

Kazimierz SZTABA *

WSPÓŁWYSTĘPOWANIE EFEKTÓW KLASYFIKACJI I WZBOGACANIA W PROCESACH PRZEPŁYWOWYCH

Rzeczywistą cechą rozdziału w procesach przepływowych jest prędkość charakterystyczna ziarn mineralnych w ośrodku płynnym. Wartość tej prędkości jest określona przez zespół warunków procesu, do których należą charakterystyki fizyczne rozdzielanego materiału. Podstawowymi wielkościami są wśród nich wielkość i gęstość ziarn mineralnych. W dwóch głównych grupach procesów przepływowych: klasyfikacji i wzbogacaniu, przyjmuje się z reguły jednorodność materiału ze względu na tę własność, która nie jest założoną dla danego procesu cechą rozdziału. W rzeczywistości takie przypadki nie zachodzą. Powoduje to współwystępowanie w każdym procesie obu podstawowych efektów rozdziału: według wielkości i według gęstości ziarn. Efekty nie zamierzone dla konkretnego procesu mogą mieć znaczące wartości i wpływać tak na obniżenie jego skuteczności, jak i na poszerzenie możliwości jego stosowania w określonych warunkach.

1. Procesy przepływowe

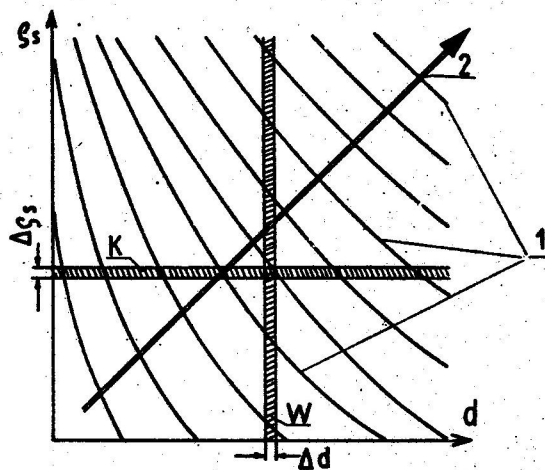
W przeróbce surowców mineralnych, a także w innych, licznych gałęziach przemysłów przetwórczych, jak chemiczny, spożywczy itp., występują operacje jednostkowe, w których rolę decydującą o przebiegu i wynikach, odgrywa sposób zachowania się oddzielnych cząstek - ziarn materiału stałego, podlegającego tym procesom, w ośrodku płynnym - w przypadku przeróbki kopalin z reguły w wodzie, lub w powietrzu. Układ sił działających na ziarno zanurzone w ośrodku, obejmuje siły o charakterze masowym, pochodzące od zewnętrznego pola sił, w którym znajduje się rozpatrywany układ oraz siły współoddziaływania pomiędzy elementami układu. Siły masowe oddziałują zarówno na ziarna, jak i na cząsteczki ośrodka zależnie od ich rozmiarów i gęstości, a przy występującej z reguły różnicy tej ostatniej dla ziarna i dla ośrodka, różnica odpowiednich sił wywołuje - przy unie-

* Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, 30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30.

