

Systemy mielenia i klasyfikacji drobnych materiałów w układzie pilotażowym

Marcin Jarosz

Optymalizacja pracy suchych systemów mielenia i klasyfikacji aerodynamicznej często wiąże się z wdrożeniem nowych procedur, popartych niejednokrotnie wynikami pochodzącymi z badań w skali przemysłowej, pilotażowej czy laboratoryjnej. Przeprowadzenie takich eksperymentów czasami wiąże się ze znacznymi nakładami kosztów. Wykorzystanie systemów mielenia i separacji w skali mikro firmy Comex może znacznie obniżyć taki koszt.

OPTIMALIZACJA WARUNKÓW MIELENIA W MŁYŃNIE KULOWYM

Bardzo popularna metoda rozdrabniania materiałów wymaga częstej optymalizacji przy założeniu zróżnicowania produkowanego proszku i jego jakości. Poziom wypełnienia młyna, rozmiar mielników, stosunek ilości materiału do ilości mielników, prędkość obrotowa, temperatura oraz ilość i częstota dozowanych chemikaliów wspomagających mielenie lub jakość końcową proszku mogą znacznie odbiegać od optymalnych warunków. W układach zamkniętych dochodzi także do spadku sprawności, która jest wynikiem za dużej obecności drobnych ziaren w komorze mielenia zamiast w gotowym produkcie. Warunki przemysłowe w znacznym stopniu ograniczają eksperymenty konieczne do przeprowadzenia optymalizacji. Coraz częściej przeprowadza się symulację procesu w instalacjach pilotażowych czy laboratoriach. Jednakże zastosowanie mikroinstalacji pilotażowych pozwala na pełny zakres parametryzacji procesu przy jednoczesnym znacznym obniżeniu kosztów R&D. Co więcej, cały zasób danych można z powodzeniem skalować do rozmiarów przemysłowych.

PILOTAŻOWE INSTALACJE PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH W SKALI MIKRO

Do wspomnianych powyżej małych systemów firma Comex ma na rynku trzy grupy:

- system mieląco-separujący oparty na młynie kulowym i separatorze – BMX-400;
- system mieląco-separujący oparty na młynie strumieniowym i separatorze – JMX-50;
- system separacji aerodynamicznej ACX-50.

Każda z grup reprezentuje inny rodzaj zastosowania.

Pierwsze dwie grupy to systemy rozdrabniania, w których zastosowano różne urządzenia mielące. Rysunki przedstawiają owe systemy w wersjach standardowych (RYS. 1, RYS. 2, RYS. 3). Zaletą owych systemów jest fakt, iż próby laboratoryjne można przeprowadzać z bardzo małą ilością materiału. Są to systemy kompaktowe i mogą pracować w niewielkich pomieszczeniach laboratoryjnych i biurowych. Do ich pracy wymagane jest standardowe zasilanie jednofazowe 230 V oraz niewielka ilość sprężonego powietrza. W przypadku braku zasilania sprężonym powietrzem możliwe jest zainstalowanie małej sprężarki laboratoryjnej, również zasilanej jednofazowo przez standardową instalację. Wydajność układów jest bardzo mała (od kilku do kilkunastu kg/h).

Dodatkowo w celu umożliwienia pracy układu w różnych temperaturach otoczenia system BMX wyposażony jest w nagrzewnicę elektryczną, która pozwala na uzyskanie temperatury mielenia w zakresie 20–150°C. Jest to bardzo ważny element optymalizacji ze względu na to, że większość układów mielenia w skali przemysłowej pracuje w zdecydowanie wyższych temperaturach niż temperatura pokojowa. Właściwości materiału mogą ulegać dużym zmianom podczas wahań temperatury pracy młyna.

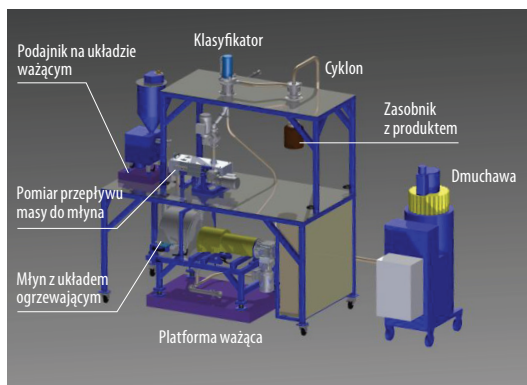
W systemie młyna strumieniowego JMX-50 zastosowano system kontroli przepływu na podstawie pomiaru podciśnienia komory mielącej. Daje to możliwość stabilnej kontroli przepływu strumienia powietrza, co niejednokrotnie ma istotny wpływ na podział ziarnowy w separatorze zainstalowanym w górnej części.

