

KOMPUTEROWA ANALIZA OBRAZU W OCENIE MIESZANIA UKŁADÓW ZIARNISTYCH (SYSTEM FUNNEL-FLOW)

Dominika Matuszek, Marek Tukiendorf

Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej, Politechnika Opolska

Streszczenie. Mieszaniu układów niejednorodnych towarzyszy często segregacja, której zapobiec może stosowanie elementów wspomagających ten proces. Autorzy proponują zastosowanie wkładek systemu Roof Shaped Insert o tym samym kącie rozwarcia i różnych średnicach. W pracy przedstawiono możliwość wykorzystania komputerowej analizy obrazu do oceny rozkładu traseru w mieszaninie ziarnistej (wyka–gorczyca) podczas mieszania systemem funnel-flow dla serii badań z zastosowaniem i bez stosowania kształtek daszkowych.

Słowa kluczowe: Komputerowa analiza obrazu, mieszanie materiałów ziarnistych, system funnel-flow, system Roof Shaped Insert

Wstęp

Mieszanie materiałów ziarnistych można prowadzić różnymi metodami. Chaotyczny i przypadkowy ruch ziaren powoduje, że w trakcie trwania mieszania uzyskuje się wymagany stopień zmieszania [Boss 1987]. Jednym ze sposobów prowadzenia tego procesu jest mieszanie w przesypie. Mieszanie takie można prowadzić na drodze wysypu ze zbiornika do zbiornika, czyli systemem funnel-flow. Metodę tę charakteryzuje duża sprawność i niski koszt. Mieszaniu systemem funnel-flow towarzyszy powstawanie komina w rdzeniu układu, do którego kolejnymi warstwami zsypuje się materiał ziarnisty. W przypadku, gdy mamy do czynienia z mieszaniem układów ziarnistych nieróżniących się istotnie wymiarami średnic i gęstości ziaren, to zadowalający stopień zmieszania można uzyskać już po 3-4 krokach mieszania [Tukiendorf 2003]. Natomiast w przypadku mieszania składników o zdecydowanie różnych własnościach proces ten należy wspomagać systemem wewnętrznych wkładek (system Roof Shaped Insert) umieszczanych wewnątrz zbiorników. Kształtki te przeciwdziałają segregacji, która często jest powodowana różnicami w wymiarach i gęstościach mieszanych komponentów. Zastosowanie wkładek systemu Roof Insert Shaped (RSI) podczas mieszania metodą przesyphu doprowadza do dodatkowych zderzeń zmieniających kierunek lotu i w efekcie wpływa na poprawę stopnia zmieszania. Znaczący wpływ na poprawę efektywności mieszania ma kształt i wielkość wkładek [Schulze 1996, Schlick, i in. 1996, Tukiendorf 2002]. W dalszej części pracy pokazano wyniki mieszania układu ziarnistego wyka-gorczyca z wykorzystaniem systemu RSI.

Analiza obrazów może być z powodzeniem wykorzystywana w technologii materiałów ziarnistych do oceny ilościowego rozkładu komponentów mieszaniny. W pracy przedstawiono zastosowanie komputerowej analizy obrazu do oceny rozkładu traseru w poszczególnych przekrojach poprzecznych mieszalnika. Zastosowana metoda pozwoliła na szybkie oszacowanie udziałów poszczególnych faz bez konieczności segregacji sitowej. Tradycyjna metoda oceny udziałów konkretnych komponentów w mieszalniku opiera się często na analizie sitowej, która jest szczególnie uciążliwa w przypadku mieszania dużych objętości materiałów. Komputerowa analiza obrazu wychodzi naprzeciw wszelkim utrudnieniom w ocenie stopnia zmieszania układów ziarnistych. Pokazano, że z dużą dokładnością rozkład barw mieszanych składników na powierzchni kolejnych przekrojów poprzecznych zbiornika odpowiada empirycznemu rozkładowi poszczególnych składników w całej jego objętości [Tukiendorf 2003].