ruchomionym, dla uproszczenia opisu, ośrodka - ruch ziarna względem niego w kierunku wyznaczonym przez lokalny kierunek siły zewnętrznej. Wystąpienie tego ruchu staje się przyczyną pojawienia się drugiej grupy sił. Znowu dla uproszczenia ograniczmy je do sił oporu ośrodka, bez uwzględniania efektów wzajemnych oddziaływań cząstek współłebnych w układzie. Odpowiada to - jak wiadomo - warunkom tak zwanego ruchu swobodnego ziarna w ośrodku. Prędkość tego ruchu, od momentu początkowego (czasu $t = 0$), w jakim przyjmuje się z reguły jej wartość za równą zero, wzrasta pod wpływem zewnętrznej siły masowej, wywołując przez to wzrost siły oporu - powierzchniowej - od zera, do wartości praktycznie równej sile masowej. W momencie czasu t_0 - zrównania się wartości bezwzględnych tych sił - zeruje się również wartość przyspieszenia ziarna i dalej porusza się ono już z prędkością stałą - v_0 , zwaną tradycyjnie prędkością graniczną opadania ziarna. Jej osiągnięcie ma charakter umowny - przyjmuje się, że nastąpiło wówczas, kiedy stosunek prędkości rzeczywistej $v(t)$ do v_0 staje się już dostatecznie bliski jedności. Rzeczywista prędkość takiego ruchu $v(t)$, której szczególnym przypadkiem jest $v_0 = v(\infty)$, jest prędkością charakterystyczną dla danych warunków, wyznaczonych poza charakterystyką zewnętrznego pola sił, przez własności fizyczne ziarna i ośrodka. Inne oddziaływania - w szczególności typu fizykochemicznych, można pominąć, jeśli wielkości ziarn znacznie przekraczają wielkości elementów struktury ośrodka i jeśli nie występują dodatkowe zakłócenia w przyjętym, uproszczonym obrazie. Wspomniane już rozmiary ziarna określają łącznie z gęstością jego masę, a więc i wielkość działającej siły masowej, np. siły ciężkości. Na wielkość siły powierzchniowej - oporu - wpływa ta sama wielkość ziarna, ale już z uwzględnieniem jego konfiguracji przestrzennej, a więc kształtu. Kolejne uproszczenie w rozpatrywaniu podstaw omawianych procesów, polega na przyjmowaniu kulistego kształtu ziarna, a także gładkiej powierzchni zewnętrznej. Wszystkie wymienione uproszczenia przyjmuje w dalszym ciągu - celem niniejszego opracowania nie jest bowiem ogólniejsze rozważanie kształtowania się prędkości ruchu ziarn, dość powszechnie poza tym znanego. Uproszczeniem będzie także przyjmowanie w dalszym ciągu za prędkość charakterystyczną prędkości granicznej - v_0 , a więc założenie, że ruch ziarna trwa dostatecznie długo, aby tę prędkość osiągnąć. To założenie także jest nie zawsze adekwatne do warunków rzeczywistych. Przy wszystkich przyjętych uproszczeniach, prędkość graniczna ziarna zależy więc od jego wielkości (średnicy) - d i od różnicy gęstości ziarna (ρ_s) i ośrodka (ρ_c), jest więc funkcją $v_0 = v_0(d, \rho_s, \rho_c)$.

Prędkość graniczna jest cechą rozdziału w omawianej grupie procesów, nie posiadającej - jak dotychczas - w języku polskim powszechnie przyjętej, wspólnej nazwy. Określam je pojęciem procesów przepływowych. Procesy przepływowe dzielą się w praktyce na dwie grupy - klasyfikację przepły-

wową i wzbogacanie, zwane tradycyjnie grawitacyjnym, chociaż coraz częściej prowadzone w polu siły odśrodkowej. Klasyfikacja jest procesem rozdziału ziarn według wielkości, wzbogacanie grawitacyjne według gęstości. Zależność prędkości granicznej - rzeczywistej cechy rozdziału-jednocześnie od obu tych wielkości, powoduje przyjmowanie założeń o nieistotnym wpływie jednej z nich - d lub ρ_s - odpowiednio w realizacji wymienionych procesów technologicznych. Jest to uzasadnione tylko w przypadku poddawania rozdziałowi bardzo wąskich klas ziarnowych we wzbogacaniu grawitacyjnym i analogicznie - bardzo wąskich frakcji gęstościowych (densymetrycznych) w klasyfikacji przepływowej. Te warunki i systematykę procesów przepływowych pokazuje rysunek 1. "Czyste" przypadki klasyfikacji (K)



Rys. 1. Systematyka procesów przepływowych - ρ_s - gęstość ziarna, d - wielkość ziarna, 1 - linie równych prędkości granicznych opadania ziarna, 2 - gradient prędkości granicznej, K - klasyfikacja przepływowa, W - wzbogacanie grawitacyjne

