

Zbigniew TAJCHMAN
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

WPLYW ZMIAN PH ŚRODOWISKA NA AGREGACJĘ ZIARN DROBNYCH W PROCESIE KLASYFIKACJI

Streszczenie. W idealnym deterministycznym modelu procesu klasyfikacji przepływowej wprowadza się cały szereg uproszczeń, co powoduje, że bardzo często niemożliwe jest określenie a priori najważniejszych charakterystyk procesu.

W klasycznej teorii procesu rozpatruje się zachowanie pojedynczej, odosobnionej cząstki kulistej bez uwzględniania oddziaływań cząstek między sobą i ścianami klasyfikatora, co nie daje praktycznie podstaw przenoszenia prawidłowości ustalonych dla pojedynczych cząstek na ich zbiór.

W artykule przedstawiono dla trzech materiałów modelowych, jaki wpływ na wartości potencjału elektrokinetycznego wywierają zmiany stężenia jonów wodorowych środowiska, w którym zachodzi proces elutriacji. Zmienne wartości pH zawiesiny wpływają w znaczący sposób na zdolność agregacji koagulacji ziaren najdrobniejszych, a co za tym idzie na wyniki klasyfikacji.

THE INFLUENCE OF ENVIRONMENT PH CHANGES ON FINEST PARTICLES AGGREGATION IN CLASSIFICATION PROCESS

Summary. The paper presents, for three materials, what is the influence of the environment hydrogen ions changes, in which the elutriation process occurs, on the values of the electro-kinetic potential. The changeable values of the suspension pH, influence significantly on the ability of finest particles coagulation aggregation, so on classification results.

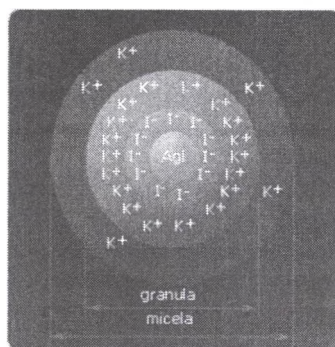
Wstęp

W wielu operacjach wzbogacania surowców mineralnych istotne znaczenie dla wyników procesu ma obecność klasy najdrobniejszej ziaren o średnicy od kilku do kilkunastu mikrometrów. Obecność tej najdrobniejszej klasy odgrywa istotną rolę w takich operacjach, jak flotacja, flokulacja, odwadnianie, filtracja, wzbogacanie grawitacyjne, klasyfikacja przepływowa i wielu innych. Zawiesiny zawierające ziarna o wielkości od kilku do

kilkunastu mikrometrów zachowują się jak roztwory koloidalne, w których istotnym parametrem staje się oddziaływanie tych cząstek między sobą. Oddziaływanie to na ogół jest pomijane w deterministycznych modelach opisywanych procesów.

1. Właściwości elektrokinetyczne

Na trwałość roztworów koloidalnych liofobowych (wodorotlenki metali, halogenki srebra), a także liofilowych (białko) wpływa występowanie ładunku elektrycznego na powierzchni cząstki koloidalnej oraz solwatacja cząstek. Cząstka dowolnego koloidu posiadająca ładunek nosi nazwę miceli. Przykładem miceli może być cząstka jodku potasu (rys.1).

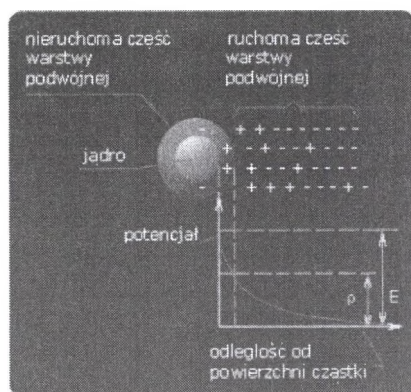


Rys.1. Schemat budowy miceli AgI wytrąconego nadmiarem KI
Fig. 1. Scheme of structure excess micell AgI

Micela składa się z jądra, w skład którego wchodzi obojętne cząsteczki. Na powierzchni jądra adsorbowane są z roztworu wspólne jony w przypadku KI jony jodkowe I⁻. Warstwa ta nosi nazwę warstwy adsorpcyjnej i wiąże się ona luźno z warstwą rozmytą albo dyfuzyjną zawierającą jony K⁺. Jądro razem z warstwą adsorpcyjną nosi nazwę granuli. Na granicy faz jądro cząstki koloidalnej - roztwór powstaje podwójna warstwa elektryczna.

