

FENOMENI PROCESA KRISTALIZACIJE $\text{Al}(\text{OH})_3$ IZ ALUMINATNIH RASTVORA

FENOMENA OF $\text{Al}(\text{OH})_3$ CRYSTALILIZATION FROM CAUSTIC SODA SOLUTIONS

I. NIKOLIĆ¹, D. BLEČIĆ¹, N. BLAGOJEVIĆ¹,
V. RADMILOVIĆ², K. KOVAČEVIĆ³

1) Metalurško-tehnološki fakultet, Podgorica, 2) National Center for Electron
Microscopy, Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California at
Berkeley 3) Institut za crnu metalurgiju, Nikšić

IZVOD

Proces kristalizacije $\text{Al}(\text{OH})_3$ iz aluminatnih rastvora (razlaganje aluminatnih rastvora) predstavlja važan dio Bayer-ovog postupka proizvodnje glinice. U toku ovog procesa istovremeno se odvija nekoliko fenomena od kojih zavise fizičko-hemijske karakteristike istaloženog $\text{Al}(\text{OH})_3$, ato su nukleacija, aglomeracija i rast kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$.

U ovom radu je ispitivan uticaj temperature, koncentracije kaustične sode i vremena trajanja procesa razlaganja aluminatnih rastvora na nukleaciju, aglomeraciju i rast kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$. Dobijeni rezultati su pokazali da se proces nukleacije intezivira sa sniženjem temperature, sa smanjenjem koncentracije kaustične sode i sa produženjem vremena trajanja procesa. Aglomeracija se intezivira sa povećanjem temperature i sa smanjenjem koncentracije kaustične sode kao i sa produženjem vremena trajanja procesa razlaganja aluminatnih rastvora. Ukupna brzina rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ se povećava sa povećanjem temperature i sa smanjenjem koncentracije kaustične sode.

Ključne riječi: $\text{Al}(\text{OH})_3$, aluminatni rastvor, nukleacija, aglomeracija, rast kristal

ABSTRACT

Crystallization of $\text{Al}(\text{OH})_3$ from caustic soda solutions (decomposition of caustic soda solutions) is important part of Bayer process of alumina production. Several phenomena that determine physic and chemical characteristic of precipitated $\text{Al}(\text{OH})_3$ occurs simultaneously during this process and there ara nucleation, agglomeration and $\text{Al}(\text{OH})_3$ crystal growth.

The influence of temperature, caustic soda concentration and and residence time on the nucleation, agglomeration and $\text{Al}(\text{OH})_3$ crystal growth was investigated. The results have shown that the nucleation is increased with decrease of temperature and caustic soda concentration, and with increase of residence time. Agglomeration is increased with increase of temperature and decrease of caustic soda concentration, and with increase of residence time. Overall crystal growth rate is increased upon increase of temperature and decrease of caustic soda concentration.

Key words: $\text{Al}(\text{OH})_3$, caustic soda solutions, nucleation, agglomeration, crystal growth.

1. UVOD

U industrijskoj terminologiji proizvodnje glinice, proces kristalizacije $\text{Al}(\text{OH})_3$ je poznat kao proces razlaganja (dekompozicija) aluminatnih (kaustičnih) rastvora, dok se u naučno-istraživačkim i literaturnim podacima češće naziva kristalizacija $\text{Al}(\text{OH})_3$. Osnovni uslov da bi došlo do procesa kristalizacije $\text{Al}(\text{OH})_3$ iz aluminatnih rastvora jeste prezasićenost aluminatnih rastvora koja se može odrediti na nekoliko načina, [1,2,3].

U toku procesa kristalizacije $\text{Al}(\text{OH})_3$ iz aluminatnih rastvora istovremeno se odvija nekoliko fenomena a to su nukleacija, aglomeracija, rast kristala i atricija i svi imaju uticaja na fizičko-hemijske karakteristike istaloženog $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Nukleacija predstavlja stvaranja novih čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$ iz prezasićenih aluminatnih rastvora. Može biti primarna i sekundarna. Primarna nukleacija predstavlja spontano obrazovanje centara kristalizacije iz prezasićenog rastvora, dok se sekundarna predstavlja obrazovanje nukleusa na već postojećim centrima kristalizacije.

Za proces kristalizacije $\text{Al}(\text{OH})_3$ iz aluminatnih rastvora, treba istaći da primarna nukleacija nema neki značaj za razliku od sekundarne nukleacije koja se odvija u prisustvu cjepiva (prethodno istaloženi $\text{Al}(\text{OH})_3$) jer se aluminatni rastvori veoma sporo razlažu, pa cjepivo služi kao akcelerator procesa razlaganja.