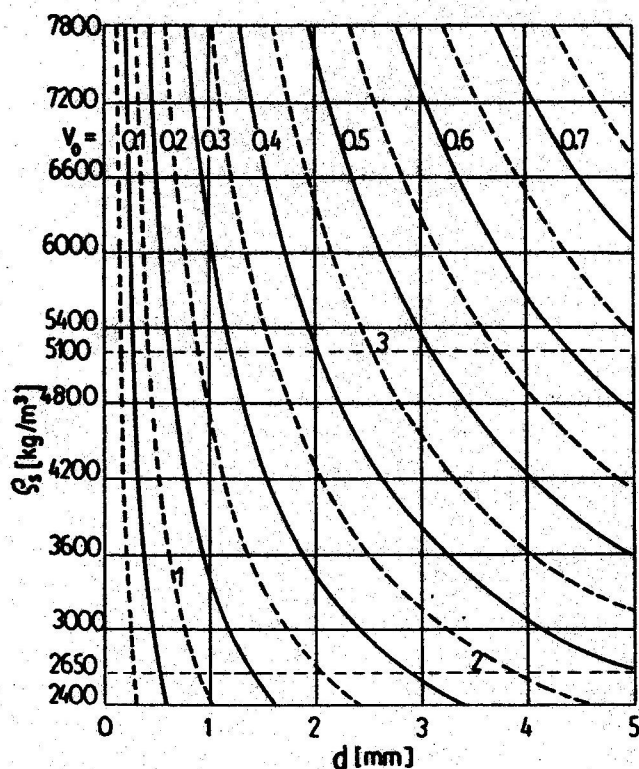
Fig. 1. Systematics of the flowing processes - ρ_s - grain density, d - grain size, 1 - lines of equal terminal grains falling velocities, 2 - gradient of terminal velocity, K - flow classification, W - gravitational enrichment

i wzbogacania (W) wymagają, aby wartości $\Delta \rho_s$ i Δd - odpowiednio - były praktycznie równe zero (materiały jednorodne ze względu na gęstość i uziarnienie). W każdym innym przypadku łatwo zauważyć, że po rozdziale według dowolnej prędkości v_0 , do otrzymanych produktów przejdą ziarna o charakterystykach odbiegających od założonych, a więc zanieczyszczające te produkty - ziarna "błędne". Pojawienie się tych ziarn nie będzie jednak wynikiem występujących zawsze zakłóceń losowych w przebiegu procesu, które można zmniejszyć, udoskonalając konstrukcje urządzeń i stosując inne środ-

ki zapobiegawcze, lecz zachowania się ziarn zgodnie z podstawowymi zasadami procesu. Wpływa ona jednak na znaczące powiększenie stopnia zanieczyszczenia produktów, spowodowanego przez rozproszenie losowe ziarn. Stąd waga praktyczna możliwości dokonania oceny tego dodatkowego zanieczyszczenia, wynikającego z niejednorodności materiału poddawanego omawianym procesom. W celu ustalenia uwagi, dalsze rozważania będą dotyczyły procesu klasyfikacji przepływowej i ubocznie występujących w nim tytułowych efektów wzbo-gacania, a więc zróżnicowania nie tylko składu ziarnowego, lecz też gęstościowego, a stąd chemicznego - produktów w stosunku do nadawy. Stąd użyta nazwa.

2. Prędkości ziarn opadających w jednakowych warunkach

Rysunek 2. przedstawia linie jednakowych prędkości granicznych opadania w wodzie ziarn kulistych o wielkościach od 0 do 5 [mm] i o gęstościach



Rys. 2. Rzeczywisty przebieg linii równych prędkości granicznych opadania ziarn kulistych w wodzie - według wzoru Budryka, v_0 - prędkość graniczna w [m/s], 1 - prędkość graniczna rozdziału przyjęta w przykładzie - $w_0 = 0,15$ [m/s], 2 - kwarc, 3 - magnetyt

Fig. 2. Real course of lines of equal terminal grain falling velocity (v_0 in [m/s]) of the spherical grains in water - according to Budryk's equation, 1 - terminal velocity of separation used in the example - $w_0 = 0,15$ [m/s], 2 - quartz, 3 - magnetite

od 2400 do 7800 [kg/m³]. Odpowiada to zarówno uziarnieniu nadaw do większości procesów klasyfikacji, jak też pokrywa cały zakres gęstości minerałów występujących w znaczących zawartościach we wszystkich kopalinach poza węglem, a także składników rozmaitych materiałów wtórnych, powstałych po przetworzeniu surowców mineralnych.