1.1. Podwójna warstwa elektryczna

Podwójna warstwa elektryczna składa się z dwóch części (rys. 2), warstwy adsorpcyjnej i dyfuzyjnej. Istnienie dwóch warstw jest powodem, że cząstkę taką możemy przedstawić jako kondensator, którego jedną okładką jest powierzchnia cząstki, a druga okładka rozciąga się na pewną odległość w głąb cieczy. W zjawiskach elektrokinetycznych ważną rolę odgrywa wartość potencjału na granicy pomiędzy warstwą adsorpcyjną a dyfuzyjną względem głębi roztworu.



Rys. 2. Podwójna warstwa elektryczna i potencjał elektrokinetyczny
 Fig. 2. Double electric layer and potential diagram dependence elektrokinetic

Nosi on nazwę potencjału elektrokinetycznego (na rysunku dzeta). Istnienie potencjału elektrokinetycznego odgrywa zasadniczą rolę w zjawiskach elektrokinetycznych. Zjawiska elektrokinetyczne obejmują: elektroosmozę, elektroforezę, potencjał sedimentacji i potencjał przepływu (powstanie różnicy potencjałów na końcach kapilary, przez którą przepływa ciecz).

1.2. Potencjał elektrokinetyczny

Potencjał elektrokinetyczny, który jest miarą własności elektrycznych ziarn, ma wyraźny wpływ na ogólne warunki prowadzenia procesu klasyfikacji ziarn skrajnie drobnych.

W przypadku minerałów ładunek cząstek wywołany jest często przez zerwanie wiązań na powierzchni ziarna. Na powierzchni kwarcu, w czasie jego rozdrabniania, zostają zerwane wiązania Si – O, co powoduje przyłączenie z wody grup wodorotlenowych, które adsorbują się na powierzchni ziarn. Powstają wówczas wiązania Si-OH, a grupy wodorotlenowe na powierzchni dysocjują, dając w rezultacie anion Si-O⁻ – a powierzchnia minerału ładuje się ujemnie i jej ładunek może być modyfikowany zmianą stężenia jonów wodorowych. Zmniejszenie wartości pH powoduje cofnięcie dysocjacji grup wodorotlenowych i zmniejszenie ładunku powierzchni.

Przeprowadzono cały szereg doświadczeń w celu zbadania zależności pomiędzy elektrokinetycznymi własnościami cząstek niektórych minerałów a efektywnością rozdziału metodami grawitacyjnymi [1,2].

1.3. Koagulacja roztworów koloidalnych

KOAGULACJA jest to zmniejszanie się stopnia dyspersji układu koloidalnego w wyniku łączenia się cząstek substancji rozproszonej w większe agregaty.

Koagulacja. **zolu** może prowadzić do wytrącania osadu lub wzrostu jego lepkości (tzw. żelatynowanie); koagulacja może być odwracalna (koagulat poddany peptyzacji przechodzi w zol) lub nieodwracalna (np. denaturacja białek); może być wywołana elektrolitem zmniejszającym potencjał elektrokinetyczny cząstek, koloidem o ładunku przeciwnym, naświetlaniem promieniowaniem jonizującym, ogrzewaniem (np. ścinanie się białka), działaniem mechanicznym (mieszanie, wytrząsanie), dodaniem środków odwadniających (dehydratacja, desolwatacja), odparowaniem lub wymrażaniem ośrodka dyspersyjnego.

Koagulację można wywołać następującymi czynnikami:

- dodatek elektrolitu,
- zmiana temperatury,
- czynniki mechaniczne,
- dodatek nieelektrolitu (odwadniającego),
- przepływ prądu,
- działanie światła.

Natomiast trwałość roztworów koloidalnych warunkują dwa podstawowe czynniki: ładunek na powierzchni cząstki koloidalnej (głównie dotyczy to koloidów liofobowych) i solwatacja (głównie koloidy liofilowe).