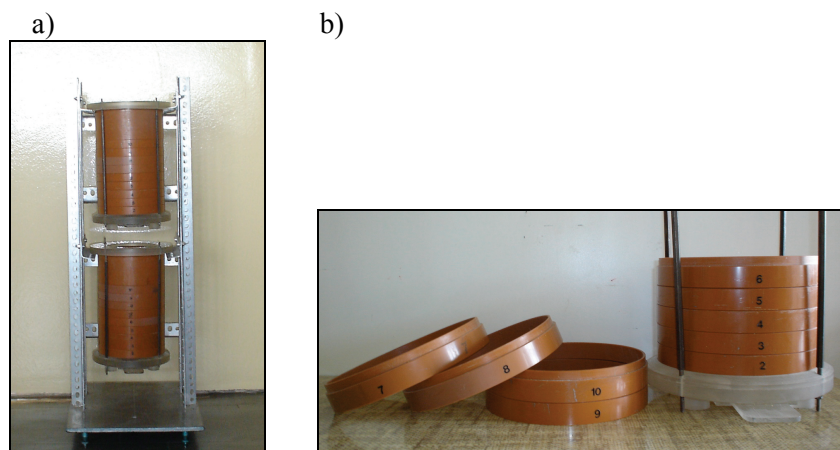
Cel badań

Celem pracy jest przedstawienie możliwości zastosowania komputerowej analizy obrazu do oceny wpływu wkładek systemu Roof Shape Insert na efektywność mieszania układu ziarnistego (wyka–gorczyca) metodą wysypu ze zbiornika do zbiornika.

Metodyka badań

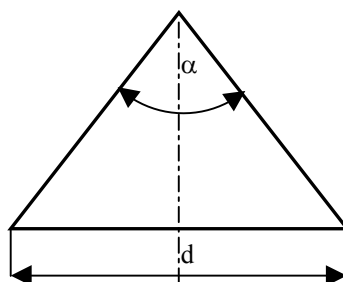
Materiałem użytym do badań był układ ziarnisty wyka–gorczyca. Składniki mieszaniny charakteryzowały się różnicami w wymiarach średnic i gęstości ziaren (stosunek średnic $d_1/d_2 = 1,55$, stosunek gęstości $\rho_1/\rho_2 = 0,97$). Układ ziarnisty poddawano mieszaniu w mieszalniku (rys. 1) o wymiarach zapewniających wysyp typu funnel-flow za zbiornika. Mieszalnik składał się z dwóch identycznych zbiorników (wysokość części cylindrycznej – 200 mm, średnica wewnętrzna – 150 mm), umieszczonych jeden nad drugim w sposób umożliwiający ich łatwą zamianę miejscami. Dodatkowo każdy zbiornik składał się z 10 rozbieralnych pierścieni. Przed przystąpieniem do mieszania zasypywano zbiornik materiałem ziarnistym w stosunku objętościowym 1:9, z tym że traser (wyka) umieszczano zawsze w piątym pierścieniu (przekroju mieszalnika).

Następnie zamieniano je kolejno miejscami, opróżniając zbiorniki na drodze wysypu grawitacyjnego, aż do momentu osiągnięcia stanu równowagowego układu (10 kolejnych przesypów). Pierwszą serię badań prowadzono bez zastosowania wkładki systemu Roof Shaped Insert, natomiast kolejne dwie serie wykonano wspomagając proces kształtkami daszkowymi. Użyto wkładek o tym samym kącie rozwarcia $\alpha=110^\circ$ i różnych wymiarach średnic; $d_1=50$ mm, $d_2=70$ mm (rys. 2 i 3).