Spośród wielu możliwości obliczania wartości prędkości granicznych, do sporządzenia rysunku 2 została wybrana - podana przez Budryka - metoda przybliżania wartości oporu ośrodka sumą oporów: dynamicznego - podanego przez Newtona dla warunków turbulentnego opływu ziarna przez ośrodek oraz statycznego - Stokesa, dla opływu laminarnego. Bilans podstawowych sił działających na ziarno przedstawia w tym przypadku równanie

$$m \frac{dv}{dt} = \frac{\pi d^3}{6} (\rho_s - \rho_c) g - 3\pi\mu v d - \frac{1}{3} \frac{\pi d^2}{4} v^2 \rho_c \quad (1)$$

gdzie - poza już użytymi oznaczeniami:

m - masa ziarna [kg], μ - współczynnik lepkości dynamicznej ośrodka [g/m.s], $v = v(t)$ w [m/s], d w [m] - na rys. 2 i dalej dla liczbowo określonych wielkości ziarn, przyjmuje się dla wygody d [mm], g w [m/s²].

Po formalnym przyrównaniu przyspieszenia ziarna - dv/dt - do zera, v przechodzi w v_0 i otrzymane równanie algebraiczne drugiego stopnia może służyć do wyprowadzania wzorów na dowolną spośród występujących w nim wielkości, gdy znane są wartości pozostałych. Równanie to z reguły dzieli się przez masę (ziarna kulistego)

$$m = \frac{\pi d^3}{6} \rho_s \quad (2)$$

otrzymując bilans przyspieszeń.

Najważniejsze wyprowadzenie - podane właśnie przez Budryka i związane z jego nazwiskiem - to wzór na prędkość graniczną

$$v_0 = \frac{18-\mu}{d\rho_c} \left(\sqrt{\frac{d^3(\rho_s - \rho_c)g\rho_c}{162\mu^2} + 1} - 1 \right) \quad (3)$$

Do obliczania wielkości ziarna, gdy znana jest jego prędkość graniczna (np. przy obliczaniu teoretycznej wartości ziarna granicznego przy danej prędkości rozdziału - w_0 [m/s], służy przekształcenie

$$d = \frac{v_0^2 \rho_c}{4(\rho_s - \rho_c)g} \left(\sqrt{288g \frac{(\rho_s - \rho_c)\mu}{v_0^3 \rho_c^2} + 1} + 1 \right) \quad (4)$$

a gęstości - odpowiednio - ziarna i ośrodka (np. pomocniczo przy analizie wartości współczynnika równopadania), wzory

$$\rho_s = \frac{v_0}{dg} \frac{36\mu + v_0 d \rho_c}{2d} + \rho_c \quad (5)$$

$$i \quad \varrho_c = \frac{2}{d} \frac{g \varrho_s d^2 - 18 \mu v_0}{2dg + v_0^2} \quad (6)$$

Postać krzywych na rysunku 2 pozwala na jakościowe sformułowanie wielu wniosków, dotyczących omawianego zagadnienia zachowania się ziarn o różnych gęstościach, zawartych w nadawie procesu klasyfikacji. Można np. stwierdzić, że efekty wzbogacania będą znacznie wyraźniejsze w przypadku ziarn dużych, niż drobnych (bardziej stromy przebieg krzywych równych prędkości wskazuje na mniejsze różnice w zachowaniu się ziarn o różnych gęstościach). Na tym rysunku wyróżniono warunki przyjęte w obliczeniach przykładowych, których wyniki przedstawione są w dalszej części opracowania: materiał nadawy jest mieszaniną wolnych ziarn kwarcu ($\varrho_s = 2650 [\text{kg/m}^3]$) i magnetytu ($\varrho_s = 5100 [\text{kg/m}^3]$), prędkość prądu wznoszącego wody w klasyfikatorze grawitacyjnym - $w_0 = 0,15 [\text{m/s}]$.