Powyższe systemy mielące wspomagane są zewnętrznym separatorem aerodynamicznym ACX-50 – ostatni z prezentowanych systemów to działający osobno układ klasyfikacji oparty właśnie na tym typie separatora.

Mikrosystemy są w całości zautomatyzowane i pozwalają na kompletną rejestrację parametrów. Nadawa we wszystkich systemach podawana jest przez podajnik śrubowy. Ponadto podajnik w układzie BMX zaopatrzony jest w układ dozowania dowolnych środków chemicznych w celu usprawnienia procesu mielenia.

OPIS DZIAŁANIA UKŁADU BMX

Materiał podawany jest do młyna kulowego, gdzie zostaje zmielony do odpowiedniego rozmiaru ziaren. W samym młynie rejestrowana jest prędkość obrotowa



RYS. 1

Schemat systemu BMX

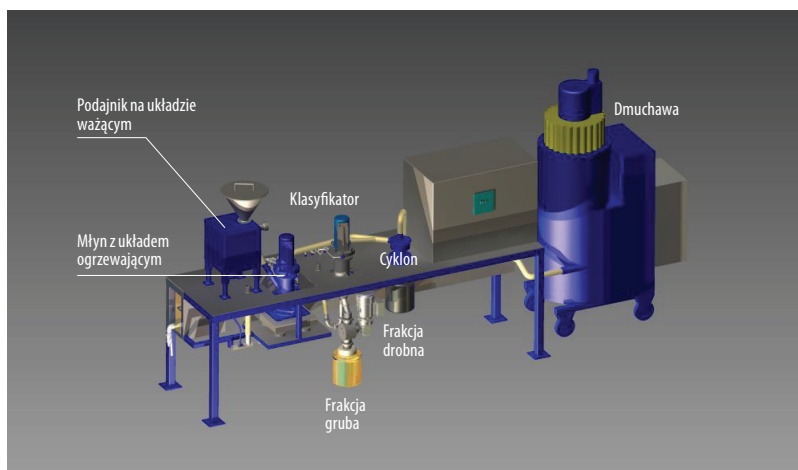
oraz moment obrotowy, pozwalający na automatyczne wyliczenie energii właściwej dla poszczególnych frakcji materiału. Sam młyn umieszczony jest w korpusie izolacyjnym, w którym znajdują się elementy grzewcze w celu uzyskania dowolnej temperatury mielenia w zakresie 20–150°C. Materiał z młyna jest przesyłany do klasyfikatora aerodynamicznego, aby odseparować żądany rozmiar ziarna w produkcie. Nadziarno zawracane jest do młyna poprzez układ pomiaru przepływu masy. Produkt klasyfikatora jest próbkowany przez system dyfrakcji laserowej w celu określenia składu ziarnowego w trybie ciągłym. Możliwe jest również pobieranie próbki materiału zawracanego do młyna (przez ten sam układ pomiarowy). Końcowy produkt zbierany jest pod cyklonem lub filtrem znajdującymi się na końcu układu mielenia.

SYSTEM MŁYNA STRUMIENIOWEGO JMX-50

Młyn strumieniowy jest połączony z cyklonem, filtrem powietrza i wentylatorem. Materiał wsadowy dostarczany jest grawitacyjnie do komory młyna poprzez podajnik śrubowy, umieszczony nad młynem strumieniowym. Sprężone powietrze jest dostarczane do młyna za pomocą czterech dysz, ułożonych naprzemiennie. Zmielony produkt przedostaje się wraz z powietrzem do cyklonu poprzez umieszczony w górnej części młyna klasyfikator, gdzie prawie wszystkie cząstki są usuwane z powietrza. Wylot cyklonu jest podłączony do filtra, gdzie są oddzielane bardzo drobne cząstki. Wylot filtra jest połączony z wentylatorem, aby zapewnić podciśnienie w układzie. Przepływ powietrza przez młyn strumieniowy jest kontrolowany przez sprężone powietrze i średnice otworów dysz. Odpowiednie obroty wirnika wewnętrznego klasyfikatora zapewniają uzyskanie wymaganego rozdrobnienia produktu. Dodatkowy zewnętrzny separator pozwala na uzyskanie precyzyjnego podziału proszku i uzyskanie produktu w węższym rozkładzie uziarnienia.

