

Justyn Polok

OBR "Barowent" - Katowice

WSKAŹNIK EROZJI JAKO PARAMETR ZUŻYCIA EROZYJNEGO ŁOPATEK WIRNIKÓW WENTYLATORÓW PROMIENIOWYCH

Streszczenie: W referacie przedstawiono badania erozyjne 3-ech wirników o różnej geometrii. Zdefiniowano pojęcie miejscowego wskaźnika erozji, służącego jako parametr do porównywania intensywności erozji łopatek wirników. Dokonano próby obliczenia czasu erozji łopatek oryginalnego wentylatora w oparciu o miejscowy wskaźnik erozji a wyniki porównano z rzeczywistym czasem pracy. Przedstawiono również kierunki dalszych prac badawczych, jakie powinny być prowadzone dla zdefiniowania uogólnień.

Ważniejsze oznaczenia

V_E	- ubytek objętości	[mm^3]
m_E	- ubytek masy	[g]
s	- grubość zdartej warstwy	[mm]
F	- powierzchnia łopatki	[m^2]
t_E	- czas trwania erozji	[h]
E_o	- wskaźnik erozji	[mm^3/kg pyłu]
K	- całkowite stężenie pyłu	[g/m^3]
K_o	- względne stężenie pyłu	[g/m^3]
Z	- ilość łopatek	
Q	- objętościowe natężenie przepływu	[m^3/s]
U_p	- procentowy udział cząstek powyżej $25[\mu\text{m}]$ w masie pyłu	
U_t	- procentowy udział cząstek twardych $/\text{SiO}_2/$ w wydzielonej masie pyłu	
t_{E45}	- czas trwania erozji nakładek ze stali 45	[h]
t_{Es}	- czas trwania erozji powłoki "s"	[h]
q_f	- intensywność napylenia	[kg pyłu/ $\text{m}^2 \cdot \text{h}$]
c	- prędkość umowna oryginału	[m/s]
c_m	- prędkość umowna modelu	[m/s]
ρ_m	- gęstość materiału /stali/	[g/cm^3]
ρ_p	- gęstość pyłu	[g/cm^3]
ρ_g	- gęstość gazu	[kg/m^3]

1. Wprowadzenie.

Mechanizm erozji pyłowej wirników wentylatorów był przedmiotem szeregu prac teoretycznych i doświadczalnych prowadzonych przez różne ośrodki naukowo-badawcze w kraju. Wyniki dotychczasowych prac są niezadawalające,

gdyż nie opracowano metody pozwalającej określić w miarę dokładnie czas zużycia erozyjnego łopatek wirnika, potrzebny do planowania remontów i zapobiegania awariom. Niektóre firmy zagraniczne podają dla swoich wyrobów zależności empiryczne na żywotność erozyjną łopatek. Krajowy przemysł wentylatorowy domaga się rozwiązania tego problemu, gdyż coraz więcej wentylatorów pracuje w warunkach znacznie zwiększonej koncentracji pyłów w przetłaczanych gazach, co związane jest ze spalaniem coraz gorszych węgla w elektrowniach. W pracy [1] przedyskutowano modele matematyczne przepływu mieszaniny dwuskładnikowej i przedyskutowano wpływ poszczególnych wielkości na ważne z punktu widzenia erozji pyłowej charakterystyki kinematyczne i dynamiczne cząstek. W dalszych etapach tej pracy [4] i [5] opracowano algorytm obliczenia czasu erozji uwzględniający geometrię wirnika i rodzaj pyłu. Przykładowe obliczenia wykonane tym algorytmem dla wentylatorów BABH-120 pracujące w elektrowni "Siersza" dały wynik o 100% mniejszy aniżeli uzyskany w eksploatacji. Prowadzone były również prace doświadczalne omówione w pracach [2] i [3], w których przedstawiono mechanizm erozji, czynniki wpływające na intensywność erozji oraz wyniki doświadczeń modelowych z zastosowań różnych materiałów na łopatki i różnych geometrii wirnika. W oparciu o badania krajowe jak również w oparciu o literaturę światową wiadomo, że w zależności od kąta wylotowego łopatki intensywność na końcach łopatek jest inna. Nie podaje się jednak zależności, które by pozwalały na ilościowe porównanie intensywności erozji różnych konstrukcji wirników. Zdefiniowanie parametru zużycia erozyjnego dałoby takie możliwości i mogłoby również dać podstawy do określenia żywotności łopatek wirnika w oparciu o pomiary modelowe, które mogą się okazać bardziej dokładne aniżeli dotychczasowe metody.

2. Opis zagadnienia.

Intensywność ubytku materiału zależy od:

- kształtu i masy ziarna pyłu,
- prędkości uderzenia o powierzchnię,
- kąta uderzenia o powierzchnię,
- własności fizyko-chemicznych gazu przenoszącego pył,
- własności mechanicznych materiału i stanu jego powierzchni.