3. Opis wyników procesu klasyfikacji

W pierwszym przybliżeniu obliczeń wyników procesu klasyfikacji przyjmuje się, że wartość ziarna podziałowego (granicy klasyfikacji - d_k) jest - przy znanej prędkości ośrodka klasyfikującego - w_0 - równa wielkości ziarna, dla którego $v_0 = w_0$. W praktyce wartość d_k wyznacza się a posteriori z krzywej rozdziału wykreślonej w znany sposób na podstawie wyników procesu. Te ostatnie obejmują wartości wychodu produktów (γ_w i γ_p odpowiednio dla wylewu i przelewu) oraz charakterystyki ziarnowe nadawy i produktów (podawane najczęściej w postaci tabelarycznej lub wykresnej, np. rosnącej funkcji całkowitej składu ziarnowego - $\Phi(d)$). Krzywe rozdziału są wykresami gęstości prawdopodobieństwa przechodzenia ziarn o określonych wartościach cechy rozdziału - w tym przypadku prędkości opadania, a umownie wielkości ziarn - do produktów procesu: wylewu (krzywa $T(d)$) i przelewu ($\tau(d)$), wobec czego wartość d_k , zdefiniowana jako wielkość ziarn o równym prawdopodobieństwie przejścia do obu produktów, określa odcięta punktu dowolnej krzywej rozdziału, który ma rzędną $1/2$ - $T(d_k) = \tau(d_k) = 1/2$. Ze względu na dobre - na ogół - przybliżanie rzeczywistych krzywych rozdziału przez wykresy dystrybucyjny rozkładu normalnego, a dla procesów klasyfikacji zwłaszcza logarytmiczno-normalnego - rozproszenie losowe ziarn w procesie charakteryzuje się zazwyczaj przy pomocy określanych zupełnie formalnie na podstawie krzywej rozdziału (bez względu na zasadniczą odmienną znaczeniową krzywej rozdziału i takiej jej aproksymanty: krzywa gęstości i krzywa dystrybucyjny), wskaźników rozproszenia, najczęściej odchylenia prawdopodobnego - $E_p = |T(3/4) - T(1/4)|/2$. Zależność E_p od prędkości prądu klasyfikującego ośrodka, wywołała potrzebę wprowadzenia do oceny dokładności rozdziału w konkretnym urządzeniu, niezależnie od wartości tej prędkości i rodzaju materiału nadawy, innych wskaźników, np.

$r = E_p/v_0(d_k)$. Dzielenie przez $v_0(d_k)$ a nie przez d_k wynika stąd, że - jak już wspomniałem - rzeczywistą cechą rozdziału klasyfikacji przepływowej nie jest wielkość ziarna, lecz jego prędkość graniczna. Znając wartości w_0 oraz r , można - dla dowolnie obranego materiału nadawy - obliczyć rzędne (liczby rozdziału) punktów o równie dowolnie obranych odciętych, reprezentujących klasy ziarnowe rozdzielanego materiału. Reprezentatywność takich odciętych wobec interesujących klas ziarnowych zapewnia się z wystarczającą w praktyce dokładnością, przyjmując dla klasy o granicach d_1 i d_2 , odciętą punktu krzywej rozdziału, równą $d_{r,1,2} = (d_1 + d_2)/2$, a więc średnią arytmetyczną granic klasy. Procedura polega na obliczeniu dla kolejnych klas, wartości dystrybuanty rozkładu normalnego $N(0,1)$ zmiennej x , będącej standaryzowaną prędkością graniczną

