

DEJAN SMOLOVIĆ¹
MIRA VUKČEVIĆ²,
DRAGOLJUB BLEČIĆ²

Originalni naučni rad
UDC:669.712.1

Uticaj gustine i temperature razblažene suspenzije kao i vrste rastvora u kome se priprema emulzioni flokulant na brzinu taloženja crvenog mulja i kvalitet aluminatnog rastvora

Ovaj rad predstavlja nastavak industrijskih istraživanja primjene emulzionog flokulanta (hidroksamatnog poliakrilamida -HX 300), koja su obuhvatala praćenje brzine taloženja crvenog mulja sa postojećim flokulantima i brzine taloženja sa emulzionim flokulantom, kao i karakteristike istaloženog crvenog mulja sa stanovišta granulacije i sadržaja suvih materija dobijenih nakon primjene gore navedenih flokulanta. U ovom radu istraživanja su imala za cilj da se na bazi eksperimentalnih rezultata, utvrde efekti pripreme emulzionog flokulanta u različitim rastvorima, kao i uticaj temperature i gustine razblažene suspenzije u koju se dodaje emulzioni flokulant na efekte taloženja crvenog mulja.

Dobijeni rezultati pokazuju da priprema emulzionog flokulanta HX 300 u alkalnim rastvorima daje znatno bolje rezultate u pogledu brzine taloženja crvenog mulja i bistroće preliva (rastvora aluminata) u odnosu na pripremu istog flokulanta u industrijskoj vodi.

Sa povećanjem temperature razblažene suspenzije u kojoj se dodaje emulzioni flokulant HX 300, povećava se brzina taloženja crvenog mulja i poboljšava kvalitet (bistroća) aluminatnog rastvora, dok povećanje gustine razblažene suspenzije u koju se dodaje emulzioni flokulant negativno utiče na efekte taloženja crvenog mulja.

Takođe sa povećanjem razblaženja suspenzije nakon procesa luženja boksita u kojoj se dodaje emulzioni flokulant HX 300, povećava se brzina taloženja crvenog mulja i poboljšava kvalitet (bistroća) aluminatnog rastvora.

Ključne riječi: crveni mulj, flokulant, taloženje, aluminatni rastvor

UVOD

Operacija odvajanja crvenog mulja od aluminatnog rastvora se odvija u posudama sa velikom površinom (dekanterima) uz dodatak odgovarajućeg flokulanta.

Mnogi mineralni procesi proizvodnje zahtijevaju dobijanje veoma čistih rastvora sa minimalnim količinom suspendovanih čvrstih čestica ili dobijanje čvrstog produkta sa minimalnom količinom tečnosti. U proizvodnja glinice po Bajerovom postupku potrebno je što je moguće više ispuniti oba zahtjeva.

Dobijeni rezultati u prethodno urađenim eksperimentalnim istraživanjima [1], primjene emulzionog flokulanta u odnosu na postojeće flokulante u KAP-u, pokazuju da je brzina taloženja crvenog mulja dodatkom emulzionog flokulanta nekoliko puta veća od brzine taloženja crvenog mulja sa postojećim flokulantima. Dodatkom emulzionog flokulanta dobija se jasna granica razdvajanja tečne i čvrste faze.

Adresa autora: ¹KAP – Fabrika za proizvodnju glinice Podgorica, ²Metalurško –tehnološki fakultet, Univerzitet Crne Gore, Podgorica

Rad primljen: 25.09.2011.

Crveni mulj koji se taloži uz dodatak emulzionog flokulanta je krupniji, što se objašnjava stvaranjem agregata koji imaju veću masu i brže se talože, a uzrok je hemijski sastav emulzionog flokulanta. Sadržaj suvih materija u crvenom mulju je veći, što poboljšava efekte ispiranja crvenog mulja.

Richardson i Zaki [2] su pokazali da Stoksova jednačina koja opisuje taloženje čvrstih čestica iz rastvora važi i za opisivanje taloženja agregata čestica.

