

Joachim J. OTTE
Zdzisław BIELECKI

Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych
Politechniki Śląskiej

ZAGADNIENIE MODELOWANIA EROZJI TARCIOWEJ
W WIRNIKACH WENTYLATORÓW PROMIENIOWYCH

Streszczenie. Przedyskutowano zagadnienia erozji tarciowej w wirnikach wentylatorów promieniowych. Przedstawiono metodę obliczania zużycia erozyjnego w oparciu o zaproponowane pojęcie lokalnej podatności erozyjnej wirnika promieniowego. Podano przykładowe obliczenia. Dokonano analizy przytoczonych wyników.

1. Wstęp

Jednym z czynników utrudniających eksploatację wentylatorów i dmuchaw jest zapylenie przetłaczanego czynnika. W rezultacie oddziaływania cząstek pyłu na elementy układu przepływowego zachodzi zjawisko niszczenia warstwy wierzchniej polegające na powstaniu lokalnych ubytków materiału, zwane zużyciem erozyjnym.

Zjawisko erozji rozpoznane jest jeszcze niedostatecznie. Świadczy o tym stan prac badawczych w tym zakresie i widoczny tu brak jednoznacznej teorii wyczerpująco ujmującej istotę tego zjawiska. Spośród wielu sposobów podejścia do zagadnienia zużycia erozyjnego, obecnie najbardziej przydatne jest wyróżnienie tu dwóch zasadniczych grup zjawisk. Pierwszą grupę stanowią zjawiska występujące przy uderzeniu cząstek o powierzchnię, drugą zaś stanowią zjawiska związane ze ślizganiem się cząstek po powierzchni i występującym tu tarcie. Zgodnie z tym efekt erozji całkowitej składa się z efektów erozji uderzeniowej i efektów erozji tarciowej (ślizgowej)

$$E_C = E_U + E_T \quad (1)$$

Mimo, że takie ujęcie zjawiska proponowano już wcześniej (np. [2], [6]) to badania koncentrowały się głównie wokół erozji uderzeniowej, co jak wydaje się jest główną przyczyną niepowodzeń w odpowiednio dokładnym prognozowaniu zużycia erozyjnego wirników wentylatorów i sprężarek. Jedną z pierwszych prac wskazującą na nowy sposób podejścia do problematyki erozji tarciowej jest praca RISA [7].

W niniejszym artykule poświęconym wyłącznie erozji tarciowej podjęto próbę modelowania intensywności tego zjawiska w oparciu o zaproponowaną liczbę lokalnej podatności erozyjnej wirnika promieniowego. Ta bezwymiarowa wielkość stanowi kryterialną ocenę geometrii wirnika promieniowego pod względem jego wrażliwości na tarciowe niszczenie warstwy wierzchniej łożonek określonym rodzajem pyłu.

2. Zagadnienie erozji tarciowej

Badania eksperymentalne potwierdzają, że erozyjne zużycie na drodze tarciowej można rozpatrywać jako zjawisko wykrawania z warstwy wierzchniej pewnej mikroobjętości na skutek ślizgania się ostrokrawędziowych cząstek pyłu. Oddzielony w trakcie mikroskrawania materiał ma postać bardzo drobnych wiórków. Zjawisko to polega na wgłębianiu się cząstki pyłu w materiał, odcinaniu materiału przez jej ostre krawędzie podczas ruchu, spiętrzaniu odciętego materiału i okresowym jego odrywaniu. Warunkiem zajęcia zjawiska jest zdolność do odpowiedniego zagłębienia się elementu ściernego jakim jest w tym przypadku cząstka pyłu. Zdolność ta zależy od twardości względnej cząstki pyłu i skrawanego materiału, kształtu geometrycznego cząstki i jej wymiarów, przyłożonego obciążenia normalnego. Przebieg ścinania zależy dodatkowo od odpowiedniej siły stycznej.

W pracy [6] w oparciu o doświadczenia eksploatacyjne, sformułowano zależność gdzie intensywność erozji tarciowej rozumiana jako ubytek materiału w jednostce czasu jest proporcjonalna do pracy sił tarcia w jednostce czasu, do absolutnej masy twardej frakcji pyłu i odwrotnie proporcjonalna do pola powierzchni koła wirnikowego. To ujęcie jest zbliżone z energetycznymi koncepcjami zużycia erozyjnego opracowanymi przez SARKARA [3] i STUPNICKIEGO [8].

Przyjmuje się w nich proporcjonalność grubości warstwy Δg materiału usuwanego przy mikroskrawaniu do pracy sił tarcia w jednostce czasu, czyli

$$\Delta g \sim f \frac{P \Delta l}{\Delta t} \quad (2)$$

W ślad za tym w niniejszej pracy przyjęto jako zasadniczy związek

$$\Delta g = \alpha f P w \quad (3)$$

gdzie:

α - stała,

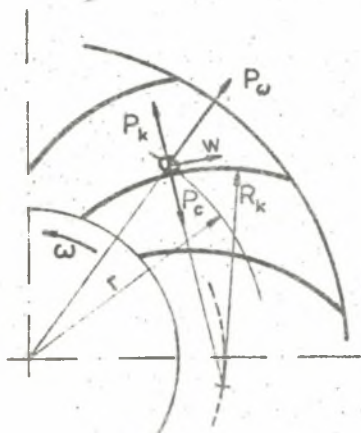
f - współczynnik tarcia,

P - siła normalna działająca na cząstkę pyłu,

w - prędkość przesuwania się cząstki pyłu.