$$x = \frac{\ln v_0 - \ln w_0}{\sigma_{\ln}} \quad (7)$$

gdzie: $v_0 = v_0(d_r)$, $\sigma_{\ln}$ - odchylenie standardowe rozkładu logarytmiczno-normalnego, związane z E_p a stąd pośrednio z r , zależnością

$$\sigma_{\ln} = r |\ln w_0| \lambda \quad (8)$$

gdzie: $\lambda \approx 0,674$ - wartość stała dla wszystkich rozkładów normalnych. Taki sposób postępowania pozwala otrzymać krzywe rozdziału dla znanych warunków procesu (w tym charakterystycznej dla danego urządzenia wartości rozproszenia), przed przeprowadzeniem procesu i pozbawione charakterystycznych anomalii, występujących zwykle przy krzywych doświadczalnych. Mogą więc one służyć do określania a priori - w przeciwieństwie do metody doświadczalnej - wyników procesu, zwykle z wystarczającą dokładnością. Co jednak najważniejsze, można w ten sposób śledzić zachowanie się w procesie ziarn o różnych gęstościach, których nie wyróżnia analiza ziarnowa, stosowana do badania składów nadawy i produktów w badaniu wyłącznie eksperymentalnym. Obliczanie prowadzi się w znany sposób w oparciu o zależność

$$a_{wi} = \frac{a_{0i} \cdot I(d_i)}{\sigma_w} \quad (9)$$

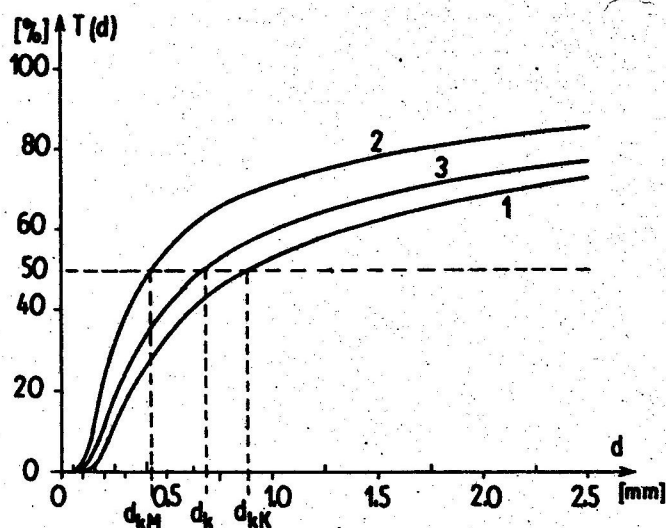
gdzie: d_i , a_{0i} , a_{wi} - wielkość reprezentatywna ziarna oraz zawartości i-tej klasy ziarnowej odpowiednio w nadawie i wylewie procesu - zależności dla przelewu są analogiczne.

4. Przykład liczbowy

Do zilustrowania rozważań o zróżnicowanym przechodzeniu ziarn o różnych gęstościach do produktów klasyfikacji, posłuży przykład obliczeniowy dla rozdziału materiału częściowo określonego już w końcu rozdziału 2. Przyjęto, że kwarc i magnetyt stanowią masowo 2/3 i 1/3 nadawy (około

66,67% i 33,33%). Wartość ta jest taka sama we wszystkich klasach ziarnowych. Przy prędkości $w_0 = 0,15$ [m/s], wartości teoretyczne granic klasyfikacji wynoszą: dla kwarcytu $d_{kK} = 0,884$ [mm], dla magnetytu $d_{kM} = 0,427$ [mm]. Przyjęto klasyfikator o $r = 0,8$, wobec czego $\delta_{1n} = 1,0229$.

