

Mieszanie fluidalne w przemyśle spożywczym

Streszczenie:

Badano wpływ zakłóceń pneumatycznych na proces mieszania materiałów ziarnistych w mieszalniku fluidalnym. Do badań stosowano materiały wykorzystywane w przemyśle rolno-spożywczym oraz substancję modelową: agalit. Wykazano, że zastosowanie dyszy zasilanej sprężonym powietrzem umieszczonej w bocznej części komory mieszalnika ma korzystny wpływ na uzyskiwany stopień zmieszania. Stopień zmieszania określano z definicji Rose'a.

Słowa kluczowe: mieszanie, materiały ziarniste, fluidyzacja

Wprowadzenie

Proces fluidyzacji ma w przemyśle spożywczym kilka zastosowań, jak zamrażanie owoców, wyrównywanie składu ziarnowego, suszenie i in..

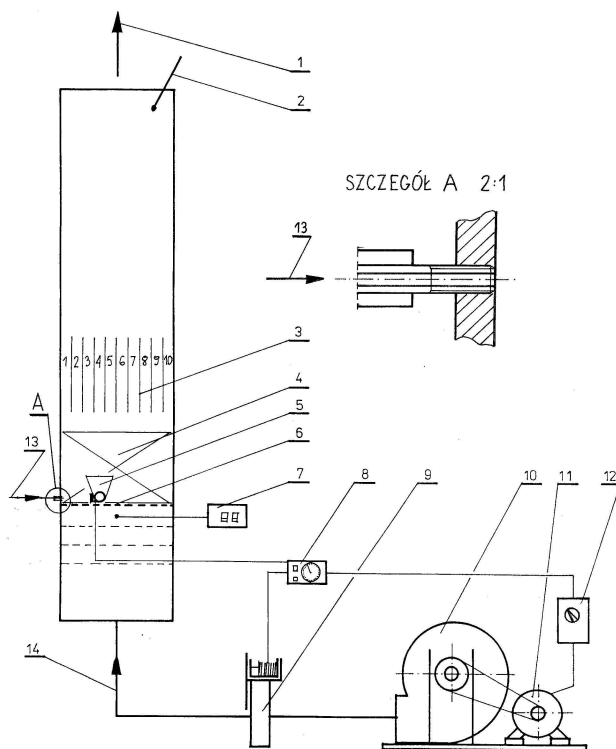
Mieszanie materiałów ziarnistych ma na celu wytworzenie jednorodnej pod względem składu mieszaniny dwu lub więcej składników cząstek ciała stałego. Do wymieszania układu ziarnistego można użyć jako czynnika mieszającego sprężonego powietrza. Metoda ta stosowana jest między innymi

w mieszalnikach fluidalnych [Boss, 1987]. Wykazano, że w mieszalniku fluidalnym o prostej konstrukcji, dla złoża typu turbulentnego można uzyskać mieszaninę klasyfikowaną jako dość dobrą lub dobrą [Boss, Ratuszny, 2002], [Boss, Ratuszny, 2000]. Uzyskany stopień zmieszania można poprawić poprzez zastosowanie elementów wspomagających proces mieszania, znajdujących się pod dnem sitowym [Boss, Ratuszny, 2002]. Stopień zmieszania można również poprawić przez zastosowanie dyszy zasilanej sprężonym powietrzem, umieszczonej nad dnem sitowym, w bocznej części komory mieszania. Taki sposób wspomagania procesu mieszania jest korzystny ze względu na brak dodatkowych

elementów mających kontakt z materiałem ziarnistym, co zmniejsza zjawisko erozji.