Miarą erozji jest ubytek masy Δm_E lub objętości ΔV_E . Wielkości tego ubytku w zależności od ilości pyłu napyłonego na wzorcowe płytki jest określona poprzez wskaźnik erozji [2]:

$$E_o = \frac{\Delta V_E}{m_p} \left[\frac{\text{mm}^3}{\text{kg pyłu}} \right] \quad (1)$$

W teoretycznych metodach obliczania czasu erozji potrzebne są wartości wskaźnika erozji dla różnych materiałów i różnych pyłów w funkcji kąta uderzenia i w funkcji prędkości uderzenia cząstek pyłu. Takie wykresy wg Wellingera i Netza przedstawiono w pracy [2] i takie badania prowadzono również w pracy [4].

W wentylatorze modelowym w optymalnym punkcie pracy, gdy wirnik napyłony

jest jednym rodzajem pyłu, można określić w wybranych miejscach na łopacie wskaźnik erozji E_{oi} , który zależy od prędkości i kąta uderzenia cząstek pyłu w tych miejscach. Istnieje zatem możliwość określenia miejscowego wskaźnika erozji łopatki dla danej geometrii wirnika. Podobnie można określić wskaźnik erozji łopatek dla parametrów wentylatora poza punktem optymalnym.

Jeżeli ubytek materiału równa się:

$$\Delta V_E = \Delta s \cdot F \quad [\text{mm}^3] \quad (2)$$

a masa przelatującego pyłu równa się:

$$m_p = \frac{Q \cdot K_o \cdot t_E}{Z} \quad [\text{kg pyłu}] \quad (3)$$

to po przekształceniach i przeliczeniu jednostek otrzymamy zależność na miejscowy wskaźnik erozji:

$$E_{oi} = 0,2777 \frac{\Delta S_i \cdot Z \cdot F}{t_E \cdot Q \cdot K_o} 10^6 \quad [\text{mm}^3/\text{kg pyłu}] \quad (4)$$

gdzie względne stężenie pyłu wynosi:

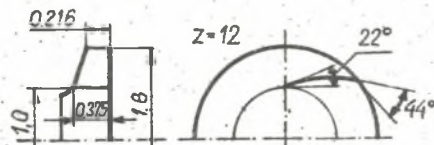
$$K_o = K \frac{U_p}{100} \cdot \frac{U_t}{100} \quad [\text{g/m}^3] \quad (5)$$

Dla określonego stężenia i frakcyjności pyłu, określonego objętościowego natężenia przepływu wentylatora i określonego czasu ekspozycji możemy obliczyć wskaźnik erozji poprzez pomiar grubości zdartej warstwy materiału w wybranych miejscach łopatki. Tworząc siatkę na powierzchni łopatki i mierząc ubytek grubości materiału w pogródku prostokątów siatki, obliczyć możemy wskaźniki erozji w tych miejscach i uzyskać w ten sposób rozkład wskaźnika erozji na całej powierzchni łopatki. wskaźnik ten stanowić może parametr zużycia erozyjnego łopatek wirników i wykorzystany może być do wzajemnych porównań ilościowego zużycia erozyjnego wirników o różnej konstrukcji.

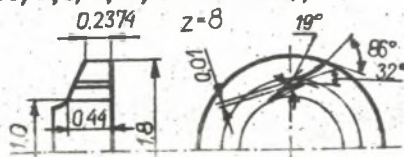
3. Badania modelowe

Dla dokonania weryfikacji powyższych wywodów przeprowadzono badania erozyjne 3 wirników o następującej geometrii [6] i [7]:

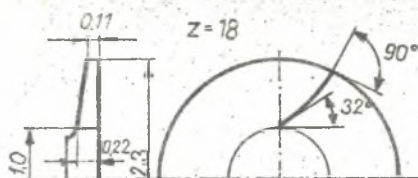
A. Wirnik WPU Nr 76/1,8



B. Wirnik WPU Nr 79/1,4/1,8 /szczelinowy/



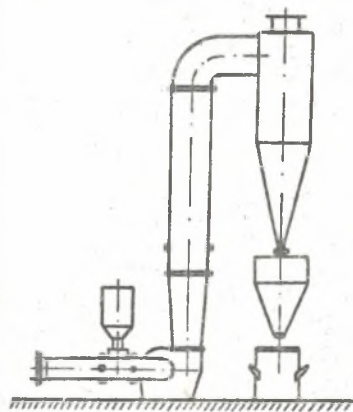
C. Wirnik WF-2,5 Nr 1



Na powierzchnię czynną łopatek założono nakładki przylegające szczelnie do powierzchni łopatki. Nakładki były przykręcone, a dla dokonania pomiarów ubytku materiału zdejmowano je z łopatek. Każdy z wirników posiadał po dwie nakładki ze stali St3s, a wirniki A i C miały ponadto po dwie nakładki ze stali 45 z nałożoną specjalną powłoką typu "s". Dla pomiarów jakościowych każdy z wirników miał po dwie łopatki malowane warstwowo 3 kolorami farb. Kolejność nakładania farb przedstawiała się następująco:



Nakładki z poszczególnych par zakładano po przeciwnych stronach osi wirowania, na co pozwalały parzyste ilości łopatek w wirnikach. Napylenie łopatek wykonano na stanowisku do badań erozyjnych przedstawionym na Rys. 1.