Krzywe rozdziału obliczone w sposób omówiony poprzednio, przedstawia rysunek 3. Obejmuje on krzywe przechodzenia do wylewu oddzielnie obu skład-

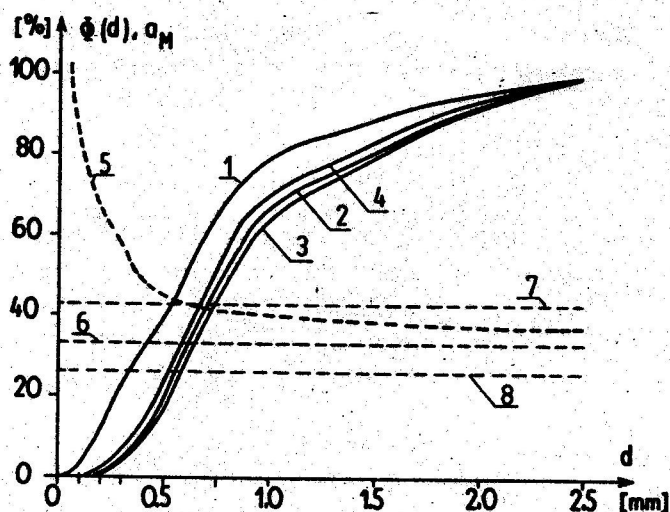


Rys. 3. Krzywe rozdziału kwarcu (1), magnetytu (2) i wylewu całkowitego (3) przy $w_0 = 0,15$ [m/s], $r = 0,8$ i stosunku mas kwarcu do magnetytu w nadawie - 2:1

Fig. 3. Partition curves for quartz (1), magnetite (2) and total underflow (3) at $w_0 = 0,15$ [m/s], $r = 0,8$ and quartz/magnetite ratio in the feed 2:1

ników nadawy (1 i 2) oraz obliczoną przy pomocy sumowania otrzymywanych pośrednio względnych mas poszczególnych klas ziarnowych obu składników, krzywą rozdziału dla całego wylewu (3), a więc taką, jaką (w przybliżeniu) otrzymałoby się, wykonując analizę sitową całości materiału tego produktu i nadawy. W toku obliczeń, sumując owe względne masy wszystkich klas obu składników w wylewie, oblicza się wychód tego produktu. Danych o przelewie nie podaje się. Wobec $T(d) + \pi(d) = 1$ dla wszystkich wartości d , nie wnoszą one dodatkowych informacji. Z krzywej 3 można odczytać wartość d_k jaką otrzymałoby się na drodze doświadczalnej - wynosi ona 0,69 mm. Widać więc, że dla rozdziału mieszaniny modelowej kwarcu i magnetytu przy $w_0 = 0,15$ [m/s], otrzymana doświadczalnie wartość d_k nie odpowiada w rzeczywistości wynikom rozdziału żadnego ze składników. Łatwo zauważyć, że przy stałości d_{kK} i d_{kM} , będzie ona zależała od stosunku mas obu składników w nadawie, co wprowadza element nieokreśloności do opisu procesu.

Rysunek 4 przedstawia z kolei krzywe składu ziarnowego $\Phi(d)$ - linie ciągłe oraz zawartości magnetytu w produktach i klasach ziarnowych wylewu - linie przerywane. Te ostatnie ilustrują wyraźnie tytułowy efekt wzbogacania. Przy średniej zawartości magnetytu w nadawie wynoszącej 33,33%, w



Rys. 4. Krzywe składu ziarnowego $\Phi(d)$ przykładowej mieszaniny kwarcu i magnetytu w stosunku 2:1 (1) oraz wylewu: całości (2) i poszczególnych składników (3 - kwarc, 4 - magnetyt), po rozdzieleniu w klasyfikatorze przy prędkości prądu wznoszącego wody $w_o = 0,15$ [m/s]; zawartość magnetytu (a_M): 5 - w klasach ziarnowych wylewu, 6 - w nadawie, 7 - w wylewie, 8 - w przelewie

