

OCENA MIESZANINY NIEJEDNORODNEJ Z BIOMASĄ ZA POMOCĄ KOMPUTEROWEJ AKWIZYCJI OBRAZU

Katarzyna Szwedziak, Łukasz Biłos

Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej, Politechnika Opolska

Streszczenie. W niniejszej pracy podjęto próbę ustalenia możliwości stosowania komputerowej analizy obrazu w ocenie jakości mieszaniny ziarnistej niejednorodnej. W tym celu wykonano badania, w których mieszano dwa komponenty w mieszalniku bębnowym dwustozkowym. Jako komponenty wykorzystano miał węglowy i pellety, czyli układ dwuskładnikowy różniący się właściwościami fizycznymi. Podczas badań analizowano rozkład koncentracji traserów w przekroju poprzecznym mieszalnika. Jako traser użyto biomasy w postaci pelletów. Jakość mieszaniny sprawdzano za pomocą komputerowej analizy obrazu. Wykorzystano w tym celu aplikację komputerową „Patan”. Poprawność zaproponowanej metody weryfikowano stosując analizę wagową. Mieszanie przeprowadzono dla takich samych parametrów procesu z wykorzystaniem składników używanych w energetyce do wytwarzania energii cieplnej.

Słowa kluczowe: komputerowa analiza obrazu, mieszanie materiałów ziarnistych

Wstęp

Proces mieszania niejednorodnych układów ziarnistych, w którym chaotyczny ruch ziaren powoduje rozpraszanie dwu lub kilku składników w urządzeniu mieszającym ma zastosowanie w wielu różnych gałęziach przemysłu. Rezultatem tego procesu jest otrzymanie mieszaniny jednorodnej, jednak taki efekt jest stosunkowo trudny do uzyskania ze względu na złożoność zagadnienia i występowanie czynników mających istotny wpływ na przebieg mieszania [Boss 1987; Stręć 1981]. Jednym z przykładów przemysłu wykorzystującego w praktyce mieszanie niejednorodnych układów ziarnistych jest przemysł energetyczny, w którym między innymi występuje potrzeba przygotowywania mieszanki paliwa podstawowego z paliwem pochodzącym z odnawialnego źródła. Dodatek ok. 10% biomasy nie wpływa istotnie na przebieg procesu spalania paliwa podstawowego. Zastosowana mieszanka powinna posiadać odpowiednią wartość opałową, być jakościowo stabilna oraz jednorodna. Prowadzone od lat propagowanie wytwarzania energii bardziej zielonej zaowocowało powstaniem polskiego rynku biomasy, który staje się coraz bardziej widoczny i aktywny na polskiej scenie ekologicznej, rolniczej i energetycznej. Porównywanie zielonego potencjału Polski z krajami Europy i wyciągnięcie odpowiednich wniosków z polityki energetycznej sąsiadów rozpoczęło rozwój nauki w tym zakresie, zakładanie wielohektarowych plantacji roślin energetycznych, oraz produkcję energii cieplnej i elektrycznej z udziałem energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych.

Przygotowanie jednorodnej pod względem składu, mieszanki paliwa podstawowego ze składnikiem ekologicznym jest fundamentalnym warunkiem, zapewniającym stabilność procesu spalania.

Konieczność poszerzenia stanu wiedzy o procesie mieszania niejednorodnych układów ziarnistych oraz potrzeba rynku determinują do prowadzenia badań w tym zakresie.

Cel badań

Celem prowadzonych badań było sprawdzenie możliwości stosowania komputerowej analizy obrazu w ocenie jakości niejednorodnych mieszanin ziarnistych.

Metodyka badań

Badania nad zagadnieniem mieszania materiałów ziarnistych przeprowadzono w mieszalniku bębnowym dwustożkowym. Wykonano 10 serii badań mieszania układów ziarnistych niejednorodnych różniących się parametrami fizycznymi. Po wykonaniu naważek poszczególnych składników wsypywano je do mieszalnika najpierw jeden składnik, potem drugi, zawsze dla każdej próby w ten sam sposób. Skład masowy badanych mieszanin został przedstawiony w tabeli 1. Po zasypaniu mieszalnika w ilości 20 kg ustawiano kąt nachylenia bębna mieszalnika. Następnie mieszano mieszaninę uwzględniając czas i liczbę obrotów bębna. Parametry prowadzenia procesu zestawiono w tabeli 2. Po wykonaniu procesu mieszania z założonymi parametrami wysypywano zawartość bębna do 10 jednakowych pierścieni o wysokości 50 mm i średnicy 250 mm, ustawionych na sobie. Wykonywano zdjęcie cyfrowe uzyskanej mieszaniny i analizowano je za pomocą komputerowej akwizycji obrazu. Do oceny wykorzystano aplikację komputerową „PATAN”, opartą na analizie barw w skali RGB. Zawartość każdego pierścienia była dodatkowo analizowana pod kątem rozkładu trasaera mieszaniny metodą wagową. Właściwości fizyczne mieszanych składników zestawiono w tabeli 3.

