



Doświadczalne sprawdzenie poprawności probabilistycznego modelu dyskretnego rozkładu gęstości warstw w łożu osadzarki

Stanisław GŁOWIAK¹⁾

¹⁾ Zakład Automatyki „BGG” S.c.; email: sgłowiak@gmail.com

<http://doi.org/10.29227/IM-2022-01-01>

Submission date: 16-01-2022 | Review date: 22-03-2022

Abstrakt

W niniejszej pracy zostały przedstawione wyniki badań przeprowadzonych w laboratoryjnej osadzarkie wsadowej pozwalające porównać wyniki eksperymentalnego rozwarstwienia wzbogacanego materiału z wynikami modelowania z użyciem probabilistycznego modelu dyskretnego rozkładu gęstości warstw w łożu osadzarki. Szczegółowo porównano rozkłady położenia warstw o danych gęstościach otrzymane z eksperymentu z rozkładami obliczonymi w modelu dla takiego samego składu wzbogacanego materiału. Dwa parametry tego modelu określające jakość wzbogacania w każdym sprawdzonym przypadku mieszczą się w rzeczywistym zakresie znanych ocen sprawność osadzarek przemysłowych. Sprawdzenie modelu wykazuje bardzo dobre możliwości jego dopasowania do danych eksperymentalnych co potwierdza użyteczność modelu jako narzędzia do prognozowania wyników pracy osadzarek.

Słowa kluczowe: wzbogacanie węgla kamiennego, osadzarka, rozproszenie ziaren, modelowanie działania osadzarki, eksperymentalne badanie rozproszenia ziaren

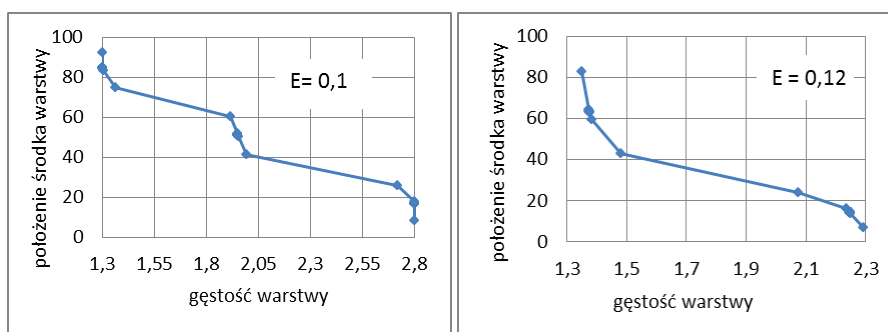
1. Wprowadzenie

Doświadczalna weryfikacja opracowanego modelu procesu wzbogacania w osadzarkie jest ostatnim i koniecznym etapem jego tworzenia. Ten etap jest bardzo istotny dla modelu (Głowiak 2020) utworzonego bez rozważenia szczegółów zjawisk fizycznych zachodzących w rzeczywistym działaniu modelowanego obiektu. W pracy (Głowiak 2019) zawierającej podstawowe założenia tego modelu wymieniono także trudności jakie pojawiają się przy próbie jego doświadczanej weryfikacji. Głównym ich źródłem są ograniczenia wynikające ze stworzenia w badanym urządzeniu zjawisk maksymalnie podobnych do zachodzących w rzeczywistej osadzarkie oraz niedokładność możliwych do zastosowania metod pomiarowych. Sprawdzenie poprawności modelu sprowadza się do znalezienia takich dwu parametrów modelu, aby modelowany przebieg zmian położenia środka modelowanej warstwy jak najlepiej pokrywał się z tym położeniem zbadanym eksperymentalnie. Przyjmuje się ograniczenie dla zmian parametrów modelu takie, aby rozproszenia prawdopodobne E_p wszystkich możliwych krzywych rozdziału obliczanych przez model mieściło się w zakresie obserwowanych wielkości rozproszenia prawdopodobnego krzywych rozdziału osadzarek przemysłowych oraz tych osadzarek doświadczalnych, których wartość tego parametru opublikowano. W weryfikowanym modelu przyjętą definicją położenia środka warstwy jest położenie połowy wysokości warstwy o podanej średniej gęstości cząstek tworzących tę warstwę. W przeprowadzonym eksperymencie warstwa definiowana jest jako plaster materiału o znanej grubości i średniej gęstości ziaren (jest to wysokość jednego pierścienia ścianki aparatu Henry'ego), a położenie środka warstwy jest położeniem połowy grubości tego plastra. Tak więc oba porównywane położenia środków warstw obliczane w modelu i mierzone doświadczalnie są tak samo zdefiniowane. Istniejąca między nimi różnica sprowadza się do jednakowej wysokości wszystkich warstw w eksperymencie i różnej ich wysokości w sprawdzanym modelu.

