jedynie przy zerowym ustawieniu łopatek kierownicy uzyskano nieco niższe sprawności.

Uzyskanie maksymalnej sprawności rzędu 60 % przy kącie ustawienia łopatek $\alpha = +10^\circ$ jest znaczące i dlatego w zakresie małych wirników wentylatory poprzeczne mogą stać się konkurencyjne w stosunku do wentylatorów promieniowych i osiowych. Z praktycznego punktu widzenia nie zaleca się stosowania kierownicy wlotowej jako sposobu regulacji wentylatora poprzecznego.

LITERATURA

- [1] Coester R.: Theoretische und experimentelle Untersuchungen an Querstromgebläsen. Diss. Zürich 1959.
- [2] Eck B.: Ventilatoren. Springer Verlag, Berlin 1972.
- [3] Engelhard W.: Experimentelle Untersuchungen an Querstromgebläsen bei veränderlichen Reynolds-Zahlen. Diss. Karlsruhe 1957.
- [4] Korovkin A.G.: Osobennosti diametralnych ventilatorov i oblasti ich raboty. Vodospobzennaja Technika, nr 11, s. 35-38, 1968.
- [5] Lajos T., Preszler L.: Zur Theorie des Querstromgebläses. HLH 24, nr 5, s. 134-140, nr 6, s. 189-196, 1973.
- [6] Murata S. i inni: A Study of Cross Flow Fan with Inner Guide Apparatus. Bulletin of the JSME, Vol. 21, nr 154, s. 684-688, 1978.
- [7] Waniak E.: Obliczenia aerodynamiczne wentylatorów poprzecznych dla typoszeregu wentylokonwektorów WK-400, WK-800 i WK-1200. Politechnika Wrocławska, Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów, Raport nr I-20/R-32/77.

- [8] Waniek E., Wyszynski R.: Analiza wpływu niektórych parametrów konstrukcyjnych na osiągi aerodynamiczne wentylatora poprzecznego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 72, s. 181-192, Gliwice 1979.
- [9] Waniek E., Wyszynski R.: Nowe rozwiązanie konstrukcyjne wentylatora poprzecznego przystosowanego do pracy rewersyjnej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka, Gliwice 1985.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Tadeusz Chmielniak

Wpłynęło do redakcji, maj 1985 r.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ АППАРАТОВ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАМЕТРАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА

Р е з ю м е

На основе проведенных испытаний обнаружили возможность повышения эффективности диаметрального вентилятора путем применения входных направляющих аппаратов предварительного вихря. Максимальную эффективность порядка 60% получили переместив радиальную направляющую лопасть на 10° и передав противоходный приток фактора на роторное колесо.

APPLICATION OF INLET GUIDE VANES IN ORDER TO INCREASE THE
EFFICIENCY OF THE CROSS-FLOW FAN

S u m m a r y

On the basis of the carried experiments it was stated that it is possible to increase the efficiency of a cross-flow fan by using inlet guide of the prewhirl. The maximum efficiency of 60% was obtained through changing the position of the guide vanes of 10° and through giving the factor a backward silt onto the rotor disk.