Tabela 1. Skład masowy mieszaniny układów ziarnistych niejednorodnych

Table 1. Mass composition of heterogeneous granular blend

L.p	Składnik	Udział procentowy [%]	Udział masowy [g]
1	Miał	90	18000
2	Pellety	10	2000

Tabela 2. Parametry procesu mieszania

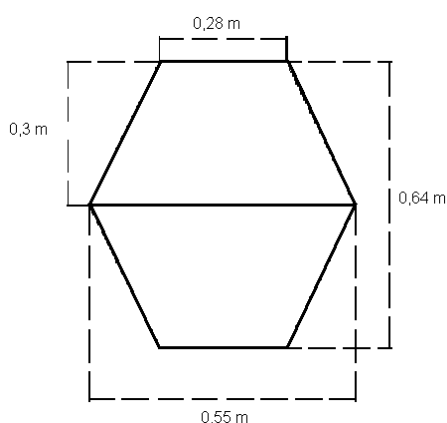
Table 2. Parameters of mixing process

Parametr	Wartość
Czas mieszania	180 s
Liczba obrotów bębna	8
Kąt wychylenia bębna	90°

Tabela 3. Parametry fizyczne składników mieszaniny
Table 3. Physical parameters of mixed components

Składnik mieszaniny	Parametry fizyczne składników mieszaniny	
	Wilgotność [%]	Rozmiar ziaren [mm]
Miał węglowy I	10,5	0-30
Miał węglowy II	15	0-30
Pellety I	6,28	6
Pellety II	6,28	8

Najistotniejsze znaczenie dla przebiegu procesu mieszania materiałów ziarnistych mają właściwości fizykochemiczne mieszanych składników oraz konstrukcja urządzenia mieszającego. Badania nad zagadnieniem mieszania materiałów ziarnistych przeprowadzono w mieszalniku bębnowym dwustożkowym, którego wymiary i obraz przedstawiono na rysunku 1 i 2.



Rys. 1. Wymiary stanowiska pomiarowego
Fig. 1. Test stand dimensions



Rys. 2. Zdjęcie stanowiska badawczego
Fig. 2. Test stand photo

Właściwości mieszanych składników

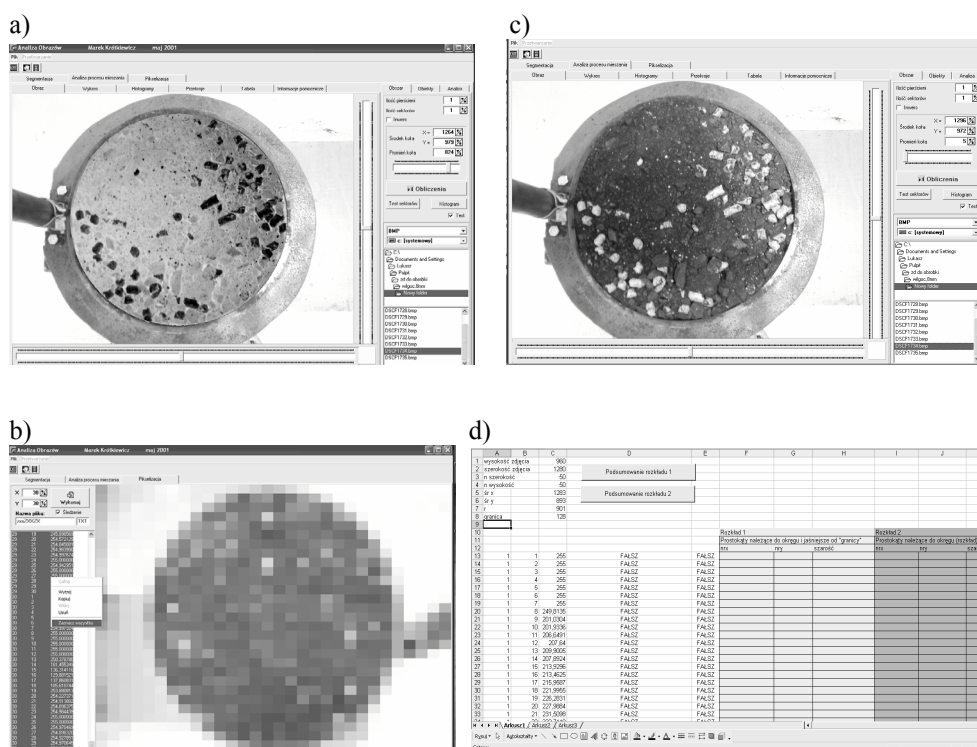
Miał węglowy to drobnoziarnista frakcja ziaren węglowych nieregularnego kształtu o wymiarach od 0 do 30 mm z możliwością wtrąceń o wymiarach większych. Wilgotność miału jest bezpośrednio związana z procesem jego wydobycia, wzbogacania i składowania – parametr ten mieści się w zakresie od kilku do około 30%. Ze względu na stosunkowo duże rozmiary ziaren oraz porowatość złoża, materiał ten w stanie roboczym charakteryzuje się niewielką spójnością, umożliwiającą sprawne prowadzenie mieszania.