3. Liniowa prędkość erozji

Koncentrując rozważania na przepływie czynnika zapyłonego przez wirnik promieniowy wentylatora (sprężarki) w pierwszej kolejności określona zostanie siła normalna P działająca na cząstkę przesuwającą się po przedniej stronie łopatki. Zgodnie z rys.1 siła normalna P jest sumą składowych normalnych:



- siły Coriolisa $P_c = \Delta m 2\omega w$,
- siły odśrodkowej od ruchu obrotowego wirnika $P_\omega = \Delta m \omega^2 r$,
- siły odśrodkowej od ruchu po powierzchni łopatki o promieniu krzywizny R_k $P_k = \Delta m \frac{w^2}{R_k}$.

Siła normalna P działająca na cząstkę wynosi, więc

Rys. 1. Siły działające na cząstkę pyłu przesuwającą się po powierzchni łopatki

$$P = \Delta m (2\omega w - \omega^2 r \cos \beta - \frac{w^2}{R_k}) \quad (4)$$

gdzie:

- Δm - masa cząstki,
- r - bieżący promień,
- R_k - promień krzywizny,
- w - prędkość względna cząstki na promieniu r ,
- β - kąt łopatkowy na promieniu r .

Pracę sił tarcia można przedstawić teraz jako

$$fPw = f \Delta m \frac{u_2^3}{2} (2\bar{w}^2 - \bar{r}\bar{w}\cos\beta - \frac{\bar{w}^3}{2\bar{R}_k}) \quad (5)$$

gdzie:

- $u_2 = \omega r_2$, $\bar{r} = r/r_2$, $\bar{w} = w/u_2$, $\bar{R}_k = R_k/d_2$,
- d_2 - średnica zewnętrzna wirnika.

Przyjmując równomierny rozkład zapylenia po szerokości łopatki oraz biorąc pod uwagę liczbę łopatek wirnika i stężenia pyłu określa się masę cząstek przepływających w elementarnej strudze w czasie T :

$$\Delta m = k \frac{\dot{V}}{zb} T, \quad (6)$$

gdzie:

k - stężenie twardych frakcji pyłu w przepływającym czynniku $[g/m^3]$,

\dot{V} - wydajność wentylatora $[m^3/s]$,

z - liczba łopatek,

b - szerokość wirnika $[m]$,

T - czas pracy wentylatora $[s]$.

Podstawiając zależności (6) i (5) do wzoru (3) otrzymuje się wyrażenie na liniową prędkość erozji

$$V_E = \frac{\Delta g}{T} = \alpha k \dot{V} \frac{u_2^3}{d_2^2} \frac{f}{zb} (2\bar{w}^2 - \bar{w} \cos \beta - \frac{\bar{w}^3}{2R_k}) \quad (7)$$

gdzie:

$$\bar{b} = b/d_2.$$

Powyższe zależność opisuje zjawisko erozji tarciowej jedynie dla przypadku gdy całość pyłu przypadającego na jeden kanał międzyłopatkowy znajduje się w styku z powierzchnią przednią łopatki od jej krawędzi wlotowej. W rzeczywistości sytuacja jest jednak inna. Zakładając, że na wlocie do kanału międzyłopatkowego rozkład pyłu wzdłuż obwodu jest równomierny, zauważyć można, że punkty kontaktu poszczególnych cząstek pyłu z powierzchnią łopatki rozkładają się wzdłuż promienia w zależności od wyjściowego położenia na obwodzie w przekroju wlotowym. Dla bardzo małych cząstek pyłu zdarzyć się może, że tor cząstek nie przetnie konturu łopatki wirnika i cząstka opuści wirnik nie uderzając o powierzchnię łopatki. Pełny układ równań opisujących ruch cząstek stałych w kanałach maszyn przepływowych [1] jest dosyć złożony i trudny do rozwiązania. W rozpatrywanym modelu erozji można posłużyć się pewnym uproszczeniem. Otóż dla odpowiednio dużych cząstek pyłu wpływ fazy podstawowej (gazowej) na ich ruch jest nieznaczny i poruszają się one w zasadzie ze stałą prędkością, co potwierdzają wyniki przedstawione w pracy [1].

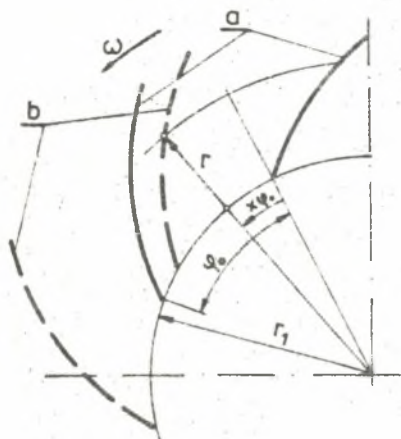
Rozpatrując szkic sytuacyjny przedstawiony na rys. 2 można wywnioskować, że położenie punktu kolizji cząstki pyłu z powierzchnią łopatki zależy od położenia wyjściowego cząstki wyznaczonego kątem $\alpha\varphi_0$, od ekwadorowej promieniowej cząstki c_r (brak zawirowania wstępnego), od prędkości kątowej wirnika ω oraz od kształtu łopatki.

