

Kinetyka flokulacji ziarn łupka miedzionośnego w wodzie oraz w roztworze soli

Marcin Węgrzyn, Tomasz Ratajczak

Politechnika Wrocławska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii,
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, tomasz.ratajczak@pwr.edu.pl

Streszczenie

W pracy zbadano prędkość opadania ziarn łupka miedzionośnego z flokulantem anionowym, kationowym i niejonowym w wodzie oraz w roztworze NaCl. Stwierdzono, że sedymentacja ziarn łupka przebiega zgodnie z kinetyką zerowego rzędu i jest zależna od rodzaju, stężenia flokulanta oraz roztworu wodnego.

Wprowadzenie

Flokulacja jest procesem, w którym cząstki stałe, zdyspergowane w ośrodku ciekłym, łączą się w większe zespoły, pod wpływem czynnika wiążącego (Drzymała, 2009). Czynnikiem tym jest flokulant, będący substancją polimerową, rozpuszczalną w wodzie i posiadającą łańcuchową budowę cząsteczki. Stosuje się je do przyspieszenia opadania ziarn oraz polepszenia filtracji (Drzymała i Fuerstenau, 1987; Polowczyk, 2016). W wyniku flokulacji tworzą się agregaty ziarn. Mają one dużo większą masę, niż pojedyncze ziarna, dlatego też, dzięki siłom grawitacji opadają szybciej na dno (Drzymała, 2009).

Celem pracy była ocena wpływu rodzaju, stężenia flokulanta oraz roztworu wodnego na prędkość opadania (sedymentacji) ziarn łupka miedzionośnego. Badania przeprowadzono w wodzie oraz w roztworze soli. Zachodzący proces opisano równaniem kinetycznym zerowego rzędu (Brożek i Młynarczykowska, 2009; Drzymała, 2009).

Metodyka badań

Badania przeprowadzono na łupku miedzionośnym S o zawartości węgla organicznego i miedzi wynoszącej odpowiednio 0,53% i 0,59% (Drzymała i inni, 2017). Sedymentacje łupka S wykonano w wodzie oraz w wodnym roztworze NaCl o stężeniu 1 mol/dm^3 (1M), w obecności flokulanta kationowego (SUPERFLOC C – 490), anionowego (OPTIFLOC A – 150) oraz niejonowego (Poly(ethylene oxide)), o stężeniach 50 mg/dm^3 i dawkach 5; 15; 25 g/Mg. Podstawową charakterystykę użytych flokulantów zebrano w tabelach 1-3.

Tabela 1. Charakterystyka flokulanta „SUPERFLOC C - 490”
(Karta charakterystyki „SUPERFLOC C – 490”, 2017)

Kationowość [%]	35 %
Ciężar molekularny/relaktywny	standard
Gęstość zasypowa kg/m^3	750 +/- 50
pH 0,5% roztworu	3 - 5
Lepkość standardowa cP	3,3 - 4,3

Tabela 2. Charakterystyka flokulanta „OPTIFLOC A - 150”
(Karta charakterystyki „OPTIFLOC A – 150”, 2017)

Anionowość [%]	50 %
Ciężar molekularny/relaktywny	wysoki
Ciężar właściwy 25 ^o C [kg/m ³]	850 +/- 50
pH 0,5 % roztworu w temp. 20°C	7 - 9
Zawartość substancji nierozpuszczonych [%]	2,0 max
Lepkość cps: 0,5 %	900

Tabela 3. Charakterystyka flokulanta Poly(ethylene oxide)
(Karta charakterystyki „Poly(ethylene oxide)”, 2017)