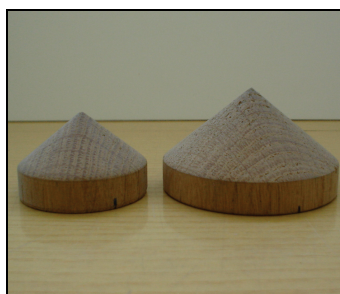
Rys. 1. Mieszalnik do systemu funnel-flow, a) widok całego mieszalnika, b) rozbieralna konstrukcja zbiornika

Fig. 1. Laboratory mixing device used for funnel-flow system, a) view on the whole mixer, b) container construction that is able to take apart



Rys. 2. Schemat kształtek systemu Roof Shaped Insert

Fig. 2. Roof Shaped Insert system elements diagram

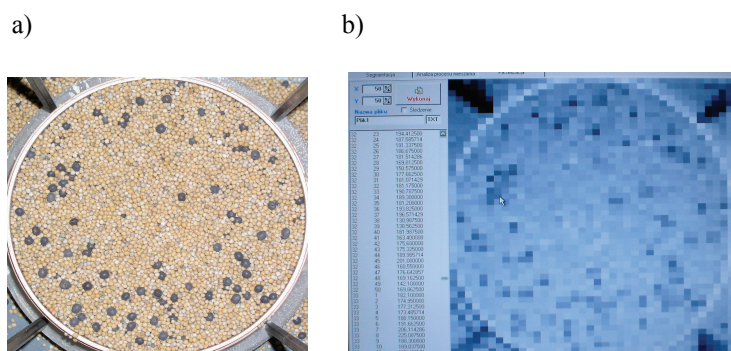


Rys. 3. Kształtki systemu RSI użyte do badań

Fig. 3. RSI system elements used for research

Wkładki umieszczano powyżej dziesiątego pierścienia każdego ze zbiorników mieszalnika. W wyniku przeprowadzonych trzech serii badań uzyskano różne efekty mieszania układu ziarnistego wyka–gorczyca.

Po każdym kroku mieszania wykonywano zdjęcia kolejnych przekrojów poprzecznych zbiornika (1÷10). Uzyskane w ten sposób obrazy w zapisie cyfrowym poddawano analizie komputerowej. Wykorzystując skalę RGB-256 zamieniono naturalne kolory ziaren wyki i gorczycy na czern i biel wyznaczając między nimi granicę. W kolejnym etapie badań dokonywano binaryzacji; punktom białym przydzielano wartość 0, natomiast czarnym 1. Do oceny miary rozproszenia traserów na powierzchni badanych przekrojów poprzecznych mieszalnika zastosowano metodę analizy wariancji na podstawie uzyskanych komputerowo punktów białych i czarnych.

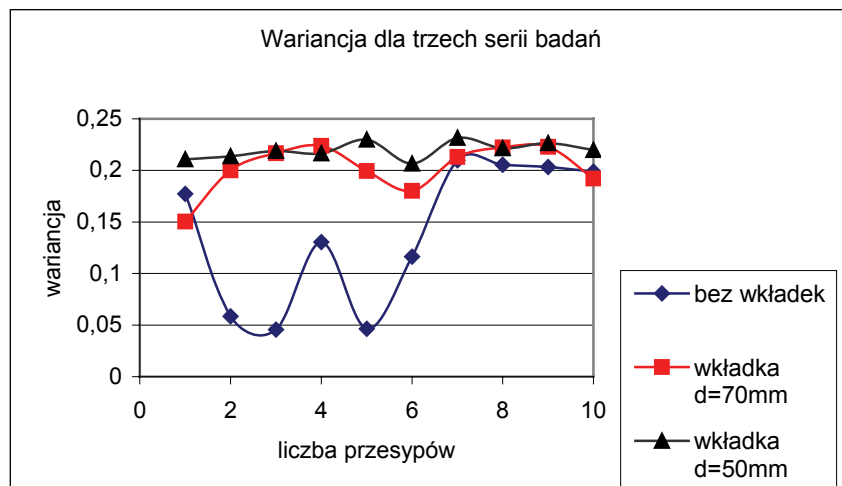


Rys. 4. Obraz wybranego pierścienia mieszalnika, a) w zapisie cyfrowym, b) po pikselizacji 50x50 komórek