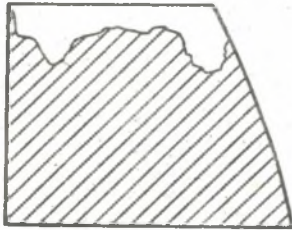


Rys. 1

Stanowisko posiada rurociąg ssący, na którym zamontowany jest dozownik ślimakowy pyłu. Dla ustalenia parametrów przepływowych przewidziano otwory impulsowe do pomiaru ciśnienia statycznego oraz sondowania prędkości dla wyliczenia objętościowego natężenia przepływu. Urządzenie dławiące na rurociągu ssącym pozwala zmienić objętościowe natężenie przepływu. Pył transportowany rurociągiem tłocznym wytracony jest w cyklonie. Wskutek zmiany przełożenia przekładni pasowej reguluje się wydajność masową dozownika. Przed każdą serią badań dozownik cechowano dla roboczych obrotów. Do napylenia użyto piasku, którego skład frakcyjny i procentową zawartość SiO_2 określono przed badaniami i po badaniami.

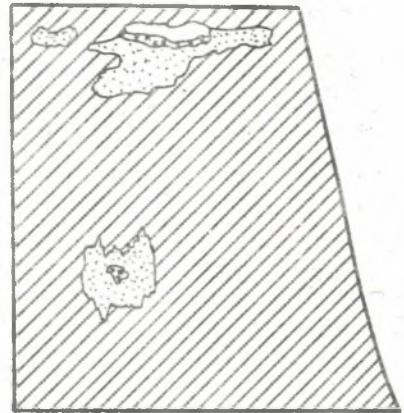
Badania rozpoczęto od pomiarów jakościowych. po pierwszych 15 min. określono obraz starcia z malowanych farbą nakładek. Obrazy starcia badanych

wirników przedstawiono na Rys. 2, 3, 4 i 5.



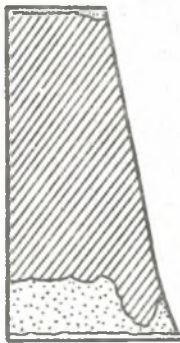
Rys. 2

Wirnik WPU Nr 79/1,4/1,8
łopatka zewnętrzna



Rys. 3

Wirnik WPU Nr 79/1,4/1,8
łopatka wewnętrzna



Rys. 4

Wirnik WPU Nr 76/1,8



Rys. 5

Wirnik WP-2,3 Nr 1

Dalsze godziny pracy powodowały zdzieranie kolejnych warstw farby aż do całkowitego ich zdarcia. Jakościowy obraz starcia z biegiem czasu ekspozycji daje pewien pogląd, gdzie intensywność erozji będzie największa. Łopatki wewnętrzne wirnika 79/1,4/1,8 potrzebowały aż 4 godzin pracy, aby pojawiła się erozja taka jak w łopatkach zewnętrznych po 1 godz. pracy. Pierwsze 15 minut ekspozycji wskazuje miejsca, gdzie intensywność erozji powinna być największa. Na małych łopatkach od krawędzi wylotowej do środka łopatki stwierdzono równoczesne ścieranie się wszystkich warstw lakieru, co świadczyłoby o atakowaniu powierzchni łopatki przez pył pod dużym kątem. W tych miejscach wskaźniki erozji powinny być większe aniżeli w innych miejscach łopatki. To znajduje swoje potwierdzenie w badaniach ilościowych, a mianowicie w miejscach pierwszych gładów zdarcia farby występują największe wskaźniki erozji. W badaniach ilościowych zatrzymywano wentylator średnio co 10 godzin i wykonywano pomiary ubytku materiału mierząc w tych

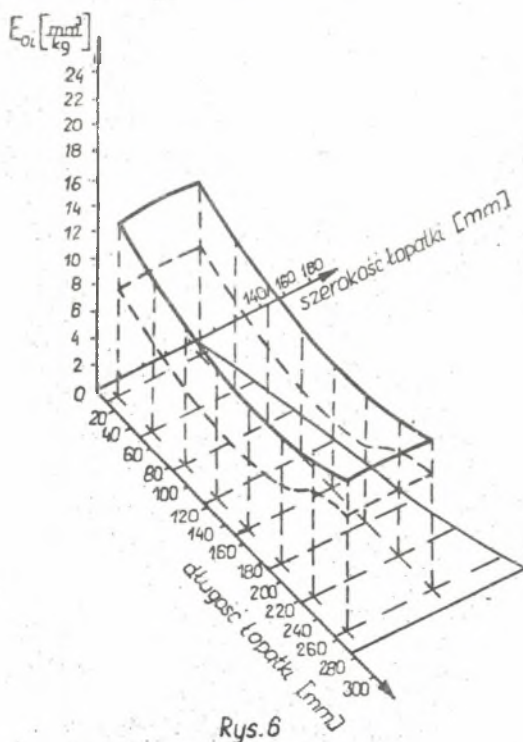
samych miejscach grubość nakładki z dokładnością do 0,01 mm. Wartość różnicy grubości nakładki przed badaniami i po badaniach " Δs_1 " przyjmowano do obliczeń wskaźnika erozji. Wskaźnik ten liczone dla poszczególnych punktów powierzchni łopatek wg. zależności (4). Parametry potrzebne do wyliczenia przedstawia tablica 1.

