

TOMASZ WYLECIAŁ

Wydział Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej, Politechnika Częstochowska, Częstochowa

Wpływ kąta nachylenia przegrody na efekt rozdrabniania w młynie multistrumieniowym

Wprowadzenie

Proces rozdrabniania materiałów kruchych jest to rozdzielanie na części mniejsze (ziarna), przy użyciu sił zewnętrznych, które niszcą wewnętrzną spójność struktury tych ciał.

Rozdrabnianiu poddawane są niemal wszystkie kopaliny użyteczne, wymagające przygotowania do dalszego wykorzystania, zgodnie z wymogami odbiorców lub rynku zbytu.

We współczesnych technologiach przerobczych stosuje się następujące procesy rozdrabniania: kulowe, toczne, wibracyjne, mieszalnikowe, strumieniowe, fluidalne i koloidalne.

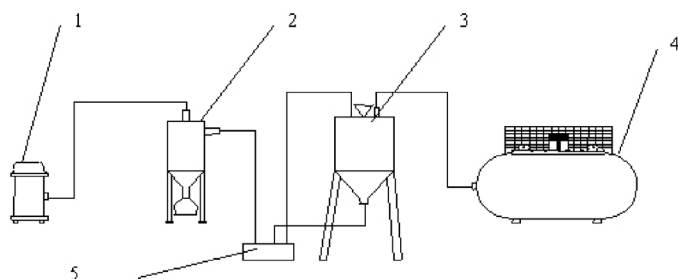
W młynach strumieniowych wykorzystuje się energię przepływającego z dużą prędkością czynnika gazowego, który napędza materiał ziarnisty. Drobny materiał podlega dużym przyspieszeniom i w wyniku między innymi tarcia, zderzeń między sobą, ze sztywną ścianą lub złożem nieruchomym, ulegają rozdrobnieniu. W młynach strumieniowych czy multistrumieniowych, gdzie występuje kilka lub kilkanaście strumieni, wykorzystywany jest mechanizm udarowego działania sił, co czyni te urządzenia efektywnymi w przypadku mielenia materiałów kruchych [1–4].

Badania laboratoryjne

Badania laboratoryjne wykonano na zmodyfikowanym stanowisku badawczym, w skład którego wchodził: młyn multistrumieniowy z wbudowanymi dwudziestoma strumienicami, cyklon, sprężarka tłokowa, urządzenie odciągowe, zasobnik separujący i oprzyrządowanie. Schemat stanowiska przedstawiono na rys. 1.

Wybrane dane techniczne dotyczące młyna multistrumieniowego:

- liczba strumienic – 20,
- średnice dysz w poszczególnych seriach strumienic: $d = 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4$, [mm],
- średnice D rur rozpędowych: 5,7; 6,4; 7,1; 7,8; 8,5, [mm],
- minimalne długości rur rozpędowych przy założeniu: 28,5; 32,0; 35,5; 39,0; 42,5, [mm],



Rys. 1. Schemat ideowy zmodyfikowanego stanowiska pomiarowego; 1 – urządzenie wyciągowe, 2 – cyklon, 3 – młyn multistrumieniowy, 4 – sprężarka tłokowa, 5 – zasobnik separujący

W młynie multistrumieniowym rozdrabnianie w komorze mielenia polega na przyspieszaniu ziaren substancji do bardzo dużych prędkości i doprowadzeniu do ich zderzenia ze sztywną płytą lub takim samym przeciwbieżnym strumieniem ziaren.

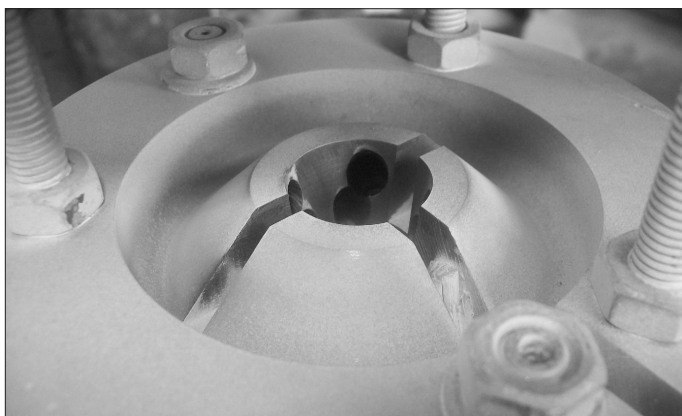
Czynnik napędowy (sprężone powietrze) rozprężając się w dyszy wytwarza podciśnienie w komorze podchwytywającej intensyfikując zasysanie substancji ziarnistej z otaczającym powietrzem. W rurach rozpędowych ziarna są przyspieszane do dużych prędkości i w centralnej części komory mielenia następuje zderzenie ziaren.

Badania przeprowadzono w następujący sposób: próbka nadawy została poddana wstępnej analizie ziarnowej, zważona i umieszczona w młynie poprzez otwór zasypowy znajdujący się w górnej części, do badań użyto klas ziarnowych z zakresu $0,4 \div 0,8$ i $0,8 \div 1,2$ mm. Następnie komora została szczelnie zamknięta i przystąpiono do uruchomienia urządzenia wyciągowego, którego celem było zasysanie zmielonej nadawy z młyna poprzez cyklon, w tym samym czasie zostało doprowadzone sprężone powietrze, które do młyna kierowane było od góry wprost do strumienic. W celu zawrócenia materiału do młyna multistrumieniowego, co pozwoliłoby na ponowne rozdrobnienie, skonstruowano i wykonano separator, który pozwolił na wstępne oddzielenie materiału i ponowne skierowanie do ssawy młyna. Strumień powietrza dostarczanego do młyna mierzony był przepływomierzem z dyszą Venturiego.

