

TADEUSZ GLUBA
ANDRZEJ OBRANIAK

Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka, Łódź

Kinetyka aglomeracji materiału drobnoziarnistego w granulatorze talerzowym

Wstęp

Ogólne tendencje rozwoju techniki granulacji produktów chemicznych wynikają z konieczności podwyższenia efektywności produkcji i jakości produktu. Znane sposoby granulacji w zasadzie zapewniają otrzymanie gotowego produktu o żądanych parametrach jakościowych [1, 2], jednak w przypadku zawężania zakresu tych parametrów należy szukać sposobów i metod udoskonalania znanych procesów granulacji i opracowywać nowe, bardziej efektywne, charakterystyczne dla wytwarzanego produktu.

Z tego powodu rozwój technik granulacji zwykle związany jest ściśle z ogólnym rozwojem technologii wytwarzania danego produktu [3, 4] i określeniem wpływu poszczególnych parametrów procesu na jego przebieg, a w rezultacie na jakość granulatu.

Cel pracy

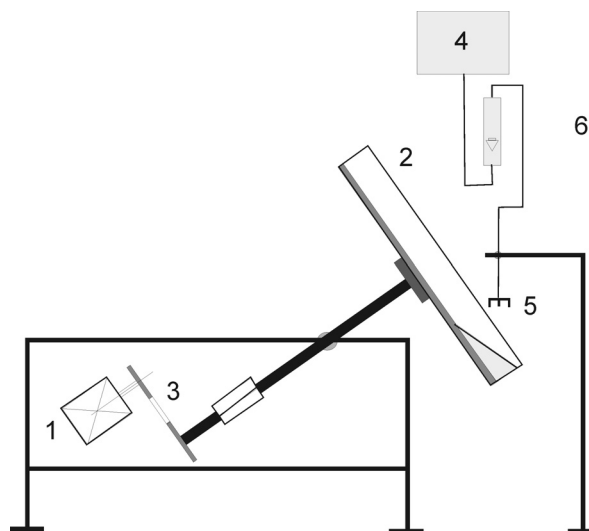
Celem pracy było określenie wpływu zmian wilgotności i czasu granulacji złoża na kinetykę procesu granulacji w granulatorze talerzowym.

Materiał badawczy

Materiałem badawczym zastosowanym do badań była mączka dolomitowa z *Kopalni Surowców Mineralnych „Piotrowice”*, oznaczona symbolem P10. W badaniach wstępnych określono podstawowe właściwości użytego materiału: gęstość, gęstość nasypową oraz skład granulometryczny za pomocą laserowego analizatora *Analysette 22*.

Aparatura i metodyka badań

Badania przeprowadzono na stanowisku, którego schemat przedstawiono na rys. 1. Silnik – 1 poprzez przekładnię pasową – 3 napędzał talerz granulatora – 2 o średnicy $D = 0,7$ m i wysokości obrzeża $h_T = 0,147$ m. Ciecz zwilżająca (wodę destylowaną) dostarczano ze zbiornika – 4 na przesypującą się w talerzu warstwę złoża ziarnistego za pomocą zraszacza hydraulicznego – 5 wyposażonego w cztery dysze, które generowały krople o rozmiarach 3–4 mm. Zastosowanie kilku dysz, w które wyposażony był zraszacz zapewniało równomierne dostarczanie cieczy na określoną powierzchnię przesypującego się w talerzu złoża materiału sypkiego. Nawilżanie prowadzono, aż do otrzymania założonej wilgotności. Stałe natężenie dopływu cieczy ustalano każdorazowo za pomocą rotametrów – 6. Stosowano okresowy tryb pracy granulatora.