Poznato je da je brzina taloženja čestice proporcionalno kvadratu veličine agregata čestice, tako da malo povećanje veličine čestica ima veliki uticaj na brzinu taloženja. Ovo naročito važi za male čestice (< 50 μm) za koje je vrijeme taloženja jako dugo i gdje svako povećanje čestica putem stvaranja agregata može imati značajni uticaj na povećanje njihove brzine taloženja. Agradacija čestica je od velike važnosti za odvajanje crvenog mulja od aluminatnog rastvora [3].

Stvaranje agregata čestica zavisi od vjerovatnoće sudara čestica, od temperature rastvora, od kolizije čestica za vrijeme sudara, kao i od vjerovatnoće odvajanja čestica od agregata.

Frakcija efektivnog lijepljenja čestice (α) između dvije čestice, prečnika r_i i r_j na rastojanju d je data jednačinom Fuchs-a

$$\frac{1}{\alpha} = 2 \int_2^{\infty} \exp\left(\frac{V}{kT}\right) \frac{dS}{S^2} \quad (1)$$

gdje su:

α - frakcija efektivnog lijepljenja čestice

k - Bolcmanova konstanta

S - $2d / (r_i + r_j)$

V - ukupna energija interakcije

T - temperatura

Agregacija može biti indukovana sa dugim lancima adsorbovanih sa nekoliko aktivnih mjesta stvorenih od dvije ili više čestica. Flokulant sa svojim makromolekulskim lancima mogu obezbijediti takvo efikasno spajanje ako površina čestice nije kompletno prekrivena sa polimerom [4].

Da li će se flokulant adsorbovati na površinu čestice i da li će doći do stvaranja agregata čestica najviše zavisi od svojstava samog flokulanta kao i od svojstava rastvora (temperatura, gustina, jonske veze između čestica, viskozitet, pH itd.) [5-7].

Flokulanti koji daju dugačke agregate (otvorene agregate) sadrže više rastvora a kao takvi daju nižu

gustinu crvenog mulja na dnu dekantera. Za brzo taloženje i za oslobađanje rastvora od crvenog mulja su poželjni flokulanti sa kojima se dobijaju veliki tj.gusti (kompaktni), sferoidni agregati [8].

EKSPERIMENTALNI DIO

Za eksperimentalna ispitivanja uticaja temperature i gustine razblažene suspenzije u koju se dodaje emulzioni flokulant na efekte taloženja crvenog mulja, korišćena je industrijska razblažena suspenzija sledećeg sastava:

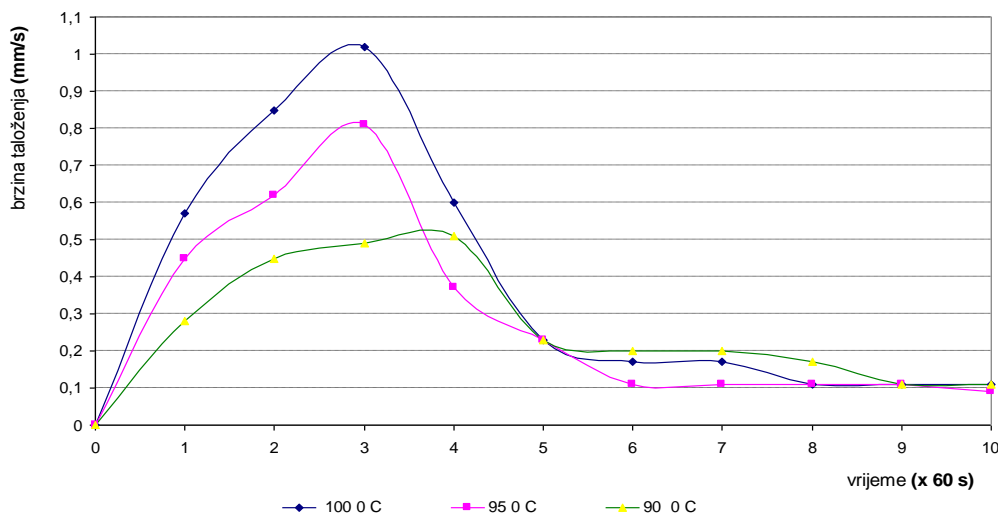
Hemijski sastav tečne faze (aluminatnog rastvora): $\text{Na}_2\text{Ok}=158,9 \text{ g/l}$, $\text{ak} = 1,57$.

