

Jolanta STACHARSKA – TARGOSZ

Andrzej PŁACHETKO

Politechnika Krakowska, Kraków

## BADANIA CHARAKTERYSTYK PRZEPIYWOWYCH WENTYLATORA POPRZECZNEGO ZE WZGLĘDU NA RODZAJ TWORZYWA SZTUCZNEGO ORAZ CHROPOWATOŚĆ POWIERZCHNI

**Streszczenie.** Problem oddziaływania rodzaju powierzchni elementów wentylatora poprzecznego, wykonanych z tworzyw sztucznych, pojawił się podczas weryfikacji doświadczalnej doboru tworzyw jako materiałów konstrukcyjnych tej wirnikowej maszyny przepływowej zamiast tradycyjnie stosowanych metali.

Zdecydowanie niższe wartości parametrów przepływowych uzyskane dla wentylatorów, wykonanych z tworzyw, skłoniły autorów do poszukiwania i wyeliminowania przyczyn powstawania niekorzystnych zjawisk przepływowych.

Analiza wyników badań charakterystyk aerodynamicznych modeli wentylatorów poprzecznych, wykonanych z różnych tworzyw sztucznych, wskazała na występowanie wpływu rodzaju materiału konstrukcyjnego na uzyskiwane wartości parametrów.

Podjęto próbę ilościowej oceny wpływu chropowatości powierzchni poprzez analizę przebiegu krzywych  $\psi_c = f(\varphi)$  i  $\eta = f(\varphi)$  (wartości wskaźnika spiętrzenia całkowitego i wartości sprawności), uzyskanych dla wentylatorów poprzecznych, których elementy wykonano wprawdzie z jednego rodzaju tworzywa, tzn. polichloroku winylu, lecz o zróżnicowanych chropowatościach powierzchni.

## INVESTIGATIONS OF THE CROSS FLOW FAN PERFORMANCES FOR DIFFERENT PLASTICS AND DIFFERENT SURFACE ROUGHNESS

**Summary.** The problem of the surface effects appeared in the experimental verification of plastics selection used as the constructional materials instead of traditional metals for the cross flow fans elements.

The lower values of the flow parameters obtained for the cross flow fans made of plastics induced the search of the causes of diadvantageous flow phenomena.

The analysis of the cross flow fan performances for the models made of different plastics indicated the influence of the kind of constructional material on the obtained parameter values.

The qualitative estimation of the surface roughness influence on the cross flow performances was carried out for the cross flow fan models made of polyvinyl chloride having the different surface roughness.

## 1. WPROWADZENIE

Tendencja zastępowania metalowych materiałów konstrukcyjnych materiałami niemetalowymi jest konsekwencją dynamicznego rozwoju technologii przetwórstwa tworzyw sztucznych.

Stosowanie tworzyw sztucznych, posiadających odpowiednie własności fizyko-mechaniczne, pozwalające na tworzenie konstrukcji o wymaganej wytrzymałości mechanicznej i termicznej, charakteryzujących się zdecydowanie mniejszą wartością gęstości w porównaniu z materiałami metalowymi, stwarza możliwości uzyskiwania lżejszych konstrukcji o zbliżonych parametrach wytrzymałościowych [1].

Weryfikację doświadczalną hipotezy występowania niekorzystnego zjawiska przepływowego jako konsekwencji oddziaływania pola elektrostatycznego, powstającego na powierzchniach elementów tworzywowych, przeprowadzono badając kilka modeli wentylatorów poprzecznych, wykonanych z różnych tworzyw sztucznych.

Wytwarzanie małego strumienia objętości powietrza przepływającego przez wentylator poprzeczny, wykonany ze zmodyfikowanego polichlorku winylu, było rezultatem zróżnicowanego oddziaływania pola elektrostatycznego. Przy niskich prędkościach obrotowych wirnika wpływ ten był stosunkowo niewielki - rzędu 5 - 25% i zdecydowanie rósł przy wzroście prędkości obrotowej powodując wytwarzanie strumieni objętości powietrza, różniących się od 100% do 300%.

Zaistniałe zjawisko próbowano wytłumaczyć faktem "przyklejania się" dodatnio naładowanego powietrza zasysanego przez wentylator poprzeczny do powierzchni wykonanych z tworzyw sztucznych, posiadających nierównomierny rozkład ładunków ujemnych [2]. Zatem tylko część strumienia powietrza wpływającego do wirnika wypływała z niego do strefy tłoczenia, a jego wielkość uzależniona była od nagromadzenia ładunków na powierzchniach elementów wykonanych z tworzyw i odwrotnie proporcjonalna do natężenia pola elektrostatycznego.