Tablica 1

Wyszczególnienie	Wirnik Nr 76/1,8	Wirnik Nr 79/1,4/1,8	Wirnik Nr 1 WP-2,3
F	0,02975	0,0109 + 0,0265	0,0114
K	5,675	6,19	8,46
U_p	100	100	100
U_t	94,9	86,5	95
K_o	5,385	5,357	8,037
Z	12	8	18
Q	2,76	2,58	1,057
t_E	50	75	60

Wyniki obliczeń średnie z dwóch łopatek przedstawiają Rys. 6, 7 i 8 dla wirników WPU Nr 76/1,8, WPU Nr 79/1,4/1,8 i WP-2,3 Nr 1.

Linia przerywana na Rys. 6 i 8 przedstawiono przebiegi wskaźnika erozji dla nakładek ze stali 45 z powłoką typu "s".



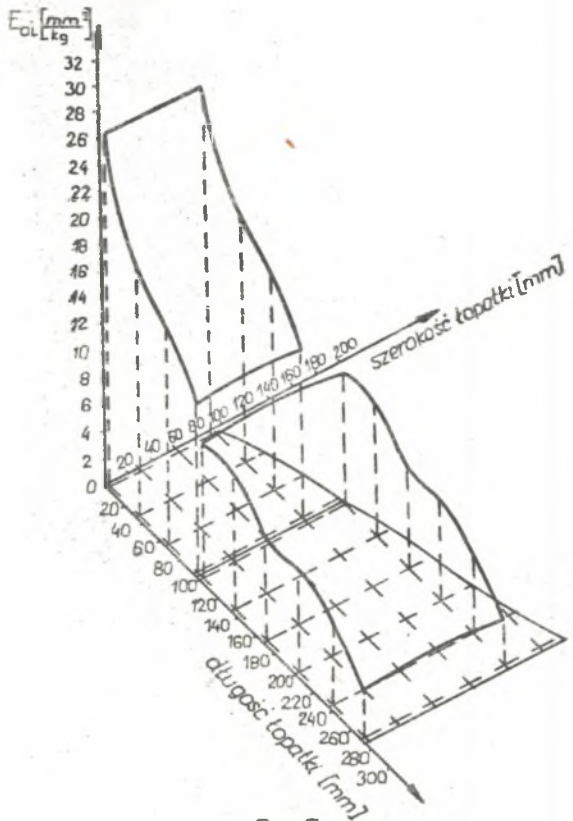
Rys. 6

Wirnik WPU Nr 76/1,8

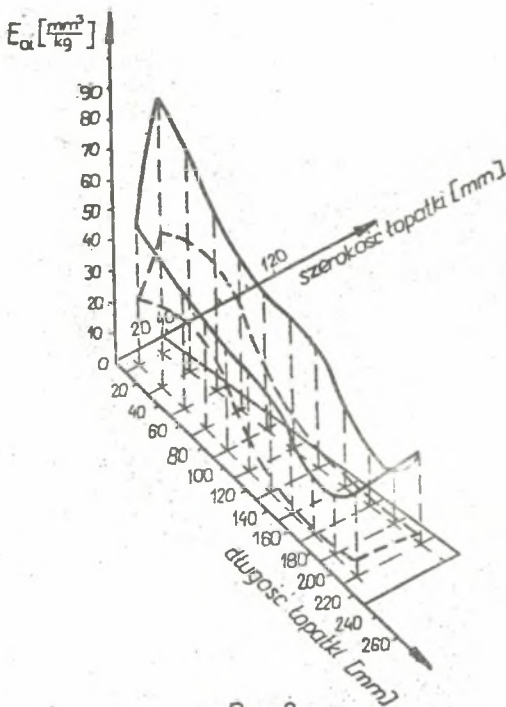
— stal ST 8s,

- - - stal 45 + powłoki "s",

Wirnik WPU Nr 79/1,4/1,8.