Największy wpływ na koagulację wywiera dodanie elektrolitu. Minimalna liczba minimoli danego elektrolitu, niezbędna do skoagulowania 1 cm³ roztworu koloidalnego, nosi nazwę progu koagulacji. Ten ostatni zależy od rodzaju dodawanego elektrolitu i wartościowości dodawanych jonów. Dla zoli o znaku dodatnim wartość progu koagulacji zależy od wartościowości anionu. Przykłady wartości progów koagulacji podaje tabela 1.

Zależność zdolności koagulacji jonu od jego wartościowości ujmuje reguła **Hardy-Schulza**, według której zdolności koagulacyjne jonów w zależności od ich wartościowości mają się do siebie jak:

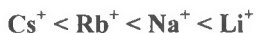
$$M^+ : M^{2+} : M^{3+} = 1 : 50 : 10000$$

Tabela 1

Wartości progów koagulacji dla zoli As₂O₃ oraz Fe₂O₃

zol As ₂ O ₃ ujemny		zol Fe ₂ O ₃ dodatni	
Elektrolit	Próg koagulacji mmol *dm ⁻³	Elektrolit	Próg koagulacji mmol *dm ⁻³
KCl	49,5	KCl	9,0
MgCl ₂	0,72	K ₂ SO ₄	0,205
AlCl ₃	0,092	K ₂ Cr ₂ O ₇	0,195

Dla kationów metali alkalicznych zdolność koagulacji maleje w szeregu:



dla anionów chlorowcowych w szeregu $\text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{I}^-$ tego typu szeregi noszą nazwę szeregów liotropowych (szeregi Hofmeistera). Jak już wiadomo, granula w wyniku adsorpcji jonów z roztworów uzyskuje ładunek, a na granicy faz jądra cząstki koloidalnej - roztwór powstaje podwójna warstwa elektryczna, którą charakteryzuje wartość potencjału elektrolitycznego. Wzrost siły jonowej roztworu zależy od wartościowości jonów i stężenia elektrolitu, powoduje szybki zanik warstwy dyfuzyjnej. Dzięki temu micelle mogą zbliżyć się, i tym samym może nastąpić koagulacja. Przy wartości potencjału elektrokinetycznego równej zeru następuje całkowity zanik składowej, dyfuzyjnej podwójnej warstwy elektrycznej. Punkt taki nazywa się punktem izoelektrycznym. Warunki koagulacji powinny być optymalne w punkcie izoelektrycznym. Koagulacja jednak przebiega już przy wartościach potencjału mniejszych od wartości krytycznej wynoszącej ok. 25-30 mV. Dodanie elektrolitu do roztworu koloidu liofobowego powoduje wytrącanie stałych cząstek koloidalnych. Natomiast koagulacja wzajemna zachodzi wówczas, gdy zamiast elektrolitu użyje się koloidu liofobowego o przeciwnie naładowanych cząstkach koloidalnych. Dodatek koloidu liofilowego do koloidu liofobowego powoduje działanie ochronne. Koloid liofobowy pod wpływem elektrolitu podwyższa wówczas odporność na koagulację. Ilościowo ujmuje to tzw. liczba złota: jest to najmniejsza liczba mg koloidu ochronnego zabezpieczająca 10 cm³ 0,1% formaldehydowego zolu złota przed zmianą barwy czerwonej na fioletową w wyniku dodania 1 cm³ 10% roztworu NaCl. Procesem odwrotnym do koagulacji jest przechodzenie żelu w zol, noszące nazwę peptyzacji. Substancja o rozdrobnieniu koloidalnym ma bardzo rozwiniętą powierzchnię. Jest to przyczyną silnej adsorpcji różnych substancji przez cząstki koloidalne. Zdolność do adsorpcji koloid zachowuje i po koagulacji. Dlatego jeżeli do świeżo wytworzonego żelu doda się elektrolitu, to żel może przejść w zol.

Własności elektrokinetyczne ziarn mają duży wpływ na zdolność do ich agregacji, która w przypadku ziarn skrajnie drobnych w sposób zdecydowany wpływa na wyniki procesu rozdziału.