Biorąc jako punkt wyjścia dwa znane związki:

$$c_r = \frac{dr}{dt}, \quad \omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

otrzymujemy równanie

$$dr = \frac{c_r}{\omega} d\varphi, \quad (8)$$



Rys. 2. Położenie cząstki pyłu w stanach przed i po kolizji z łopatką wirnika

po scałkowaniu, którego (od promienia krawędzi wlotowej r_1 do punktu kolizji wyznaczonego promieniem r) uzyskujemy następujące wyrażenie

$$r - r_1 = \frac{c_r}{\omega} \left(x\varphi_0 + \int_{r_1}^r \frac{dr}{r \operatorname{tg} \beta} \right) \quad (9)$$

Wprowadzając wielkości bezwymiarowe $\bar{r}_1 = r_1/r_2$, $\bar{c}_r = c_r/u_2$ oraz uwzględniając, że $\varphi_0 = \frac{2\pi}{z}$ z powyższego, po przekształceniach, otrzymuje się

$$x = \frac{z}{2\pi} \left(\frac{\bar{r} - \bar{r}_1}{\bar{c}_r} - \int_{\bar{r}_1}^{\bar{r}} \frac{d\bar{r}}{\bar{r} \operatorname{tg} \beta} \right) \quad (10)$$

Wielkość x jest względnym powierzchniowym rozkładem masy cząstek i przyjmuje wartości $x = 0-1$. Znając geometrię łopatki $\beta = \beta(r)$ oraz prędkość c_r można dla każdego promienia wyznaczyć x .

Ujmując wielkość względnego powierzchniowego rozkładu masy cząstek w równaniu (7) uzyskujemy

$$V_E = \sigma k \dot{V} \frac{w^3}{d_2^3} \frac{x f}{z b} (2w^2 - \bar{r} w \cos \beta - \frac{w^3}{2R_k}) \quad (11)$$

Analizując teraz poczynione założenia, wykazać można, że tylko jedno z nich nie jest w pełni adekwatne do rzeczywistości, a mianowicie założenie, że cząstki pyłu są równomiernie rozłożone po szerokości wirnika. Otóż wyniki badań wskazują [2], że najbardziej narażonym obszarem łopatki jest strefa w pobliżu tarczy nośnej wirnika. Stąd też wydaje się niecelowe analizowanie w równaniu (11) bieżącej szerokości wirnika b (na promieniu r), w miejsce niej proponuje się uwzględnić szerokość wirnika na wylocie b_2 .

Ostatecznie więc liniowa prędkość erozji tarcziowej wyznaczona może być z równania

$$V_E = \alpha k \dot{V} \frac{u_2^3}{d_2^2} \frac{x_f}{z b_2} (2w^2 - \overline{r} w \cos \beta - \frac{w^3}{2R_k}) \quad (12)$$

Bezwymiarową wielkość

$$\dot{V}^n = \frac{x_f}{z b_2} (2w^2 - \overline{r} w \cos \beta - \frac{w^3}{2R_k}) \quad (13)$$

proponuje się nazwać liczbą lokalnej podatności erozyjnej łopatki wirnika promieniowego. Jest ona funkcją promienia i daje pojęcie o prędkości erozji w poszczególnych punktach na długości łopatki. Tak zdefiniowana wielkość \dot{V}^n zależy oprócz geometrii wirnika również od właściwości pyłu i materiału powierzchni łopatki, co ujmuje współczynnik tarcia f . Włączenie współczynnika tarcia f do wielkości podatności erozyjnej było konieczne ze względu na to, że wpływa on również na rozkład prędkości pyłu na łopatki $w = w(r)$.

Skrócony zapis równania określającego liniową prędkość erozji przedstawia się teraz następująco:

$$V_E = \alpha k \dot{V} \frac{u_2^3}{d_2^2} \dot{V}^n \quad (14)$$

gdzie:

$\alpha [s^3/g]$ - współczynnik proporcjonalności, zależny przede wszystkim od właściwości wytrzymałościowych materiału łopatki.

Ogólna prawidłowość powyższego związku, szczególnie jeżeli chodzi o wykładnik o wartości 3 odnoszący się do prędkości obrotowej, potwierdza się w wielu źródłach (np. [5]).

4. Prędkość czastki pyłu na powierzchni łopatki

Analizując siły działające na cząstkę pyłu w kierunku jej ruchu wzdłuż powierzchni łopatki (rys. 1) można napisać następujące równanie równowagi

$$\Delta m \frac{dw}{dt} = -fP + \Delta m \omega^2 r \sin \beta \quad (15)$$

Uwzględniając wyrażenie (4) określające siłę normalną oraz fakt, że

$$\frac{dw}{dt} = w \frac{dw}{dl} \quad (16)$$

uzyskuje się po przekształceniach i wprowadzeniu wielkości bezwymiarowych inną postać równania ruchu

$$\bar{w} \frac{d\bar{w}}{d\bar{l}} = -f_2(2\bar{w} - \bar{r} \cos \beta - \frac{\bar{w}^2}{2R_k}) + 2 \sin \beta \bar{r} \quad (17)$$

Przyrost $d\bar{l}$ oznacza przyrost wzdłuż długości łopatki.