Fig. 4. Size distribution curves $\Phi(d)$ for a model mixture of quartz and magnetite in ratio 2:1 (1) and for the underflow: total (2) and of the individual components (3 - quartz, 4 - magnetite) after separation in the classifier at the upstream water velocity $w_o = 0,15$ [m/s]; magnetite contents (a_M): 5 - in the grain size classes of the underflow, 6 - in feed of the process, 7 - in underflow, 8 - in overflow

wylewie jest tego składnika 42,76% a w przelewie 26,41%, co daje wartość wskaźnika selektywności $E_M = (42,76 - 26,41)/33,33 = 0,4905$ (49,05%), a więc odpowiadającą wielu przypadkom wstępnego wzbogacania materiałów dość trudno wzbogacalnych. Szczególnie interesująco przedstawia się przebieg krzywej 5, ilustrujący silną koncentrację składnika ciężkiego w klasach najdrobniejszych. Przedstawiony przykład wskazuje wyraźne występowanie efektów wzbogacania w procesach klasyfikacji przepływowej materiałów niejednorodnych i chociaż przy rozdzieleniu podobnego materiału rzeczywistego, a więc zawierającego zrosty, efekty te byłyby mniejsze, to jednak nie można pominąć ich występowania w procesach klasyfikacji stosowanych w rzeczy-

wistych układach technologicznych razem z procesami wzbogacania. Zależnie od konfiguracji układu będą one zwiększać, lub zmniejszać skuteczność technologiczną tych ostatnich. Rysuje się więc możliwość celowego wykorzystania takich efektów, bądź przynajmniej unikania ich niekorzystnego wpływu.

W Instytucie Przeróbki i Wykorzystania Surowców Mineralnych AGH, przeprowadzono pod moim kierunkiem kilkuletnie badania eksperymentalne nad omawianymi efektami. Wyniki tych badań oczekują na zakończenie pełniejszego opracowania.

5. Literatura

- [1] W. Budryk - Ruch podsadzki płynnej w rurociągach zamulaniowych - Przegląd Górniczo-Hutniczy 1929, nr nr 5-6 - 9-10, ss. 113-138 - 221-246.
- [2] K. Sztaba - Krzywe rozdziału w procesie klasyfikacji mokrej - Archiwum Górnictwa 1956, t.I z.2 ss. 167-197.
- [3] Badania nad efektami wzbogacania w procesach klasyfikacji przepływowej - temat PR-2/N.2.1/21 - sprawozdania z etapów rocznych 1983, 1984, 1985 - nie publikowane - Biblioteka IPIWSM AGH w Krakowie.

ABSTRACT

Sztaba K., 1988. A coexistence of classification and enrichment effects in flow processes. Physicochem. Probl. Miner. Process., 20; 47-57, (polish text).

The characteristic velocity of mineral grains in a fluid medium is the real feature of separation in the flow processes. The magnitude of this velocity is determined by the set of process conditions to which the physical characteristics of the separated material belongs. Size and density of the mineral grains are the essential parameters. Homogeneity of the material, in respect to the property (not being any separation feature in the given process), is - as a rule - assumed in two main groups of the flow processes: classification and enrichment. Such cases do not occur in reality. It causes in each of the processes the coexistence of two basic types of separation: separation according to the size and the density of the grains. The unintended effect for the definite process can be significant, and can cause lowering efficiency as well as widening of the possibilities of its application under definite conditions.

СОДЕРЖАНИЕ

К. Штаба, 1988. Сосуществование эффектов классификации и обогащения в проточных процессах. Физикохимические вопросы обогащения, 20; 47-57.

Действительным признаком раздела в проточных процессах является характерная скорость минеральных зерен в жидкой среде. Значение этой скорости определяется комплексом условий процесса, к которым относятся физические характеристики разделяемого материала. Основными среди них являются величина и плотность минеральных зерен. В двух главных группах проточных процессов: классификации и обогащения, принимается, как правило, однородность материала в отношении к свойству, не явившимся основным признаком раздела для данного процесса. В действительности такие случаи не возникают. Вызывает это сосуществование в каждом процессе двух основных эффектов раздела: по величине и плотности зерен. Эффекты, не намеренные для конкретного процесса могут оказываться значительными и воздействовать как на снижение его результатов, так и на расширение возможности применения его в определенных условиях.