Efekt "przyklejania się" warstwy powietrza mógł występować w strefie ssania i tłoczenia wentylatora, bowiem zarówno obudowa, jak i ściany boczne były wykonane z tworzywa sztucznego.

W sytuacji, gdy skupione na powierzchni tworzywa ładunki posiadały taki sam znak jak powietrze naładowane ujemnie, występowało zjawisko "odpychania się" jednoimiennych ładunków. Zassana do wnętrza wirnika struga powietrza, odpychana przez wirujący wieniec

łopatkowy, tworzyła wewnątrz wirnika duży wir kołowy, krążący w kierunku zgodnym z obrotami wirnika. Powietrze znajdujące się wewnątrz wirnika nie miało możliwości wypływu na zewnątrz i tylko niewielki strumień objętości, odwrotnie proporcjonalny do natężenia pola elektrostatycznego, przepływał przez wentylator.

Analiza możliwych źródeł powstawania nieustalonych zjawisk przepływowych, istotnie wpływających zarówno na wielkość strumienia objętości powietrza tłoczonego, jak i na sprawność wentylatora poprzecznego, miała na celu ich identyfikację nie tylko jakościową, ale również podjęcie próby oceny ilościowej.

Mając na uwadze bardzo często występujące zjawisko elektryzowania się tworzyw sztucznych, zależne w znacznym stopniu od rodzaju tworzywa i składu chemicznego, zmienianego w wyniku dodawania modyfikatorów, podjęto badania modelu funkcjonalnego wentylatora poprzecznego, w którym zmieniano materiał tworzywowy obudowy.

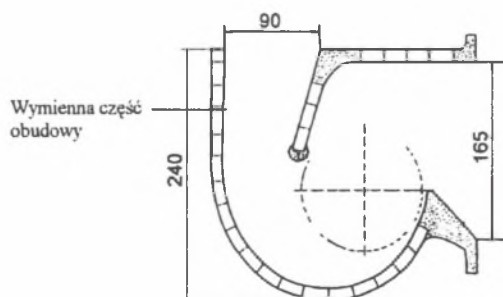
Jedną z przyczyn powstawania sił elektrostatycznych na powierzchni obojętnej elektrycznie tworzywa należy upatrywać w tarciu występującym podczas mieszania się, na skutek silnych stref turbulencji, przepływającej strugi powietrza.

Weryfikację doświadczalną stosowania tworzyw sztucznych na elementy wentylatora poprzecznego przeprowadzono dwuetapowo, koncentrując się na określeniu:

- wpływu rodzaju tworzywa sztucznego oraz
- oddziaływania chropowatości powierzchni

na charakterystyki przepływowe.

Badano wentylator poprzeczny, przedstawiony na rys.1, zbudowany z cylindrycznego, ułopatkowanego wirnika o łopatkach zakrzywionych do przodu oraz obudowy wyprofilowanej w sposób pozwalający na przepływ strugi powietrza przez wnętrze wirnika na całej jego długości.



Rys.1. Schemat wentylatora poprzecznego WPU 450/100 z tworzywa sztucznego

Fig.1. Cross flow fan WPU 450/100 made of plastics

Rozwiązanie konstrukcyjne wentylatora poprzecznego WPU 450/100, o długości wirnika  $L = 450$  mm i średnicy zewnętrznej  $D_2 = 100$  mm, powstało w wyniku kilkunastoletnich badań eksperymentalnych, mających między innymi na celu optymalizację geometrii [3].

## 2. BADANIA WENTYLATORA POPRZECZNEGO, WYKONANEGO Z RÓŻNYCH TWORZYW SZTUCZNYCH

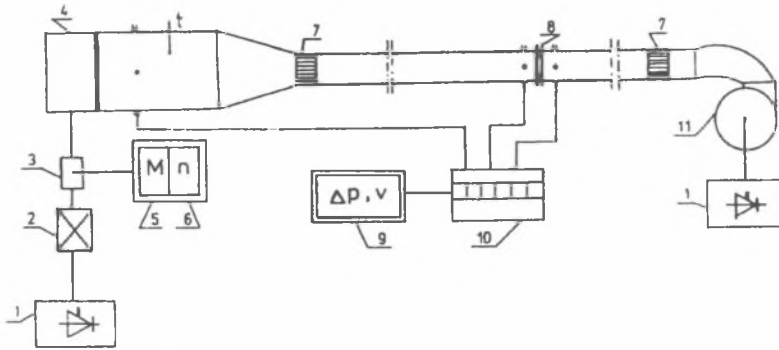
Badano wentylatory poprzeczne o identycznej geometrii obudowy i tym samym wirniku, wykonanym z polichloroku winylu, różniące się tworzywem zastosowanym na elementy obudowy oraz ściany boczne [5]. Wariantowość konstrukcyjno-materiałową badanych modeli wentylatorów poprzecznych WPU 450/100 przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Specyfikacja stosowanych tworzyw sztucznych