Ponieważ w sprawdzanym modelu nie ma możliwości ustalenia ilości różnych warstw o tej samej wysokości zgodnej z ilością warstw w eksperymencie koniecznością staje się porównanie danych obliczonych w modelu z wybranymi punktami eksperymentalnej zależności położenia środka warstwy od jej gęstości. Warto zauważyć także fakt, że model i eksperyment podają dokładną średnią gęstość cząstek warstwy, lecz tylko w przybliżeniu pozwalają ustalić położenia środka warstwy. Jest tak dlatego, że przyjmuje się jako jej środek geometryczny środek warstwy zamiast położenia środka nieznanego rozkładu mas w warstwie.

2. Opis badanego układu pomiarowego

Urządzenie w wymiarowo małej skali modelujące rzeczywiste działanie osadzarki jest rodzajem aparatu Henry'ego (Stępiński 1964) z mimośrodowym napędem zapewniającym stały (ok. 60 mm) skok ruchomego cylindra i stałą częstotliwość (ok. 1 cykl/s). Cylinder tego aparatu, w którym zachodzi rozwarstwianie zróżnicowanego gęstościowo zianistego materiału składa się z 20 pierścieni o wysokości 20 mm każdy i średnicy wewnętrznej 200 mm, z których dolny i górny pierścień zamknięty jest drucianym sitem. Pierścienie te po napełnieniu uprzednio dokładnie wymieszanym materiałem są przy użyciu specjalnych uchwytów mocowane razem i podwieszane do mechanizmu napędowego. Cały cylinder jest zanurzony w naczyniu napełnionym wodą, tak że jego pionowy ruch posuwisto-zwrotny zachodzi przy pełnym zanurzeniu cylindra. Czas rozwarstwiania stały we wszystkich doświadczeniach równy 20 minut został eksperymentalnie tak dobrany, aby mogło zajść rozwarstwienie materiału na całej jego wysokości. Po zakończeniu procesu rozwarstwiania zdejmuje się kolejno od góry poszczególne pierścienie i przy użyciu specjalnej łopatkę dokonuje się wydzielenia każdej z 20 milimetrowych warstw rozdzielonego materiału. Cylinder był napełniany do wysokości maksymalnej 16 pierścieni,



Rys.1. Wyniki wstępnego modelowania dla badanej nadawy trójskładnikowej (po lewej) i nadawy naturalnej (po prawej)
Fig. 1. Initial modeling results for the tested three-component feed (left) and natural feed (right)

Tab.1. Wyniki pomiarów rozwarstwienia nadawy trójskładnikowej
Tab.1. Results of measurements of the stratification of the three-component feed

nr warstwy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
frakcja 1,3	1,000	1,000	1,000	1,000	0,835	0,074	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
frakcja 1,95	0,000	0,000	0,000	0,000	0,165	0,926	1,000	1,000	1,000	0,930	0,192	0,012	0,011	0,002	0,000
frakcja 2,8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,070	0,808	0,988	0,989	0,998	1,000
gęst.warstwy	1,300	1,300	1,300	1,300	1,376	1,880	1,950	1,950	1,950	1,992	2,584	2,785	2,787	2,798	2,800
środ.warstwy	96,7	90,0	83,3	76,7	70,0	63,3	56,7	50,0	43,3	36,7	30,0	23,3	16,7	10,0	3,3

aby w trakcie jego ruchu materiał miał wolne miejsce pozwalające osiągnąć właściwe rozluźnienie. Przy planowaniu przeprowadzonych eksperymentów wzięto pod uwagę wyniki podobnych doświadczeń opisanych w pracach (Jonkers 1998), (Woolcot 2015) związanych z empirycznym badaniem modelu Kinga oraz pracy (Kowol 2010) przedstawiającej badania rozkładu gęstości warstw z zastosowaniem pływaka.