Równanie powyższe łatwiej rozwiązuje się wprowadzając współrzędną promieniową. Stąd też wykorzystując związek

$$\frac{d\bar{r}}{d\bar{l}} = 2 \sin \beta$$

dochodzi się do końcowej postaci równania ruchu cząstki pyłu

$$\frac{d\bar{w}}{d\bar{r}} = \bar{w} \frac{f}{2 \sin \beta R_k} + \bar{r} - \frac{2f}{\sin \beta} + \frac{1}{\bar{w}} \frac{f\bar{r}}{g\beta} \quad (18)$$

Równanie to rozwiązać (np. metodą Rungego-Kutty) znając warunek początkowy dotyczący prędkości w przekroju wlotowym.

Określenie prędkości cząstek pyłu w przekroju wlotowym (na promieniu r_1) palisady łopatek promieniowych należy do trudniejszych problemów w całym zagadnieniu modelowania zjawiska erozji. Stawia się w tym celu pewne hipotezy, przy czym jest rzeczą oczywistą związanie prędkości cząstek pyłu (w miejscu kolizji z łopatką) z prędkością fazy gazowej oraz geometrią łopatki.

W niniejszej pracy przyjęto, że prędkość promieniowa cząstek pyłu na promieniu r_1 pokrywa się z prędkością fazy gazowej.

Ole napływu stycznego, czyli w tzw. warunkach nominalnych prędkość promieniowa wynosi

$$c_{rN} = u_1 \operatorname{tg} \beta_1 \quad (19)$$

Ponieważ analiza dotyczyć będzie również pracy wirnika w warunkach odbiegających od nominalnego, wprowadza się liczbę χ określającą stosunek wydajności wirnika do jego wydajności nominalnej

$$\chi = \frac{\dot{V}}{\dot{V}_N} = \frac{c_r}{c_{rN}} \quad (20)$$

Stąd więc bezwymiarowa składowa promieniowa prędkości w ogólnym przypadku wynosi

$$\bar{c}_r = \chi \bar{r}_1 \operatorname{tg} \beta_1 \quad (21)$$

Przy założeniu, że składowa promieniowa energii kinetycznej cząstki pyłu w momencie kolizji nie zmienia się, uzyskuje się wyrażenie określające prędkość względną cząstki w przekroju wlotowym

$$\bar{w}_1 = \chi \frac{\bar{r}_1}{\cos \beta_1},$$

co pozwala rozwiązać równanie ruchu cząstki (18).

5. Przykłady modelowania erozji tarcioswej

Przedstawiony powyżej algorytm obliczeń pozwala modelować przebieg erozji tarcioswej wzdłuż całej długości łopatki. Analizując przedstawione wyżej zależności pozwalają stwierdzić, że liczba lokalnej podatności erozyjnej ψ (13) jest bezpośrednio zależna od:

- współczynnika tarcia f ,
- geometrii wirnika $\{G\}$,
- względnego powierzchniowego rozkładu cząstek x ,
- punktu pracy wirnika określonego stosunkiem χ .

Względny powierzchniowy rozkład cząstek pyłu x (równania 10) w ujęciu przedstawionym w niniejszej pracy jest wyłącznie zależny od geometrii wirnika $\{G\}$ i punktu jego pracy opisanego stosunkiem χ .

Współczynnik tarcia f ujmuje w ogólności właściwości trybologiczne pary: cząstki pyłu - materiał powierzchni łopatki.

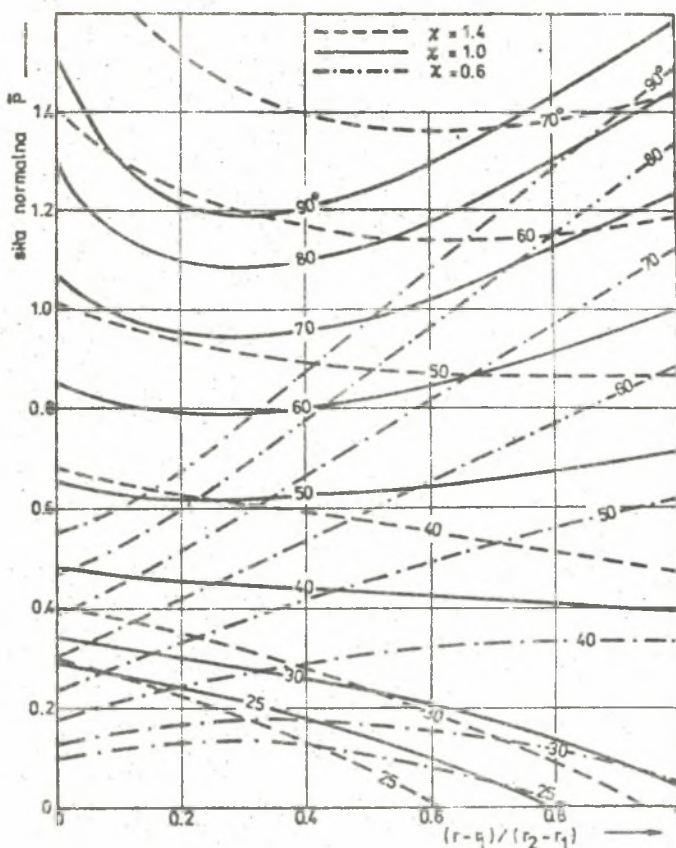
Zgodnie z istotą zjawiska erozji tarcioswej współczynnik f jest bezpośrednio zależny od:

- twardości materiału powierzchni łopatki,
- twardości cząstek pyłu,
- rozkładu wielkości ziaren pyłu (składu frakcyjnego),
- kształtu cząstek pyłu.

Dla uzyskania danych ilościowych niezbędne jest przeprowadzenie odpowiednich badań. Według pracy [4] współczynnik tarcia f może zmieniać się w granicach $0,25 \leq f \leq 0,65$.

Celem zademonstrowania możliwości modelowania erozji tarcioswej wykonano obliczenia dla wirnika wentylatora promieniowego o następujących danych: $D_1/D_2 = 0,585$, $z = 12$, $\beta_1 = 30^\circ$. Dla uchwycenia wpływu kąta łopatkowego na wylocie przyjęto do obliczeń wartości $\beta_2 = 25^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 80^\circ, 90^\circ$. Warunki pracy względem punktu nominalnego ujęto przez stosunek $\chi = 0,6; 1; 1,4$. Jeżeli chodzi o współczynnik tarcia to przyjęto wartość $f = 0,6$.

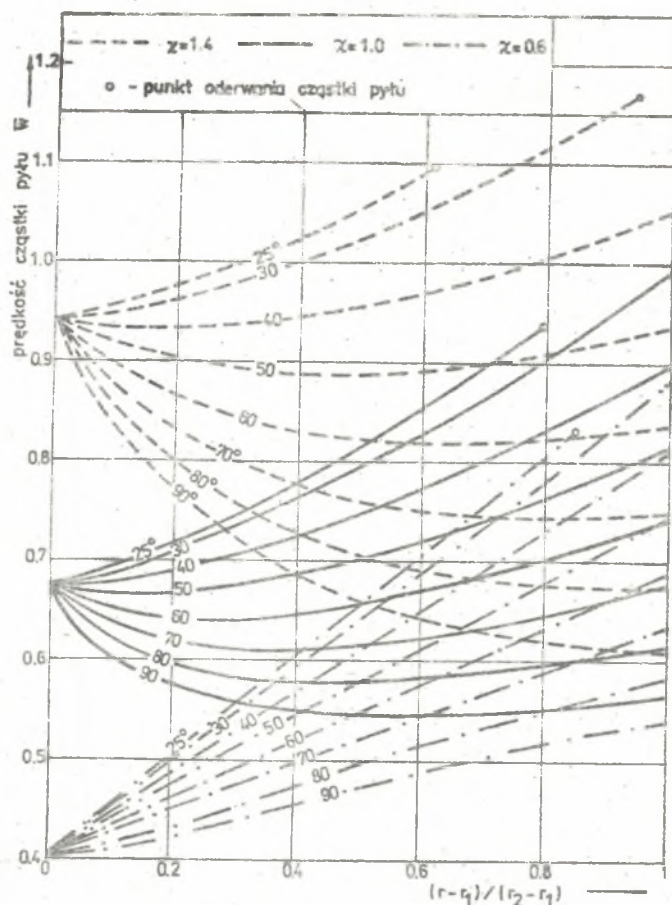
Na rys. 3 przedstawiono kształtowanie się bezwymiarowej siły normalnej działającej na cząstkę pyłu. Zauważyć tu można, że dla małych kątów wylot-



Rys. 3. Rozkład siły normalnej (w postaci względnej) działającej na cząstkę pyłu wzdłuż długości łopatki

towych łopatki $\beta_2 \leq 30^\circ$ zaistnieć może sytuacja, że siła normalna spadnie do zera, skutkiem czego będzie oderwanie cząstki pyłu od powierzchni łopatki. Inne spostrzeżenie dotyczy kształtowania się wartości siły normalnej w różnych warunkach pracy wirnika. Dla tej konkretnej geometrii wirnika okazuje się, że przy kątach $\beta_2 \geq 40^\circ$ rozkłady siły normalnej układają się regularnie według reguły, że im większy jest stosunek siły normalnej do siły tangencjalnej, tym wyższe wartości siły normalnej przyjmuje. Dla kątów $\beta_2 < 40^\circ$ krzywe odpowiadające różnym stosunkom X zachowują się nieregularnie.