Međutim, bez obzira na dodatak cjepiva, proces kristalizacije $\text{Al}(\text{OH})_3$ ne počinje odmah po unošenju čestica cjepiva, već je za to potrebno izvjesno vrijeme, a to je tzv. indukcionni period. U industrijskim uslovima indukcionni period pri kristalizaciji iz aluminatnih rastvora nema neki značaj, dok pri ispitivanjima u laboratorijskim uslovima ima veliki značaj i može da traje i nekoliko sati, zavisno od uslova pri kojima se odigrava proces kristalizacije [4,5]. Nakon isteka indukcionnog perioda, dolazi do masovne kristalizacije $\text{Al}(\text{OH})_3$ iz aluminatnih rastvora.

Za razliku od nukleacije aglomeracija predstavlja slijepljivanje sitnih čestica u krupnije agregate i zajedno sa rastom kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ predstavlja glavni faktor okrupnjavanja izlaznog $\text{Al}(\text{OH})_3$. Ilievski i White [6], su istakli da se aglomeracija javlja u početnom periodu procesa kristalizacije iz aluminatnih rastvora kada je rast kristala zanemarljiv. Osim toga, oni su smatraju da se aglomeracija $\text{Al}(\text{OH})_3$ odvija tako što dolazi do obrazovanja slabo vezanih flokula (nakupina čestica), koje ukoliko opstanu, zahvaljujući rastu, očvršćavaju u stabilne aglomerate.

Kada se stvori nukleus kritične veličine tada on nastavlja da raste. Postoji više teorija koje objašnjavaju mehanizam rasta kristala kao i više jednačina koje brojni autori predlažu za izražavanje brzine rasta kristala [7]. Ne postoji opšte prihvaćen metod za izražavanje brzine rasta kristala, budući da postoji kompleksna zavisnost od parametara procesa kristalizacije. Međutim, za pažljivo definisane uslove, brzina rasta kristala može biti izražena kao brzina mase-nog taloženja R_G ($\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$), srednja linearna brzina rasta kristala v (m s^{-1}) ili kao ukupna (*overall*) linearna brzina rasta G (m s^{-1}),

Pod linearnom brzinom rasta kristala može se podrazumijevati brzina pomjeranja date kristalografske ravni u pravcu normalnom na tu ravan (R), što ustvari predstavlja brzinu rasta date kristalografske ravni ili brzina pomjeranja stepenika rastuće materije (v), [8].

Određivanje brzine rasta kristala predstavlja veliki problem, jer se u većini slučajeva u toku procesa kristalizacije odvijaju i nukleacija i aglomeracija koji takodje dovode do okrupnjavanja čestica. Tipičan primjer je upravo proces razlaganja aluminatnih rastvora odnosno proces kristalizacija $\text{Al}(\text{OH})_3$ iz aluminatnih rastvora. U ovom slučaju se koristi pojam ukupne brzine rasta kristala koja se određuje metodom koju su predložili Randolph i Larson 1982 god, a koja je detaljno izložena od strane Mulina, Shonella i Garside, [7,9].

U ovom radu dat je osvrt na fenomene procesa kristalizacije $\text{Al}(\text{OH})_3$ iz aluminatnih rastvora. Ispitivan je uticaj temperature, koncentracije kaustične sode i vremena trajanja procesa razlaganja na aglomeraciju, nukleaciju i rast kristala pri kristalizaciji $\text{Al}(\text{OH})_3$ iz aluminatnih rastvora.

2. EKSPERIMENT

Proces kristalizacije $\text{Al}(\text{OH})_3$ je realizovan iz sintetičkih aluminatnih rastvora koji su pripremani rastvaranjem aluminijuma (Alfa Aeser USA) čistoće 99.999 % u vrelom rastvoru NaOH određene koncentracije. Kao cjepivo je korišćen industrijski $\text{Al}(\text{OH})_3$ dobijen u Fabrici Glinice u Podgorici granulacije $-32 \mu\text{m}$ i $-75+63 \mu\text{m}$. Cjepivo granulacije $-32 \mu\text{m}$ je korišćeno u eksperimentima koji su se odnosili na ispitvanje aglomeracije dok je krupno cjepivo granulacije $-75+63 \mu\text{m}$ korišćeno u eksperimentima koji su se odnosili na ispitivanje nukleacije i rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$. Kristalizacioni odnos (odnos $\text{Al}(\text{OH})_3$ koji se dodaje kao cjepivo i $\text{Al}(\text{OH})_3$ koji je prisutan u aluminatnom rastvoru) bio je 1 u svim eksperimentima.

Proces razlaganja aluminatnih rastvora izvođen je u staklenom sudu zapremine 100 ml koji je stavljan u termostat na određenoj temperaturi. Miješanje rastvora je izvođeno uduvavanjem vazduha pomoću pumpe za vazduh čime se sprečava lomljenje kristala pri kontaktu čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$ sa pro-pelerima mehaničkog mješača. Eksperimenti su vršeni u vremenu od 1,2 i 3 h.