Zjawisko agregacji cząstek zostało szczegółowo opracowane dla liofobowych układów koloidalnych, w których siły grawitacji i bezwładności nie odgrywają znaczącej roli [3].

Zjawisko polega na zmniejszaniu się stopnia dyspersji układu koloidalnego w wyniku łączenia się cząstek substancji rozproszonej w większe agregaty; koagulacja **zolu** może prowadzić do wytrącania osadu lub wzrostu jego lepkości (tzw. żelatynowanie); koagulacja może być odwracalna (koagulat poddany peptyzacji przechodzi w zol) lub nieodwracalna (np. denaturacja białek); może być wywołana elektrolitem zmniejszającym potencjał elektrokinetyczny cząstek, koloidem o ładunku przeciwnym, naświetlaniem promieniowaniem jonizującym, ogrzewaniem (np. ścinanie się białka), działaniem mechanicznym

(mieszanie, wytrząsanie), dodaniem środków odwadniających (dehydratacja, desolwatacja), odparowaniem lub wymrażaniem ośrodka dyspersyjnego.

Współczesne teorie układów koloidalnych wyróżniają trzy rodzaje oddziaływań między cząstkami:

1. przyciąganie siłami van der Waalsa,
2. przyciąganie lub odpychanie wynikające z istnienia ładunków elektrycznych wokół cząstek,
3. siły odpychania, powstające w wyniku solwatacji, tworzenia się warstw adsorpcyjnych itp.

Niemniej ważnym czynnikiem determinującym zdolność cząstek do agregacji jest częstość zderzeń cząstek między sobą, określona przez warunki ich ruchu w zawiesinie [4].

Rozwiązanie równań ruchu cząstek w zawiesinie wymaga znajomości energii potencjalnej oddziaływań, gdyż wpływa ona na efektywność zderzeń.

Jako przybliżenie zerowe można przyjąć historycznie pierwszą teorię Smoluchowskiego, gdzie ruch cząstek traktowany jest jako termiczny ruch brownowski, a każde zderzenie jest efektywne i prowadzi do utworzenia trwałego agregatu. Przybliżenie to nie uwzględnia wzajemnych oddziaływań cząstek oraz hydrodynamicznych oddziaływań ośrodka.

Teoria Smoluchowskiego prowadzi do wniosku, że połowiczny czas koagulacji jest odwrotnie proporcjonalny do liczbowego stężenia cząstek n , a nie zależy od wielkości cząstek, o ile współczynnik dyfuzji D wyprowadza się z równania Stokesa:

$$T_{1/2} = \frac{1}{8\pi D r n}$$

gdzie:

$$D = \frac{KT}{6\pi\eta r}$$

wtedy:

$$T_{1/2} = \frac{3\eta}{4KTn}$$

gdzie;

$T_{1/2}$ - połowiczny czas koagulacji [s],

η - dynamiczny współczynnik lepkości [$\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$],

r - promień cząstki [m],

K - stała Boltzmanna $K = 1,3807 \cdot 10^{-23}$ [$\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$],

T - temperatura [K],

n - liczba cząstek.

Jeżeli przez N oznaczyć liczbę cząstek dochodzących do wybranej cząstki, to:

$$N = 4\pi r D n.$$

Prędkość koagulacji identyfikowana z prędkością zmniejszania się liczby odosobnionych cząstek można opisać równaniem:

$$-\frac{dN}{dt} = 8\pi r D n^2$$

Ogólne równanie prędkości koagulacji uwzględniające koagulację pojedynczych cząstek nie tylko między sobą, lecz również ze wszystkimi powstałymi agregatami przybiera bardzo skomplikowaną postać.