Przeprowadzono rozwarstwianie dwu rodzajów materiału:

- materiału sztucznie skomponowanego składającego się z cząstek koncentratu węglowego (gęstość 1,3 g/cm³, udział 0,195), cząstek skruszonej czerwonej cegły (gęstość w stanie mokrym 1,95 g/cm³, udział 0,348) i cząstek naturalnego białego marmuru (gęstość 2,8 g/cm³, udział 0,457) o klasie ziarnowej wszystkich składników 8–10 mm. Skład densymetryczny tego materiału będący wynikiem zbliżonego do 1/3 objętościowego udziału każdego ze składników podany jest powyżej. Wąska klasa ziarnowa i stosunkowo duże ziarno zostały wybrane z powodu jej dogodności dla przeprowadzenia ręcznej segregacji takich ziaren według ich koloru istotnej dla tego etapu eksperymentu;
- klasy ziarnowej 5–10 mm naturalnej nadawy do osadzarki z jednej z kopalń. Zmierzony skład densymetryczny tego materiału podany jest w wynikach tej części eksperymentu.

Zgodnie z przyjętymi założeniami (Głowiak 2019) zasadniczym celem badań jest uzyskanie eksperymentalnej zależności położenia danej warstwy w pionowym przekroju wszystkich warstw od jej średniej gęstości i porównanie tego położenia z położeniem obliczonym w modelu. Badanie eksperymentalne ma pokazać jak dalece wyniki tych badań odbiegają od przedstawionych poniżej wstępnych wyników modelowania.

Rysunek 1 przedstawia wyniki wstępnego modelowania położenia środków warstw w funkcji ich gęstości dla obu doświadczalnie badanych nadaw. Parametr E modelu określający

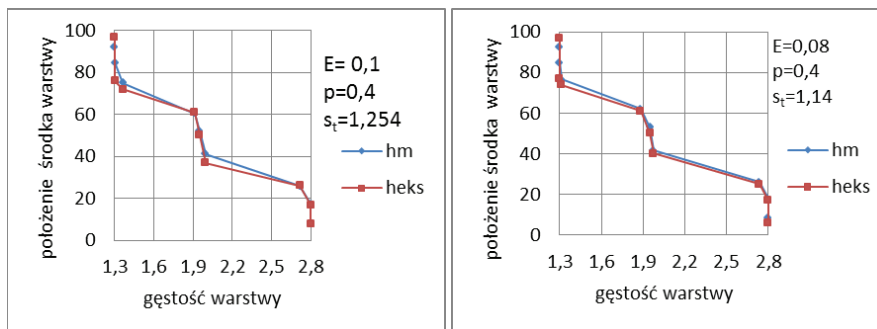
wielkość rozproszenia w procesie wzbogacania został przyjęty jako punkt początkowy jego zmian dla dopasowania modelu do wyników eksperymentu.

3. Wyniki rozwarstwienia nadawy trójskładnikowej

W tabeli 1 przedstawiono udziały masowe czyli koncentracje poszczególnych frakcji gęstościowych wzbogacanego materiału we wszystkich warstwach otrzymanych w przeprowadzonym eksperymencie oraz średnie gęstości ziaren poszczególnych warstw i położenie ich środków. Gęstości warstw padano w g/cm³, a położenie środków warstw w % sumy wysokości wszystkich warstw. Warstwy numerowane są kolejno od najwyższej w kierunku do sita.