Svi eksperimenti su izvođeni tako što se 25 ml pripremljenog vrelrog aluminatnog rastvora stavljalo u stakleni sud koji se zatim stavljao u termostat na određenoj temperaturi. Po izjednačavanju temperature rastvora sa temperaturom vode, dodavano je cjepivo i uključivano miješanje rastvora. Po završetku eksperimenta suspenzija je filtrirana vrelom vodom. Nakon toga dobijeni talog je sušen i mjeran. Zatim je vršena, granulometrijska i mikrostrukturna analiza dobijenih uzoraka. Granulometrijska analiza je realizovana na aparatu "MALVERN 3600" a skening elektronska mikroskopija dobijenih uzoraka $\text{Al}(\text{OH})_3$ na aparatu JEOL 6340F Scanning Electron Microscope.

Svi eksperimenti su relizovani pri temperturi od 60, 65, 70 i 75 °C. Koncentracija kaustične sode $\text{Na}_2\text{O}_{(k)}$ bila je 130, 140 i 150 g/l. Maseni odnos (odnos koncentracije Al_2O_3 i Na_2O u aluminatnom rastvoru) bio je konstantan i iznosio je 1.05.

Prezasićenost rastvora (β) je izražavana kao odnos stvarne (Al_2O_3) i ravnotežne koncentracije Al_2O_3 , $(\text{Al}_2\text{O}_3)_0$

$$\beta = (\text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{Al}_2\text{O}_3)_0 \quad 1)$$

Dobijene vrijednosti su prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. Promjena prezasićenosti aluminatnih rastvora (β) u zavisnosti od temperature i koncentracije kaustične sode

Table 1. Change of supersaturation of caustic soda solutions (β) in function of temperature and caustic soda concentration

Temperatura (°C)	C(Na ₂ O _k) , g/l		
	130	140	150
60	2.41	2.33	2.26
65	2.17	2.10	2.04
70	1.96	1.9	1.84
75	1.78	1.72	1.67

Na osnovu podataka dobijenih granulometrijskom analizom određivan je relativni broj čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$. Kada je vrijednost relativnog broja čestica veća od 1 tada se odvija nukleacija a kada je manji od 1 odvija se aglomeracija.

Promjena aglomeracije je praćena preko promjene stepena aglomeracije A koji je izražavan na sledeći način,[10]:

$$A = (1 - N/N_0)100, \quad (2)$$

gdje su:

N i N_0 - broj čestica u istaloženom $\text{Al}(\text{OH})_3$ i u cjepivu a N/N_0 - relativni broj čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Smanjenje relativnog broja čestica N/N_0 ukazuje na povećanje stepena aglomeracije.

Promjena nukleacije je praćena na osnovu promjene relativnog broja čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Ukupna brzina rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ je određivana metodom Randolpha i Larsona. Za određivanje kinetičkih parametara procesa razlaganja aluminatnih rastvora, odnosno kristalizacije $\text{Al}(\text{OH})_3$ iz aluminatnih rastvora korišćen je izraz, [11,12].

$$G = K_G(C - C_0)^2 \quad (3)$$

gdje je:

G - ukupna brzina rasta kristala ($\mu\text{m/h}$),

K - konstanta ukupne brzine rasta kristala,

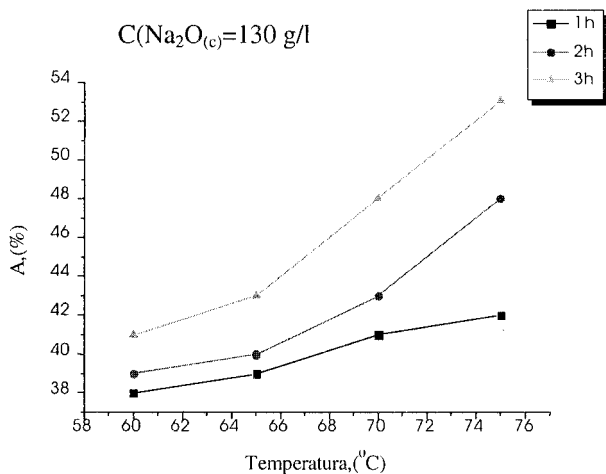
C i C_0 - stvarna i ravnotežna koncentracija $\text{Al}(\text{OH})_3$, respektivno

Iz zavisnost konstante ukupne brzine rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ od temperature određena je vrijednost energije aktivacije rasta kristala (ΔE_a) pri kristalizaciji $\text{Al}(\text{OH})_3$ iz aluminatnih rastvora.