W kolejnym ujęciu Fuks uwzględnił w opisie Smoluchowskiego postać energii potencjalnej, wynikającej z oddziaływań między cząstkami, co obniża efektywność zderzeń. [4]. Powoduje to zmniejszenie stałej prędkości agregacji, co opisano przez wprowadzenie tzw. współczynnika stabilności W . Prędkość agregacji w obecności bariery potencjału (tzw. agregacji powolnej) dana jest przez wzór:

$$-\frac{dN}{dt} = \frac{8\pi r D n^2}{W}$$

odpowiednio:

$$N = \frac{4\pi r D n}{W}$$

$$\tau_{1/2} = \frac{W}{8\pi r D n}$$

Współczynnik stabilności W określany jest jako zależność energii potencjalnej od odległości s

$$W = 2r \int_{2r}^{\infty} \varepsilon \frac{E}{KT} \frac{ds}{s^2}$$

Ponieważ energia potencjalna E jest w przybliżeniu proporcjonalna do wielkości cząstek, w licznych pracach doświadczalnych szukano potwierdzenia, że prędkość agregacji zależy od wielkości cząstek. Tego rodzaju zależności nie udało się jednak potwierdzić doświadczalnie, co próbowano tłumaczyć przez działanie lepkiego oporu ośrodka w procesie zbliżania się cząstek do siebie, która określa zmianę współczynnika dyfuzji cząstki w pobliżu drugiej cząstki [5].

W dotychczasowych rozważaniach ograniczono się w zasadzie do zawiesin monodispersyjnych cząstek tego samego materiału. Zdolność cząstek do agregacji zawiesin polidispersyjnych zależy od rozkładu wielkości cząstek. Wykazano, że prędkość agregacji zmierzona poprzez prędkość zmniejszania się ilości pojedynczych małych cząstek jest 400 – 500 razy większa dla zawiesiny zawierającej cząstki tego samego materiału, ale różniące się znacznie wielkością, niż dla układu złożonego tylko z cząstek wąskiej klasy ziarnowej. Prędkość tzw. oszlamowania, czyli nalepiania się małych cząstek na duże, jest więc wielokrotnie większa niż prędkość agregacji małych cząstek między sobą [7].

2. Wyznaczanie potencjału elektrokinetycznego

Do wyznaczania potencjału elektrokinetycznego „dzeta” stosowano metodę pomiaru ruchliwości elektroforetycznej za pomocą dzetometru mikroskopowego połączonego z kamerą i monitorem telewizyjnym.

Po przygotowaniu zawiesiny do pomiaru zmierzono temperaturę, która dla wszystkich pomiarów wynosiła 20°C. Na początku wyznaczono zakres optymalnego napięcia do pomiaru. Po ustaleniu napięcia i drogi, na jakiej mierzono ruchliwość cząstki przystąpiono do pomiaru ruchliwości elektroforetycznej. Na obranym odcinku odczytywano czas przebycia obranego odcinka przez pojedyncze cząstki. W celu sprawdzenia, czy nie występują zakłócenia pomiaru spowodowane przez prądy konwekcyjne, powtarzano pomiary przy zmianie kierunku prądu. Na podstawie kierunku poruszania się cząstek określano znak potencjału elektrokinetycznego. Cząstki poruszające się w kierunku anody miały znak minus. Wartość potencjału elektrokinetycznego „dzeta” obliczano mnożąc wartość ruchliwości elektroforetycznej przez współczynnik zależny od temperatury, w jakiej pomiar wykonano. Dla temperatury 20°C współczynnik ten wynosił $13,2 \cdot 10^8$. Ruchliwość elektroforetyczną „U” obliczano ze wzoru:

$$U = \frac{s \cdot l}{U \cdot t_s}$$

gdzie:

s – długość drogi przebytej przez cząstkę [m],

l – odległość pomiędzy elektrodami [m],

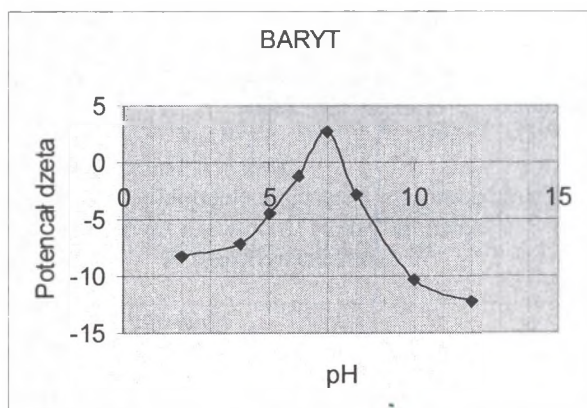
U – stosowane napięcie [V],

t_s – czas przebiegu cząstki na drodze [s].