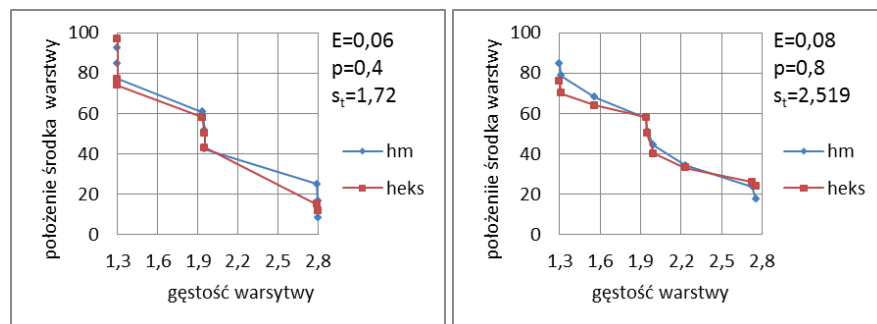
W każdej z otrzymanych warstw dokonano ręcznego rozdzielania wszystkich ziaren według ich koloru i zważono oddzielnie każdy składnik warstwy. Znając masę każdego składnika warstwy i jego udział wagowy obliczono średnią gęstość ziaren, z których składa się każda warstwa. Ponieważ znane jest położenie i wysokość każdej warstwy możliwe jest podanie eksperymentalnie otrzymanej zależności położenie środka danej warstwy od jej średniej gęstości. Porównywane wyniki modelowania wzięto z modelu, w którym przeprowadzono obliczenia dla 32 możliwych gęstości frakcji nadawy i 32 gęstości warstw łoża osadzarki.

W weryfikowanym modelu zależność położenia środka warstwy od jej średniej gęstości jest obliczana jako poszczególne wartości wektora Y_0 i jest funkcją składu densymetrycznego nadawy daną wektorem wejściowym U oraz sprawności wzbogacania określoną liniową zależnością $s_i = E_s + m \rho_i$. Ta zależność została wprowadzona do modelu dla zbadania odchyleń krzywych rozdziału od dystrybucyj rozkładu modelującego rozproszenie cząstek o różnych gęstościach w procesie osadzania. Tak więc model zostanie pozytywnie zweryfikowany, jeżeli możliwe jest dobranie takich wartości E_s i m , aby krzywa eksperymentalna pokryła się z krzywą wyliczaną przez model z wymaganą dokładnością. W przeprowadzanej weryfikacji została użyta inna liniowa zależność rozproszenia si od gęstości frakcji ρ_i nadawy w postaci $s_i = E + E p (\rho_i - \rho_0)$



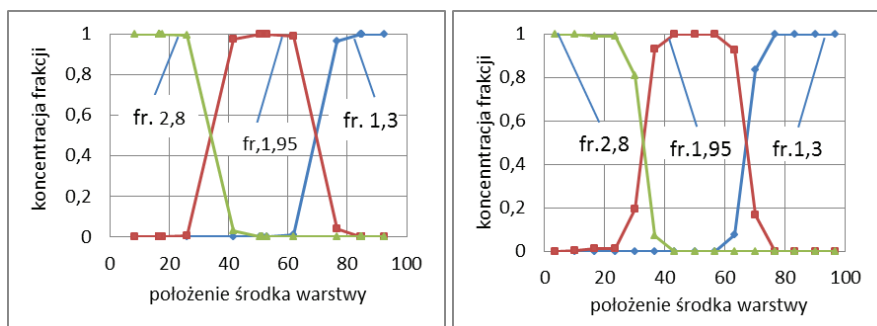
Rys. 2. Porównanie wyników pomiaru położenia środków warstw jako funkcji gęstości warstw i wyników modelowania dla różnych rozprożeń i takich samych zmian rozproszenia

Fig. 2. Comparison of the measurement results of the position of the layer centers as a function of the layer density and the modeling results for different dispersions and the same dispersion changes



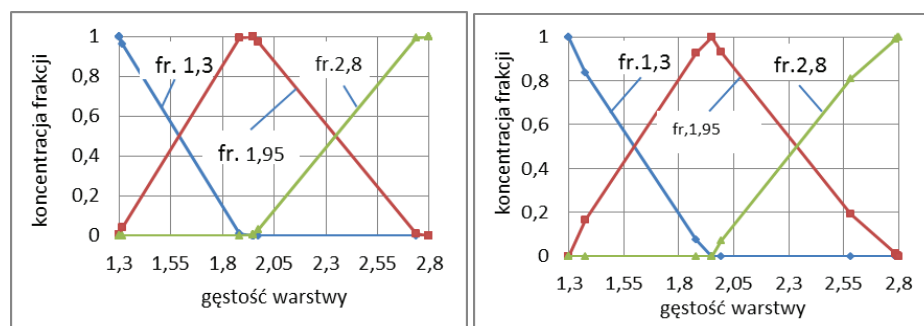
Rys. 3. Porównanie wyników pomiaru położenia środków warstw jako funkcji gęstości warstw i modelowania dla modelowanych różnych rozprożeń i różnych zmian rozproszenia