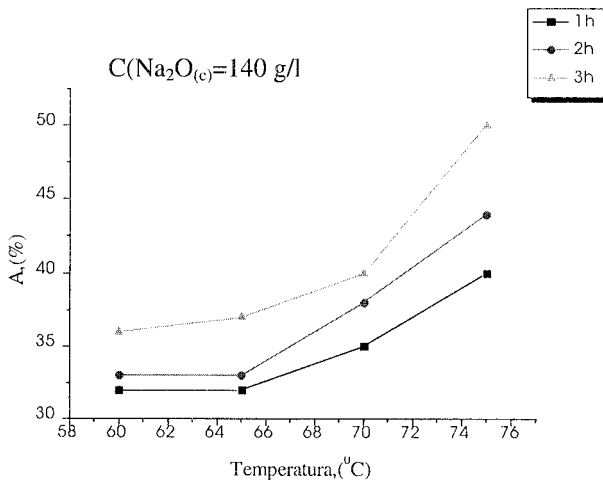
3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1 Analiza uticaja parametara procesa razlaganja aluminatnih rastvora na aglomeraciju čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$

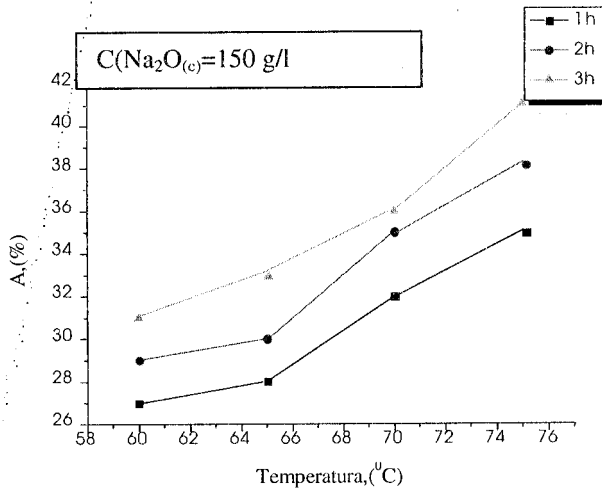
Rezultati dobijeni u okviru ispitivanja uticaja temperature i koncentracije kaustične sode na aglomeraciju čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$ prikazani su na slika 1.



a)



b)



c)

Slika 1. Promjena stepena aglomeracije (A) čestica $Al(OH)_3$ u zavisnosti od temperature i vremena trajanja procesa kristalizacije pri različitim koncentracijama kaustične sode ($C(Na_2O_{(c)})$) i upotrebi cjepiva granulacije $-32 \mu m$.

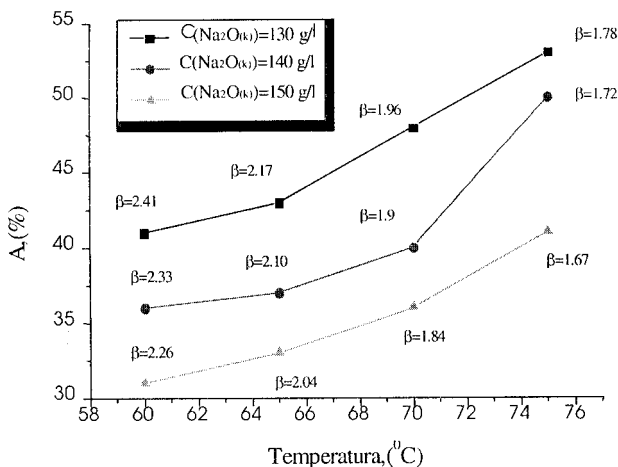
Fig. 1. Change of agglomeration degree (A) of $Al(OH)_3$ particles in function of temperature and residence time at the different caustic soda concentrations ($C(Na_2O_{(c)})$) and usage of seed grain size $-32 \mu m$.

Sa slika 1. se vidi da se sa produžavanjem vremena trajanja procesa i sa porastom temperature pri svim koncentracijama kaustične sode stepen aglomeracije (A) povećava, što ukazuje na intenziviranje aglomeracije čestica $Al(OH)_3$.

Osim toga, aglomeracija se intenzivira i sa smanjenjem koncentracije kaustične sode. Naime, evidentno je povećanje stepena aglomeracije sa smanjenjem koncentracije kaustične sode, odnosno povećanjem prezasićenosti aluminatnog rastvora pri konstantnoj temperaturi i vremenu trajanja procesa (slika 2).

