

Mgr inż. Zygfryd Lupa

Graficzna interpretacja wyników flotacji

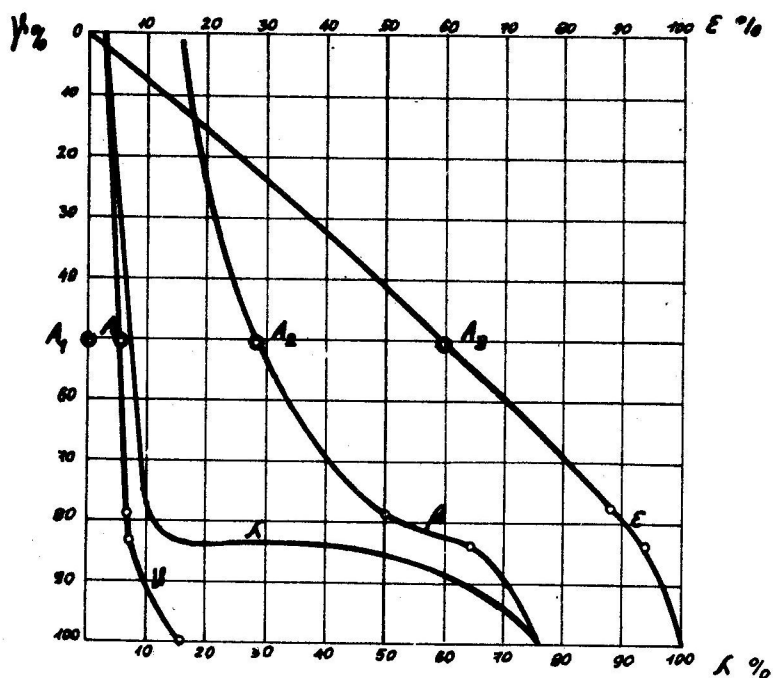
Niezwykle ważnym w procesie wzbogacania jest właściwa ocena efektów technologicznych jak i ekonomicznych tego procesu. Istnieje wiele metod oceny rezultatów wzbogacania. Spośród nich należy wybrać metodę obejmującą jednocześnie problem technologiczny i ekonomiczny. Technologia wskazywać będzie tylko na możliwość istoty uzyskania mniej lub bardziej dobrych produktów, musi jednak być przy tym ekonomiczna.

Niniejsze opracowanie nie jest nowością w dziedzinie oceny procesów wzbogacania ale krótką konfrontacją najczęściej spotykanych sposobów przedstawiania rezultatów doświadczeń flotacyjnych.

Zwykle uzyskane wyniki rozdziału kopaliny w cieczach ciężkich przedstawiamy w postaci krzywych Henry'ego^{x)}. Czynnikiem czasu bowiem, tak przy charakteryzowaniu wzbogacalności kopaliny jak i badaniu produktów wzbogacania nie odgrywa roli. Również i wyniki doświadczeń flotacyjnych można przedstawić w taki sposób. Nie będzie to jednak pełna charakterystyka procesu, ponieważ jest to proces daleko bardziej skomplikowany i wymagający określonego czasu dla jego zajścia. Dlatego krzywe charakteryzujące proces wzbogacania flotacyjnego wygodniej przedstawić w innym układzie, w którym jednym z parametrów jest również czas.

Na rys. 1 przedstawione są wyniki flotacji węgla w ujęciu Henry'ego. Z rysunku tego możemy odczytać dowolne interesujące nas wielkości, ale tylko pod kątem ewentualnego ustalenia technologii procesu. Projektant dla obliczeń maszynowych musi znać

^{x)} Krzywe Henry'ego nie wprowadzają kinetyki rozdziału.



Rys. 1. Flotacja węgla. Krzywe wzbogacalności w ujęciu Henry'ego

kinetykę procesu lub inaczej mówiąc czas flotacji niezbędny do otrzymania określonych produktów. Te wielkości w czasie możemy odczytać z krzywych przedstawionych na rysunku 2.