Fig. 3. Comparison of the measurement results of the position of the layer centers as a function of the layer density and the modeling results for different dispersions and different dispersion changes



Rys. 4. Wyniki modelowania (po lewej) i pomiaru (po prawej) dla koncentracji każdej frakcji gęstościowej nadawy trojskładnikowej w funkcji położenia środków poszczególnych warstw

Fig. 4. The results of modeling (left) and measurement (right) for the concentration of each density fraction of the three-component feed as a function of the location of the layer centers



Rys. 5. Wyniki modelowania (po lewej) i pomiaru (po prawej) koncentracji każdej frakcji gęstościowej nadawy trojskładnikowej w funkcji gęstości poszczególnych warstw

Fig. 5. The results of modeling (left) and measurement (right) of concentration of each density fraction of three-component feed as a function of the density of individual layers

Tab. 2. Wyniki pomiarów składu densymetrycznego nadawy naturalnej
 Tab. 2. Results of measurements of the density composition of the natural feed

gęstość frakcji	-1,3	1,3-1,4	1,4-1,5	1,5-1,6	1,6-1,7	1,7-1,8	1,8-1,8	+1,88	suma
masa materiału	469	1250	509,2	141,6	95,6	87,2	70,2	1525	4148
udział	0,113	0,301	0,123	0,034	0,023	0,021	0,017	0,368	1,0
średnia gęstość	1,278	1,335	1,455	1,573	1,666	1,780	1,867	2,321	1,630

Tab. 3. Wyniki pomiarów gęstości i położenia środków warstw osadzania nadawy naturalnej
 Tab. 3. Results of the density measurements and the position of the middle layers of the natural feed

numer warstwy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
gęstość warstwy	1,320	1,335	1,345	1,356	1,361	1,367	1,387	1,395	1,426	1,471	1,564	1,720	1,841	2,233	2,330	2,369
położenie warstwy	98,4	93,5	87,1	80,6	74,2	67,7	61,3	54,8	48,4	41,9	35,5	29,0	22,6	16,1	9,7	3,2

mającą tę zaletę, że dla przyjętego E i dla p z zakresu 0-1 umożliwia obliczenia dla każdego ρ_0 z zakresu gęstości frakcji nadawy. W tej zależności E jest rozproszeniem dla frakcji o gęstości ρ_0 , iloczyn pE jest zmianą rozproszenia na jednostkę gęstości frakcji nadawy, a ρ_0 jest gęstością tej wybranej frakcji nadawy, której rozproszenie wynosi E. Obliczenia dopasowania parametrów modelu do danych empirycznych prowadzone są metodą prób i błędów ze względu na iteracyjny, dyskretny i nieliniowy charakter modelu i w każdym przypadku muszą być powadzone od początkowych wartości dla obliczeń iteracyjnych. Ponadto wysokości położenia środka warstwy od jej gęstości z modelu jest obliczana dla innych wartości gęstości warstw niż wartości otrzymane doświadczalnie. Zatem dla ich porównania w tych samych punktach wymagane jest odczytanie wartości położenia środka wysokości warstwy z zależności empirycznej, ponieważ jest ona określona w większej ilości istotnie różniących się punktów niż zależność z modelu. Wyniki takich obliczeń przedstawiają rysunki 2 i 3 w sumie pokazujące 4 różne przypadki dopasowania. Jako najlepsze dopasowanie przyjmuje się sytuację, gdy pierwiastek z sumy kwadratów różnic wartości wysokości z modelu i eksperymentu podzielonej przez liczbę porównywanych punktów osiąga najmniejszą wartość. Tak przyjęty wskaźnik dopasowania jest odchyleniem standardowym błędu pojedynczego pomiaru obliczonym metodą największej wiarygodności. Ocenie podlegają także otrzymane wartości E i p, ponieważ muszą być one zbliżone do wartości występujących w rzeczywistych procesach wzbogacania. Stąd $0,03 < E < 0,35$ i $0 < p < 1$. Fizyczną interpretacją tak ocenianej zgodności eksperymentu i modelu jest średnia różnica między zmierzonym i obliczonym położeniem środkiem warstwy wyrażona w % sumy wysokości wszystkich warstw.