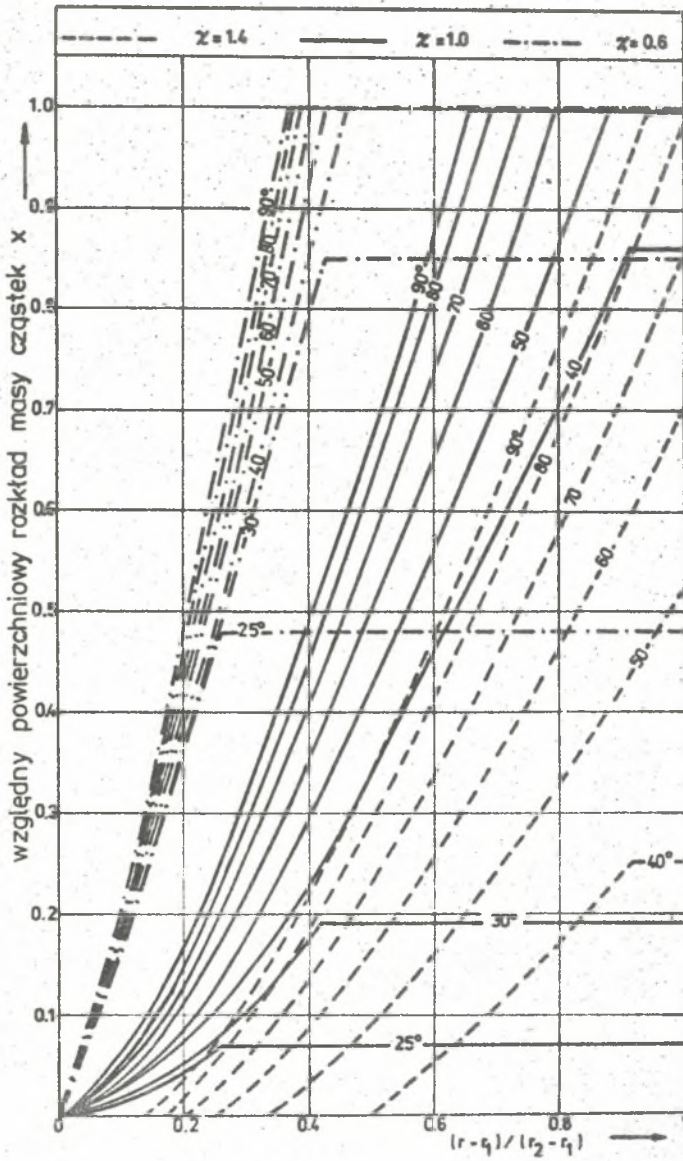
Rozkłady względnej prędkości cząstek pyłu na powierzchni łopatek przedstawiono na rys. 4. Kółeczkami zaznaczono tu punkty oderwania się cząstek od powierzchni łopatek.



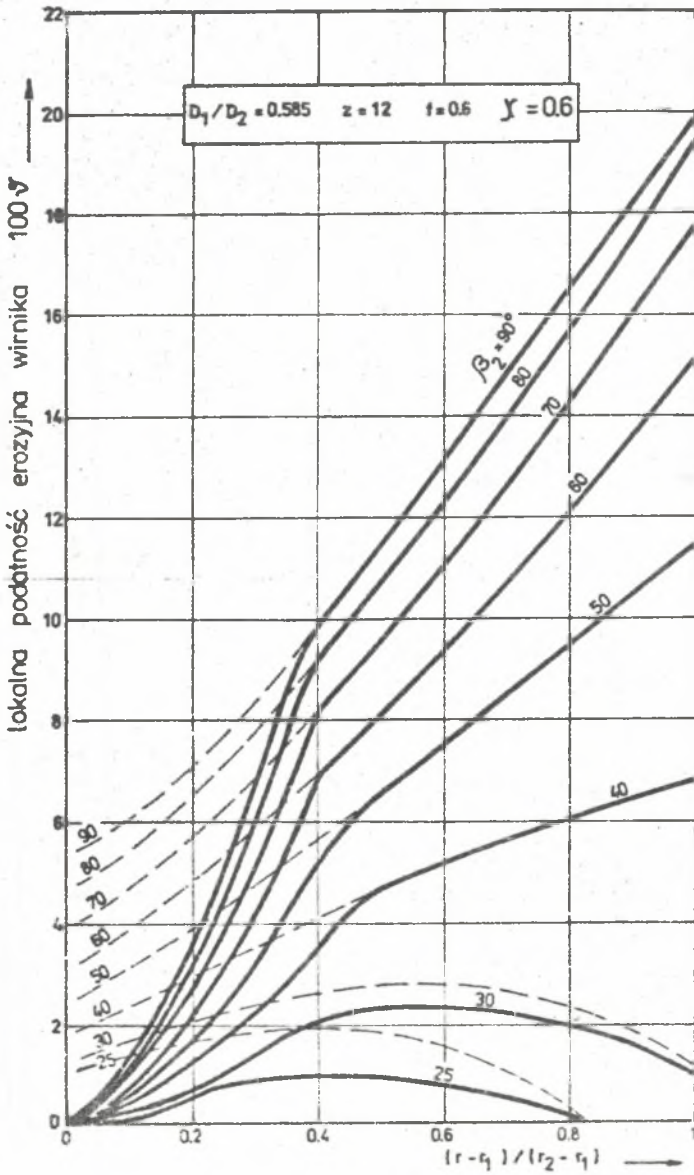
Rys. 4. Rozkłady względnej prędkości cząstek pyłu wzdłuż długości łopatki

Kolejną wielkością, której rozkład wzdłuż długości łopatki w dużym stopniu determinuje przebieg erozji jest względny powierzchniowy rozkład masy cząstek "x". Wyniki obliczeń dotyczące wielkości x wykreślono na rys. 5. Odcinek długości łopatki, na którym następuje przyrost x od 0 do 1 stanowi strefę, gdzie ma miejsce erozja uderzeniowa oraz częściowo erozja tarciowa. Powyżej tego odcinka mamy do czynienia przede wszystkim z erozją tarciową. Na rysunku tym widoczny jest fakt, że im wyższa jest wydajność wirnika, tym większa jest strefa, w której zachodzi kolizja cząstek pyłu z powierzchnią łopatki.

