

Kazimierz PIEŃKOWSKI, Wiesław ZAŁUSKA
Zakład Ciepłownictwa, Ogrzewnictwa i Wentylacji
Politechnika Białostocka

ANALIZA PROCESU ROZDRABNIANIA I TRANSPORTU KORY I ODPADÓW DRZEWNYCH W WIRNIKU WENTYLATORA-RĘBAKA

Streszczenie: W opracowaniu przedstawiono modele pracy wentylatora-rębaka oraz dokonano wizualizacji procesów rozdrabniania i transportu odpadów przez wirnik. Na tej podstawie przyjęto koncepcję projektową urządzenia.

1. Wstęp

W przemyśle drzewnym i celulozowo-papierniczym powstają duże ilości kory i odpadów drzewnych, utylizacja których jest poważnym problemem organizacyjnym i technicznym. Tylko nieznaczna część tych odpadów jest wykorzystywana na cele energetyczne lub kompostowanie [1]. Związane to jest z dużą uciążliwością procesu transportu, załadunku i wyładunku odpadów drzewnych i kory, wynikającą z ich niejednorodnej struktury, wielkości, kształtu i ciężaru.

Transport pneumatyczny odpadów drzewnych i kory wykazuje wiele niewątpliwych zalet w porównaniu z transportem mechanicznym lub samochodowym [2], jednak wymaga odpowiednich urządzeń rozdrabniających oraz sieci transportu pneumatycznego. W celu podniesienia sprawności energetycznej transportu pneumatycznego, odpady te są rozdrabniane, co jest jednocześnie korzystne w procesach ich utylizacji. Analizując pracę układu transportu pneumatycznego ustalono możliwość jego modernizacji, proponując urządzenie jednocześnie rozdrabniające i transportujące odpady w miejsce dotychczas stosowanych dwóch urządzeń: rębaka i wentylatora transportowego. W proponowanym rozwiązaniu obracający się wirnik wentylatora transportowego przejmuje rolę elementów rozdrabniających rębaka. Dotychczas produkowane wentylatory transportowe nie mogą być stosowane w modernizowanych instalacjach transportu pneumatycznego odpadów drzewnych. Związane jest to z niedostateczną wytrzymałością ich konstrukcji oraz nieprzystosowaniem do intensywnego procesu rozdrabniania. Nie prowadzono badań obejmujących problemy rozdrabniania i transportu przez wentylatory transportowe tak dużych i niejednorodnych ciał, jakimi są te odpady.

W niniejszej pracy rozważono możliwość budowy urządzenia nazwanego wentylatorem-rębakiem, łączącego cechy rębaka i wentylatora transportowego, a przeznaczonego do rozdrabniania i transportu pneumatycznego kory i odpadów drzewnych.

Zbudowano modele rozdrabniania i transportu kory i odpadów drzewnych przez wentylator-rębak oraz przeprowadzono wizualizację tych procesów. Powyższe badania umożliwiły przyjęcie koncepcji projektowej. Ponadto określono wielkości wyjściowe niezbędne w dalszym etapie prac zmierzającym do opracowania oryginalnej konstrukcji wentylatora-rębaka.

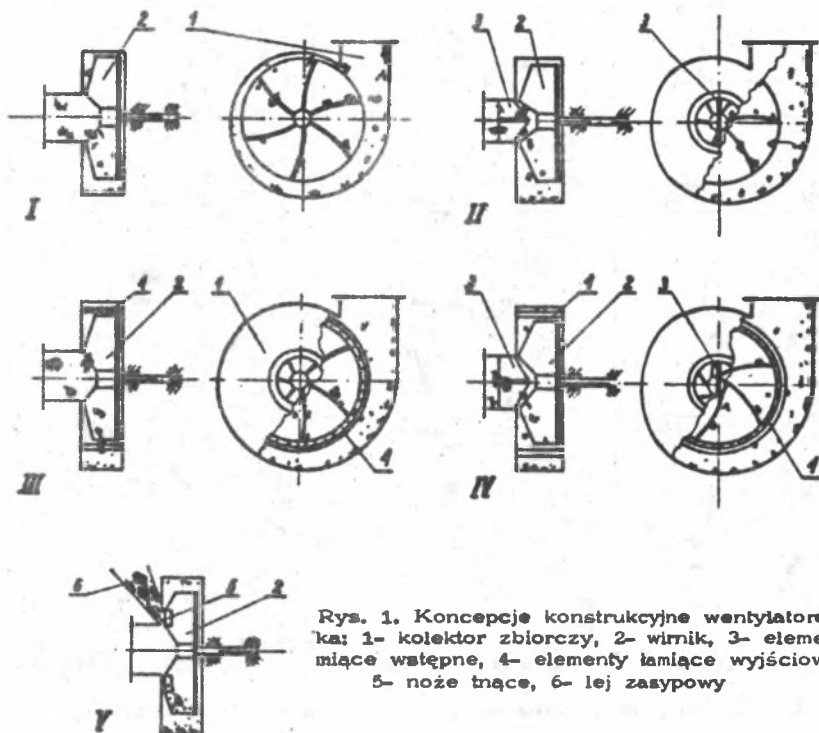
2. Proces rozdrabniania i transportu odpadów przez wirnik wentylatora-rębaka