W przedstawianych wynikach modelowania przyjęto $\rho_0 = 2,0$. Zastosowana metoda nie pozwala na proste i szybkie znalezienie najlepszego dopasowania danych modelu i eksperymentu, lecz umożliwia wybranie dopasowania wystarczająco dobrego.

Oznaczenia na rysunkach pokazujących dopasowanie wyników modelowania i eksperymentu:

E – rozproszenie frakcji nadawy o gęstości ρ_0

p – parametr określający zmianę rozproszenia frakcji na jednostkę jej gęstości

s_t – odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru obliczone metodą największej wiarygodności

hm – modelowane położenie środków warstw

heks – zmierzone położenie środków warstw

Dla nadawy trójskładnikowej znany jest także eksperymentalny skład gęstościowy każdej warstwy. Pozwala to na dodatkową możliwość oceny modelu poprzez porównanie rozkładów poszczególnych frakcji gęstościowych otrzymanych z eksperymentu i wyliczonych z modelu.

Wyniki tego porównania przedstawiają rysunki 4 i 5 podające koncentrację cząstek poszczególnych frakcji w utworzonych warstwach w funkcji wysokości położenia środka warstwy i w funkcji średniej gęstości warstwy. Dla tego porównania istotne znaczenie ma przypomnienie, że model tworzy znacznie mniejszą ilość istotnie różniących się warstw niż ilość warstw otrzymanych eksperymentalnie. W wyniku tego warstwy zmierzone doświadczalnie odpowiadające danej warstwie z modelu są sumą kilku warstw eksperymentalnych z tą uwagą, że pierwsza i ostatnia z tej sumy warstw może być także w części składnikiem tej sumy.

4. Wyniki pomiaru rozwarstwienia nadawy naturalnej

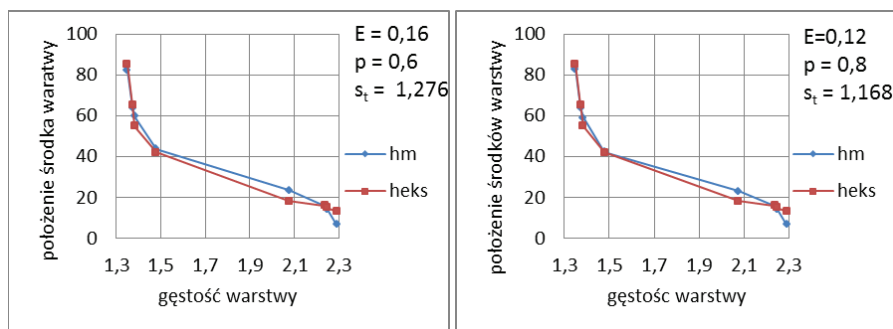
Z pobranej w jednej z kopalń nadawy do osadzarki wysiano klasę ziarnową 5–10 mm. Masa tej klasy wynosiła ok. 10 kg. Z tego materiału pomniejszając próbkę otrzymano próbkę ok. 5 kg. Materiał ten podano rozdziałowi w cieczach ciężkich dla określenia wychodu poszczególnych frakcji gęstościowych. Dla każdej frakcji zmierzono także średnią gęstość ziaren tworzących tę frakcję. Otrzymane wyniki przedstawia tabela 2.

Następnie materiał ten został poddany procesowi rozwarstwienia. Położenie środka danej warstwy jest znane z numeru kolejnej warstwy i mierzona była tylko średnia gęstość ziaren warstwy, pomijając rozdział każdej warstwy na frakcje gęstościowe jak to zrobiono dla całej nadawy.