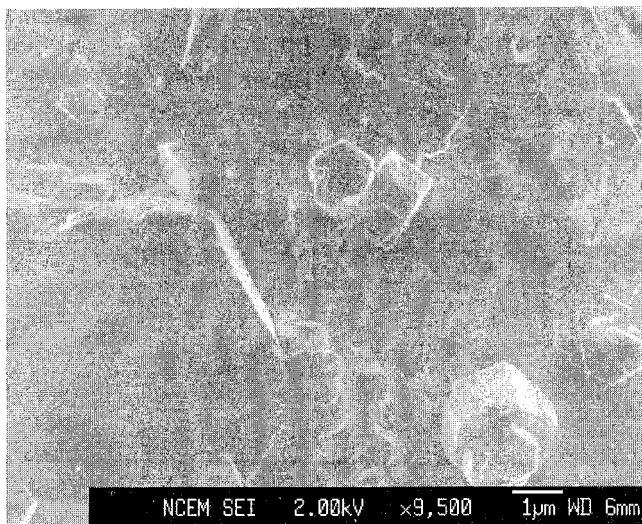
Međutim, povećanje stepena aglomeracije čestica $Al(OH)_3$ sa povećanjem temperature nije isto pri svim koncentracijama kaustične sode. Ako se razmotre rezultati razlaganja aluminatnih rastvora koji su dobijeni sa promjenom temperature u vremenu trajanja procesa od 3 h, (slika 2.), zapaža se da je pri koncentraciji kaustične sode od 130 g/l, povećanje stepena aglomeracije izraženije u temperturnom intervalu od 65 do 75 °C nego u intervalu od 60 do 65 °C. Pri koncentraciji kaustične sode od 140 g/l, ta promjena je izraženija u temperturnom intervalu od 70 do 75 °C, nego u intervalu od 60 do 70 °C dok je pri koncentraciji kaustične sode od 150 g/l ta promjena ravnomjerna. To znači da se sa smanjenjem koncentracije kaustične sode temperatura pri kojoj počinje intenzivnija promjena stepena aglomeracije, u ispitivanom intervalu, smanjuje.

Mikrostrukturalna istraživanja dobijenih uzoraka $Al(OH)_3$ su potvrdila prethodnu analizu tj. pokazala su prisustvo aglomerata, (slika 3.)



Slika2. Promjena i stepena aglomeracije (A) čestica $Al(OH)_3$ u zavisnosti od temperature i koncentracije kaustične sode u vremenu trajanja procesa od 3 h i upotrebi cjepiva granulacije $-32 \mu\text{m}$.

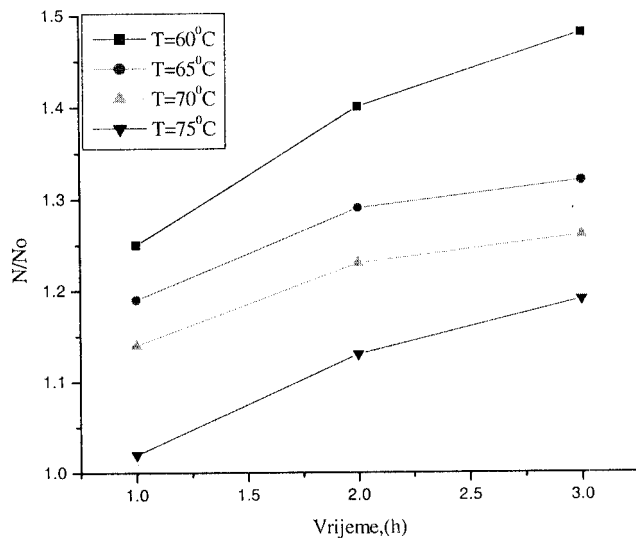
Fig.2. Change of agglomeration degree (A) of $Al(OH)_3$ particles in function of temperature and caustic soda concentration at the residence time of 3 h and usage of seed grain size $-32 \mu\text{m}$.



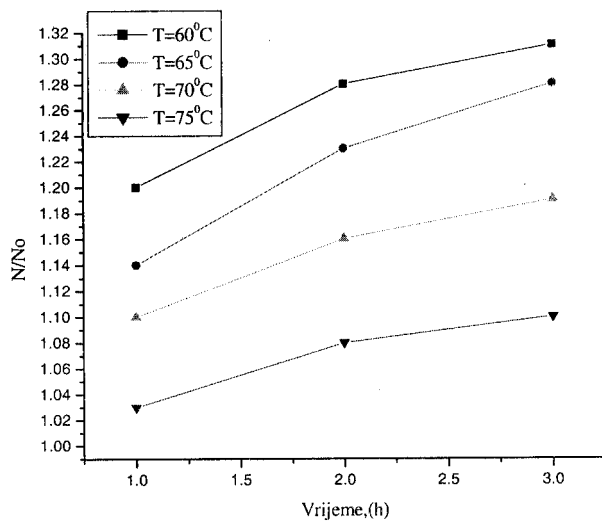
Slika3. Mikrostruktura uzorka $Al(OH)_3$
 Fig.3. Microstructure of $Al(OH)_3$ sample