Część doświadczalna

Celem prowadzonych badań było określenie stopnia zmieszania w aparacie ze złożem fluidalnym typu turbulentnego, wyposażonym w dyszę umieszczoną nad dnem sitowym, w bocznej części komory mieszania. Zastosowanie dyszy miało na celu wywołanie bocznego ruchu ziaren, a przez to poprawę stopnia zmieszania. Do wprowadzenia materiału ziarnistego w stan fluidalny wykorzystano wentylator. Dysza o średnicy 1,5 mm zasilana była sprężonym powietrzem o ciśnieniu 220 kPa. Do badań wykorzystano kanał o przekroju prostokątnym (50x300 mm). W dolnej części kanału zastosowano dno sitowe wykonane z siatki o oczkach 0,5 mm. Powietrze wprowadzano od dołu poprzez zespół siatek rozpraszających, który zapewnił jednakową prędkość gazu w całym przekroju aparatu. W celu oceny procesu mieszania aparat podzielono na 10 jednakowych segmentów o wymiarach 50x30 mm specjalną kasetą, wprowadzaną od góry po zakończeniu procesu mieszania. Schemat stanowiska badawczego przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego
Fig. 1. Diagram of an experimental setup

Schemat instalacji używanej do badań: 1 - wylot powietrza, 2 - termometr, 3 - ruchoma kasetka dzieląca komorę mieszania na segmenty, 4 - komora mieszania, 5 - podajnik traserów, 6 - dno sitowe, 7 - anemometr elektroniczny, 8 - zegar sterujący zasuwą, 9 - zasuwa odcinająca dopływ powietrza, 10 - wentylator, 11 - silnik prądu stałego, 12 - układ regulacji obrotów silnika, 13 - wlot sprężonego powietrza (dysza), 14 - wlot powietrza

Próby prowadzono dla złoża typu turbulentnego. Traser wprowadzano podajnikiem umieszczonym w bocznej części mieszalnika po osiągnięciu przez fazę rozpraszającą stanu fluidalnego. Po zakończeniu mieszania oddzielano traser od fazy rozpraszającej za pomocą

sit i obie fazy ważono, a następnie określano udział x_i traseru w każdym segmencie. Stopień zmieszania określano z zależności Rose'a [Rose, 1959]

$$M = 1 - \frac{\sigma}{\sigma_0} \quad (1)$$

gdzie

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - p)^2}{n}} \quad (2)$$

oraz

$$\sigma_0 = \sqrt{p(1-p)} \quad (3)$$

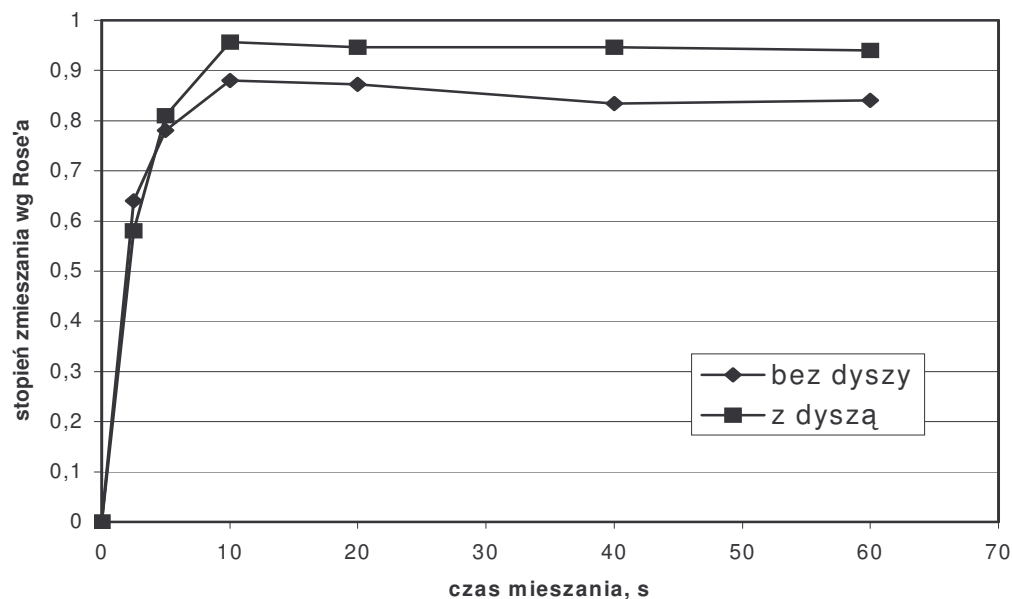
Badania prowadzono dla trzech układów niejednorodnych, których właściwości zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Właściwości układów ziaren użytych do badań

