

WSPOMAGANIE PROCESU MIESZANIA NIEJEDNORODNYCH UKŁADÓW ZIARNISTYCH WKŁADKĄ TYPU DOUBLE CONE

Dominika Matuszek, Marek Tukiendorf
Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej, Politechnika Opolska

Streszczenie. W pracy przedstawiono wynik badań mieszania niejednorodnych układów ziarnistych systemem funnel-flow z zastosowaniem elementów wspomagających. Użyto wkładki typu double cone, którą zaprojektowano pierwotnie do wyeliminowania zaburzeń podczas wysypu masowego. W celu szybkiego i precyzyjnego określenia rozkładu trasera w mieszaninie użyto metody komputerowej analizy obrazu. Przeprowadzone działania pozwoliły na przedstawienie możliwości wykorzystania i wpływu wkładki double cone na poprawę efektywności mieszania komponentów niejednorodnych.

Słowa kluczowe: segregacja, mieszanie systemem funnel-flow, komputerowa analiza obrazu

Wstęp

W przemyśle rolniczym czy spożywczym powszechnie mamy do czynienia z mieszaniem materiałów ziarnistych i często są to układy niejednorodne. Przez układ niejednorodny rozumie się mieszaninę złożoną ze składników, które różnią się przede wszystkim takimi cechami, jak przeciętne wymiary ziaren lub ich gęstość. Przyczyną tych różnic jest występowanie segregacji podczas mieszania. Jej istota polega na tym, iż po osiągnięciu maksymalnego dla danej mieszaniny, stanu zmieszania, ziarna o podobnych właściwościach wykazują tendencję do zajmowania określonych miejsc w złożu. W konsekwencji dochodzi do pewnego (mniejszego lub większego) rozdzielania się komponentów, doprowadzając mieszaninę do stanu równowagowego, dynamicznie stabilnego [Boss, Tukiendorf 2000].

Często spotykanym w przemyśle sposobem mieszania jest mieszanie w przesypie. Mieszaniu tego typu, także towarzyszy segregacja zwana segregacją wysypową. Zagadnieniem tym zajął się szerzej Tanaka [1971]. Zauważył on, iż ziarna ciężkie mają tendencję do gromadzenia się w pobliżu osi zbiornika.

Powszechność i złożoność procesu mieszania układów niejednorodnych zmusza do poszukiwania efektywnych sposobów prowadzenia tej operacji. Wymaga starań badaczy w celu osiągnięcia pewności, że proporcje składników w mieszanych układach są właściwe, zgodne z przyjętym założeniem [Tukiendorf 2003].

W pracy przedstawiono możliwość zastosowania elementu w postaci wkładki double cone wspomagającego proces mieszania systemem funnel-flow. Zaproponowana wkładka została pierwotnie zaprojektowana w celu poprawy parametrów wysypu masowego [Enstad 1997]. Do oceny stopnia zmieszania układu ziarnistego wykorzystano niewątpliwie

innowacyjną metodę komputerowej analizy obrazu, która okazała się być praktycznym i precyzyjnym narzędziem analizy jakości zmieszania.

Cel badań

Określenie wpływu i możliwości zastosowania wkładki double cone do poprawy efektywności mieszania systemem funnel-flow ziarnistych układów niejednorodnych.

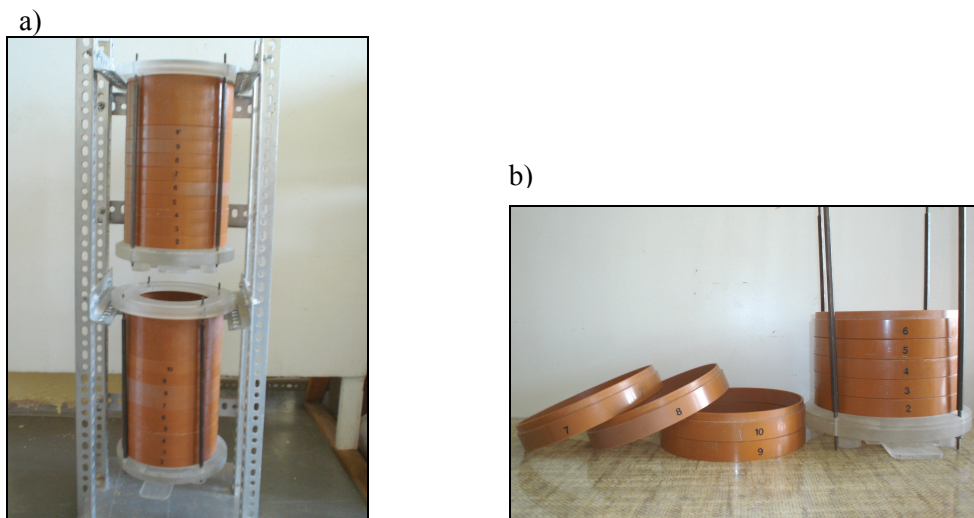
Metodyka badań

Do badań wykorzystano niejednorodne układy ziarniste, które różniły się między sobą takimi własnościami jak wymiary ziaren i ich gęstość:

- układ wyka - gorczyca: stosunek średnicy nasion $d_1/d_2=1,55$, stosunek gęstości nasion $\rho_1/\rho_2=0,97$,
- układ ołów-gorczyca: stosunek średnicy ziaren $d_1/d_2=1,55$, stosunek gęstości ziaren $\rho_1/\rho_2=8,25$.

Stosunek objętościowy mieszanych komponentów wynosił 1:9.

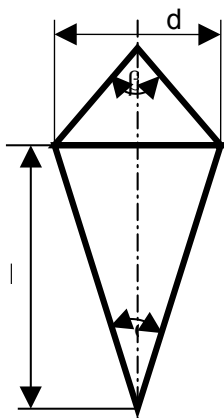
Mieszanie prowadzono w mieszalniku do systemu funnel-flow (rys. 1a), który charakteryzował się następującymi wymiarami: wysokość części cylindrycznej 200mm, średnica wewnętrzna 150mm. Zbiorniki wykonane były w sposób pozwalający na obserwację rozkładu traserów w całej objętości złoża (rys. 1b).



Rys. 1. Mieszalnik laboratoryjny do systemu funnel-flow a) widok całego mieszalnika, b) rozbierna 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

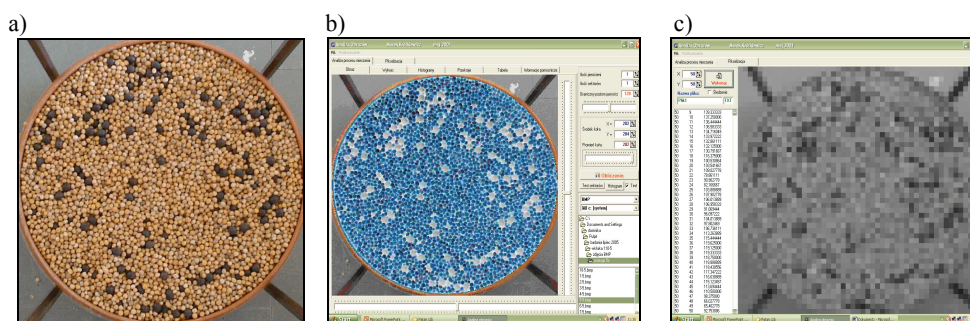
Wewnątrz każdego ze zbiorników umieszczano wkładkę typu double cone (rys. 2). Elementy wspomagające lokalizowano w dolnej części zbiornika tuż nad otworem wysypowym. Wymiary wkładki to: kąt $\beta = 110^\circ$, średnica stożka $d = 30$ mm, wysokość stożka $h = 60$ mm



Rys. 2. Schemat wkładki typu double
Fig. 2. Double cone element diagram

Równoległym do procesu mieszania etapem badań była ocena rozkładu traserów do czego posłużyła komputerowa akwizycja obrazu. Kolejność analizy przedstawiała się następująco:

1. Zapis obrazu rzeczywistego po każdym z 10 etapów mieszania (rys. 3a).
2. Wprowadzenie zdjęcia do programu Patan (rys. 3b) [Boss, Krótkiewicz, Tukiendorf 2002].
3. Przeprowadzenie pikselizacji (rys. 3c). Wykorzystanie skali RGB-256 do zamiany naturalnych kolorów ziaren wyki, gorczycy i ołowiu na odcienie szarości.
4. Wykonanie binaryzacji. Wyznaczenie poziomu granicznego w skali 256 i przydzielenie punktom ciemnym wartości 1 a jasnym 0.
5. Obliczenie wariancji rozkładu traserów dla wybranych przekrojów poprzecznych mieszalnika (pierścienie 1, 5 i 10).