Rys. 7



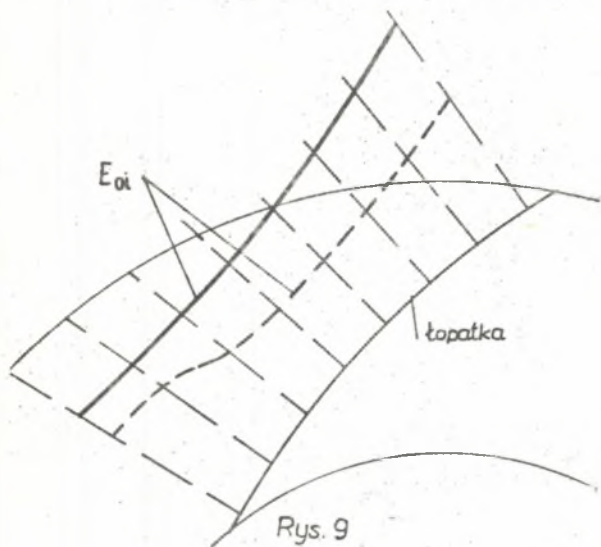
Rys. 8

Wirnik WP-2,3 Nr 1

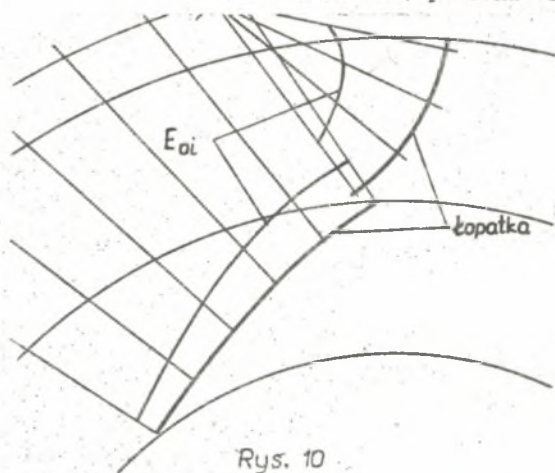
— stal St 3s,

--- stal 45 + powłoka "s".

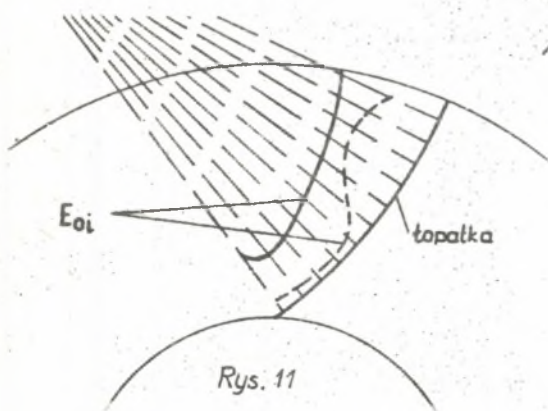
Wskaźniki erozji dla stali St 3s są większe od 1,25 do 7,2 razy od wskaźnika erozji dla stali 45 z powłoką "s". Ten rozrzut krotności zależy od kąta padania pyłu na powierzchnię łopatki. Im większy kąt padania tym odporność erozyjna powłoki "s" jest mniejsza.



Wirnik WPU Nr 76/1,8
 — stal St 3s,
 - - - stal 45 + powłoka "s".



Wirnik WP Nr 79/1,4/1,8.



Wirnik WP-2,3 Nr 1
 — stal St 3s,
 - - - stal 45 + powłoka "s".



Na rysunkach 9 i 11 średnie przebiegi wskaźnika erozji wzdłuż łopatki najlepiej odzwierciedlają odporność erozyjną obydwu materiałów w zależności od kąta padania cząstki pyłu. Powłoka "s" jest materiałem kruchym, co potwierdzałyby niniejsze badania. Dane w literaturze oraz w pracach [2] i [4] podają, że dla kruchych materiałów ze wzrostem kąta padania ubytek materiału wzrasta i osiąga maksimum przy kącie padania $\sim 90^\circ$. Stosowanie zatem tej powłoki dla pewnych geometrii łopatek wirników jest nieopłacalne, gdyż wzrost wskaźnika erozji w pewnych obszarach powierzchni łopatek jest niewielki ($\sim 25\%$) a koszty są znacznie większe od stosowania tradycyjnych materiałów.

Pomiary dokonywano przy stałych obrotach wirników 1480 min^{-1} , co w zależności od objętościowego natężenia przepływu i geometrii wirnika powodowało uderzanie cząstek pyłu z określoną prędkością, której wartość nie była przedmiotem pomiaru. Przewiduje się w dalszych badaniach zwiększać obroty dla określenia zmian wskaźnika erozji w zależności od prędkości.

Dla nakładek dwuwarstwowych tak jak w badanych nakładkach ze stali 45 z powłoką "s" czas zderzenia całej grubości nakładek będzie wynosił:

$$t_E = t_{E45} + t_{Es} \quad (6)$$

wg [3] czas erozji można przedstawić jako następującą zależność:

$$t_{E45} = \frac{1}{q_f} \frac{\Delta s_{45}}{E_{045}} \quad (7)$$

$$t_{Es} = \frac{1}{q_f} \frac{\Delta s_s}{E_{0s}} \quad (8)$$

przy czym:

$$\frac{1}{q_f} = 0,2777 \frac{z \cdot F}{Q \cdot K_0} \cdot 10^6 \quad (9)$$

podstawiając wzory (7) i (8) do wzoru (6) otrzymamy:

$$t_E = \frac{1}{q_f} \frac{\Delta s_{45}}{E_{045}} + \frac{\Delta s_s}{E_{0s}} \quad (10)$$

Dokonując dalszych przekształceń otrzymujemy:

$$t_E = \frac{1}{q_f} \frac{1}{E_{045}} \left(\Delta s_{45} + \Delta s_s \frac{E_{045}}{E_{0s}} \right) \quad (11)$$