Fig. 4. The picture of a selected mixing device cross section, a) digital recording, b) after unit pixelization 50x50

Wyniki badań

Obliczono średnie wariancje dla każdej z trzech serii badań po kolejnych (1÷10) krokach mieszania. Wyniki przedstawiono graficznie na rys. 5. Mieszanie bez wkładek wywołuje istotne zmiany wartości wariancji rozkładów cząstek traserów w pierwszych (1-6) sześciu krokach mieszania. Jak wynika z wykresu po zastosowaniu kształtek przebiegi wartości wariancji wydają się podobne w przypadku obydwu typów wkładek i osiągają szybko stabilną wartość już po pierwszych przesypanach.



Rys. 5. Wariancja dla trzech serii badań po kolejnej liczbie przesypów
Fig. 5. Average variation for three series of research after consecutive pouring number

Wnioski

1. Metoda analizowania wariancji z użyciem komputerowej akwizycji obrazu jest dobrym sposobem oceny rozproszenia składnika kluczowego na powierzchni kolejnych przekrojów poprzecznych zbiornika.
2. Zastosowanie wkładek systemu Roof Shaped Insert powoduje ustabilizowanie się wariancji już po 3 kolejnych krokach mieszania. W przypadku mieszania bez wkładek stabilizowanie wartości wariancji jest widoczne dopiero po 7 przesypie.
3. Najszybsze efekty mieszania uzyskuje się dla kształtki o średnicy $d = 50$ mm.
4. Mieszanie metodą przesypu z zastosowaniem elementów wspomagających (system RSI) doprowadza do szybszego osiągnięcia stanu równowagowego, co może być podstawą do skrócenia czasu mieszania

Bibliografia

- Boss J.** 1987. Mieszanie materiałów ziarnistych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, ISBN 83-01-07058-7.
- Tukiendorf M.** 2003. Modelowanie neuronowe procesów mieszania niejednorodnych układów ziarnistych. Naukowe Akademii Rolniczej w Lublinie, Zesz. 272, Lublin.
- Schulze D.** 1996. Silos-Design Variants and Special Types. Bulk Solids Handling, Vol. 16, Number 2, April/June, s. 225-232.

Schlick H., Gehbauer F., Auchter A., Gallinat J. 1996. Relationships Between Flow Properties and the Process of Loading in Silos With Central Cones and Plough Feeder Discharge. *Bulk Solids Handling*, Vol.16, Number 2, April/June, s. 83-89.

Tukiendorf M. 2002. Zastosowanie elementów wspomagających mieszanie w przesypaniu niejednorodnych układów ziarnistych system Roof Shaped Insert. *Inżynieria Rolnicza* 4(37), Warszawa, s. 337-343.

COMPUTER IMAGE ANALYSIS IN THE GRAIN CONFIGURATION MIXING ESTIMATION (FUNNEL-FLOW SYSTEM)

Summary. The mixing of heterogenous configurations is often accompanied with segregation, which can be stopped by the use of elements that back up this process. Conducted investigation suggest the use of Roof Shaped Insert system with the same obtuse angle and with different diameters. This research presents the ability of a computer image analysis used for the estimation of the tracer's distribution in a grain mixture (vetch-mustard) while the mixing of the funnel-flow system for the series of research with the use of Roof Shaped Inserts.

Key words: computer image analysis, mixing of grain material, funnel-flow system, Roof Shaped Insert system

Adres do korespondencji:

Dominika Matuszek; e-mail: domi-1979@tlen.pl
Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej
Politechnika Opolska
ul. Mikołajczyka 5
45-271 Opole



ZPORR
Zintegrowany Program
Operacyjny
Rozwoju Regionalnego



Praca powstała przy współfinansowaniu ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej oraz ze środków budżetu państwa