SYSTEM KLASYFIKATORA AERODYNAMICZNEGO ACX-50

Klasyfikator pneumatyczny ACX-50 też jest połączony z cyklonem, filtrem powietrza i wentylatorem. Materiał wsadowy dostarczany jest równomiernie do klasyfikatora za pomocą podajnika ślimakowego i transportu pneumatycznego. Wewnątrz klasyfikatora znajduje się wirnik o średnicy 50 mm, którego prędkość determinuje wielkość cząstek. Cząstki grube/ciężkie są odrzucane przez wirnik i grawitacyjnie opadają do drugiej frakcji. Im większa prędkość, tym drobniejszy materiał otrzymywany w cyklonie. Produkt, który przedostał się przez wirnik trafia pneumatycznie do cyklonu, gdzie prawie wszystkie cząstki są usuwane z powietrza. Podobnie jak w systemie JMX-50 wylot cyklonu jest podłączony do filtra, który oddziela bardzo drobne cząstki i którego wylot jest połączony z wentylatorem (aby zapewnić podciśnienie w układzie klasyfikacji). Przepływ powietrza przez klasyfikator pneumatyczny jest kontrolowany za pomocą czujników przepływu. Odpowiednie obroty wirnika klasyfikatora oraz przepływ powietrza zapewniają uzyskanie wymaganego podziału materiału wsadowego na frakcje drobną/lekką i grubą/ciężką.

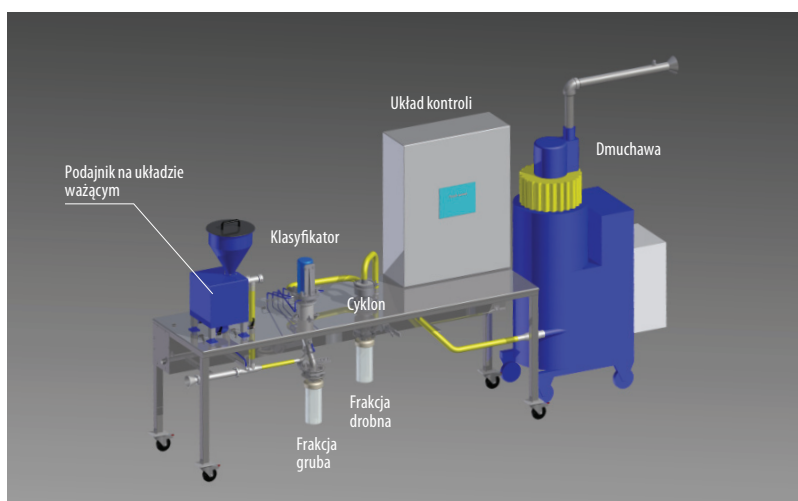


TYPOWE ZASTOSOWANIA

Mikrosystemy mielenia i separacji mogą być stosowane wszędzie tam, gdzie niezbędne jest produkowanie ograniczonych ilościowo próbek materiału pod ścisłą kontrolą układu pomiarowego. W przypadku niemal każdej optymalizacji procesu technologicznego konieczne jest przeprowadzenie prób w tych układach, żeby określić wpływ poszczególnych parametrów systemu na końcowy produkt. Możliwe jest wtedy przeskalowanie parametrów systemu mielenia do skali przemysłowej, w której już zastosowane parametry będą zbliżone do optymalnych. Przykładem takiej optymalizacji jest usprawnienie procesu mielenia kwarcu i skalenia, gdzie przeprowadzone przez Comex badania w skali laboratoryjnej, pozwoliły na zwiększenie wydajności przemysłowego młyna o 80–120%!

Innym zastosowaniem tych systemów jest produkcja niewielkich próbek materiału o ściśle określonych parametrach, w celu przeprowadzenia kolejnych prac badawczych w różnych dziedzinach, takich jak produkcja farb i lakierów, wypełniaczy do papieru, barwników, materiałów do elektroniki, wyrobów metalurgicznych, medycznych itd.

RYS. 2
Schemat systemu JMX



Głównymi odbiorcami mikrosystemów są uniwersytety, centra badawcze, ważni producenci produktów mineralnych oraz firmy zajmujące się wyszukanyymi specjalistycznymi materiałami.

RYS. 3
Schemat systemu ACX

AUTOR JEST KIEROWNIKIEM ODDZIAŁU W KĘTACH FIRMY
COMEX POLSKA SP. Z O.O.
WWW.COMEX-GROUP.COM