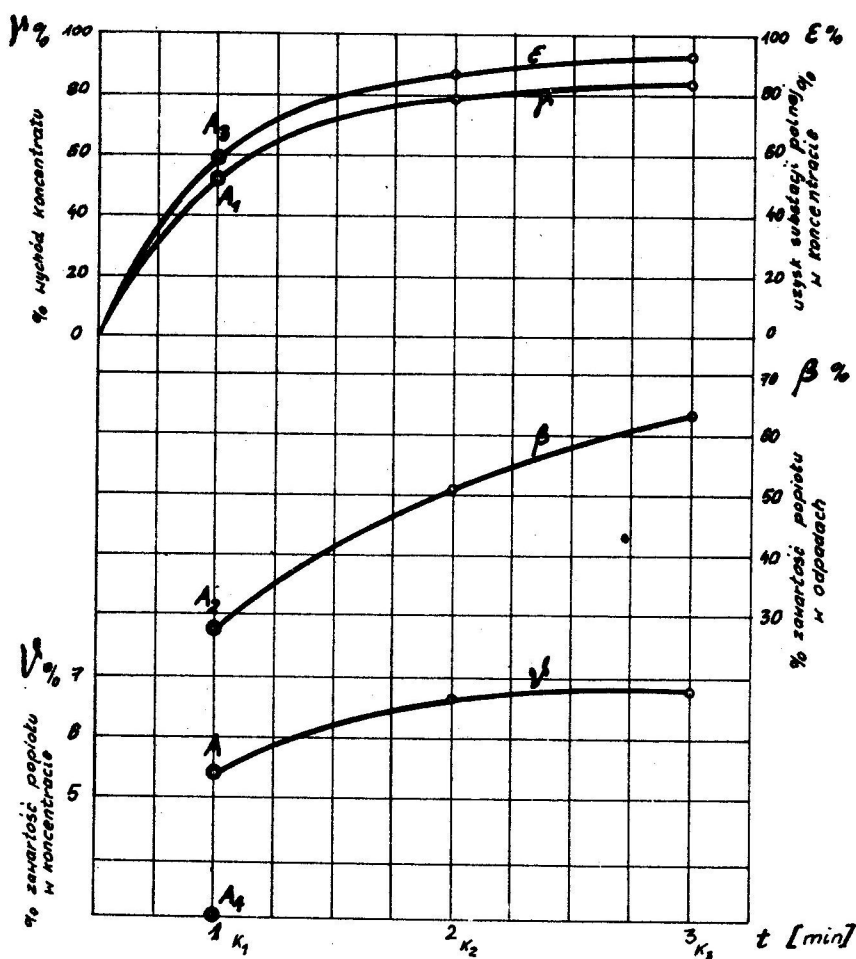
Przykład

Na rys. 1 i 2 przedstawiono w różny sposób wyniki tej samej flotacji węgla. Z rysunku 1 odczytujemy, że dla utrzymania popiołu w koncentracji w granicach do 5,4% (punkt A na krzywej wychód koncentratu może maksymalnie wynosić 50,5% (punkt A_1 na osi rzędnych). W odpadach przy wychodzie $100 - y = 49,5\%$ popiół wynosi 27,5% (punkt A_2 na krzywej β). Uzysk substancji palnej w koncentracji wynosi 59% (punkt A_3 na krzywej ϵ). Natomiast z rysunku 2 odczytujemy, że popiół w koncentracji do 5,4% otrzymamy po 1 minucie flotacji (punkt A_4 na osi odciętych) przy wychodzie koncentratu 52,5% (krzywa γ) i odpadach zawierających 27,5% popiołu (punkt A_2 - krzywa β) Uzysk sub-

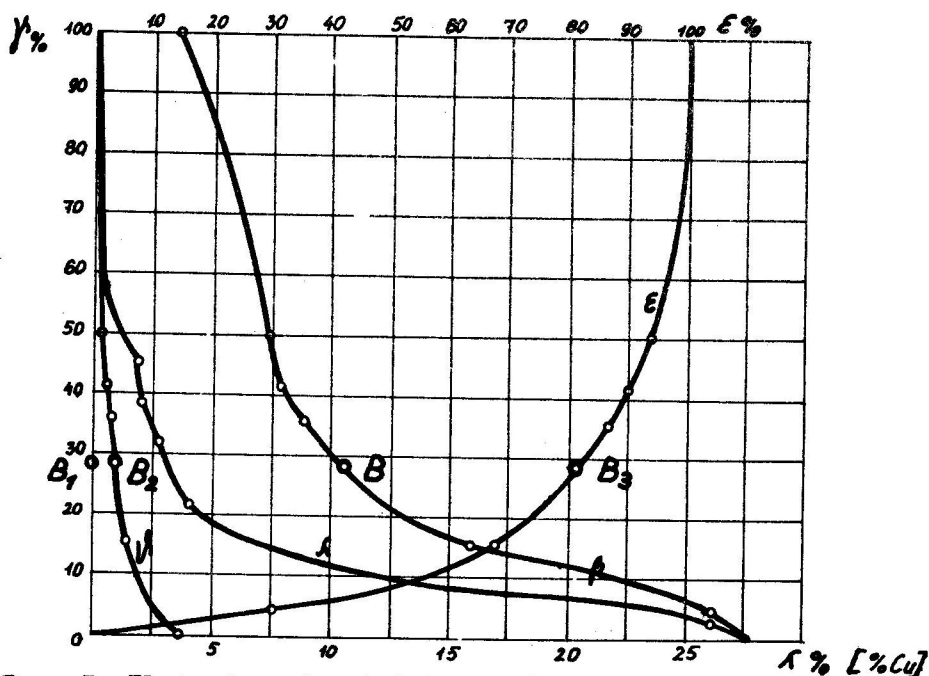
stacji palnej w koncentracji odczytamy na krzywej ϵ (punkt A_3)
 $\epsilon = 59\%$.