Hemijski sastav čvrste faze (crveni mulj): $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15,1 \%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 42,2 \%$, $\text{Na}_2\text{Or} = 0,375 \%$, $\text{Na}_2\text{Ouk} = 5,42 \%$, $\text{SiO}_2 = 13,31 \%$, $\text{Zn}=0,407 \%$, $\text{TiO}_2 = 4,75 \%$, $\text{CaO} = 2,8 \%$ T.O. = 0,35.

Suspenzija: $t = 90 - 100 \text{ }^\circ\text{C}$, $\rho = 1310 \text{ do } 1330 \text{ g/l}$.

REZULTATI I DISKUSIJA

Na slici 1 prikazani su rezultati brzine taloženja crvenog mulja sa dodatkom rastvora flokulanta HX 300 ($c = 0,25 \%$) u količini od 500 g/l u razblaženu suspenziju gustine 1320 g/l i pri različitim temperaturama $90 \text{ }^\circ\text{C}$, $95 \text{ }^\circ\text{C}$ i $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Flokulant je pripreman u alkalnom rastvoru ($c_{\text{NaOH}} = 0,065\%$ i $t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$).



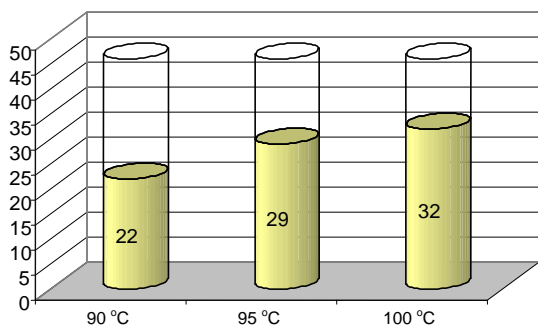
Slika 1 - Promjena brzine taloženja crvenog mulja u zavisnosti od vremena sa dodatkom flokulanta HX 300 u količini od 500 g/tc.m. u razblaženu suspenziju različitih temperature

Sa slike se vidi da pri dodavanju emulzionog flokulanta HX 300 u količini od 500 g/tc.m., na temperaturi razblažene suspenzije od $90 \text{ }^\circ\text{C}$, maksimalna brzina taloženja crvenog mulja iznosi 0,52 mm/s, na temperaturi od $95 \text{ }^\circ\text{C}$ brzina taloženja crvenog mulja se povećava na 0,81 mm/s, a na temperaturi od $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ona iznosi 1,1mm/s.

Izmjerene bistroće aluminatnih rastvora dobijenih nakon završenog taloženja crvenog mulja sa dodatkom flokulanta HX 300 u količini od 500 g/tc.m. u razblaženu suspenziju na različitim temperaturama prikazane su na slici 2.

Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da se sa povećanjem temperature razblažene sus-

penzije od 90 °C do 100 °C, pri konstantnoj količini dodavanja emulzionog flokulanta HX 300 (500 g/t.c.m.), poboljšava bistroća aluminatnog rastvora sa 22 na 32.