Wariant	Tworzywa na obudowy i ściany boczne
I	Zmodyfikowany polichlorek winylu wzmocniony włóknem szklanym PVC-M
II	Polichlorek winylu PVC-G
III	Polietylen
IV	Akryl

Badania charakterystyk wszystkich wariantów wentylatora poprzecznego przeprowadzono na stanowisku przedstawionym schematycznie na rys.2, przy ustalonej prędkości obrotowej wirnika, mierząc bezpośrednio lub określając pośrednio wartości następujących wielkości: spiętrzenia statycznego  $\Delta p_s$ , spiętrzenia całkowitego  $\Delta p_c$ , mocy na wale wentylatora  $N$ , strumienia objętości powietrza  $\dot{V}$  [4].



1 - tyrystorowa przetwornica częstotliwości, 2 - silnik, 3 - przetwornik częstości obrotów ML 103 i momentu obrotowego TG 1/B-P, 4 - wentylator poprzeczny WPU 450/100, 5 - miernik momentu obrotowego, 6 - miernik częstości obrotów, 7 - prostownica przepływu, 8 - kryza ISA z pomiarem "vena contracta", 9 - mikromanometr FCO12, 10 - jedenastokanałowy przełącznik FCO91Mk11, 11 - wentylator wspomagający

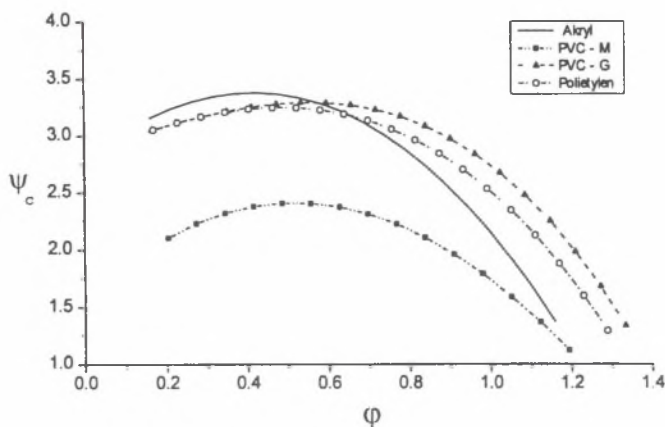
Rys.2. Schemat stanowiska badawczego  
Fig.2. Experimental stand

Ilościową ocenę wpływu rodzaju tworzywa sztucznego dokonano na podstawie analizy bezwymiarowych charakterystyk wentylatora poprzecznego, tzn. wskaźnika spiętrzenia całkowitego  $\psi_c$ , wskaźnika spiętrzenia statycznego  $\psi_s$ , oraz sprawności  $\eta$  w funkcji wskaźnika przepływu  $\varphi$  [5]:

$$\psi_c = f(\varphi), \quad \psi_s = f(\varphi), \quad \eta = f(\varphi), \quad \lambda = f(\varphi).$$

Charakterystyki, zamieszczone na rys.3, przedstawiają zmianę wskaźnika spiętrzenia całkowitego w funkcji wskaźnika przepływu dla wszystkich badanych wariantów wentylatora przy stałej prędkości obrotowej  $n = 1000$  1/min.

Krzywe  $\psi_c = f(\varphi)$  dla wentylatorów poprzecznych o obudowach i ścianach bocznych wykonanych z polichlorku winylu, akrylu, polietylenu oraz zmodyfikowanego włóknem szklanym polichlorku winylu posiadają wprawdzie podobny przebieg, lecz rozrzut uzyskanych wartości wskaźników spiętrzenia całkowitego wskazuje na zróżnicowane własności tworzyw.

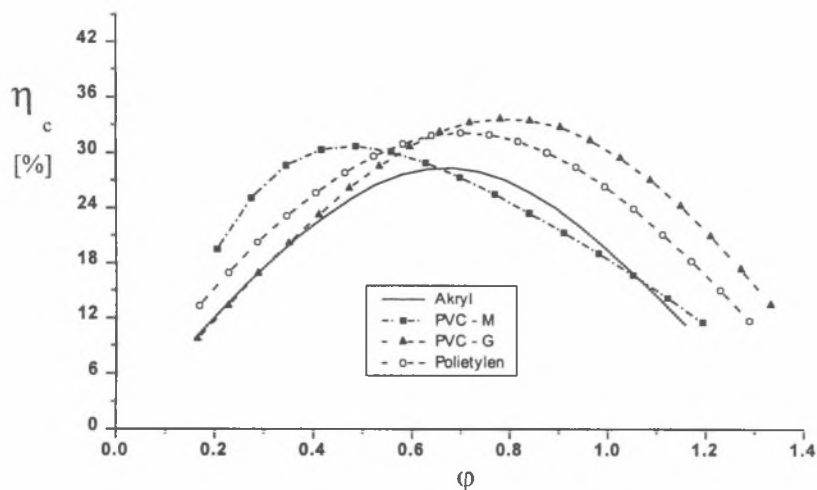


Rys.3. Wykres zmiany wskaźnika spiętrzenia całkowitego w funkcji wskaźnika przepływu dla wybranych tworzyw sztucznych