Rys. 1. Schemat stanowiska do granulacji talerzowej: 1 – silnik, 2 – talerz granulatora, 3 – przekładnia pasowa, 4 – zbiornik z cieczą nawilżającą, 5 – zraszacz hydrauliczny, 6 – rotametr

Parametry procesu granulacji

Badania procesu granulacji prowadzone były przy następujących parametrach:

- parametry stałe: prędkość obrotowa talerza $n = 10$ obr/min, kąt pochylenia talerza względem poziomu $\alpha = 50^\circ$, masa wsadu $M_w = 2,478$ kg, stopień wypełnienia talerza $\Phi = 0,05$, natężenie przepływu wody przez dysze $Q_w = 3,168 \cdot 10^{-3}$ m³/h
- zmienianym parametrem była: wilgotność końcowa surowca w , założone wartości wilgotności wynosiły: 10, 12, 14, 16, 18, 19 i 20%

Metodyka badań

Każda z przeprowadzonych próba składała się z dwóch etapów: granulacji z nawilżaniem wsadu i granulacji po nawilżaniu.

Po umieszczeniu odważonej masy materiału w talerzu dostarczano odpowiednią ilość wody do zbiornika, włączano granulator oraz doprowadzano ciecz zwilżającą na przesypujące się złożo (etap nawilżania). Etap ten trwał do czasu wdozowania założonej masy cieczy. Po zakończeniu nawilżania następował właściwy proces granulacji. W celu oceny właściwości wsadu pobierano jego próbki w trakcie procesu. Pierwsza próbka była pobierana po zakończeniu nawilżania, trzy kolejne w trakcie procesu, w ustalonych momentach czasowych, a ostatnia po zakończeniu granulacji. Każda próbka była poddawana analizie sitowej za pomocą zestawu sit o wymiarach

oczek: 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6,3; 8; 10 i 12,5 mm. Po przesianiu przez sита poszczególne frakcje granulatu ważono na wadze laboratoryjnej, a następnie zwracano do talerza granuladora.

Opracowanie wyników

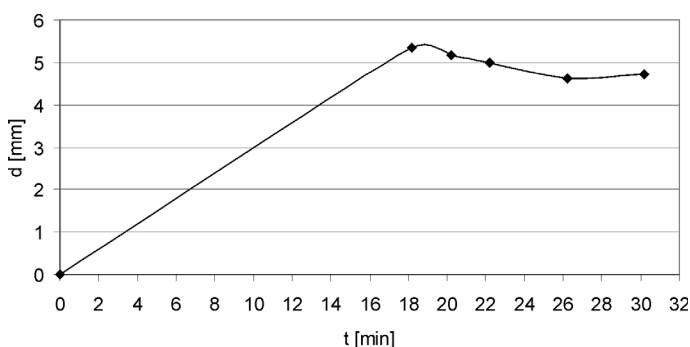
Na podstawie wyników obliczano średni masowy rozmiar cząstek granulatu (średnią średnicę) zgodnie z wzorem:

$$d = \sum_{i=1}^n x_i d_{\bar{s}i} \quad (1)$$

gdzie:

- x_i – udział masowy ziaren klasy i
- $d_{\bar{s}i}$ – średnia średnica ziaren klasy i rozkładu ziarnowego granulatu.

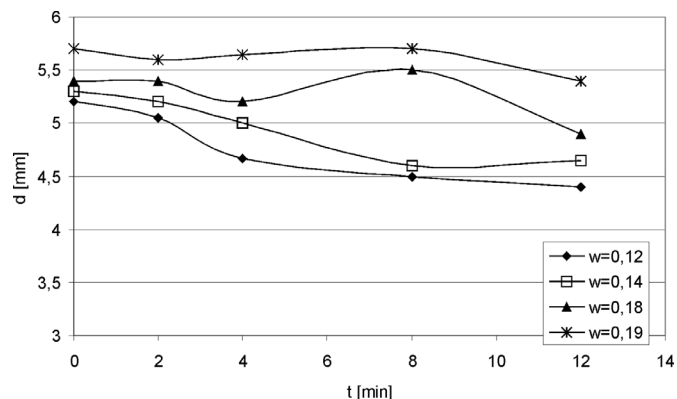
Przykładową zależność zmiany średniej średnicy granulatu w czasie granulacji przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Zmiany średniego rozmiaru granulatu w trakcie prowadzenia procesu