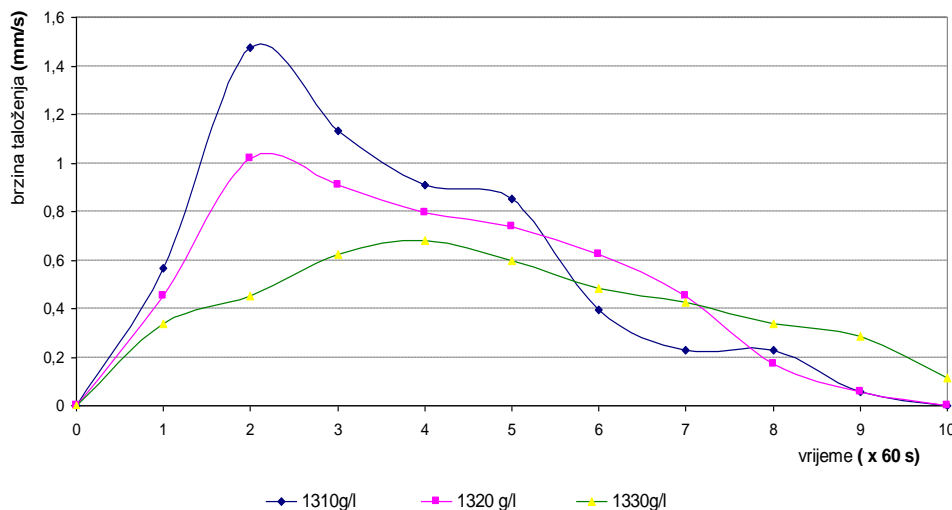


Slika 2 - Izmjerene bistroće aluminatnih rastvora za flokulant HX 300 dodavan u količini od 500 g/t c.m. u razblaženu suspenziju različitih temperatura

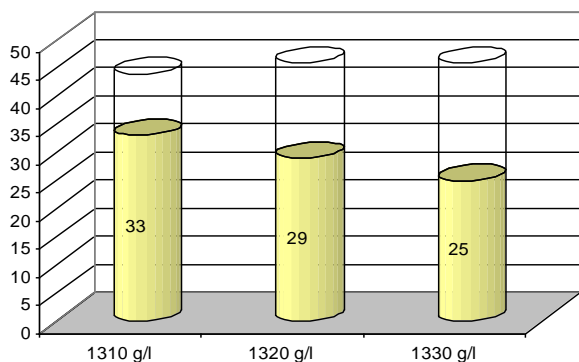
Na slici 3 prikazani su rezultati brzine taloženja crvenog mulja sa dodatkom rastvora flokulanta HX 300 ($c = 0,25 \%$) u količini od 500 g/t.c.m. u razblaženu suspenziju različite gustine: $\rho = 1310 \text{ g/l}$, 1320 g/l i 1330 g/l na $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$. Flokulant je pripreman u alkalnom rastvoru : ($c_{\text{NaOH}} = 0,065 \%$ i $t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$).

Pri gustini razblažene suspenzije od 1310 g/l maksimalna brzina taloženja crvenog mulja iznosi $1,43 \text{ mm/s}$, a sa povećanjem gustine na 1320 g/l maksimalna brzina taloženja opada na $1,05 \text{ mm/s}$, a za gustinu od 1330 g/l maksimalna brzina taloženja iznosi $0,64 \text{ mm/s}$.

Izmjerene bistroće aluminatnih rastvora dobijene nakon završenog taloženja crvenog mulja sa flokulantom HX 300 dodatog u količini od 500 g/t c.m. u razblaženu suspenziju za različite gustine prikazane su na slici 4.



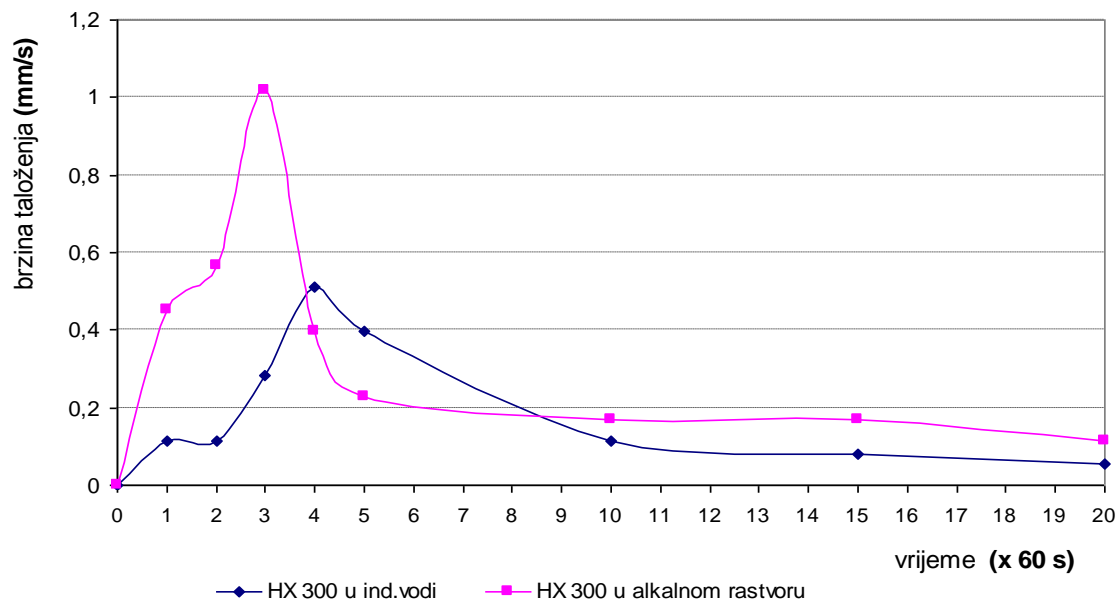
Slika 3 - Promjena brzine taloženja crvenog mulja u zavisnosti od vremena sa dodatkom flokulanta HX 300 u količini od 500 g/t.c.m. u razblaženu suspenziju za različite gustine