Wyniki pomiarów potencjału elektrokinetycznego „dzeta” wybranych materiałów w zależności od stężenia jonów wodorowych przedstawiono w tabelach 2- 4 i rysunkach 3-5.

Tabela 2
Wyniki pomiarów potencjału elektrokinetycznego ζ
w zależności od pH środowiska zawiesiny barytu

pH	Potencjał ζ [eV]
2	-8,2
4	-7,1
5	-4,5
6	-1,2
7	2,75
8	-2,8
10	-10,3
12	-12,25



Rys. 3. Wykres zależności $\zeta = F(pH)$ dla barytu
Fig. 3. Diagram of dependence $\zeta = F(pH)$ for barite

Tabela 3
Wyniki pomiarów potencjału elektrokinetycznego ζ
w zależności od pH środowiska zawiesiny piasku
kwarcowego

pH	Potencjał ζ [eV]
2	8
4	-0,95
5	-15,25
6	-30,25

cd. tabeli 3

7	-42,5
8	-83,15
10	-90,95
12	-70,25

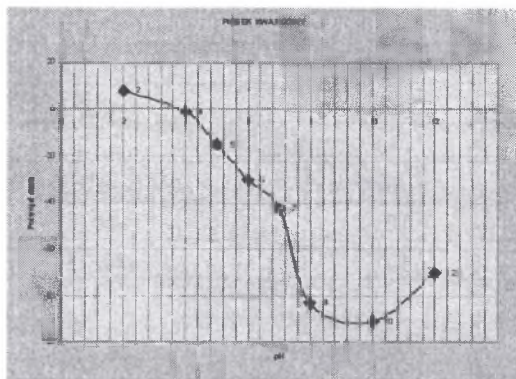
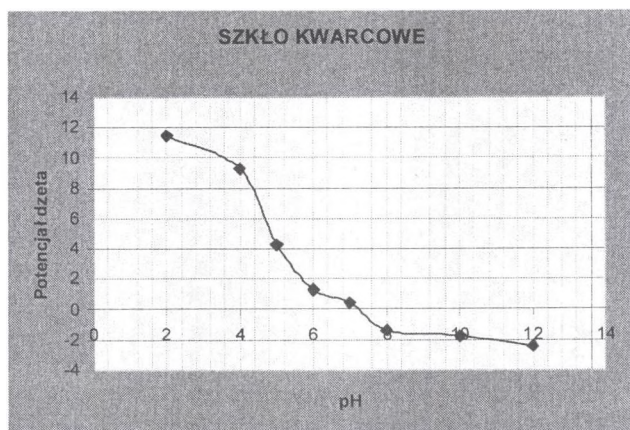
Rys. 4. Wykres zależności $\zeta = F(\text{pH})$ dla piasku kwarcowegoFig. 4. Diagram of dependence $\zeta = F(\text{pH})$ for quartz sand

Tabela 4

Wyniki pomiarów potencjału elektrokinetycznego ζ
w zależności od pH środowiska zawiesiny
szkła kwarcowego

<i>pH</i>	Potencjał ζ [eV]
2	11,45
4	9,28
5	4,3
6	1,3
7	0,45
8	-1,38
10	-1,75
12	-2,45



Rys. 5. Wykres zależności $\zeta = F(\text{pH})$ dla szkła kwarcowego
 Fig. 5. Diagram of dependence $\zeta = F(\text{pH})$ for quartz glass

Analiza otrzymanych zależności pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- wartości bezwzględne potencjału elektrokinetycznego barytu i piasku kwarcowego są zdecydowanie niższe niż wartości dla szkła kwarcowego,
- potencjał elektrokinetyczny barytu ma dwa punkty izoelektryczne dla wartości pH w przedziałach [6-7] i [7-8], gdyż tylko w pobliżu punktu pH=7 potencjał elektrokinetyczny ma wartość dodatnią,
- punkt izoelektryczny szkła kwarcowego znajduje się w pobliżu wartości pH=3, natomiast piasku kwarcowego w przedziale pH = 9,4 – 9.5.

