

Uticao flokulacije na osobine hidrociklonirane flotacijske jalovine

DINKO N. KNEŽEVIĆ, Univerzitet u Beogradu,
 Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
 LASLO L. ČAKI, Univerzitet u Beogradu,
 Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
 DRAGANA D. NIŠIĆ, Univerzitet u Beogradu,
 Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
 BRANISLAV N. MIKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,
 Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

Originalni naučni rad
 UDC: 622.273.217.23:622.344
 622.273.218:622.344'17

U radu su prikazani rezultati hidrocikloniranja flokulisane i neflokulisane flotacijske jalovine rudnika olova i cinka "Šuplja stijena", Šula, Crna Gora, radi iznalaženja uslova za izdvajanje frakcije podesne za izradu nasipa. Ispitivana je flotacijska jalovina u stanju kakva izlazi iz procesa flotiranja i jalovina koja je flokulisana anjonskim flokulantom. Cilj je bio da se utvrdi uticaj flokulacije na karakteristike proizvoda hidrocikloniranja i proces deponovanja. U procesu hidrocikloniranja veća masa peska se izdvaja kod neflokulisane jalovine. Bitno su različite vrednosti geomehaničkih parametara, posebno peska hidrociklona. Svi geomehanički parametri peska hidrociklona su povoljniji za izradu nasipa od neflokulisane jalovine. Dreniranje peska neflokulisane jalovine je brže, dok je dreniranje preliiva sporo i problematično kod obe jalovine.

Ključne reči: rudnik olova i cinka "Šuplja stijena", flotacijska jalovina, flokulacija, hidrocikloniranje, karakteristike proizvoda hidrocikloniranja

1. UVOD

Ogromne količine flotacijske jalovine, koje se izdvajaju pri flotiranju ruda obojenih metala, nose sa sobom brojne probleme:

- flotacijska jalovišta zauzimaju veliku površinu i zahtevaju veliku visinu nadgradnje,
- slobodna voda je potencijalno zagađena pa je treba vratiti u proces flotiranja ili prečistiti pre ispuštanja u okruženje,
- potrebno je obezbediti veliku površinu za izbistravanje vode koja se nalazi u taložnom jezeru,
- stabilnost je apriori ugrožena jer se proces izgradnje jalovišta i njegovo popunjavanje dešavaju istovremeno, itd.

Rešenje mnogih problema moglo bi biti u filtriranju flotacijske jalovine pre deponovanja. Time bi se smanjila količina vode koja se unosi u akumulacioni

prostor, pa ne treba graditi nasipe radi formiranja akumulacionog prostora, voda izdvojena u filtriranju stalno je pod kontrolom i u zatvorenim sudovima itd. Osnovni problem koji prati filtriranje flotacijske jalovine vezan je za velika investiciona ulaganja u opremu za zgušnjavanje i filtriranje, te visoki troškovi koji prate te dve tehnološke operacije.

Uspešnost procesa filtriranja uslovljena je zgušnjavanjem. Razvijena je brojna oprema za zgušnjavanje [1], ali gotovo u svim uslovima zgušnjavanje i razumne dimenzije opreme vezane su za prethodnu flokulaciju flotacijske jalovine.

Flokulacija je proces u kojem se čestice koloidnih dimenzija, dispergovane u nekom tečnom medijumu, udružuju u veće jedinice-agregate, koji se brže talože. Proces flokulacije podrazumeva dodavanje visoko molekularnih jedinjenja - flokula, koji zahvaljujući svojim dugačkim i razgranatim molekulima povezuje veći broj čestica, stvarajući mostove između njih, u krupnije agregate tj. flokule, koje se brzo talože [2].

Na rudniku olova i cinka "Šuplja stijena", Šula (Crna Gora), zbog male površine jalovišta i strogih ekoloških propisa, u prvoj fazi aktiviranja rudnika, iz-

Adresa autora: prof. dr Dinko Knežević, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, Dušina 7

Rad primljen: 15.10.2014.

Rad prihvaćen: 23.10.2014.

građeno je jalovište u koje je trebalo deponovati filtriranu flotacijsku jalovinu [3]. Uslovi odvodnjavanja nisu ispitivani, jer nije bilo moguće obezbediti uzorke flotacijske jalovine, pa su prihvaćene preporuke proizvođača opreme i podaci koji su se mogli naći u literaturi [4-9]. Uz mnoštvo problema izazvanih nabavkom neodgovarajuće opreme uočen je problem slabih efekata filtriranja pa se pojavila potreba flokulacije jalovine pre filtriranja. Jalovina, u kojoj su prevladavale sitne glinovite klase iz površinskih delova ležišta, udružene sa formiranim flokulama, uprkos malom sadržaju vlage (ispod 17%) činila je nestabilnu "phtijastu" masu male čvrstoće na smicanje. Gubljenja vode, usled opterećenja od gornjih slojeva jalovine, nije bilo jer su dno i bočne strane bili hidroizolovani geomembranom, a isparavanje je bilo zanemarljivo malo. Bilo je jasno da se na ovakav način može deponovati flotacijska jalovina samo u akumulacioni prostor koji je omeđen obodnim nasipom izgrađenim od materijala iz pozajmišta. Nadvišenje jalovišta nije bilo moguće pa se moralo preći na proširenje jalovišta (tzv. druga faza) i traženje povoljnije tehnologije za nastavak rada. Pristupilo se ispitivanjima karakteristika flotacijske jalovine radi obezbeđenja dovoljnih količina materijala za nadgradnju inicijalnog nasipa hidrocikloniranjem polazne retke pulpe. Zbog prostorne skućenosti, ispitivanja su vršena paralelno sa prethodno flokulisanom i sa neflokulisanom jalovinom kako bi se našao najbolji način za nadgradnju jalovišta [10].