Powiązanie procesów rozdrabniania i transportu kory i odpadów drzewnych w jednym urządzeniu wymaga rozwiązania wielu problemów, takich jak:

- Opracowanie konstrukcji wiążącej zadanie kruszenia i przemieszczania odpadów.
- Uzyskanie wymaganych parametrów pracy wentylatora przy maksymalnie wysokiej sprawności przepływowej czynnika dwufazowego i jednocześnie wysokiej sprawności rozdrabniania odpadów.
- Rozdrabnianie dużych i niejednorodnych kawałków na mniejsze i bardziej jednorodne cząstki optymalne dla transportu pneumatycznego.
- Powiązanie wydajności kruszenia ze sprawnością przepływową wentylatora.
- Zapewnienie odpowiedniej wytrzymałości konstrukcji wentylatora-rębaka w czasie dynamicznego procesu rozdrabniania odpadów.
- Zabezpieczenie konstrukcji przed intensywnym procesem erozji występującym na powierzchniach roboczych wentylatora.
- Zabezpieczenie przed osiadaniami pyłów na wirniku wentylatora-rębaka.

2.1. Koncepcje konstrukcyjne wentylatora-rębaka

Nietypowe zastosowanie wentylatora do rozdrabniania kory i odpadów drzewnych oraz transportowania ich w strumieniu przetłaczanego powietrza zmusza do wnikliwej analizy zachodzących zjawisk. Można dość dokładnie określić parametry przepływowe wentylatora przetłaczającego czysty gaz [3]. Nie prowadzono jednak badań dotyczących wpływu dużych i niejednorodnych ciał, jakimi są odpady drzewne, na charakterystyki przepływowe wentylatorów transportowych. Proces rozdrabniania i transportu, tak dużych ciał, przez wentylator jest zjawiskiem bardzo złożonym i mało rozpoznany. W związku z tym do przyjęcia optymalnego rozwiązania urządzenia, niezbędne jest opracowanie modeli łamania kory i odpadów drzewnych oraz ustalenie zależności wiążących ruch tych ciał w wentylatorze z jego parametrami funkcjonalnymi. Konstrukcja wentylatora-rębaka winna zapewnić przyjęte parametry przepływowe i jednocześnie rozdrabniać określoną ilość odpadów na odpowiednią frakcję, zapewniając ekonomiczną pracę układu transportu pneumatycznego. Ze względu na konieczność powiązania procesu rozdrabniania odpadów z transportem pneumatycznym rozpatrzono następujące koncepcje konstrukcyjne urządzenia. Poszczególne koncepcje konstrukcyjne wentylatora-rębaka przedstawia rysunek 1.