3. Podsumowanie

Wyniki pomiarów potencjału elektrokinetycznego „dzeta” wybranych materiałów w zależności od stężenia jonów wodorowych przedstawiono w tabelach 2- 4 i rysunkach 3- 5.

Analiza otrzymanych zależności pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- wartości bezwzględne potencjału elektrokinetycznego barytu i piasku kwarcowego są zdecydowanie niższe niż wartości dla szkła kwarcowego,
- potencjał elektrokinetyczny barytu ma dwa punkty izoelektryczne dla wartości pH w przedziałach [6-7] i [7 – 8], gdyż tylko w pobliżu punktu pH = 7, potencjał elektrokinetyczny ma wartość dodatnią,
- punkt izoelektryczny szkła kwarcowego znajduje się w pobliżu wartości pH = 3, natomiast piasku kwarcowego w przedziale pH = 9,4 – 9.5

Opisany stan rozpoznania elementarnych zjawisk, składających się na proces klasyfikacji, jednoznacznie określa również stan budowy modeli tego procesu. Ich ogólną

cechą jest podejście deterministyczne połączone z wprowadzeniem bardzo znacznych uproszczeń. Spowodowane to jest w głównej mierze brakiem możliwości pomiaru w trakcie prowadzenia procesu szeregu zjawisk elementarnych. Wprowadzone do wzorów stałe współczynniki i poprawki mają z reguły wartości wyznaczone doświadczalnie, które nie pozwalają jednak na jednoznaczną interpretację wszystkich zjawisk, zachodzących w trakcie procesu klasyfikacji. Nie wyczerpuje to złożoności problemu, gdyż w opisie procesu należy uwzględnić oddziaływania o charakterze losowym. Losowość procesu powoduje bowiem znaczne trudności w określaniu związków pomiędzy poszczególnymi zjawiskami elementarnymi, a także w precyzyjnej identyfikacji pełnego zespołu czynników, wpływających na przebieg i wyniki procesu.

Dopiero w ostatnich latach wprowadza się w różnym zakresie i z różnym skutkiem elementy oddziaływań losowych do istniejących modeli deterministycznych procesu.

Bibliografia

1. Mitchell F.B.: Elektrokineticzeskije jawlenija i ich vlijanie na grawitacjonnoje obogaszczanie. VIII Meždun. Kongr. Polez. Iskop., Leningrad 1974.
2. Tajchman Z.: Badanie stabilności zawiesiny poddawanej rozdziałowi w klasyfikatorze przepływowym. Seminarium Naukowo- Techniczne „Klasyfikacja Materiałów Drobnouziarnionych”. Kraków, listopad 1981.
4. Sheludko J.: Chemia koloidów. WNT, Warszawa 1969.
5. Sonntag H.: Koloidy. PWN, Warszawa 1982.
6. Thomas D.G.: Physikal proprties and laminar transport characteristic. Eng – chem., 11.1963.
7. Dądroś, T., Adamczyk, Z., Czarnecki, J.: Trwałość zawiesin mineralnych w środowiskach wodnych. „Rudy i metale nieżelazne”, 1.1977.
8. Pigoń K., Ruziewicz Z.: Chemia fizyczna t.1, PWN, Warszawa 2005.
9. Atkins P.W.: Chemia fizyczna. PWN, Warszawa 2003.

Artykuł został opracowany w wyniku realizacji Pracy Statutowej KBN nr 11.11.100.276

Recenzent: Dr hab. inż. Andrzej ŚLĄCZKA, prof. Politechniki Śląskiej

Abstract

In an ideal deterministic flowing classification process model, many assumptions are introduced, what often results in impossibility of the process characteristics determination a priori. In classical process theory, the behavior of the single, separated circular particle is characterized, without taking into consideration the interactions between particles themselves, as well particles and classifier walls, what makes the transfer of results determined for single particles to their set inadequate.

The paper presents, for three materials, what is the influence of the environment hydrogen ions changes, in which the elutriation process occurs, on the values of the electrokinetic potential. The changeable values of the suspension pH, influence significantly on the ability of finest particles coagulation aggregation, so on classification results.