Pellety to drobnoziarnista frakcja ziaren o kształcie zbliżonym do walca. Jedną z wielkości charakteryzujących pellety jest średnica wahająca się w zakresie od 6 do 12 mm. Wilgotność pelletów jest niewielka, ale jest to materiał bardzo łatwo odbierający wilgoć

z otoczenia. Świeże pellety posiadają wilgotność od 5 do 8%. Materiał ten również wykazuje się niewielką spójnością i umożliwia sprawne przeprowadzenie procesu mieszania

Ocena stanu mieszania

Stopień mieszania mieszaniny oceniono za pomocą komputerowej akwizycji obrazu [Tukiendorf, Szwedziak 2005]. W tym celu poddano obróbce graficznej każde zdjęcie uzyskanej mieszaniny, a następnie wykonano analizę rozkładu punktów jasnych i ciemnych w programie „PATAN”. Dalsze obliczenia statystyczne wykonywano za pomocą arkusza kalkulacyjnego. Stopień mieszania uzyskany za pomocą komputerowej akwizycji obrazu porównano następnie ze stopniem mieszania wyznaczonym analitycznie z udziałów masyowych traserów w każdej próbie.



Rys. 3. Przykładowe okna dialogowe programu „Patan”: a) Zdjęcie cyfrowe w formacie bmp, b) obraz po pikselizacji, c) zdjęcie cyfrowe w postaci bmp. z zaznaczonym obszarem analizy, d) zapis cyfrowy wartości kolorów w skali RGB (surowe nieadresowane wyniki), przeniesione wyniki do arkusza kalkulacyjnego

Fig. 3. Example dialog boxes of the “Patan” application: a) digital photography in bmp format, b) image after pixelisation, c) digital photography in bmp format with analysis area highlighted, d) digital recording of colour values in RGB scale (raw not addressed results), results transferred to spreadsheet

Do oceny analitycznej rozkładu traser w mieszaninie posłużono się zależnością [Boss 1987]:

$$M = \frac{1 - \bar{X}}{\bar{X}} \quad (1)$$

gdzie:

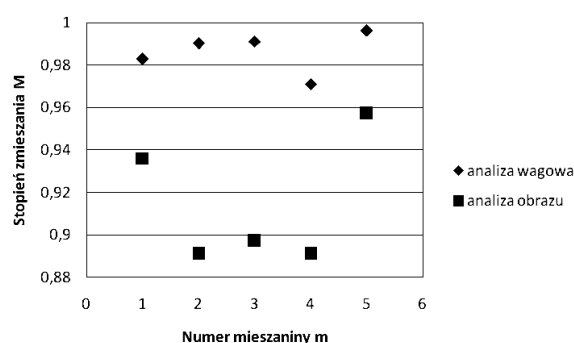
- M – stopień zmieszania,
 \bar{X} – średnia koncentracja traser

Analiza i dyskusja wyników

W tabeli 4 zestawiono stopnie zmieszania uzyskane przy pomocy komputerowej analizy obrazu oraz analizy wagowej