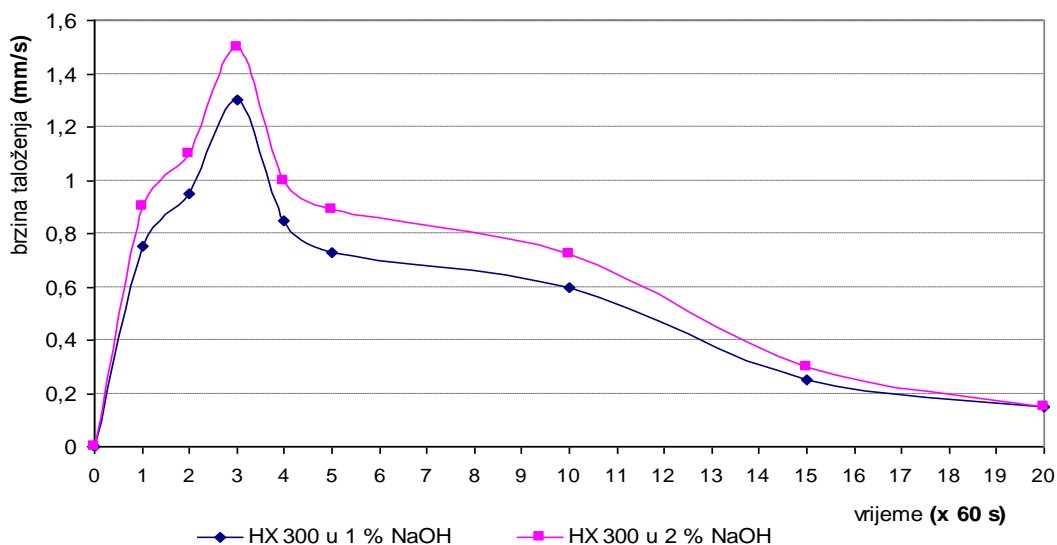
Slika 4 - Izmjerene bistroće aluminatnih rastvora za flokulant HX 300 dodatog u količini od 500 g/t c.m. u razblaženu suspenziju za različite gustine

Na osnovu rezultata prikazanih na slici 4 može se zaključiti da se sa povećanjem gustine razblažene suspenzije: od 1310 g/l do 1330 g/l u kojoj se dodaje emulzioni flokulant HX 300 (500g/t.c.m.), pogoršava bistroća dobijenog aluminatnog rastvora sa 33 na 25, odnosno da optimalna gustina razblažene suspenzije pri kojoj se dobija velika brzina taloženja crvenog mulja i dobra bistroća odnosno kvalitet aluminatnog rastvora iznosi 1310 g/l .

Ekspirimentalno određene brzine taloženja crvenog mulja, u zavisnosti od alkalnosti rastvora u kojima je pripreman flokulant HX 300, a koji je dodavan u količini od 450 g/t c.m. u razblaženu suspenziju ($\rho = 1310 \text{ g/l}$ i $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$), prikazane su na slikama 5. i 6.