Wiersze 2 i 3 powyższej tabeli 3 przedstawiają otrzymaną zależność położenia środka danej warstwy od średniej gęstości jej ziaren.

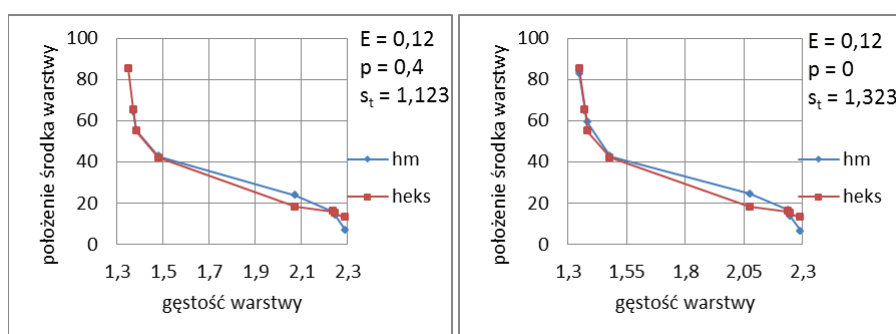
Wybrane wyniki prób dopasowania tej zależności modelowanej zestawionej z zależnością otrzymaną eksperymentalnie przedstawiają rysunki 6 i 7.

Wyraźnie widoczna gorsza zbieżność modelu dla wysokich gęstości warstw z wynikami doświadczenia dla nadawy naturalnej daje się łatwo wytłumaczyć niską precyzją wyznaczenia eksperymentalnego składu gęstościowego tej nadawy dla wysokich gęstości spowodowaną brakiem bezpiecznych cieczy ciężkich o gęstości powyżej 1,9. Sprawa ta pokazuje także jak ważna jest dla poprawnego prognozowania wyników wzbogacania pełna charakterystyka składu densymetrycznego wzbogacanego materiału. Zdecydowana



Rys. 6. Porównanie wyników pomiarów położenia środków warstw jako funkcji gęstości warstw i wyników modelowania dla różnych rozprośnień i zmian rozproszenia

Fig. 6. Comparison of the measurement results of the position of the layer centers as a function of the layer density and the modeling results for different dispersions and different dispersion changes



Rys. 7. Porównanie wyników pomiarów położenia środków warstw jako funkcji gęstości warstw i modelowania tej zależności dla jednakowych rozprośnień i różnych zmian rozproszenia

Fig. 7. Comparison of the measurement results of the position of the layer centers as a function of the layer density and the modeling results for the same dispersions and different dispersion changes

większość znanych autorowi tej pracy charakterystyk nie zawiera danych dla gęstości powyżej 2,0.

Na podstawie przedstawionych powyżej porównań można uznać, że dla nadawy naturalnej także jest potwierdzona dobra zbieżność wyników modelowania z pomiarem. Zauważalny jest fakt występowania większego rozproszenia w procesie wzbogacania dla tej nadawy spowodowany niewiele szerszą klasą ziarnową tego materiału.

5. Wnioski

1. Bardzo dobra zbieżność otrzymanych z modelu i eksperymentu zależności położenia danej warstwy od jej gęstości może być potwierdzeniem tezy, że opracowany model spełnia założenia przyjęte do jego opracowania i w związku z tym wyniki obliczeń rozwarstwienia materiału w modelu bardzo dobrze przybliżają stan rzeczywistego rozwarstwienia.

2. Średnie odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru od wyniku modelowania na poziomie poniżej 1,5% w przypadku najlepszego dopasowania dla tego typu modelowania można uznać jako wynik wystarczająco dobry, szczególnie uwzględniając podane zastrzeżenia odnośnie dokładności pomiaru i modelowania położenia środka warstwy oraz maksymalną wielkość ziarna wynoszącą 10 mm.

3. Z przeprowadzonych eksperymentów wynika, że przyjęta w modelu zależność rozproszenia danej frakcji gęstościowej od jej gęstości jest istotna, ponieważ dopasowanie modelu dwuparametrowego wyraźnie pokazuje zależność dokładności dopasowania od przyjętej wartości wskaźnika zmiany rozproszenia p . Dopasowanie jest w przypadkach

obydwu nadaw lepsze dla modelu, w którym rozproszenie frakcji jest zmienne.