Do młyna multistrumieniowego przyłączone zostały dwie ssawy, jedną nadawa była dostarczana z dna młyna, a druga zasysała materiał z zasobnika separującego. Razem ze sprężonym powietrzem materiał wystrzeliwany był z 20 strumienic na nieruchomą płytę, gdzie dochodziło do gwałtownego uderzenia i rozbijania materiału. Strumienice były skierowane względem siebie pod pewnym kątem, dlatego wystrzeliwane strumienie zderzały się ze sobą, powodując wstępne rozdrabnianie materiału, a na płytkę kierowany był już strumień ze wszystkich strumienic. Po czasie przeznaczonym na pomiar został odcięty dopływ powietrza, a następnie wyłączono urządzenie wyciągowe. Pozostałości niezmielonej nadawy z dna młyna oraz zmielonej z cyklonu zostały ponownie zważone i poddane analizie ziarnowej. Na rys. 2 przedstawiono widok wylotu dysz multistrumienicy.

Podczas badań zmieniano następujące parametry: czas mielenia, strumień powietrza i odległość przegrody, na której dochodziło do rozbijania ziaren oraz kąt nachylenia nieruchomej płyty względem wylotu strumienic. Materiał rozdrobniony poddawano analizie granulometrycznej w celu oznaczenia składu ziarnowego.

Wielkości ziaren mierzono elektronicznym analizatorem składu ziarnowego *Infrared Particle Sizer (IPS)* do automa-



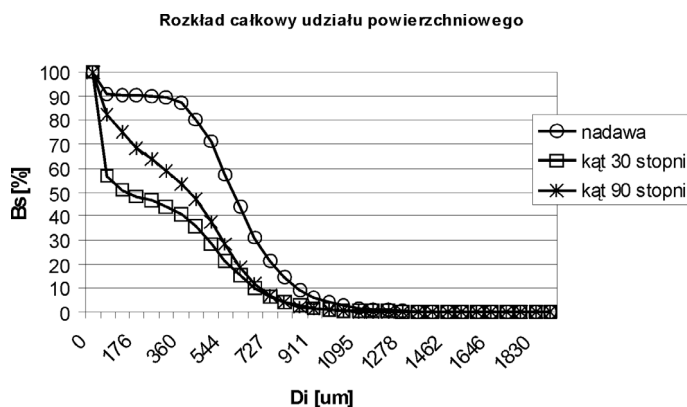
Rys. 2. Widok wylotu dysz w multistrumienicy

tycznej analizy ilościowo-wymiarowej ziaren substancji stałych. Pomiar dowolnej ilości ziaren odbywa się w powietrzu metodą bezkontaktową, nie powodując mechanicznego uszkodzenia próbki. Przyrząd pozwala analizować ziarna o rozmiarach od 2 do 2000 μm . Zasada jego działania polega na pomiarze strumienia promieniowania podczerwonego osłabionego w efekcie rozproszenia przez ziarna przemieszczające się w przestrzeni pomiarowej sondy. Zmiany strumienia światła rejestrowano komputerowo.

Wyniki badań i podsumowanie

W celu dokładnej analizy pracy młyna strumieniowego, wykonano serię badań mającą na celu wyznaczenie odległości sztywnej ściany (płytki) od wylotu z dysz oraz kąta nachylenia, przy których skuteczność rozdrabniania jest największa. Przykładowe wyniki badań pokazano na rys. 3, gdzie przedstawiono wpływ kąta nachylenia nieruchomej płytki na stopień rozdrobnienia dla kamienia wapiennego o wielkości ziaren od 0,4 do 0,8 mm.

Kamień wapienny wykorzystany w badaniach charakteryzował się dużą podatnością na rozdrabnianie – badane klasy ziarnowe nadawy podlegały skutecznej przeróbce w młynie.



Rys. 3. Wyniki analizy ziarnowej próbki nadawy oraz produktu rozdrabniania dla kamienia wapiennego o średnicach ziaren od 0,4 do 0,8 mm

Młyn multistrumieniowy wykorzystany w opisanych badaniach również może skutecznie realizować obróbkę strumieniową ścierną usuwania zgorzeli z walcówki stalowej po zastosowaniu odpowiedniego ścierniwa. Proces ten jest zdecydowanie bardziej efektywny od metod tradycyjnych. Wpływa to na poprawę profilu i stanu warstwy wierzchniej drutów (np. chropowatości), parametrów ciągnięcia oraz własności mechanicznych.

LITERATURA

1. L. Pastucha, E. Mielczarek: Kinetyka i termodynamika rozdrabniania strumieniowego. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 1994.
2. R. Rink, J. Tęsiowski, A. Wallisch: Badania młynów strumieniowych przeciwbieżnych. Cz. I i II. Prace naukowe IKiEM, Politechnika Wroclawska, nr 15 (1972).
3. T. Wyleciał, D. Urbaniak, P. Kaniowski, E. Mielczarek: Analiza pracy młyna multistrumieniowego, Współczesne Technologie i Urządzenia Energetyczne, pod redakcją Jana Talera, Kraków, 2007.
4. J. Zawada: Wstęp do mechaniki procesów kruszenia. Wydawnictwa Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom, 1998.

Redakcja czasopisma naukowo-technicznego

INŻYNIERIA I APARATURA CHEMICZNA

uprzejmie informuje,
że może sprzedać zainteresowanym różne

NUMERY ARCHIWALNE

Zamówienia pisemne (faksem lub pocztą) można składać pod adresem

Redakcja „Inżynierii i Aparatury Chemicznej”

44-100 Gliwice, ul. Górnych Wałów 25

skr. poczt. ☒ 4a fax 032 231 94 39