Slika 5 - Promjena brzine taloženja crvenog mulja u zavisnosti od vremena za flokulant HX 300 dodatog u količini od 450 g/t c.m. koji je spreman u ind.vodi i alkalnom rastvoru (0,065% NaOH).



Slika 6 - Promjena brzine taloženja crvenog mulja u zavisnosti od vremena za flokulant HX 300 dodatog u količini od 450 g/t c.m. koji je spreman u 1 % rastvoru NaOH i u 2% rastvoru NaOH

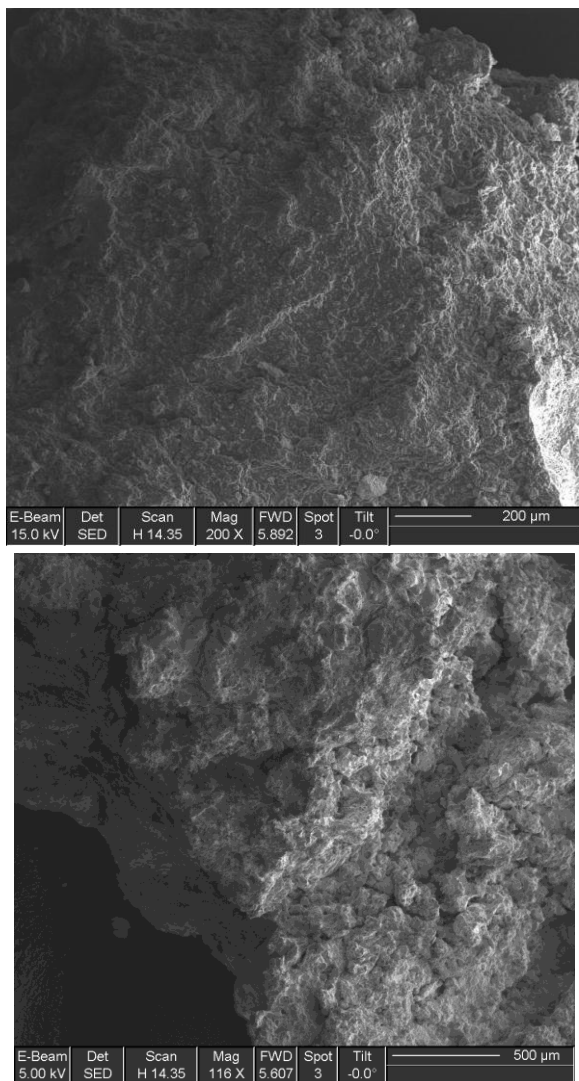
Sa slike 6 se vidi da je brzina taloženja crvenog mulja za količinu dodatog flokulanta u razrijeđenu suspenziju od 450 g/tc.m. znatno manja, ukoliko je flokulant pripreman u industrijskoj vodi u odnosu na pripremu istog flokulanta u alkalnom rastvoru (0,065% NaOH).

Dobijena bistroća aluminatnog rastvora je mnogo bolja ako se flokulant priprema u alkalnom rastvoru

nego u industrijskoj vodi. Ovo se objašnjava velikom tvrdoćom industrijske vode, tako da se flokulant veže sa rastvorenim elementima (Ca, Mg ...) u vodi, čime se smanjuje njegova efikasnost.

Na osnovu dobijenih rezultata takođe se može zaključiti da se sa povećanjem alkalnosti rastvora u kome se priprema flokulant (1 % i 2 % NaOH), dolazi do povećanja brzine taloženja mulja.

Na slici 7 su prikazani SEM snimci uzoraka crvenog mulja istaloženog sa emulzionim flokulantom HX 300.