3.2. Analiza uticaja parametara procesa razlaganja aluminatnih rastvora na nukleaciju

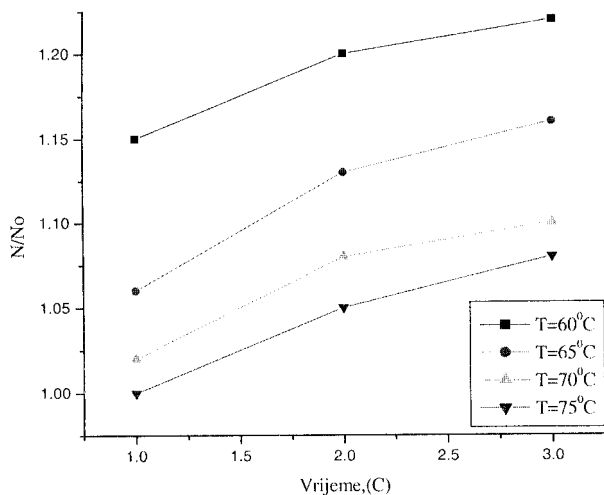
Promjena relativnog broja čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$ u zavisnosti od vremena trajanja procesa kristalizacije i temperature kristalizacije $\text{Al}(\text{OH})_3$ pri različitim koncentracijama kaustične sode prikazana je na slici 4.



a)



b)

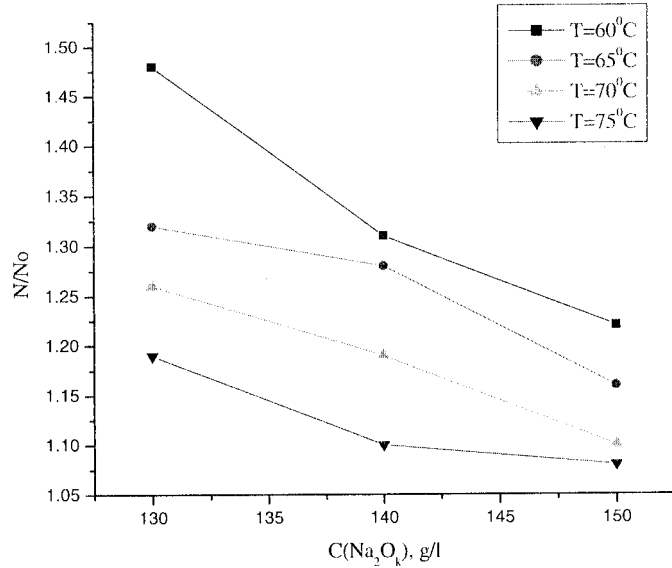


c)

Slika 4. Promjena relativnog broja čestica $Al(OH)_3$, (N/No) u zavisnosti od vremena trajanja procesa razlaganja aluminatnih rastvora i temperature pri koncentraciji kaustične sode od (a) 130 g/l, (b) 140 g/l i (c) 150 g/l i granulaciji cjepiva od $-75+63\mu m$

Fig.4. Change of relative number of $Al(OH)_3$ particles (N/No) in function of residence time of caustic soda decomposition and temperature at caustic soda concentration (a) 130 g/l, (b) 140 g/l i (c) 150 g/l and usage of seed grain size $-75+63\mu m$

Rezultati prikazani na slici 4. pokazuju da je relativni broj čestica u svim slučajevima veći od jedinice što znači da dominira nukleacija. Osim toga taj broj se povećava sa povećanjem vremena trajanja procesa i sa smanjenjem temperature procesa kristalizacije $Al(OH)_3$ iz aluminatnih rastvora. Međutim, evidentno je da je porast relativnog broja čestica $Al(OH)_3$ najveći pri produžetku vremena trajanja procesa od 1 na 2 h. Produžavanjem vremena trajanja procesa od 2 do 3 h intenzitet porasta relativnog broja čestica $Al(OH)_3$ je manji u odnosu na period od 1 do 2 h što se može objasniti aglomeracijom novonastalih sitnih čestica $Al(OH)_3$. Osim toga, povećanje koncentracije kaustične sode pri konstantnim ostalim parametrima procesa kristalizacije ima za posledicu smanjenje relativnog broja čestica $Al(OH)_3$ što se objašnjava smanjenjem prezasićenosti aluminatnih rastvora i manjim brojem novostvorenih čestica $Al(OH)_3$ (slika 5).