Zakładając, że:

$$\beta = \frac{E_{045}}{E_{0s}} \quad (12)$$

to:

$$t_E = \frac{1}{q_f} \frac{\Delta s_{45}}{E_{045}} \left(1 + \frac{\beta \Delta s_s}{\Delta s_{45}} \right) \quad (13)$$

$$t_E = t_{E45} \left(1 + \frac{\beta \Delta s_s}{\Delta s_{45}} \right) \quad (14)$$

Jeżeli chcemy uzyskać dwukrotnie większą żywotność nakładek z powłoką "s" aniżeli bez powłoki, wtedy zachodzi zależność:

$$\frac{\Delta s_s}{\Delta s_{45}} = 1 \quad (15)$$

wtedy grubość powłoki "s" musi wynosić:

$$\Delta s_s = \frac{1}{\beta} \Delta s_{45} \quad (16)$$

Z przeprowadzonych doświadczeń na wirnikach modelowych wynika, że stosowanie miejscowego /punktowego/ wskaźnika erozji łopatki pozwala przedstawić ilościowy obraz intensywności zużycia erozyjnego na powierzchni łopatki, a tym samym daje możliwość porównywania wirników o różnej konstrukcji pod tym względem.

4. Określenie żywotności wirnika oryginalnego.

W oparciu o stwierdzenia zawarte na wstępie nasuwają się pytania:

1. W jaki sposób można wykorzystać wyniki doświadczeń modelowych i zdefiniowany wskaźnik erozji do obliczeń żywotności łopatek? 2. Czy obliczona żywotność będzie bardziej zbliżona do rzeczywistej aniżeli obliczona dotychczasowymi sposobami i metodami? Przyjęta metoda doświadczalnego określania miejscowego wskaźnika erozji na modelu ma tę przewagę nad metodą teoretyczną, że uzyskana wartość jest wynikiem rzeczywistych rozkładów prędkości w kanale międzyłopatkowym i rzeczywistych kątów padania cząstek pyłu na powierzchnię łopatek. Wykorzystanie badań modelowych dla określenia żywotności łopatek wirników wentylatorów zainstalowanych w przemysłowych instalacjach jest możliwe z pewnymi ograniczeniami wynikającymi z podobieństwa przepływu dwufazowego. Nieznany jest wpływ odstępstwa od kryteriów równości liczb Bartha, Froude'a i Reynoldsa. Należy sądzić, że w wyniku podobieństwa geometrycznego wirnika oryginalnego z modelowym kąty padania cząstek mogą być podobne. Na to wskazują dotychczasowe doświadczenia porównawcze obrazu erozji. Natomiast różne będą prędkości padania cząstek, co spowoduje różną intensywność erozji. Wpływ gęstości pyłu czynnika nośnego oraz jego lepkości na odstępstwo od kryteriów podobieństwa przepływu czynnika dwufazowego wymaga zmużnych badań porównawczych. W pierwszym przybliżeniu można założyć, że miejscowy wskaźnik na modelu odpowiada miejscowemu wskaźnikowi erozji oryginału przyjmując, że umowna prędkość będzie spełniała nierówność:

$$0,8 c_M < c < 1,2 c_M$$

Ważne założenie przy znanych odstępstwach kryteriów podobieństwa przepływu dwufazowego wymaga sprawdzenia w eksploatacji.

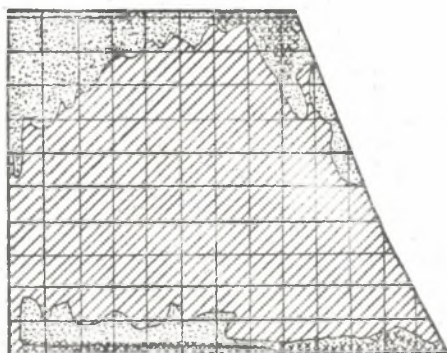
Dla wykazania ilościowych różnic żywotności łopatek obliczonych teoretycznie, obliczonych w oparciu o badania modelowe oraz uzyskanych w rzeczywistości posłużono się przykładem wentylatorów BABH-120 zainstalowanych w elektrowni "Sieraza". Wybór tego wentylatora jako przykładu podyktowany był posiadaniem wyników kompleksowych badań modelowych i eksploatacyjnych w ramach programu modernizacji wentylatorów BAB-120. Zainstalowane poprzednio wentylatory BAB-120 wymagały częstego remontu a nawet występowały awarie wskutek przetarcia dwupowłokowych łopatek /profilowane/. Modernizacja miała polegać na opracowaniu konstrukcji łopatki jednopowłokowej przy niezmiennych parametrach, bardziej odpornej erozyjnie.