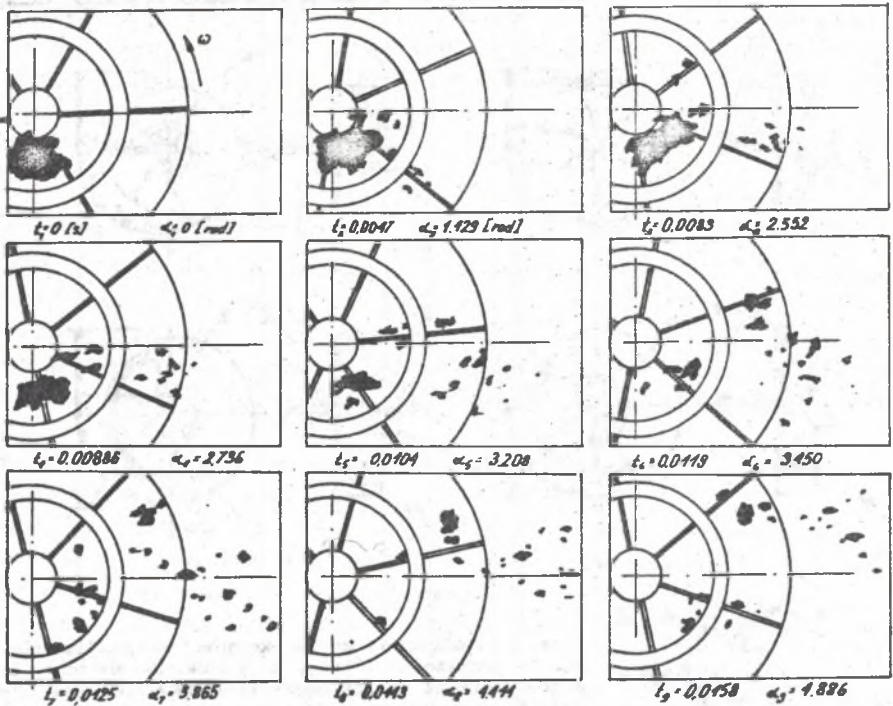


Rys. 1. Konceptje konstrukcyjne wentylatora-rębaka: 1- kolektor zbiorczy, 2- wirnik, 3- elementy łamiące wstępne, 4- elementy łamiące wyjściowe, 5- noże tnące, 6- lej zasypowy

2.2. Wizualizacja rozdrabniania i transportu pneumatycznego odpadów

W celu ustalenia najlepszej wersji konstrukcyjnej nowego urządzenia przeprowadzono badania wizualizacyjne procesu rozdrabniania oraz transportu kory i odpadów drzewnych na modelowym wentylatorze-rębaku uzyskanym w wyniku adaptacji wentylatora WT-25.

Procesy zachodzące w wirniku wentylatora oraz kanale zbiorczym rejestrowano kamerą typu PENTAZET 26 wykonując 5000 zdjęć na sekundę. Zarejestrowany proces rozdrabniania kory i odpadów drzewnych ukazuje film wyświetlany w tempie zwolnionym 208 razy. Film ten zostanie przedstawiony na konferencji w czasie prezentowania niniejszej pracy. Poszczególne fazy ruchu i rozdrabniania jednego kawałka kory przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Fazy ruchu kory przez wimik wentylatora $n = 2930$ [obr/min]
 $i = 5000$ zdjęć na sekundę

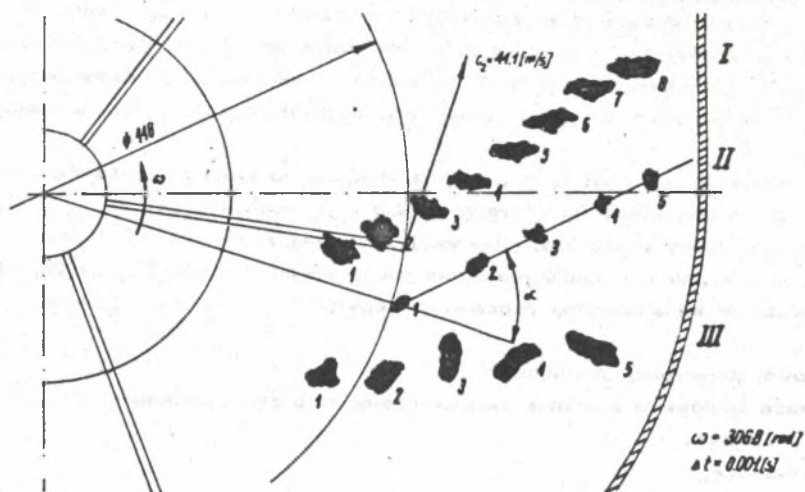
3. Wyniki i wnioski

Podczas badań modelowych i wizualizacyjnych ustalono, iż:

- Istnieje możliwość rozdrabniania i transportu dużych kawałków kory i drobnych odpadów drzewnych.
- Największa intensywność rozdrabniania występuje na krawędzi natarcia łożat.
- Na ściankach kolektora występuje niska intensywność kruszenia.
- Intensywność rozdrabniania rośnie wraz ze wzrostem średnicy zderzenia.
- Rozdrobnione kawałki charakteryzują się dużą niejednorodnością.
- W kanale wlotowym występuje brodzenie i wirowanie kawałków kory.

Ponadto określono prędkość i tory przemieszczania się kawałków kory w kanale kolektora. Przemieszczanie się cząstek kory w przestrzeni kolektora przedstawia rysunek 3. Ustalone wartości prędkości i kąty splotu cząstek z łożatki wimika zamieszczono w tabeli I.

Wizualizacja i badania modelowe przepływu odpadów umożliwiły ocenę przyjętych koncepcji konstrukcyjnych wentylatora-rębaka.