4. Biorąc pod uwagę także inne próby dopasowania parametrów modelu do wyników przeprowadzonych eksperymentów, nie przedstawione w tym opracowaniu, można zauważyć, że uwzględnienie w modelu zmiany rozproszenia dla frakcji o różnych gęstościach jest zasadne. Dokładniejsze uzasadnienie może jednak wymagać dodatkowych badań z uwzględnieniem zastrzeżeń podanych w założeniach modelu oraz jego opisie. W ewentualnych badaniach trzeba wziąć pod uwagę także wpływ na ten parametr składu ziarnowego wzbogacanego materiału jak i niską dokładność wyznaczania empirycznych krzywych rozdziału.

5. Przyjmując zasady stosowane w fizyce do uznania modelu za w pełni dobrze doświadczalnie sprawdzony potrzeba jednak aby podobne wyniki zostały uzyskane przez przynajmniej jeszcze jednego niezależnego badacza tych zagadnień. W tym miejscu pojawia się istotny problem wynikający ze znikomego zainteresowania rozwojem i badaniem osadzarek spowodowany uznaniem tej technologii, przynajmniej dla wzbogacania węgla, jako schyłkowej i zastępowania jej cyklonami z cieczą ciężką.

Podziękowania

Adresatem szczególnych moich podziękowań jest Pani prof. dr hab. inż. Barbara Tora za zaproponowanie przeprowadzenia eksperymentalnej weryfikacji opracowanego modelu rozkładu gęstości warstw w osadzarce w laboratorium Katedry Inżynierii Środowiska Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii

AGH, zapewnienie materiałów niezbędnych do przeprowadzenia eksperymentu oraz niezwykle cenne uwagi korygujące plan doświadczeń. Podziękowania kieruję także do lab-

orantów Panów Piotra Madydy i Mateusza Dębowskiego za przygotowanie materiału do badań i bardzo życzliwą pomoc w trakcie prowadzonych w laboratorium doświadczeń.

Literatura – References

1. Głowiak S. (2019) Założenia probabilistycznego modelu rozkładu gęstości ziaren w warstwach łoża osadzarki. Inżynieria Mineralna nr 1 (43) str.211-220
2. Głowiak S. (2020) Probabilistyczny model rozkładu gęstości ziaren w warstwach łoża osadzarki. Inżynieria Mineralna nr 1 (45) str.187-198
3. Jonkers A., Lyman G.J., Loveday G.K. (1998) Advances in Modelling of Stratification in Jigs. XIII International Coal Preparation Congress Brisbane Vol.1, Paper G2 pp. 266 -275
4. Kowol D. (2010) Wpływ zamian parametrów nadawy na efekty działania pływakowego układu sterowania odbiorem produktów osadzarki. Praca doktorska Politechnika Śląska w Gliwicach Wydział Górnictwa i Geologii str. 124
5. Stępiński W. (1964) Wzbogacanie grawitacyjne PWN Łódź-Warszawa-Kraków str. 13
6. Woolcott L.C., Bwalya M., Mabokela L. (2015) A validation study of the King stratification model . Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy Volume 115 February pp.95-101

Experimental Verification of the Correctness of the Probabilistic Model of the Discrete Density Distribution of Layers in the Jig Bed

This paper presents the results of tests carried out in a laboratory batch jig that allows to compare the results of the experimental stratification with the modeling results using the probabilistic model of the discrete density distribution of the layers of the jig bed. The distributions of the layers with the given densities obtained from the experiment were compared in detail with the distributions obtained in the model for the same composition of the tested material. Two parameters of this model, determining the quality of enriching in each proven case, fall within the actual range of assessments of known ratings of industrial jigs. Checking of the model shows a very good possibility of its adjustment to the experimental data, which confirms the usefulness of this model as a good tool for forecasting the enrichment results in jigs.

Keywords: *hard coal enrichment, jig, dispersion of grains, modeling of the jig operation, experimental testing of grains dispersion in the jig*