Fig.3. Total pressure coefficient in function of flow coefficient for selected plastics

Najwyższą wartość wskaźnika spiętrzenia uzyskano dla wentylatora wykonanego z akrylu, lecz w zakresie bardzo małych wskaźników przepływu, natomiast dla wentylatora poprzecznego, wykonanego z polichlorku winylu o dużej gładkości powierzchni, osiągnięto wartość  $\psi_c \cong 3.25$  (dla  $\varphi = 0.7$ ).

W stosowanym najczęściej w praktyce zakresie zmiany wskaźnika przepływu  $\varphi = 0.7 - 1.2$  otrzymane wartości wskaźników spiętrzenia całkowitego można uznać za w pełni zadowalające. Stromy przebieg charakterystyk  $\psi_c = f(\varphi)$ , wskazujący na uzyskanie, przy niezbyt dużej zmianie wskaźnika przepływu  $\varphi$ , znacznych różnic wartości spiętrzenia całkowitego, pozwala na rozszerzenie aplikacji tego typu maszyny przepływowej [6].



Rys.4. Wykres zmiany sprawności w funkcji wskaźnika przepływu dla wybranych tworzyw sztucznych  
Fig.4. Efficiency versus flow coefficient for the selected plastics

Wykresy sprawności w funkcji wskaźnika przepływu dla wentylatorów poprzecznych o obudowach wykonanych z różnych tworzyw sztucznych zamieszczono na rys.4. Najwyższe sprawności w zakresie zmiany wskaźnika przepływu  $\phi = 0.7 - 1.4$  uzyskano dla wentylatora poprzecznego o obudowie z polichlorku winylu o gładkiej powierzchni i kolejno dla wentylatora z obudową wykonaną z polietylenu oraz podobne dla wentylatorów z obudowami z akrylu i polichlorku winylu wzmacnianego włóknem szklanym.

W tabelicy 2 zestawiono wartości sprawności dla wybranych wskaźników przepływu, uzyskane podczas badań wentylatorów poprzecznych o obudowach i ścianach bocznych wykonanych z wyspecyfikowanych tworzyw sztucznych.

Przeprowadzona analiza wyników pozwoliła na wyłonienie spośród badanych tworzyw sztucznych, zastosowanych na elementy konstrukcyjne wirnikowej maszyny przepływowej, polichlorku winylu o wysokiej gładkości powierzchni jako materiału uzyskującego akceptowalne wartości wskaźników charakteryzujących właściwą pracę wentylatora.



Tablicy 2

Wybrane wartości sprawności wentylatorów poprzecznych

Sprawność $\eta$ %							
$\varphi \rightarrow$	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
PVC-M	30.6	27.3	24.6	27.7	18.1	15	11.3
PVC-G	27.7	33.08	33.5	32.1	29.1	24.7	18.9
Polietylen	32.4	32.7	31	28.5	25.4	21.4	17
Akryl	25.7	28.2	26.8	23.7	19.2	14.3	-

Wentylator poprzeczny o obudowie i ścianach bocznych wykonanych z akrylu uzyskał zdecydowanie niższe sprawności, zatem można wysnuć przypuszczenie, że większa chropowatość powierzchni akrylowej miała znaczny wpływ na obniżenie sprawności wentylatora. Należy domniemać, iż zaistniała sytuacja mogła mieć związek ze wzrostem tarcia powierzchniowego i jego ujemnego wpływu na strukturę przepływu powietrza, zwłaszcza przy niewielkich wartościach wskaźnika przepływu  $\varphi = 0.2 - 0.6$ .

### 3. BADANIA WENTYLATORÓW POPRZECZNYCH WYKONANYCH Z POLICHLORKU WINYLU O RÓŻNYCH CHROPOWATOŚCIACH

W zakresie mniejszych strumieni objętości przebieg charakterystyk  $\eta = f(\varphi)$  wskazuje na obniżanie się wartości sprawności wentylatorów poprzecznych ze wzrostem chropowatości powierzchni elementów wykonanych z tworzyw, co może być rezultatem powstawania zawirów przy powierzchni o dużej chropowatości, powodujących szybsze oderwanie strugi powietrza od ścianek obudowy.