Slika 7 - SEM snimci uzoraka crvenog mulja istaloženog sa emulzionim flokulantom HX 300

ZAKLJUČCI

- Optimalni rezultati primjene emulzionog flokulanta HX 300 koji se odnose na brzinu taloženja crvenog mulja i kvalitet izdvojenog aluminatnog rastvora, postižu se pri dodavanju ovog flokulanta u razblaženu suspenziju čija temperatura iznosi 100°C , a gustina 1310 g/l.
- Priprema emulzionog flokulanta HX 300 u alkalnim rastvorima daje znatno bolje rezultate u

pogledu brzine taloženja crvenog mulja i bistroće preliva (rastvora aluminata) u dekanteru u odnosu na pripremu istog flokulanta u industrijskoj vodi. Najbolji rezultati se postižu pripremom emulzionog flokulanta HX 300 u alkalnom rastvoru koncentracije 1 i 2 % NaOH

- Na osnovu SEM snimaka čestica crvenog mulja, primjećuje se da su agregati čestica crvenog mulja dobijenih taloženjem čestica neizluženog boksita sa emulzionim flokulantom HX 300 kompaktni, gusti i sferoidnog oblika, a najvažniji uzrok tome, pored hidrodinamičkih osobina rastvora u kojem se odvija taloženje čestica crvenog mulja je hemijski sastav flokulanta koji se primjenjuje.

LITERATURA

- [1] Smolović, D., Vukčević, M., Blečić, D., „The influence of adding emulsion flocculants on the effects of red-mud sedimentation“, *Materiali in Tehnologije*, 44 (6) 293-423(2010) 403-406.
- [2] Richardson, J.F. and Zaki, W.N: „Sedimentation and fluidisation“ Part I, *Trans. Instn. Chem. Engrs.*,32, (1954), pp. 35-52
- [3] Franca Jones.,: „The Mechanism of Bayer Residue Flocculation“, Curtin University of Technology School of Applied Chemistry., May 1998
- [4] Settling characteristics of QAL Red mud., E1445 Thesis, Department of Chemical Engineering by Toby Marsh, Supervisor: dr Tony Howes., Submitted, October, 1998.
- [5] E.C. Phillips and K.L. O'Brien, „Development of New Polyacrylate Flocculants for Red Mud Clarification“, *Light metals*, Volume 1 (2006), pp 5-11.
- [6] Perišić M., Filipović R., Skundrić-Penavin J., Zivković Z., *Analiza jednog kinetičkog modela luženja boksita natrijum-hidroksidom*, *Zastita materijala*, 50 (2009) 2, pp. 105-109.
- [7] Blečić, D. and Adžić, M (1990); Analysis of the results obtained by experimental investigation of aluminate solution from red mud, 6th Yugoslav International Symposium on Aluminium. I. Bauxites and Extractive Metallurgy, Yugoslavia, 1990, p.113-123.
- [8] D. Spitzer and Q. Dai: „Effect of Flocculant Molecular Weight on Rheology“, *Light Metals* Volume 1, 2006, pp 11 - 15

ABSTRACT**THE INFLUENCE OF DENSITY , TEMPERATURE AND TYPE OF LIQUID IN WHICH PREPARATION EMULSION FLOCCULANT ON RED MUD SETTLING VELOCITY AND ALUMINATE QUALITY LIQUOR**

This work represents a continuation of the industrial application of research emulsive flocculants (hydroxamate polyacrylamide –HX 300)that included monitoring the sedimentation velocity with the existing red mud flocculants and the sedimentation velocity as well as the characteristics of red mud in terms of granulation and content of dry substances obtained after applying the above flocculants In this work the investigation is defining of the effects of emulsion flocculants preparation in different solutions. The influence of temperature and density of diluted solution as the medium for flocculants adding on red mud settlement have also been investigated.

The results indicate better effects in terms of settlement velocity as well as clarity when the emulsion flocculants HX300 has been used in comparison with the effects of flocculants prepared in industrial water.

Increasing of diluted suspension temperature with the flocculants HX300 the red mud settlement velocity has been increased. The clarity of aluminate solution was of the better quality. Increasing of the diluted suspension density has the negative effect on red mud settlement effects.

The increased dilution of the suspension after the bauxite leaching (with the HX300 flocculants) increases the red mud settlement velocity and influence the better quality of aluminate solution in terms of quality.

Key words: red mud, flocculants, settlement, aluminate solution

Paper received: 25.09.2011.

Scientific paper