W OBR "Barowent" opracowano taką konstrukcję wirnika, którego model przebadano przepływowo i erozyjnie [8]. Zmodernizowany wentylator prototypowy

zainstalowano w elektrowni "Siersza" i uruchomiono 1981.08.07. Badania modelowe przeprowadzono na wirniku o średnicy zewnętrznej 560 mm. Zużycie erozyjne określono poprzez pomiar ubytku masy ważąc nakładki, co 10 godz. Wykorzystując dane w pracy [8] można obliczyć średni wskaźnik erozji sta-
li St3s w oparciu o następującą zależność:

$$\bar{E}_{om} = 0,2777 \frac{m_E \cdot Z}{\rho_m \cdot t_E \cdot Q \cdot K_0} \cdot 10^3 \left[\frac{\text{mm}^3}{\text{kg pyłu}} \right] \quad (17)$$

obliczenie miejscowego wskaźnika erozji jest niemożliwe, ze względu na to, że w badaniach tych nie mierzono jeszcze ubytku grubości nakładki.



Rys. 12

Porównując jakościowy obraz erozji /Rys.12/ z wynikami badań w pracach [6] i [7] można przyjąć, że miejscowy wskaźnik erozji na krawędzi wylotowej wynosi:

$$E_{oi} = 1,5 \cdot \bar{E}_{om} \quad (18)$$

Dane wyjściowe do obliczenia średniego wskaźnika erozji wynoszą [8]:

$$\Delta m_E = 8,6 \text{ [g]}$$

$$t_E = 50 \text{ [h]}$$

$$Q = 2,813 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$Z = 12$$

$$\rho_m = 7,85 \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

$$K = 4,067 \text{ [g/m}^3\text{]}$$

$$U_p = 100\%]$$

$$U_t = 95\%]$$

Średni wskaźnik erozji wynosi zatem:

$$\bar{E}_{om} = 0,2777 \frac{8,6 \cdot 12}{7,85 \cdot 50 \cdot 2,813 \cdot 3,86} \cdot 10^3 = 6,75 \left[\frac{\text{mm}^3}{\text{kg pyłu}} \right]$$

Przyjęta w badaniach wydajność jest większa od wydajności w punkcie optymalnym, gdyż wentylator oryginalny pracuje w prawo od maksymalnej spraw-

ności. W oparciu o pomiary przepływowe, pomiary wielkości zapylenia i frakcyjności pyłu przyjęto następujące dane do obliczeń:

$$Q = 173,5 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$K = 1,3 \quad [\text{g}/\text{m}^3]$$

$$U_t = 45 \quad [\%]$$

$$U_p = 61 \quad [\%]$$

Grubość nakładki ze stali St3s wynosi: $\Delta s = 6 \text{ mm}$, a powierzchnia łopatkii $F = 0,262 \text{ m}^2$.

Czas erozji dla krawędzi wylotowej wyniesie:

$$t_E = 0,2777 \frac{\Delta s_i \cdot Z \cdot F}{E_{oi} \cdot Q \cdot K_o} 10^6 \quad [\text{h}] \quad (19)$$

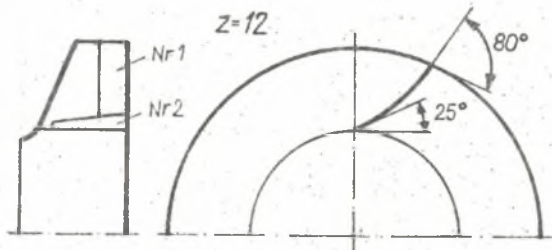
$$K_o = 1,3 \cdot \frac{45}{100} \cdot \frac{61}{100} = 0,357 \quad [\text{g}/\text{m}^3]$$

$$t_{E m} = 0,2777 \frac{6 \cdot 12 \cdot 0,262}{1,5 \cdot 6,75 \cdot 173,5 \cdot 0,357} 10^6 = 8353 \quad [\text{h}]$$

W oparciu o algorytm z pracy [5] dokonano obliczenia czasu erozji dla podanych wyżej parametrów przepływowych i parametrów pyłu, a wielkość jego wynosi:

$$t_E t = 3250 \quad [\text{h}]$$

Rzeczywisty czas pracy wynosił 8100 godz. [9]. Po tym czasie wymieniono nakładki nr 1 oraz dokonano uzupełniające naprawy elektrodami NŻL na nakładce Nr 2 /Rys.13/



Rys. 13

Umowna prędkość woryginalie była dwukrotnie większa od wynikającej z kryteriów podobieństwa.

Gęstość modelowego pyłu /piasku/ wynosiła $\rho_m = 2,57 \quad [\text{g}/\text{cm}^3]$

Gęstość pyłu w elektrowni wynosiła $\rho = 2,25 \quad [\text{g}/\text{cm}^3]$

warunek [2]:

$$\frac{\rho_{pm} \cdot \rho_g}{\rho_{gm} \cdot \rho_p} = 1 \quad \text{nie został zachowany a wartość wynosiła } 0,86.$$

$$\rho_{gm} \cdot \rho_p$$

W przedstawionym przykładzie występuje duża zgodność wyliczonego czasu erozji w oparciu o badania modelowe miejscowego wskaźnika erozji, a uzys-

kany w praktyce. Oczywiście brak zbadanego wpływu prędkości na miejscowy /lub średni/ wskaźnik erozji nie pozwala na ocenę wirnika z tego punktu widzenia.