Można zatem pokusić się o pewne przypuszczenie, iż przy niższych strumieniach objętości powietrza, uwidacznia się wpływ tarcia powierzchniowego, obniżający sprawność maszyny przepływowej.

W celu określenia wielkości i rodzaju wpływu chropowatości powierzchni na charakterystyki przepływowe wentylatora poprzecznego wykonanego z tworzyw sztucznych, przeprowadzono badania doświadczalne koncentrując się na jednym rodzaju tworzywa, tzn. na polichloroku winylu o różnych chropowatościach powierzchni.



### 3.1. Wyznaczanie parametrów chropowatości powierzchni

Chropowatość powierzchni tworzywowych wyznaczano metodą stykową, polegającą na pomiarze wartości liczbowych parametrów profilu chropowatości [7]. Zastosowano profilometr PM-02B - przenośny przyrząd, pozwalający na pomiar z dokładnością 2 - 10% parametrów chropowatości powierzchni:

- $R_a$  - średniego arytmetycznego odchylenia profilu chropowatości i
- $R_m$  - maksymalnej wysokości chropowatości.

Element pomiarowy profilometru stanowi odwzorowujące diamentowe ostrze, posiadające stożkową końcówkę o promieniu zaokrąglenia wierzchołka  $r = 10 \pm 2 \mu\text{m}$ , umieszczone w ślizgaczu wraz z piezoelektrycznym przetwornikiem zamieniającym wielkość przemieszczenia pionowego ostrza na sygnał elektryczny.

Biorąc pod uwagę fakt, że chropowatość powierzchni, stanowiąca zbiór wszystkich nierówności wynikających z procesu obróbki, tworzy struktury zgodnie z przyjętymi normami określane jako :

- izotropowe - nie posiadające uprzywilejowanych kierunków.
- anizotropowe - posiadające uprzywilejowane kierunki,
- ortotropowe - o prostolinijnych, równoległych śladach obróbki,

podjęto próbę odpowiedniego zaszeregowania powierzchni elementów wentylatora poprzecznego wykonanego z tworzyw sztucznych. Z pewnym przybliżeniem można zaliczyć strukturę powierzchni polichlorku winylu oznaczonego PVC.4 i PVC.5 do izotropowych, PVC.3 do ortotropowych oraz PVC.1 i PVC.2 do struktur anizotropowych.

Dla każdego tworzywa sztucznego przeprowadzono 12 pomiarów średniego arytmetycznego odchylenia profilu chropowatości  $R_a$  mierzonego w kierunku podłużnym (PD) i poprzecznym (PP) pola powierzchni próbki.

Wyniki pomiarów zamieszczono w tablicy 3 uszeregowując rosnąco od tworzywa PVC.4 o najbardziej gładkiej powierzchni do tworzywa PVC.2, charakteryzującego się największą chropowatością mierzoną uśrednioną wartością  $(R_a)_s$ , parametru wysokościowego chropowatości powierzchni badanego tworzywa.

Tablica 3

Pomiar chropowatości powierzchni badanych tworzyw sztucznych

RODZAJ TWORZYWA												
Pomiar	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	(R <sub>n</sub> ) <sub>sr</sub>
<b>PVC.4</b>												
<i>odmiana kierunkowości:</i> <i>nieuporządkowana</i>												
PP	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
PD	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>PVC.5</b>												
<i>odmiana kierunkowości:</i> <i>nieuporządkowana</i>												
PP	6	5.2	5.6	5.4	5	5	5.8	5.4	5.6	5.2	5.1	5.32
PD	6.4	5.6	5.4	5.8	5	5.8	6	5.8	5.6	5.4	5.2	5.22
<b>PVC.3</b>												
<i>odmiana kierunkowości:</i> <i>prostopadła</i>												
PP	7.2	4.8	5.6	5.2	5	5.6	6.6	6.8	6.4	5.2	5.6	5.87
PD	1.3	1.3	1.3	1	1.4	1.2	1.3	1.1	1.3	1.2	1.3	1.25
<b>PVC 1.</b>												
<i>odmiana kierunkowości:</i> <i>skrzyżowana</i>												
PP	8.8	7.2	6.8	9.6	7.4	7.2	6	6	6	5.6	6.6	7.08
PD	8.2	6.6	6.6	7.2	6	6	6.6	5.6	6	7.4	8.2	7.02
<b>PVC.2</b>												
<i>odmiana kierunkowości:</i> <i>skrzyżowana</i>												
PP	8.6	7.6	9	9.2	8.4	8.2	9.4	8.6	7	9	8.6	8.5
PD	3.2	3	3	2.8	2.8	3.2	3.0	2.8	2.8	3	3.2	3.03

### 3.2. Analiza wyników badań

W wyniku przeprowadzonych badań wentylatorów poprzecznych o obudowach i ścianach bocznych wykonanych z polichlorku winylu o różnej chropowatości powierzchni uzyskano charakterystyki przedstawione na rys.5 i 6 dla ustalonej częstości obrotów  $n = 800$  1/min.