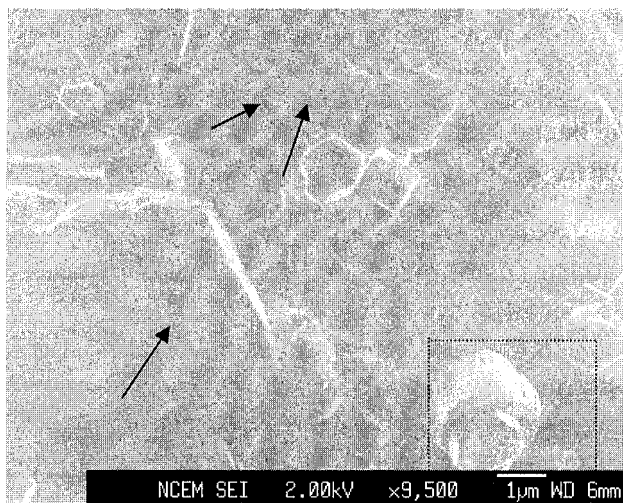


Slika 5. Promjena relativnog broja čestica $Al(OH)_3$, (N/No) u zavisnosti od koncentracije kaustične sode ($C(Na_2O_k)$) pri različitim temperaturama i vremenu trajanja procesa od 3 h pri upotrebi cjipiva granulacije $-75+63 \mu m$
 Fig. 5. Change of relative number of $Al(OH)_3$ poarticles (N/No) in function of caustic soda concentration ($C(Na_2O_k)$) at the different temperatures and residence time of 3 h and usage of seed grain size of $-75+63 \mu m$

3.3. Analiza uticaja parametara procesa razlaganja aluminatnih rastvora na rasta $Al(OH)_3$ kristala

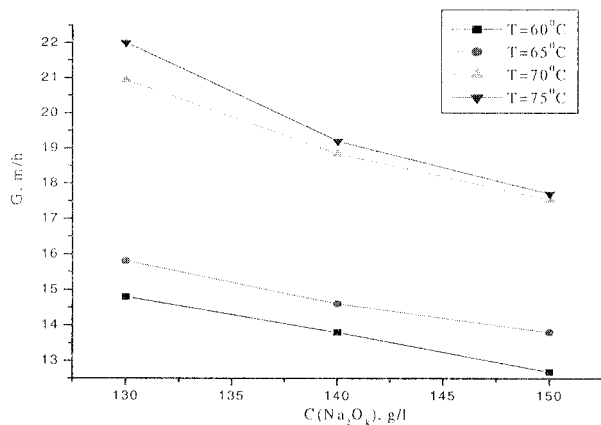
Mikrostrukturalna ispitivanja dobijenih uzoraka $Al(OH)_3$ su pokazala da se rast kristala se odvija po tzv. *B+S* modelu (*birth and spread*) (sl 6), tj. istovremeno se odvija stvaranje više nukleusa prije potpunog širenja postojećeg nukleusa a moguće je i formiranje nukleusa na površini postojećeg. Sa slika 6. se vidi da su prisutne obje varijante *B+S* modela tj. stvaranje nukleusa na površini prethodnog prije njegovog potpunog širenja kao i formiranje nukleusa na površini prethodno stvorenog nukleusa (uokvireni dio fotografije). Osim toga, vidi se da nukleusi stvoreni pri razlaganju čistih aluminatnih rastvora imaju pravilan heksagonalni oblik. Odnosno stvoreni nukleusi imaju istu geometriju kao i kontaktna ravan.

Rezultati dobijeni u oblasti ispitivanja uticaja parametara procesa kristalizacije na ukupnu brzinu rasta kristala $Al(OH)_3$ prikazani su na slika7.



Slika 6. Mikrostruktura $Al(OH)_3$ dobijenog pri razlaganju aluminatnog rastvora pri temperaturi od i $65^{\circ}C$ i koncentraciji kaustične sode od 130 g/l Na_2O_k u vremenu od 3 h.

Fig. 6. Microstructure of $Al(OH)_3$ particle which is obtained at the temperature of $65^{\circ}C$, caustic soda concentration of 130 g/l and residence time of 3 h.



Slika 7. Promjena opšte brzine rasta kristala $Al(OH)_3$, (G), u zavisnosti od koncentracije kaustične sode ($C(Na_2O_k)$) pri različitim temperaturama u vremenu trajanja procesa od 3 h i upotrebi cjepiva granulacije $-75+63 \mu m$

Fig. 7. Change of overall $Al(OH)_3$ crystal growth rate (G) in a function of caustic soda concentration ($C(Na_2O_k)$) at the different temperatures in a residence time of 3 h and usage of seed grain size of $-75+63 \mu m$

Zapaža se da se ukupna brzina rasta kristala povećava sa povećanjem temperature kristalizacije $\text{Al}(\text{OH})_3$ pri svim koncentracijama kaustične sode. Isto tako, smanjenje koncentracije kaustične sode, pri konstantnim ostalim parametrima uzrokuje povećanje ukupne brzine rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$. Osim toga vrijednosti ukupne brzine rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ su relativno visoke, što je posledica aglomeracije sitnih čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$ koje su nastale nukleacijom i sitnih čestica koje su prisutne u cjepivu.

Na osnovu dobijenih podataka za ukupnu brzinu rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ izračunate su vrijednosti konstante ukupne brzine rasta kristala k (tabela 2) a na osnovu toga i vrijednosti aktivacione energije rasta kristala ΔE_a .