Każda z tych danych na rysunku 2 dodaje nam ponadto jeszcze jedną bardzo cenną informację: te parametry produktu otrzymamy po jednej minucie flotacji. Po dwóch minutach flotacji otrzymamy $\gamma_K = 79\%$; $\gamma_O = 21\%$; $\nu = 6,6\%$; $\beta = 51\%$; $\epsilon = 87,5\%$. Informacji tej nie daje nam rysunek 1.

W ten sam sposób na rysunku 3 i 4 przedstawiono graficznie wyniki flotacji rudy miedziowej. Z rysunku 3 możemy odczytać



Rys. 2. Kinetyka flotacji węgla

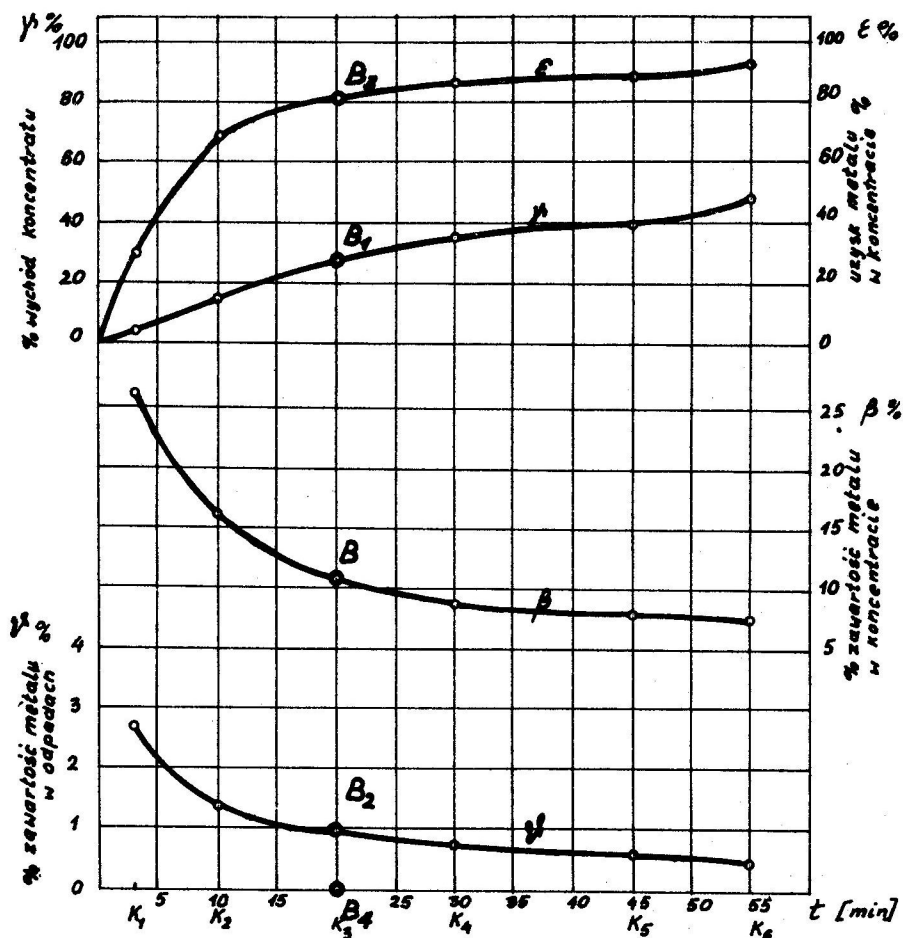


Rys. 3. Flotacja rudy miedziowej. Krzywe wzbogacalności w ujęciu Henry'ego

wielkości podobnie jak z rysunku 1. Natomiast rysunek 4 daje nam możliwość rozłożenia tych wielkości w czasie. Podobnie jak na poprzednich rysunkach punkty B ; B_1 ; B_2 ; B_3 i B_4 są wzajemnie sobie odpowiadające i charakteryzują te same wielkości. W tym przypadku krzywa β oznacza % zaw. Cu w koncentracie, krzywa ν " % zaw. Cu w odpadach, krzywa ε " % uzysku Cu w koncentracie.