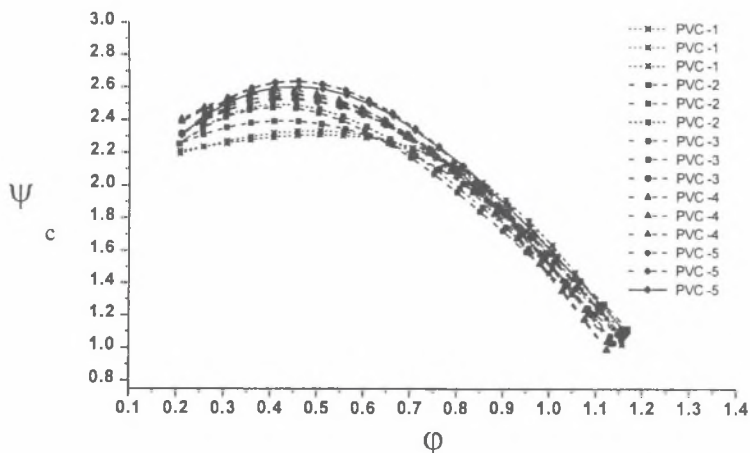


Fig.5. Zmiana wskaźnika ciśnienia całkowitego w funkcji wskaźnika przepływu dla PVC o różnych chropowatościach powierzchni

Fig.5. Total pressure coefficient versus flow coefficient for PVC with different surface roughness

Analiza krzywych  $\psi_c = f(\varphi)$ , zamieszczonych na rys.5, pozwala na stwierdzenie stosunkowo małego wpływu chropowatości powierzchni na ich przebieg oraz na uzyskiwane wartości maksymalne wskaźników ciśnienia całkowitego. Dla wentylatorów poprzecznych, wykonanych z polichlorku winylu o chropowatości powierzchni, mierzonej średnią wartością parametru wysokościowego, zmieniającego się w zakresie  $(R_a)_{sr} = 0.5 - 8.5$ , wartości  $\psi_c$  mieszczą się w przedziale od 2.25 do 2.63 dla wskaźnika przepływu  $\varphi = 0.4 - 0.5$ .

Zestawienie wybranych wartości wskaźników ciśnienia całkowitego uzyskanych dla wentylatorów poprzecznych, wykonanych z analizowanych tworzyw sztucznych, przedstawiono w celach porównawczych w tabeli 4.

Tablica 4

Wartości  $\psi_c$  dla wentylatorów poprzecznych wykonanych z PVC o różnych chropowatościach powierzchni dla  $\varphi = 0.45$

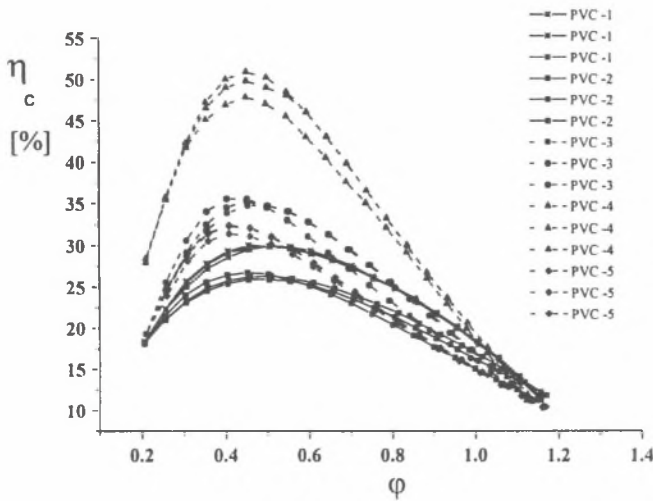
TWORZYWO	PVC.5	PVC.4	PVC.3	PVC.2	PVC.1
$(R_a)_{sr}$ podłużna	5.32	0.5	5.87	8.5	7.08
$(R_a)_{sr}$ poprzeczna	5.22	0.5	1.25	3.03	7.02
$\psi_c$	2.64	2.58	2.54	2.47	2.33
<b>Odchyłka od <math>\psi_{c \max}</math></b>	<b>0 %</b>	<b>2.3 %</b>	<b>3.8 %</b>	<b>6.5 %</b>	<b>11.7 %</b>

W szerokim zakresie zmiany wskaźnika przepływu  $\varphi = 0.6 - 1.1$  różnica pomiędzy maksymalnymi wartościami wskaźników spiętrzenia całkowitego, uzyskanymi dla wentylatorów poprzecznych wykonanych z tworzyw sztucznych o różnych chropowatościach powierzchni, utrzymuje w przybliżeniu wartość  $\Delta \psi_c \cong 0.2$ . Należy zauważyć, że różnica wartości  $\psi_c$ , odpowiadająca maksymalnej sprawności przy  $\varphi \cong 0.45$ , obliczona w procentach, wynosi 15.2%.