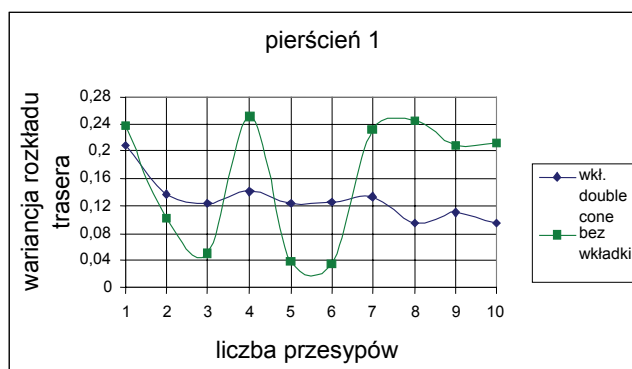
Rys. 3. Komputerowa analiza obrazu wybranego przekroju poprzecznego zbiornika a) obraz w zapisie cyfrowym, b) obraz w programie Patan, c) pikselizacja 50x50 komórek

Fig. 3. The computer image analysis of a selected mixing device cross section, a) digital recording, b) image in the computer program Patan, c) after unit pixelization 50x50

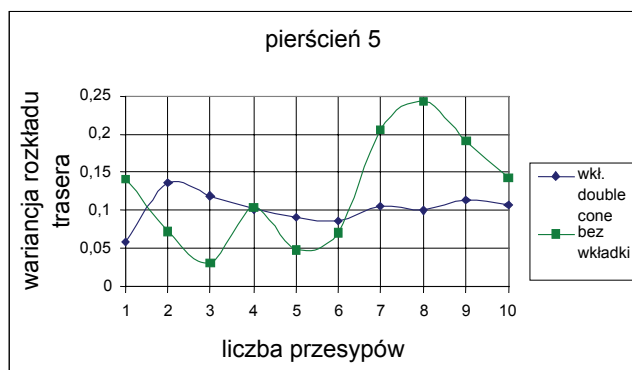
Wyniki

Wyniki przeprowadzonego doświadczenia przedstawiono w sposób graficzny (rys. 4a, b, c, oraz 5a, b, c).

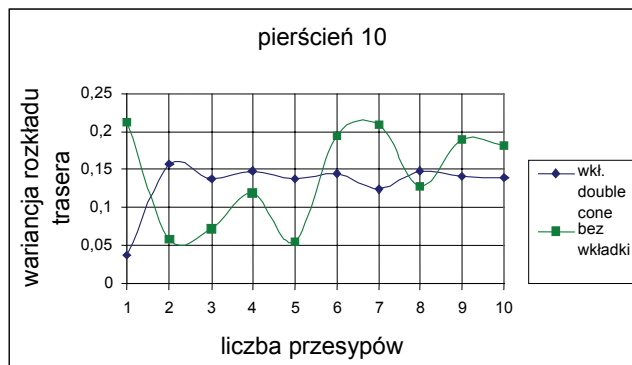
Wyniki mieszania układu ziarnistego wyka-gorzycza



Rys. 4a. Zmiana wariacji w czasie mieszania układu wyka-gorzycza dla pierścienia pierwszego
Fig. 4a. The change of variation during the mixing of grain configuration vetch-charlock for first cross section

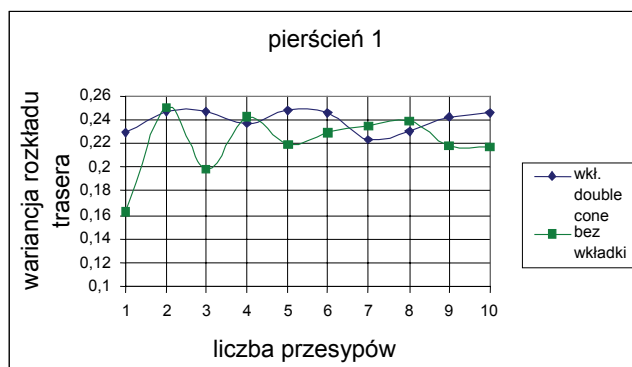


Rys. 4b. Zmiana wariacji w czasie mieszania układu wyka-gorzycza dla pierścienia piątego
Fig. 4b. The change of variation during the mixing of grain configuration vetch-charlock for fifth cross section

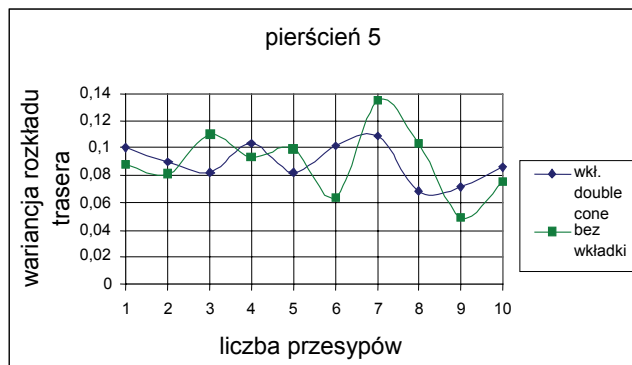


Rys. 4c. Zmiana wariacji w czasie mieszania układu wyka-gorzycza dla pierścienia dziesiątego
Fig. 4c. The change of variation during the mixing of grain configuration vetch-charlock for tenth cross section