Analiza zależności graficznej przedstawionej na rys. 2 pozwala zauważyć gwałtowny wzrost rozmiaru granul w pierwszym etapie procesu granulacji, podczas nawilżania wsadu (czas trwania nawilżania wynosił 18,2 min). Krople cieczy nawilżającej (o rozmiarach 3–4 mm) spadając grawitacyjnie z dysz nawilżacza penetrowały w przesypującym się dzięki ruchowi obrotowemu talerza złożu suchy surowiec w wyniku czego w pewnym obszarze następowało zwilżanie cząstek materiału sypkiego. Ze względu na różnicę w rozmiarach kropelek oraz kilkumikrometrowych ziaren surowca, następowało lokalne przewilżenie złoża, które inicjowało powstawanie zarodków granulacji i w efekcie tworzenie się granul. Na początku etapu nawilżania powstawały agregaty o słabych wiązaniach i małym zagęszczeniu. Dominującym zjawiskiem na tym etapie procesu był wzrost rozmiarów granul głównie wskutek przyłączania do zarodków ziaren surowca.

Etap granulacji po nawilżaniu charakteryzował się natomiast nieznacznym spadkiem wartości rozmiaru średniego ziaren. Zjawisko to prawdopodobnie było efektem ściślejszego upakowania poszczególnych ziaren w utworzonych granula-



Rys. 3. Zmiana średniej średnicy dla różnych wilgotności wsadu uzyskanych na etapie nawilżania

tach, w wyniku ich wzajemnego w czasie ruchu przesypowego, a także w wyniku zderzeń ze ściankami aparatu.

Na rys. 3. przedstawiono przykładowo zmiany średniego rozmiaru granul na etapie granulacji po nawilżaniu, dla różnych założonych wilgotności wsadu. Wzrost ilości cieczy dostarczanej podczas nawilżania skutkuje szybszym przyrostem rozmiaru granul na etapie granulacji podczas nawilżania. Na etapie granulacji po nawilżaniu nie obserwuje się już przyrostu rozmiarów granul, lecz ich stałość lub powolny spadek, którego przyczyną może być zjawisko zagęszczania wcześniej utworzonych aglomeratów. Spadek średniego rozmiaru granul jest tym większy, im mniejsza była wilgotność wsadu osiągnięta na etapie nawilżania.

Wnioski

Podsumowując można stwierdzić, że dla przebadanego zakresu zmian parametrów procesowych oraz dla badanego materiału ziarnistego charakteryzującego się bardzo drobnymi ziarnami (do ok. 10 μm) i nawilżaniu stosunkowo dużymi kroplami (3–4 mm) główny proces aglomeracji (zarodkowania i wzrostu granul) zachodzi już na etapie nawilżania, a w drugim etapie, już po nawilżaniu następuje tylko umocnienie wcześniej powstałych granul w wyniku lepszego upakowania ziaren surowca, co skutkuje stałością, bądź nieznacznym obniżeniem rozmiarów cząstek.

Ponadto można zaobserwować, że dla większych wartości wilgotności złoża uzyskanej na etapie nawilżania powstają granule o większych rozmiarach.

LITERATURA

1. A. Heim A, R. Kaźmierczak, A. Obraniak: 5th World Congress on Particle Technology (23-27.04), Orlando, Floryda, USA, 2006.
2. K.V.S. Sastry, D.W. Fuerstenau: Powder Technology, nr 7, 97 (1973).
3. T. Gluba, A. Obraniak, M. Błaszczak: Inż. Ap. Chem. 43, nr 3s, 45 (2004).
4. T. Gluba, A. Obraniak: Fizykochemiczne Problemy Mineralurgii z. 31, s. 89 (1997).

Praca wykonana w ramach projektu badawczego Nr N N209 096135.