Dla stałej wartości wskaźnika przepływu  $\varphi = 1$  różnica pomiędzy wartością maksymalną  $\psi_c(\text{PVC.1}) = 1.66$  i minimalną  $\psi_c(\text{PVC.4}) = 1.45$  wynosi 12.6%.

Przedstawione na rys.6 wykresy sprawności w funkcji wskaźnika przepływu charakteryzują się nie tylko zróżnicowanym przebiegiem krzywych, ale przede wszystkim zdecydowanie wartościami sprawności uzyskiwanymi dla różnych chropowatości powierzchni elementów badanych wentylatorów poprzecznych.

Analiza położenia charakterystyk pozwala na stwierdzenie, że najwyższe sprawności otrzymano dla wentylatora zbudowanego z tworzywa o najbardziej gładkiej powierzchni. niższe dla wentylatorów z tworzyw o zróżnicowanych ale bardziej chropowatych powierzchniach, a najniższe wentylator o powierzchni charakteryzującej się najwyższą chropowatością



Rys.6. Wykres sprawności w funkcji wskaźnika przepływu dla PVC o różnej chropowatości powierzchni  
 Fig.6. Efficiency versus flow coefficient for PVC with different surface roughness

Przebieg krzywych wskazuje wprawdzie na występowanie pewnych różnic wartości sprawności dla wentylatorów wykonanych z polichlorku winylu o określonej chropowatości powierzchni, lecz w szerokim zakresie zmiany wskaźnika przepływu różnice maleją lub wręcz wartości pokrywają się. Powtarzalność wyników można uznać w zasadzie za zadowalającą, z wyjątkiem wyników dla PVC.4 w zakresie zmiany  $\phi$  0.4 - 0.7.

Niezależnie od rodzaju powierzchni, najwyższe wartości sprawności uzyskano dla wskaźnika przepływu w zakresie  $\phi = 0.4 - 0.5$ .

Uzyskane wyniki badań doświadczalnych pozwalają na dokonanie porównania ilościowego wpływu chropowatości powierzchni elementów wykonanych z tworzywa na sprawność wentylatora poprzecznego.

Wybrane rezultaty przedstawiono w tabelicy 5.

Tablica 5

Porównanie sprawności wentylatorów wykonanych z PVC o różnej chropowatości powierzchni dla wybranych wartości  $\varphi$ .

SPRAWNOŚĆ %						
$\varphi \rightarrow$	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
PVC.4	42.0	50.0	50.2	45.9	39.2	32.5
PVC.3	30.2	35.4	34.7	32.8	29.4	25.5
PVC.5	28.4	32.2	31.3	28.2	24.6	21.3
PVC.1	25.5	29.2	29.8	29.2	27.6	24.8
PVC.2	23.8	26.4	26.7	25.7	23.6	20.2

Wentylator poprzeczny, zbudowany z polichloru winylu PVC.4, charakteryzujący się wartością średniego arytmetycznego odchylenia profilu chropowatości, mierzonego w kierunku poprzecznym i podłużnym próbki, równym  $(R_a)_{sr} = 0.5$ , uzyskał najwyższą wartość sprawności  $\eta = 51\%$ .

Porównanie wartości sprawności dla ustalonych wskaźników przepływu, uzyskiwanych w wentylatorach wykonanych z polichloru winylu o minimalnej i maksymalnej chropowatości powierzchni wśród badanych modeli prowadzi do stwierdzenia różnicy, dochodzącej do 25 punktów sprawności.

Powyższe sformułowania pozwalają wysnuć wniosek, że zwiększanie gładkości powierzchni obudowy oraz ścian bocznych wpływa w sposób istotny na podniesienie sprawności wentylatora poprzecznego.

#### 4. WNIOSKI

Przeprowadzone badania doświadczalne kilku wariantów wentylatora poprzecznego, różniących się rodzajem tworzywa sztucznego, zastosowanego do konstrukcji elementów obudowy, pozwoliły na wytypowanie polichloru winylu o gładkiej powierzchni jako materiału konstrukcyjnego, dla którego uzyskano najwyższą sprawność maszyny przepływowej o zadanej geometrii.

Otrzymane charakterystyki dla badanych wariantów wentylatora poprzecznego umożliwiły przeprowadzenie klasyfikacji rozpatrywanych tworzyw sztucznych z punktu widzenia ich przydatności jako materiałów konstrukcyjnych elementów tej maszyny przepływowej.