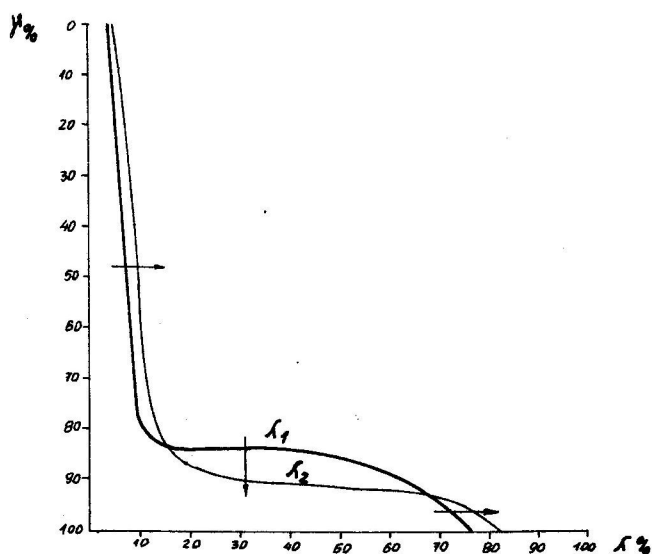
Na rysunku 5 i 6 przedstawiono wyniki flotacji węgla i rudy miedzi. Dla węgla przeprowadzono flotację z różną ilością odczynnika w tych samych warunkach. Z rudą postąpiono podobnie. Przedstawiając wyniki w układach γ, α otrzymujemy krzywe λ o różnym przebiegu. Zachowują one jednak warunek:

$$100 \alpha = \int_0^{100} \lambda d\gamma$$



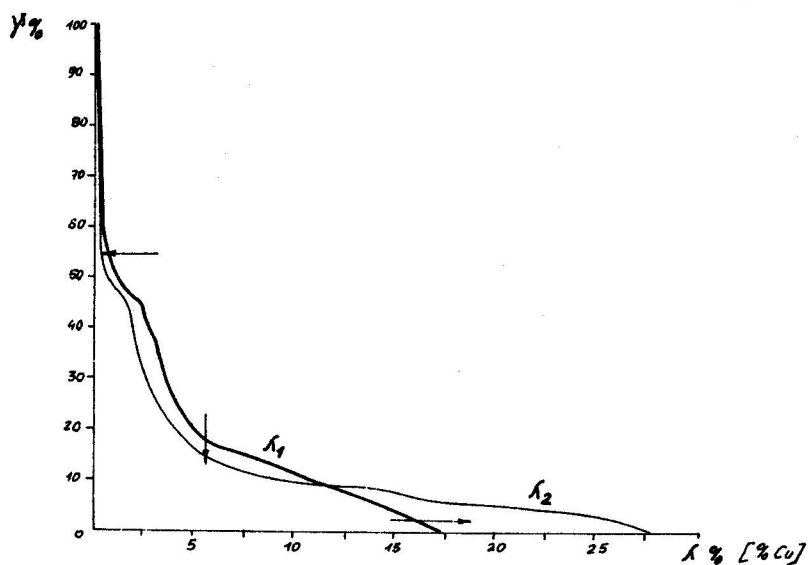
Rys. 4. Kinetyka flotacji rudy miedziowej

Zwiększając ilość odczynnika krzywe λ w sposób uporządkowany zmieniają swój przebieg. Kierunek zmian zaznaczony jest każdorazowo strzałkami na rysunku. Można by go również przedstawić w postaci linii ciągłej i po zwrocie strzałki wnioskować o przesunięciu się krzywej jak to pokazano na rys. 7. Zmiany krzywych λ mają swoją granicę, którą jest opłacalność procesu wzbogacania i przydatność produktów wzbogacania do dalszych procesów (np. koks dla metalurgii). Przejście tej granicy będzie nieekonomiczne. W przypadku węgla granicą taką jest zawartość popiołu w koncentracie $\lambda = 9\%$.