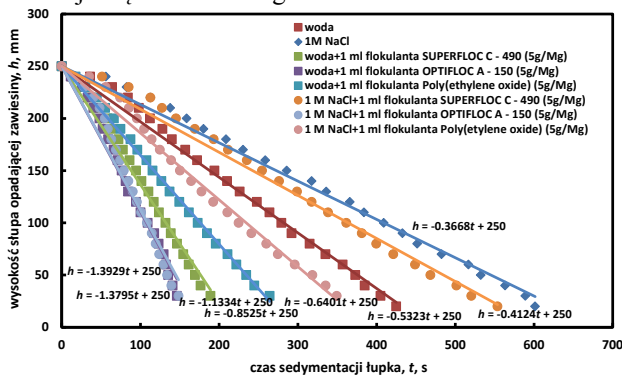
Gęstość	1,21 g/cm ³
Lepkość	8,8 – 17,6

Sedymentację łupka S o uziarnieniu poniżej 0,1 mm i masie 10 g przeprowadzono w cylindrach miarowych o pojemności 250 cm³. Badania przeprowadzono w wodzie, 1M NaCl oraz w układach woda+flokulant, roztwór 1M NaCl+flokulant. Po dokładnym, ręcznym wymieszaniu zawartości cylindrów, z chwilą ich postawienia na stole, zaczęto obserwować przesuwanie się fazy mętności. Określono w ten sposób rozdział faz, mierząc stoperem czas przekraczania granicy mętności kolejnych działek cylindra. Badania dla każdego cylindra prowadzono w czasie 10 min. Wyniki przedstawiono w postaci wykresów kinetyki procesu, opisujących prędkość opadania ziarn łupka w czasie.

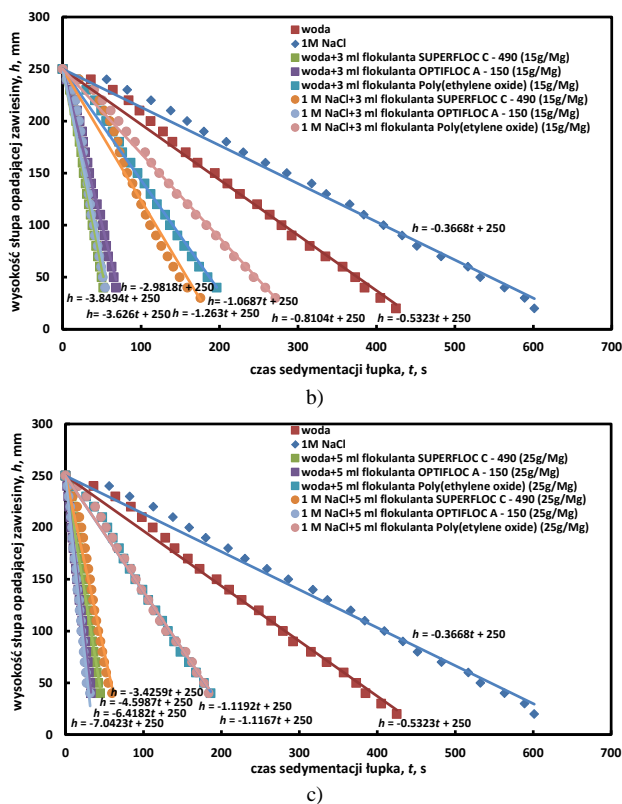
Wyniki i dyskusja badań

Na rysunkach 1a-c) przedstawiono wyniki sedymentacji łupka S w wodzie oraz 1M NaCl w obecności flokulantów przy różnych ich dawkach. Dodatkowo, dla porównania otrzymanych wartości, na rys. 1 pokazano wyniki sedymentacji łupka w samej wodzie oraz w czystym 1M roztworze NaCl.