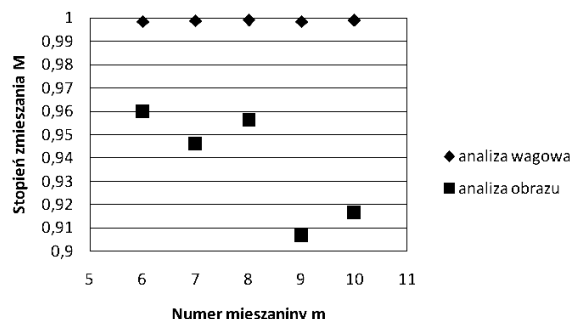
Tabela 4. Zestawienie stopni zmieszania dla obu metod oceny jakości mieszaniny
 Table 4. Comparison of mixing degree for both methods of blend quality assessment

Mieszanina	Stopień zmieszania M analiza wagowa	Stopień zmieszania M analiza obrazu	Różnica [%]
m1	0,98309	0,936037	4,7
m2	0,990378	0,891051	9,9
m3	0,991156	0,897092	9,4
m4	0,97104	0,890988	8
m5	0,996293	0,957208	3,9
m6	0,998542	0,959803	3,8
m7	0,998826	0,946003	5,2
m8	0,999018	0,956088	4,2
m9	0,998553	0,906653	9,1
m10	0,998992	0,91646	8,2



Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Porównanie zastosowanych metod przy średnicy traser 6 mm
 Fig. 4. Comparison of the applied methods for tracer diameter 6 mm



Źródło: opracowanie własne

Rys. 5. Porównanie zastosowanych metod przy średnicy traseru 8 mm

Fig. 5. Comparison of the applied methods for tracer diameter 8 mm

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań i opracowań empirycznych uzyskano wyniki, które zestawiono w tabeli 4. W analizie porównano wyniki uzyskane za pomocą konwencjonalnej zależności empirycznej w postaci wzoru (1) i wyniki uzyskane za pomocą komputerowej analizy obrazu. Na podstawie wyników z tabeli 4 sporządzono rysunki 4 i 5, z których wynika, że istnieje możliwość stosowania metody komputerowej analizy obrazu do oceny stanu zmieszania niejednorodnej mieszaniny ziarnistej, jednak metoda komputerowej analizy obrazu na tym etapie badań obarczona jest błędem. Wyniki wyznaczone dzięki analizie wagowej pozwalają na określenie mieszanin jako bardzo dobrych. Mieszaniny uzyskały stopień bardzo dobrego zmieszania według skali jakości mieszanin zaproponowanej przez Rose'a i Robinsona. Potwierdzenie wyników w czterech pozycjach tabeli 4 (m1,m5,m6,m8) otrzymano również poprzez komputerową analizę obrazu, uzyskując wyniki nieróżniące się od siebie o więcej niż 5%, przy pozostałych sześciu (m2, m3, m4, m9, m10), wyniki różniły się od siebie nie więcej niż o 10%. Średnia różnica wskazań pomiędzy metodami wyniosła 6,6%, w związku z tym można powiedzieć, że na obecnym etapie badań komputerowa analiza obrazu pozwala na uzyskanie przybliżonych wyników oceny mieszaniny, konieczne jest jednak przeprowadzenie większej ilości porównań stopni mieszania, wyznaczanych za pomocą metod wymienionych w pracy.

Bibliografia

- Boss J.** 1987. Mieszanie materiałów ziarnistych. PWN, Warszawa. ISBN 83-01-07058-7.
Stręk F. 1981. Mieszanie i mieszalniki. Inżynieria Chemiczna. WNT, Warszawa ISBN 83-204-0289-1.
Tukiendorf M., Szwedziak K 2005. Komputerowa analiza obrazu w identyfikacji cząstek wielofazowych układów ziarnistych. Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej Mechanika. Nr 309. Z. 87. s. 163-167.



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

ASSESSMENT OF HETEROGENEOUS BLEND WITH BIOMASS USING COMPUTER IMAGE ACQUISITION

Abstract. This paper contains an attempt to determine potential for using computer image analysis to assess heterogeneous granular blend quality. In order to do this an experiment was carried out in which two ingredients were mixed in a drum double-conical mixer. Coal dust and pellets were used as the ingredients making a two-component system with different physical properties. Distribution of tracer concentration in cross-section of mixer was analyzed. Biomass in form of pellets was used as a tracer. Blend quality was checked by means of computer image analysis. The “Patan” computer application was used for this purpose. Correctness of suggested method was verified using gravimetric analysis. Mixing was carried out for the same parameters, with components used in power engineering for thermal energy production.

Key words: computer image analysis, mixing of granular materials

Adres do korespondencji:

Katarzyna Szwedziak; e-mail: k.szwedziak@po.opole.pl
Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej
Politechnika Opolska
ul. St. Mikołajczyka 5
45-271 Opole