Ilościowa ocena wpływu chropowatości powierzchni na charakterystyki przepływowe wentylatorów poprzecznych, wykonanych z tworzyw sztucznych, prowadzi do wniosku, że zwiększanie gładkości powierzchni elementów powoduje podniesienie sprawności tej maszyny przepływowej.

Rezultaty badań eksperymentalnych umożliwiły nie tylko jakościową, ale przede wszystkim ilościową ocenę zastosowanego tworzywa sztucznego na obudowę oraz ściany boczne wentylatora. Zdecydowanie najwyższe parametry przepływowe uzyskał wentylator wykonany z polichlorku winylu o bardzo gładkiej powierzchni.

Potwierdzono celowość zastępowania tradycyjnych materiałów metalowych tworzywami sztucznymi wskazując na konieczność ich doboru z uwzględnieniem nie tylko właściwości wytrzymałościowych, mechanicznych, cieplnych, ale również oddziaływania powierzchni elementu wykonanego z tworzywa na strukturę przepływającej strugi powietrza - mającego istotny wpływ na uzyskiwane charakterystyki wentylatora poprzecznego.

## SPIS WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ

$D_2$	- średnica zewnętrzna wirnika,	m
$L$	- długość wirnika,	m
$n$	- prędkość obrotowa,	1/min
$N_w$	- moc na wale wentylatora,	W
$p$	- ciśnienie,	Pa
$\Delta p$	- spiętrzenie,	Pa
$u_2$	- prędkość obwodowa mierzona na średnicy zewnętrznej wirnika	m/s
$\dot{V}$	- strumień objętości,	m <sup>3</sup> /s
$\eta$	- sprawność, $= (\dot{V} \Delta p) / N_w$ ,	%
$\lambda$	- wskaźnik mocy, $= 2 N_w / (D_2 L \rho u_2^2)$ ,	-
$\rho$	- gęstość,	kg/m <sup>3</sup>
$\varphi$	- wskaźnik przepływu, $= \dot{V} / (D_2 L u_2)$ ,	-
$\psi$	- wskaźnik spiętrzenia, $= 2\Delta p / (\rho u_2^2)$ ,	-

Indeksy: c - całkowity, s - statyczny



## LITERATURA

1. Łączyński B.: Tworzywa sztuczne i ich przetwórstwo. PWN, Warszawa 1980.
2. Stacharska-Targosz J.: Wpływ własności elektrostatycznych tworzyw sztucznych na charakterystyki przepływowe wentylatora poprzecznego, Mat. Konf. VII Seminarium "Tworzywa sztuczne w budowie maszyn", Kraków 1994, 353-358.
3. Stacharska-Targosz J.: Identyfikacja przepływów w wentylatorach poprzecznych metodą eksperymentu sekwencyjnego. Monografia 117, Kraków 1991.
4. Stacharska-Targosz J., Gołogórski J.: Badania eksperymentalne wentylatora poprzecznego WPU 450/100, Mechanika z.1-M/1995, 157-166.
5. Stacharska-Targosz J., Płachetko A.: Analiza wpływu wybranych tworzyw sztucznych na charakterystyki wentylatora poprzecznego, Prace Naukowe, Monografie, Konferencje. Z.1, Gliwice, 1997, 275 – 282.
6. Stacharska-Targosz J., Płachetko A.: Weryfikacja wpływu wybranych tworzyw sztucznych na sprawność wentylatora poprzecznego. Część II: Badania eksperymentalne. Materiały Konferencyjne VIII Seminarium "Tworzywa sztuczne w budowie maszyn". Kraków 1997, 397 - 404
7. Nowicki B.: Struktura geometryczna. Chropowatość i falistość powierzchni. WNT, Warszawa, 1991.

Recenzent: Doc.dr inż. Jan Kędzierzawski

Wpłynęło do Redakcji: 02.04.1998 r.

**Abstract**

Experimental investigations carried out for several models of cross flow fan with elements made of different plastics have indicated polyvinyl chloride with very smooth surface as a constructional material for which the highest values of the cross flow fan efficiency have been obtained.

The classification of selected plastics considering their constructional suitability has been made by use of analyse of the performances achieved for the tested models of cross flow fan.

The quantitative estimation of the influence of the surface roughness on the cross flow fan performances fan performances has led to the following conclusion: the increase in the elements surface quality causes the increase in the efficiency of this flow machine.

The results of investigations have shown a possibility of the qualitative and quantitative estimations of plastics usability as materials for casings and side walls of the tested cross flow fans so the confirmation of traditional metallic materials substituting by some select plastics has been pointed out.

The remarkable influence of surface roughness on the cross flow fan performance and on the air flow structures has indicated the necessity to consider this material property beside the strength of material, mechanical and thermal properties.