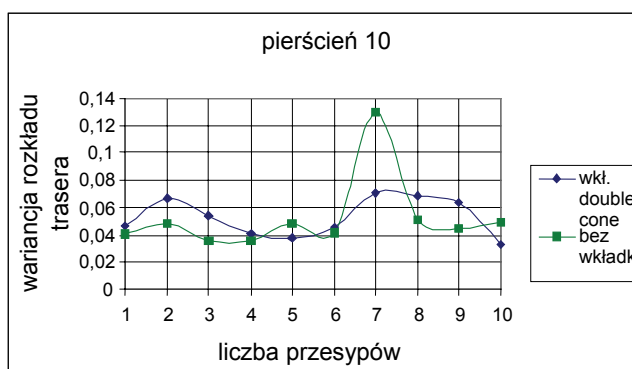
Wyniki mieszania układu ziarnistego ołów-gorzycza



Rys. 5a. Zmiana wariacji w czasie mieszania układu ołów-gorzycza dla pierścienia pierwszego
Fig. 5a. The change of variation during the mixing of grain configuration lead-charlock for first cross section



Rys. 5b. Zmiana wariancji w czasie mieszania układu ołów-gorzycza dla pierścienia piątego
 Fig. 5b. The change of variation during the mixing of grain configuration lead-charlock for fifth cross section



Rys. 5c. Zmiana wariancji w czasie mieszania układu ołów-gorzycza dla pierścienia dziesiątego
 Fig. 5c. The change of variation during the mixing of grain configuration lead-charlock for tenth cross section

Wnioski

1. Mieszanie układu ziarnistego wyka-gorzycza z zastosowaniem wkładki double cone charakteryzuje się szybkim osiągnięciem stanu równowagowego oraz lepszymi efektami zmieszania (niższe wartości wariancji rozkładu),
2. Zastosowanie wkładki double cone w mieszaniu układu ołów-gorzycza powoduje w niewielkim stopniu lepszą stabilizację wariancji (zbyt duże różnice gęstości),
3. Wkładki tego typu mogą być z powodzeniem stosowane w niektórych przypadkach mieszania systemem funnel-flow.

Bibliografia

- Boss J., Tukiendorf M., Węgrzyn M.** 2000. Technologiczne sposoby przeciwdziałania wtórnej segregacji podczas transportu i magazynowania niejednorodnych układów ziarnistych. Inżynieria Rolnicza Nr 9(20), Warszawa. s. 15-21.
- Tanaka T.** 1971. Segregation Models of Solid Mixtures Composed of Different Densities and Particle Size. Ind. Eng. Chem. Process Des. Develop. 10, No 3. s. 332-340.
- Tukiendorf M.** 2003. Wpływ zmiany wymiarów średnic cząstek na wyniki mieszania materiałów ziarnistych podczas wysypu ze zbiorników. Problemy Inżynierii Rolniczej 2(40), Warszawa. s. 21-26.
- Enstad G.G.** 1997. Further Investigation on the Use of Inserts In Order to Obtain Mass Flow In Silos. Postec No. 16. s. 15, 18.
- Boss J., Krótkiewicz M., Tukiendorf M.** 2002. Porównanie metod jakości stanu mieszaniny ziarnistej podczas mieszania w przesypie. Inżynieria Rolnicza Nr 4 (37). s. 27-31.

AIDING THE PROCESS OF MIXING HETEROGENOUS GRAIN COMPOSITE WITH INSERT OF THE DOUBLE CONE TYPE

Summary. This article presents the research outcomes of mixing the heterogenous grain composite by the funnel-flow system with applying aiding elements. The insert of the double cone type were applied which was designed originally for eliminating disorders during the mass flow. To the purpose of fast and precise determining the distribution of the tracer in mixture the methods of computer analysis of the image were used. The carried working permitted the presenting of exploiting abilities and the influence of the insert double cone for the betterment of the effectiveness of mixing the heterogenous components.

Key words: mixing of funnel-flow system, segregation, computer image analysis

Adres do korespondencji:

Dominika Matuszek; e-mail: mtuk@po.opole.pl
Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej
Politechnika Opolska
ul. Mikołajczyka 5
45-271 Opole



ZPORR
Zintegrowany Program
Operacyjny
Rozwoju Regionalnego



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