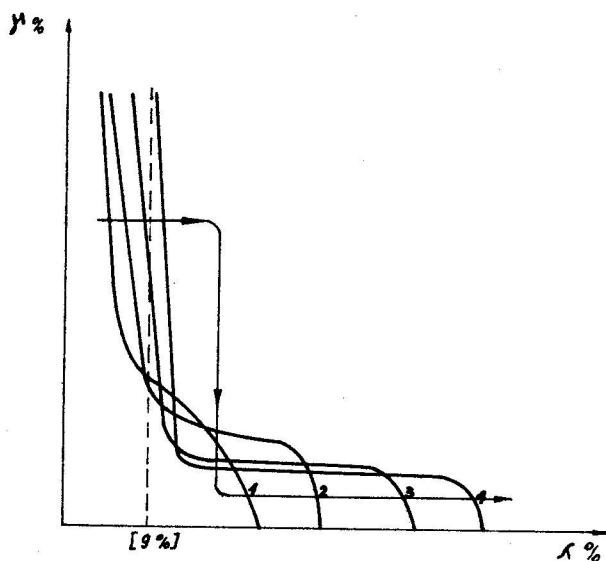
Rys. 5. Flotacja węgla. Zmiana przebiegu podstawowej krzywej wzbogacalności przy zwiększeniu ilości odczynników flotacyjnych

λ_1 - mniejsza ilość odczynnika, λ_2 - większa ilość odczynnika

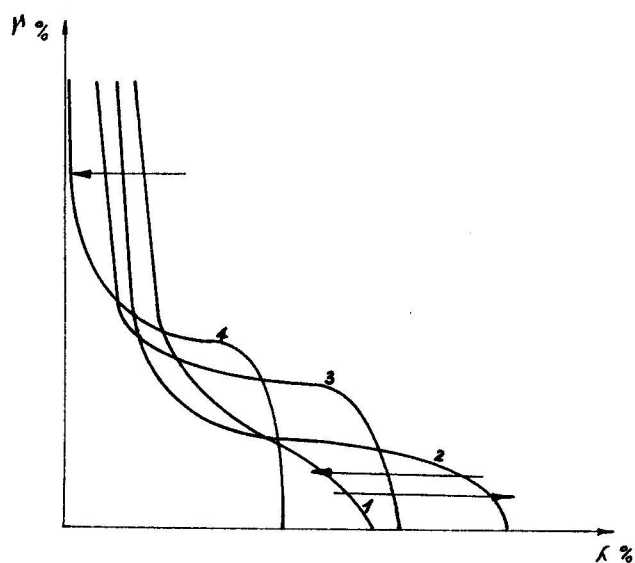


Rys. 6. Flotacja rudy miedziowej. Zmiana podstawowej krzywej wzbogacalności przy zwiększaniu ilości odczynników flotacyjnych

λ_1 - mniejsza ilość odczynnika, λ_2 - większa ilość odczynnika



Rys. 7. Kierunek zmian krzywych λ przy zwiększaniu ilości odczynników flotacyjnych w przypadku flotacji węgla. Kolejne cyfry 1, 2, 3, 4 oznaczają wzrost ilości odczynników



Rys. 8. Kierunek zmian krzywych λ przy zwiększaniu ilości odczynników flotacyjnych w przypadku flotacji rudy miedziowej. Kolejne cyfry, 1, 2, 3, 4 oznaczają wzrost ilości odczynników

Zwiększenie ilości odczynnika przy flotacji węgla, jak to pokazano na rysunku 5 powoduje zwiększenie zawartości popiołu w koncentracie, zwiększenie zawartości popiołu w odpadach, zwiększenie wychodu koncentratu, zmniejszenie wychodu odpadów, a zatem rośnie wtedy uzysk jednak pogarsza się jakość koncentratu. W przypadku flotacji rud zwiększenie ilości odczynnika ponad pewne granice powoduje obniżenie % zawartości metalu w odpadach, zwiększenie wychodu koncentratu, obniżenie procentowej zawartości metalu w koncentracie a zatem rośnie uzysk cennego składnika, jednak pogarsza się jakość koncentratu.

Na rysunku 7 i 8 pokazano ogólną tendencję produktów wzbogacania przy flotacji rudy (rysunek 8) i węgla (rysunek 7) z coraz większymi ilościami odczynników.

Oba rodzaje graficznego przedstawienia wyników flotacyjnych dają możliwość uchwycenia optymalnych parametrów procesu. Wydaje się jednak, że graficzna interpretacja wyników na rysunkach 2 i 4 (czas) jest bardziej przydatna dla flotacji ponieważ pozwala równocześnie znaleźć czas flotacji a zatem parametr najważniejszy dla tego procesu.