Przy napyłaniu płytek wzorcowych dwukrotny wzrost prędkości powoduje /2 + 4,8/ krotny wzrost zużycia [5]. Krotność ta zależy od kąta padania, dla dużych kątów wartość jest mniejsza, dla mniejszych kątów wartość ta jest większa.

Badania wpływu prędkości na erozję na płytkach wzorcowych nie mogą być przeniesione na badania wskaźnika miejscowego erozji łopatek, gdyż o wartości tego wskaźnika decyduje również separacja pyłów zależna od wielkości ziaren, wielkości i kierunku prędkości /geometrii wirnika/.

Przykładowe doświadczenie porównawcze modelu z oryginałem wskazuje na to, że należy prowadzić dalsze badania modelowe i eksploatacyjne ażeby uzyskać miarodajne wyniki umożliwiające dokonania uogólnień. W oparciu o uogólnione wyniki badań nad miejscowym wskaźnikiem erozji będzie można skorygować algorytm obliczeń teoretycznych i zwiększyć dokładność obliczeń czasu erozji dla różnych geometrii wirników.

5. Podsumowanie.

Zdefiniowany w niniejszym rozważaniu miejscowy wskaźnik erozji może posłużyć jako parametr, za pomocą którego można porównywać ilościowo odporność erozyjną modelowych wirników. W badaniach modelowych uzyskano dużą zgodność jakościowego obrazu erozji z ilościowym, które przedstawiono w postaci rozkładów miejscowego wskaźnika erozji na powierzchni łopatek. Dalsze modelowe badania pozwolą na określenie wpływu prędkości na wartość miejscowego wskaźnika erozji. Kontynuacji wymagają również badania modelowe nad określeniem miejscowego wskaźnika erozji dla geometrii wirników wentylatorów będących aktualnie w produkcji i przeznaczonych do przetłaczania czynnika zapyłonego. Równoległe z badaniami modelowymi powinny być kontynuowane badania eksploatacyjne dla sprawdzenia wyników badań modelowych i opracowania bardziej dokładnej metody obliczania czasu erozji łopatek wirników. W przedstawionym przykładzie obliczania czasu erozji w oparciu o miejscowy modelowy wskaźnik erozji daje lepsze przybliżenie do rzeczywistości aniżeli metoda teoretyczna oparta o analizę przepływu dwufazowego.

Literatura

- [1] T.Chmielniak - Ruch cząstek stałych w kanałach maszyn przepły-
A.Szafraniec wowych Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej
Energetyka z. 83, 1983.
- [2] J.Radwański - Erozja pyłowa wirników wentylatorów przemysł-
owych Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej
Energetyka z. 72, 1979.
- [3] J.Radwański - Wyznaczenie dopuszczalnego czasu pracy wentyla-
torów narażonych na erozję pyłową. Ciepłowni-
ctwo, Ogrzewnictwo i wentylacja Nr 2, XIV-ty Rok,
czerwiec 1982.
- [4] T.Chmielniak - Badania erozji w wentylatorach etap II praca
+ zespół IMUE Politechniki Śląskiej, niepublikowana.
- [5] T.Chmielniak - Badania erozji w wentylatorach etap IV, praca
+ zespół IMUE Politechniki Śląskiej niepublikowana, 1979.
- [6] G.Papoń, J.Polok - Wentylatory na duże zapylenie do filtrów typu
"Bag-hous". Etap V Badania erozyjne, wrzesień
1983, OBR "Barowent" praca niepublikowana Nr
516/III.
- [7] G.Papoń, J.Polok - Badania erozyjne WPU- wirnik Nr 76/1,8, styczeń
1984, OBR "Barowent" praca niepublikowana Nr
535/III.
- [8] L.Komraus, J.Polok - Badania płytek wzorcowych modelowych wirników
BAB-106 i BAB-120, 1979, OBR "Barowent", praca
niepublikowana Nr 399/III.
- [9] A.Pietranek - Modernizacja wentylatorów BAB-120 Etap VII. Ba-
dania eksploatacyjne, OBR "Barowent", 1982, praca
niepublikowana Nr. BPK-1/6/82.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Tadeusz Chmielniak

Wpłynęło do redakcji, maj 1985 r.

ПОКАЗАТЕЛЬ ЭРОЗИИ ПАРАМЕТРОМ ЭРОЗИВНОСТИ
ЛОПАТОК РАДИАЛЬНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Р е з ю м е

В работе представлено результаты исследований эрозивности трёх разных роторов. Сформулировано понятие местного показателя эрозии. Использовано этот показатель до сравнения интенсивности эрозии. Сравнено теоретические и экспериментальные исследования.

EROSION INDEX AS THE PARAMETER OF EROSION
WEAR OF BLADES IN THE RADIAL FAN'S IMPELLER

S u m m a r y

This paper presents the erosion examinations of three impellers with different geometry. The notion of a local erosion index, that is used as a parameter to compare erosion intensity of impellers blades has been defined. An attempt to compute the erosion time of blades in the original fan, considering a local erosion index, has been undertaken and the results have been compared with the actual worktime. There are also presented some directions of future investigations which should be carried out so as to define generalizations.