Tabela 2. Vrijednosti konstante ukupne brzine rasta kristala ($k \times 10^{-3}$) u zavisnosti od ispitivanih parametara procesa razlaganja aluminatnih rastvora

Table 2. Values of konstant of overall crystal growth rate ($k \times 10^{-3}$) in function of investigated parameters of decomposition of caustic soda solutions

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	$k \times 10^{-3}$		
	C(Na_2O_k), g/l		
	130	140	150
60	2.30	1.96	1.65
65	2.88	2.46	2.15
70	4.64	3.88	3.38
75	6.15	5.06	4.42

Vrijednosti konstante brzine procesa rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ su relativno visoke (reda veličine 10^{-3}) u poređenju sa konstantama brzine rasta nekih drugih kristala (AgCl : 8.85×10^{-10} , $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 5×10^{-11} , BaSO_4 : $2,9 \times 10^{-12}$), [7], što ukazuje na veliku zavisnost ukupne brzine rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ od temperature.

Vrijednosti energije aktivacije rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ iz aluminatnih rastvora su reda veličine 64 ± 1.5 KJ/mol. U literaturi su saopštene različite vrijednosti energije aktivacije rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ se kreću od 59.8 do 120 KJ/mol zavisno od uslova razlaganja [2].

4. ZAKLJUČAK

Na bazi izvršenih istraživanja može se zaključiti sledeće:

- Rezultati dobijeni u okviru ispitivanja uticaja radnih parametara procesa razlaganja aluminatnih rastvora na aglomeraciju čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$ pokazali su da se aglomeracija intezivira sa povišenjem temperature i sa smanjenjem koncentracije kaustične sode pri konstantnom vremenu

trajanja procesa. Osim toga, temperatura pri kojoj počinje intenzivnija promjena stepena aglomeracije, u ispitivanom temperaturnom intervalu, se smanjuje sa smanjenjem koncentracije kaustične sode. Isto tako, aglomeracija se intezivira sa produženjem vremena trajanja procesa razlaganja aluminatnih rastvora u ispitivanom vremenskom intervalu.

- Ispitivanje uticaja radnih parametara procesa razlaganja aluminatnih rastvora na nukleaciju čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$ pokazalo je da se nukleacija povećava sa smanjenjem temperature i koncentracije kaustične sode što se objašnjava povećanjem prezasićenosti aluminatnih rastvora usled česga dolazi do stvaranja većeg broja čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$. Smanjenje nukleacije čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$ sa povećanjem temperature je posledica smanjenje prezasićenosti aluminatnih rastvora, zbog čega dolazi do stvaranja manjeg broja novih čestica i inteziviranja aglomeracije novostvorenih sitnih čestica $\text{Al}(\text{OH})_3$. Osim toga, produžavanjem vremena trajanja procesa u ispitivanom intervalu, intezivira se nukleacija.
- Rezultati dobijeni u okviru ispitivanja radnih parametara procesa razlaganja aluminatnih rastvora na mehanizam i kinetiku procesa rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ su pokazali da se rast kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ odvija po B+S modelu a ukupna brzina rasta kristala $\text{Al}(\text{OH})_3$ povećava sa povećanjem temperature i sa smanjenjem koncentracije kaustične sode.

Napomena

Mikrostrukturna istraživanja su izvršena u National Center for Electron Microscopy, Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California at Berkeley.

LITERATURA

- [1] S. Vessler & R. Boistelle, Journal of Crystal Growth 142 (1994) 177-183.
- [2] S. Vessler & R. Boistelle, Journal of Crystal Growth 130 (1993) 411-415.
- [3] Halfon & S. Kaliaguine, The Canadian Journal of Chem. Eng. Vol. 54, (1976)168-172.
- [4] A. Halfon & S. Kaliaguine, The Canadian Journal of Chem. Eng., Vol. 54, (1976) 160-167.
- [5] N. Brown, Journal of Crystal Growth 29 (1975) 309-315.

- [6] D. Ilievski & E. White, Proceedings First international Particle Technology Forum, Denver, CO, USA, AIChE, New York. (1994) pp. 1-305 – 1-310.
- [7] O. Sohnle & J.Garside: Precipitation: Basic principles and application, Butterworth - Heinemann, Oxford, 1992.
- [8] K.Sangwal, Journal of Crystal Growth, 192 (1998) 200-214.
- [9] J.W.Mullin: Crystallization, Butterworth- Heinemann, Oxford, 1993.
- [10] S. Vessler, S. Roure. R. Boistelle, Journal of Crystal growth 135 (1994) 505-512.
- [11] S. Vessler & R. Boistelle, Journal of Crystal Growth 142 (1994) 177-183.
- [12] S. Vessler & R. Boistelle, Journal of Crystal Growth 130 (1993) 411-415.