W wyniku doświadczenia otrzymano prostoliniowe zależności wysokości słupa opadającej zawiesiny (h) w czasie (t), które opisano równaniami kinetycznymi zerowego rzędu, co przedstawiono na rys 1a-c). W tabeli 4 zebrano wartości stałej szybkości sedymentacji łupka S (k) w zależności od rodzaju stężenia badanego układu.



a)



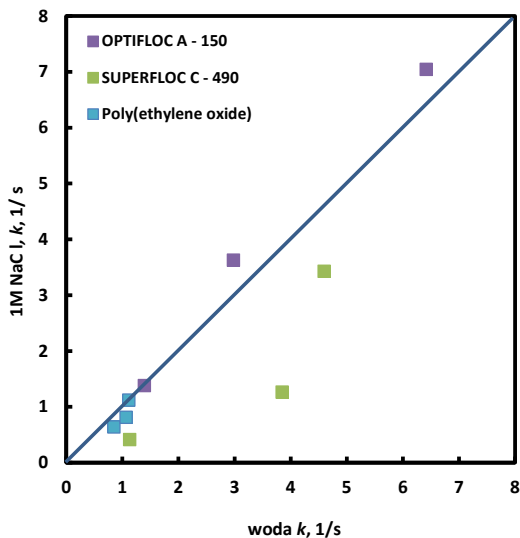
Rys. 1. Sedymentacja łupka miedzionośnego S w wodzie, 1 M NaCl oraz w obecności flokulantów o stężeniu 50 mg/dm^3 i dawkach 5g/Mg a), 15g/Mg b), 25g/Mg c)

Tabela 4. Stałe szybkości sedymentacji łupka S (k)

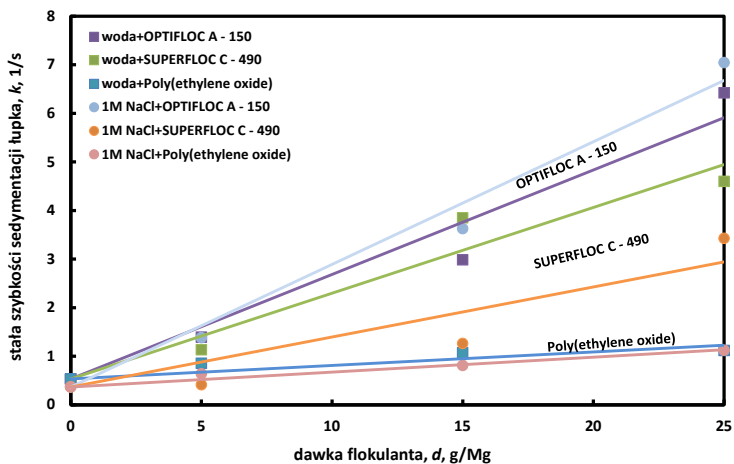
Układ	Stała szybkości sedymentacji łupka miedzionośnego, k , 1/s			
	dawka flokulanta, d , g/Mg			
	0	5	15	25
woda	0.5323	-	-	-
OPTIFLOC A - 150	-	1.3929	2.9818	6.4182
SUPERFLOC C - 490	-	1.1334	3.8494	4.5987
Poly(ethylene oxide)	-	0.8525	1.0687	1.1167
1M NaCl	0.3668	-	-	-
OPTIFLOC A - 150	-	1.3795	3.6260	7.0423
SUPERFLOC C - 490	-	0.4124	1.2630	3.4259
Poly(ethylene oxide)	-	0.6401	0.8104	1.1192

Z badań sedymentacyjnych łupka miedzionośnego S w wodzie i soli (NaCl), bez użycia i w obecności flokulantów wynika, że sedymentacja w samej wodzie przebiega szybciej niż w roztworze soli (rys. 1, 2). Jest to spowodowane tym, że przy dodatku soli, gęstość roztworu