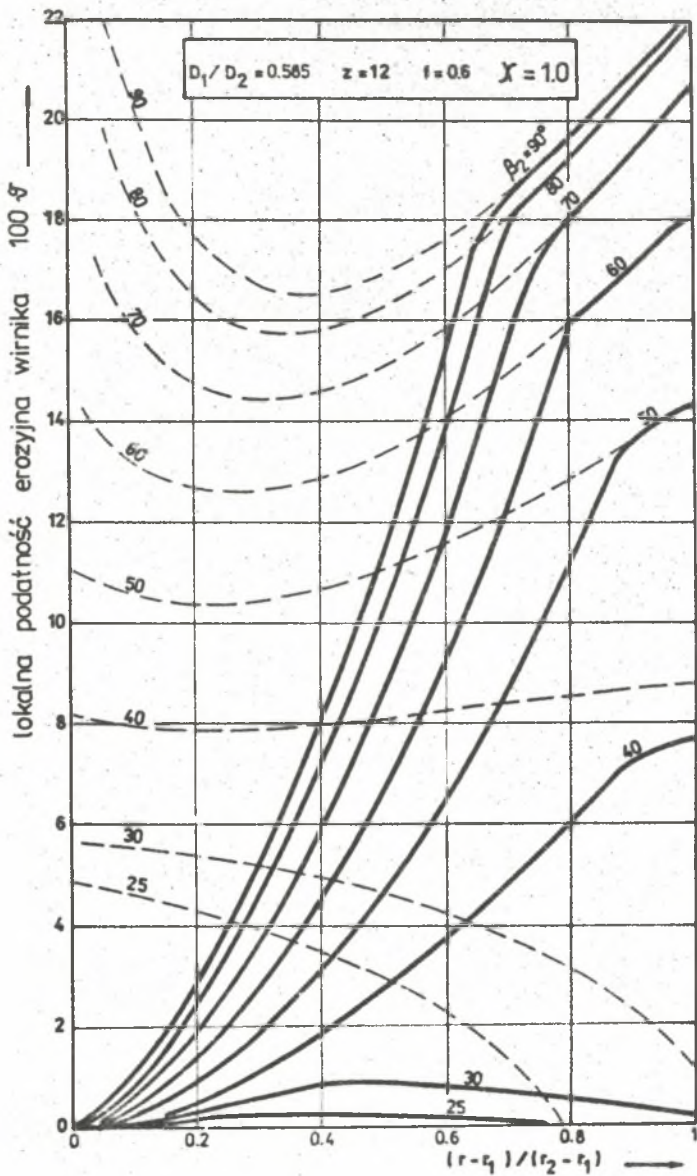
Całość zagadnienia modelowania erozji tarciowej podsumowują wykresy przedstawione na rys. 6, 7 i 8, dotyczące liczby lokalnej podatności erozyjnej łopatki wirnika promieniowego. Cienkimi liniami przerywanymi wykreślono rozkład tej wielkości dla pojedynczej cząstki mającej punkt koli-



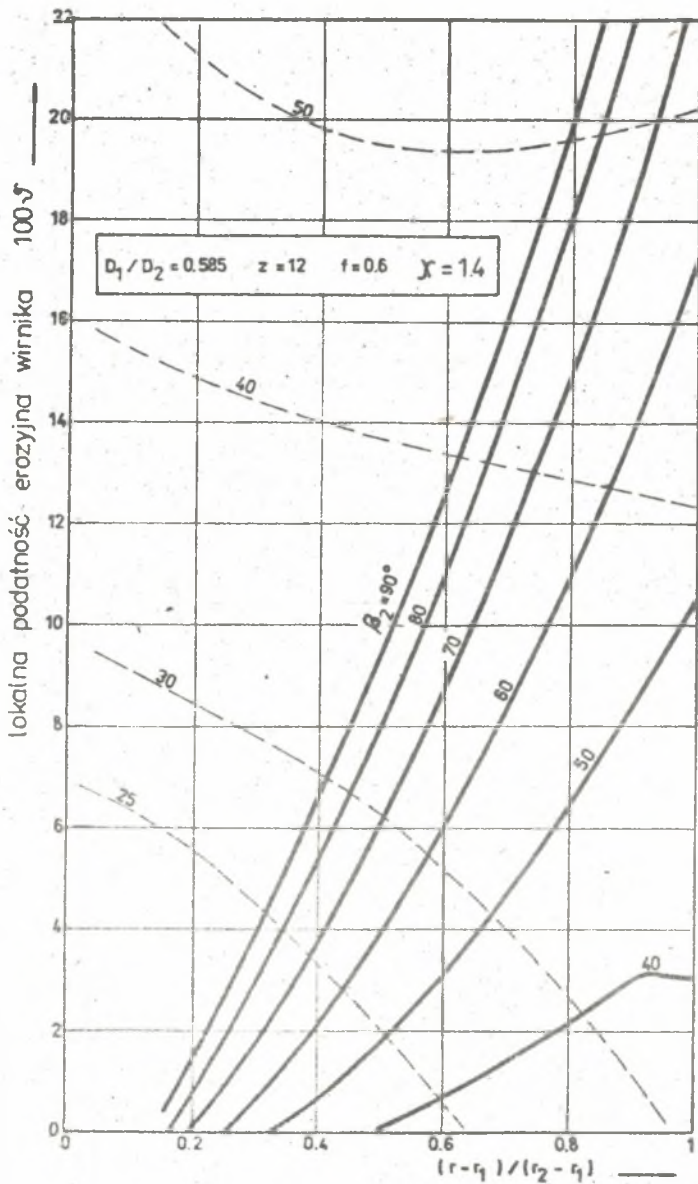
Rys. 5. Względny powierzchniowy rozkład masy cząstek na powierzchni łopaty