Rys. 3. Fazy ruchu cząstek spływających z łopatki wirnika modelowego

Tabela I

Prędkość kory w przestrzeni kolektora

Numer cząstki	Faza	V_1 [m/s]	α [°]	Wymiary cząstki [mm]
				a x b x c
I	1-2	29,56	54°	35,5 x 10 x 25
	2-3	82,13		
	3-4	33,42		
	4-5	33,42		
	5-6	30,85		
	6-7	30,33		
	7-8	30,17		
II	1-2	51,4	43°	18 x 9 x 11,5
	2-3	46,3		
	3-4	43,7		
	4-5	33,4		
III	1-2	35,99	53°	33,4 x 15,4 x 25
	2-3	41,14		
	3-4	43,70		
	4-5	47,56		

Ustalono co następuje:

1. Zrezygnowano z najprostszej koncepcji kruszenia samymi łopatkami wirnika (schemat I, rys. 1.) ze względu na niską intensywność rozdrabniania, niejednorodną frakcję rozdrobnionych cząstek oraz brodzenie i wirowanie ich w kanale wlotowym.

2. Przyjęto do realizacji wersję rozdrabniania odpadów między łopatkami i kierownicami wlotowymi wentylatora (schemat II, rys. 1.). Przyjęte rozwiązanie zapewnia dużą intensywność kruszenia, nie występuje brodzenie odpadów oraz uzyskuje się bardziej jednorodnie wymiarowo rozdrobnione kawałki.

3. Koncepcje przewidujące zastosowanie elementów łamiących wylotowych (schemat III, IV, rys. 1) są możliwe do zastosowania przy dużej ilości gęsto rozmieszczonych tych elementów. Jednak istnieje wówczas realne niebezpieczeństwo zatykania kanałów przelotowych, co powodować może duże straty oraz dławienie przepływu.

4. Koncepcja (schemat V, rys. 1) jest zbliżona do typowych rębaków i ze względu na złożoną konstrukcję zrezygnowano z jej realizacji [4].

W wyniku oceny pracy oraz obserwacji wizualnej zachodzących procesów wydaje się, iż przyjęta koncepcja rozwojowa winna spełniać postawione zadanie. Przyjęte rozwiązanie konstrukcyjne znacznie odbiega od typowych wentylatorów trans-portowych.

W nowej konstrukcji przyjęto:

- kierownice wlotowe o kształcie zabezpieczającym przed osiadaniem na nich cząstek włóknistych,
- noże kruszące,
- zmienioną konstrukcję wirnika dostosowaną do intensywnego procesu rozdrabniania na krawędzi natarcia oraz między nią a kierownicami wlotowymi,
- wzmocnioną konstrukcję wentylatora,
- zwiększony przekrój kanału wlotowego.

Przedstawione badania zostaną przyjęte do opracowania konstrukcji wentylatora-rębaka. W wyniku tych badań oraz prac projektowych w 1984 roku planowane jest wykonanie projektu oraz prototypu wentylatora-rębaka.

Praca została wykonana w ramach problemu węzłowego 10.1. pt. "Zwalczanie zagrożeń zawodowych i ochrona człowieka w procesie pracy" koordynowanego przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Urządzeń Klimatyzacyjno-Wentylacyjnych i Odpylających "Barowent" w Katowicach [5].

Literatura

- [1] Praca zbiorowa: Gospodarka energetyczna w przemyśle celulozowo-papierniczym, WNT, Warszawa 1974 r.
- [2] Kawka W.: Podstawy konstrukcji maszyn i urządzeń do produkcji mas włóknistych. Politechnika Łódzka 1977 r.
- [3] Tuliscka E.: Sprężarki, dmuchawy i wentylatory, WNT, Warszawa 1969 r.
- [4] Walszczikow N.M.: Rubitielnyje masziny, Izdatelstwo, Lesnaja promyszlennost, Moskwa 1980 r.
- [5] Praca zbiorowa: Wentylator-rębak do kruszenia i transportu kory oraz odpadów drzewnych, etapy I-III, 1981-1983 r., opracowanie znajduje się w "Barowencie" oraz w Bibliotece Politechniki Białostockiej.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РАЗДРОБЛЕНИЯ И ТРАНСПОРТА КОРЫ И ДЕРЕВЯННЫХ СТВЕРСОВ
В ЛОПАСТНОМ КОЛЕСУ ВЕНТИЛЯТОРА-ГУБИЛЬНОГО СТАНКА

Р е з ю м е

В разработке представлено модели работы устройства также сделано визуализацию процессов раздробления и транспорта отбросов лопастным колесом. На этом основании принято проект концепции вентилятора-губильного станка.

AN ANALYSIS OF THE COMMINUTION AND TRANSPORT PROCESS
OF BARK AND WOOD WASTE IN THE ROTOR OF THE SHOCK-IMPELLER FAN

S u m m a r y

In the paper the models of shock-impeller fans were presented and transport and comminution process were visualized. On that base the project conception of shock-impeller fan was assumed.