Table 1. Properties of grain system used for testing

	materiał	średnia średnica ziaren, mm	gęstość, kg/m ³	stosunek gęstości fazy rozpraszającej i traseru	stosunek średnic fazy rozpraszającej i traseru
Układ nr 1:					
faza rozpraszająca:	soja	5,5	1200	0,95	2,2
traser:	gorczyca	2,5	1250		
Układ nr 2:					
faza rozpraszająca:	soja	5,5	1200	1,04	1,2
traser:	pszenica	4,5	1400		
Układ nr 3:					
faza rozpraszająca:	agalit	5,5	2400	1,05	2,2
traser:	agalit	2,5	2400		

We wszystkich próbach udział traseru wynosił $p=0,1$. Badania prowadzono w mieszalniku nie wyposażonym w dyszę wspomagającą proces mieszania, a następnie po jej zastosowaniu. Traser podawano w skrajnym segmencie, oznaczonym numerem 1. Wszystkie badania prowadzono dla czasu mieszania $t = 20$ sekund. Jest to czas, po którym mieszanina osiąga stan równowagowy [Boss, Ratuszny, 2002]. Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 2. Dla układu ziarnistego nr 3 przeprowadzono badania dla różnych czasów mieszania, co pozwoliło na sporządzenie wykresu stopnia zmieszania w zależności od czasu mieszania (rys. 2).



Rys. 2. Stopień zmieszania w zależności od czasu mieszania
 Fig. 2. Mixing ratio in a function of time

Tabela 2. Wpływ zastosowania dyszy wspomagającej proces mieszania w mieszalniku fluidalnym, czas mieszania t=20 s.

Table 2. The effect of the nozzle supporting the process of mixing in a fluidal mixer, mixing time t=20 s.

układ ziarnisty	Stopień zmieszania wg Rose'a	
	bez wspomagania	po zastosowaniu dyszy wspomagającej
agalit- agalit	0,87	0,95
soja – gorczyca	0,89	0,94
soja – pszenica	0,82	0,92

Jak wynika z danych zestawionych w tabeli, uzyskano znaczną poprawę stopnia zmieszania. Największa poprawa nastąpiła dla układu nr 1 złożonego z ziaren agalitu o różnych średnicach.

Wnioski

Przeprowadzone badania wykazały konieczność zastosowania elementu wspomagającego proces mieszania w mieszalniku ze złożem fluidalnym, ponieważ osiągnięty stopień zmieszania w mieszalniku tradycyjnym z praktycznego punktu widzenia jest niezadowalający. Wykazano, że zastosowanie w mieszalniku ze złożem fluidalnym typu turbulentnego dyszy wywołującej dodatkowy boczny ruch ziaren, poprawia jakość uzyskanej mieszaniny. Uzyskane w ten sposób mieszaniny można zaklasyfikować jako dobre lub bardzo dobre, według skali jakości mieszanin [Boss, 1987]. Zagadnienia optymalizacyjne związane z zastosowaniem kilku dysz i ich wzajemnym rozmieszczeniem są przedmiotem obecnie prowadzonych badań.

Bibliografia

Boss J.: Mieszanie materiałów ziarnistych. PWN Warszawa-Wrocław 1987

Boss J., Ratuszny P.: Badanie procesu mieszania niejednorodnego układu ziarnistego w mieszalniku fluidalnym cz II. Inżynieria i Aparatura Chemiczna, nr 4/2002, s.33-34 (2002)

Boss J. Ratuszny P.: Badanie procesu mieszania niejednorodnego układu ziarnistego w mieszalniku fluidalnym cz I, Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej, z.61, s. 39-44, (2000)

Rose H.E.: A suggested equation relating to the mixing of powders and its application to the study of the performance of certain types of machine. Trans. Inst. Chem. Engrs. Vol. 37, s.47-64 (1959)

Fluidal mixing in food industry

Summary:

An influence of pneumatic interference on the process of mixing the grained materials in a fluidal mixer was investigated. The test materials included materials applied to the agriculture-food industry and a model substance: agalite. It was proved that the application of the nozzle supplied with compressed air assembled in a side part of the mixing chamber had a beneficial influence on the obtained mixing ratio. The mixing ratio was determined by Rose's definition.

Keywords: mixing, grained materials, fluidization