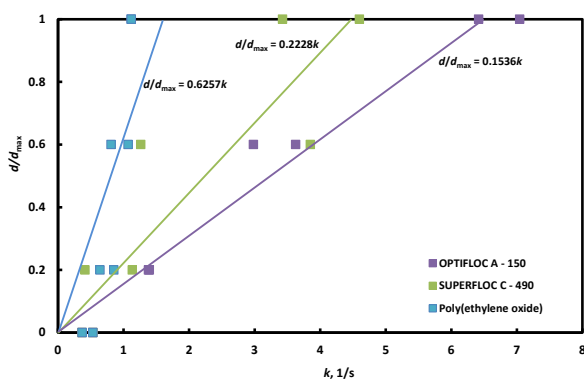
jest zwiększona i czas opadania ziaren łupka jest dłuższy. Dodanie flokulantów do wody i soli przyspiesza sedymentację ziarn łupka (rys. 1a-c). Najlepsze wyniki uzyskano przy sedymentacji łupka S w obecności flokulanta anionowego OPTIFLOC A – 150, nieco gorsze w przypadku zastosowania SUPERFLOC C – 490, a najslabsze w obecności flokulanta niejonowego Poly(ethylene oxide) (rys. 3 i 4), których przebieg opisano równaniem linii prostej na rys. 4.



Rys. 2. Porównanie prędkości (k) sedymentacji łupka S w wodzie i 1M NaCl w obecności flokulantów sedymentacja łupka miedzionośnego S w wodzie, 1 M NaCl oraz w obecności flokulantów o stężeniu 50 mg/dm^3 i dawkach 5 g/Mg a , 15 g/Mg , 25 g/Mg



Rys. 3. Prędkość sedymentacji łupka S w obecności flokulantów w wodzie i 1M NaCl



Rys. 4. Wpływ rodzaju flokulantu na prędkość sedymentacji łupka S

Wnioski

Z badań wynika, że najszybciej sedymentują ziarna łupka S w obecności flokulantu anionowego OPTIFLOC A – 150, natomiast najwolniej w obecności flokulantu niejonowego zarówno w wodzie jak i w 1M NaCl, co związane jest z masą cząsteczkową stosowanych związków (tabela 1-3). Kinetyka flokulacji ziarna łupka miedzionośnego zależy od rodzaju i stężenia zastosowanego flokulantu oraz roztworu wodnego.

Podziękowania

Niniejszy artykuł oparty jest na pracy inżynierskiej Marcina Węgrzyna *Ocena wpływu agregacji ziarna na ich flotację solną* (opiekun Tomasz Ratajczak) wykonanej w roku 2017 na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej. Przygotowanie tego artykułu sfinansowane zostało z grantu statutowego 0401/0129/17.

Literatura

- BROŻEK M., MŁYNARCZYKOWSKA A., 2009, *Kinetyka flotacji*, Wydawnictwo IGSMIE PAN, Kraków.
- DRZYMAŁA J., FUERSTENAU D.W., 1987. *Adsorption of polyacrylamide, partially hydrolyzed polyacrylamide and polyacrylic acid on ferric oxide and silica*, in: *Flocculation in biotechnology and separation systems*, Y. Attia (ed.).
- DRZYMAŁA J., 2009. *Podstawy mineralurgii*, Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- DRZYMAŁA J., KARWOWSKI P., BOROWSKI K., PAŹIK P.M., KOWALCZUK P.B., 2017. *Próba klasyfikacji łupków Legnicko - Głogowskiego Okręgu Miedziowego na podstawie zawartości węglanów, minerałów ilastych, węgla organicznego oraz miedzi*. W: Drzymała J. Kowalczyk P.B. (red.), *Łupek miedzionośny III*, s. 52 - 58, WGGG PWR, Wrocław.
- KARTA CHARAKTERYSTYKI „OPTIFLOC A – 150”, 2017. Kemipol flokulanty Optifloc, LPKiO WGGG PWR, Wrocław.
- KARTA CHARAKTERYSTYKI „SUPERFLOC C – 490”, 2017. Kemipol Flokulanty Superfloc, LPKiO WGGG PWR, Wrocław.
- KARTA CHARAKTERYSTYKI „Poly(ethylene oxide)”, 2017. (online) <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/189456?lang=pl®ion=PL>, (02.07.2017 r.).
- POŁOWCZYK I., 2016. *Flokulacja łupka miedzionośnego*. W: Drzymała J. Kowalczyk P.B. (red.), *Łupek miedzionośny II*, s. 44 - 49, WGGG PWR, Wrocław.