Rys. 6. Rozkład lokalnej podatności erozyjnej łopatkki wirnika (dla wydajności względnej $\gamma = 0.6$)



Rys. 7. Rozkład lokalnej podatności erozyjnej łopatki wirnika (dla wydajności względnej $Z = 1$)



Rys. 8. Rozkład lokalnej podatności erozyjnej łopatki wirnika (dla wydajności względnej $\chi = 1,4$)

zji z łopatką na krawędzi wlotowej. Wyniki obliczeń wskazują na znaczący wpływ kąta wylotowego łopatki β_2 na kształtowanie się liczby podatności erozyjnej wirnika, a tym samym na liniową prędkość erozji. Erozji tarciowej najmocniej poddawane są łopatki na ich końcowym odcinku, co wyraźnie widoczne jest na poszczególnych rysunkach. Jedynie w przypadku łopatek o kątach $\beta_2 < 40^\circ$ maksimum przesuwu się w stronę środka łopatki.

6. Wnioski końcowe

Dotychczasowe prace badawcze w zakresie erozji w dużej mierze dotyczyły erozji uderzeniowej, podczas gdy udział erozji tarciowej, szczególnie przy odpowiednio dużych kątach łopatkowych β_2 , jest przeważający.

Niniejsza praca wykazała, że istnieją możliwości modelowania erozji tarciowej, niemniej dla pełnej identyfikacji modelu potrzebne są określone badania. Wprowadzenie pojęcia lokalnej podatności erozyjnej wirnika spowodowało uwzględnienie wpływu geometrii wirnika w opisie zjawiska. Skutkiem tego znaczniejszej wagi nabrała znajomość cech materiałowych łopatek i pyłu, które niezbędne są do określenia współczynnika α oraz współczynnika tarcia f . Potrzebne są również badania dla ustalenia wzajemnych relacji pomiędzy efektami erozji uderzeniowej i erozji tarciowej.

Literatura

- [1] Chmielnik T., Szafraniec A.: Ruch cząstek stałych w kanałach maszyn przepływowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Energetyka z. 83, Gliwice 1983.
- [2] Radwański J.: Erozja pyłowa wirników wentylatorów przemysłowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Energetyka z. 72, Gliwice 1979.
- [3] Sarkar A.D.: Wear of metals, New York, Pergamon Press, 1976.
- [4] Абрамов Ю.И.: Основные закономерности и расчет пылевой эрозии рабочих колес центробежных компрессорных машин. Энергомашиностроение 1982/10.
- [5] Доброхотов В.Д. и другие: Эрозионный износ газоперекачивающих агрегатов. Москва 1973.
- [6] Левин И.М., Боткачик И.А.: Эксплуатация тягодутьевых машин тепловых электростанции. Москва 1977.
- [7] Рис В.Ф.: Об учете абразивного пылевого износа колес при проектировании ЦМ. Энергомашиностроение 1978/1.
- [8] Ступницкий А.И.: Исследование износоустойчивости материалов в условиях эрозии скользящей струей абразива. Автореф. дис. ГИИ 1977.

Recenzent: Doc. dr inż. Jan Radwański

wpłynęło do redakcji, maj 1985 r.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭРОЗИОННОГО ИЗНАШИВАНИЯ КОЛЕС ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Р е з ю м е

В работе обсуждено проблему эрозии которая вызывается истирающим действием пыли, осевшей на поверхности лопаток и перемещающейся под действием сил инерции (износ трением).

Представлено описание механизма эрозии и ей прогнозирования на основе понимания местной эрозийной податливости центробежного колеса. Сделано анализ результатов расчетов.

THE MODELLING OF FRICTION EROSION IN THE CENTRIFUGAL FAN IMPELLERS

S u m m a r y

The paper discusses the problem of friction erosion in centrifugal fan impellers.

The method of computing abrasive wear is presented. The concept of local erosion flexibility of centrifugal impeller is proposed. Computational as well as the analysis of results have been presented.