2. UZORAK, CILJ I METODE ISPITIVANJA

Uzorci flotacijske jalovine uzeti su na industrijskom pogonu Flotacije "Šuplja stijena" i to:

- neflokulisane jalovine na izlazu iz ciklusa flotiranja minerala cinka, i
- flokulisane jalovine na ulazu u filter presu na postojećem flotacijskom jalovištu.

Kao flokulant je korišćen anjonski flokulant Magnafloc 338. Potrošnja flokulanta bila je 25 g/t flotacijske jalovine.

Uzorci su uzeti u obliku pulpe, pa su posle dekantiranja slobodne vode upakovani u 2 plastična bureta, zapremine od po 200 litara, i dopremljeni u laboratoriju Rudarsko-geološkog fakulteta na ispitivanje. Posle neophodne obrade i homogenizacije uzeti su uzorci manje mase za planirana ispitivanja.

Cilj ispitivanja bio je definisanje razlika u procesu hidrocikloniranja i deponovanja između flokulisane i neflokulisane flotacijske jalovine, odnosno utvrđivanje uticaja flokulanta na proces i karakteristike proizvoda hidrocikloniranja.

Osnovne fizičke, hemijske i geomehaničke osobine određene su saglasno srpskim standardima. Kvalitativna mineraloška analiza uzoraka urađena je pod

polarizacionim mikroskopom za propuštenu svetlost, imerzionom metodom (imerzija ksilol) sa identifikacijom prisutnih minerala. Uvećanje objektiva je od 10 do 50x. Korišćeni su polarizacioni mikroskop za odbijenu i propuštenu svetlost marke "JENAPOL-U", (Carl Zeiss-Jena) i sistem za mikrofotografiju "STUDIO PC-TV" (Pinnacle Systems). Rendgenska difrakciona analiza obavljena je na rendgenskom difraktometru marke "PHILIPS", model PW-1710, sa zakrivljenim grafitnim monohromatorom i scintilacionim brojačem.

3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE ULAZNE FLOTACIJSKE JALOVINE

Granulometrijski sastav flotacijske jalovine je posledica procesa usitnjavanja i uslovljen je otvaranjem mineralne sirovine radi njene koncentracije, tabela 1.

Tabela 1. Granulo-sastav flotacijske jalovine

Klasa krupnoće, mm	Masa, prosev, kumulativno, %
+0,840	100,0
-0,840+0,589	99,1
-0,589+0,420	97,2
-0,420+0,297	94,8
-0,297+0,210	90,4
-0,210+0,149	82,6
-0,149+0,104	71,5
-0,104+0,074	64,1
-0,074+0,037	47,4
-0,037+0	45,4

Srednji prečnik zrna je oko 0,08 mm. Za jalovine sa rudnika olova i cinka ovo je relativno krupna jalovina. Međutim, valja primetiti veoma malu razliku između zrna sitnijih od 0,074 i 0,037 mm, manje od 2%. Očigledno je da je ono što prođe kroz referentno sito od 0,074 mm veoma sitno. Uočava se da je jalovina, po krupnoći, podeljena u dve grupe: grupu krupnijih zrna (+0,074 mm), jako podesnih za hidrocikloniranje i izdvajanje peska od kojeg se pravi nasip, i grupu veoma sitnih zrna (-0,037 mm), izuzetno nepovoljnih za sve aktivnosti na jalovištu. Iz ovoga proizilazi i osnovni zadatak hidrocikloniranja: treba ukloniti najsitnija zrna iz peska hidrociklona, a posredno će se dobiti pesak prihvatljive krupnoće.

Hemijski i mineraloški sastav je identičan za oba uzorka. Međutim, zapažanja vezana za granulometrijski sastav uslovlila su da se analize hemijskog i mineralnog sastava urade za kompletan uzorak i za uzorke jalovine sitnije i krupnije od 0,074 mm. Rezultati su prikazani u tabeli 2 i na slikama 1 - 3

Evidentno je da je osnovna komponenta silicijum-dioksid, a pored nje značajnije je učešće oksida aluminijuma i gvožđa. Valja primetiti i povećano učešće oksida kalijuma.

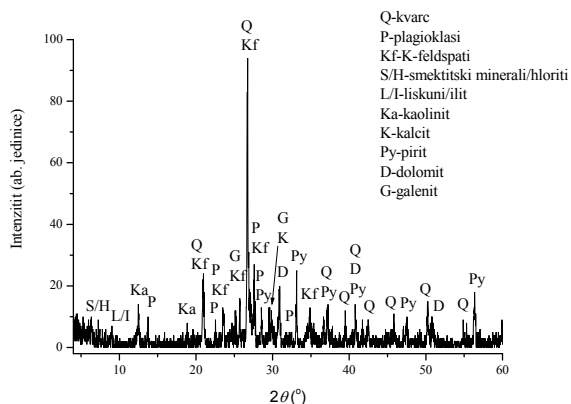
Klasiranjem je uočljivo da se u krupnijoj klasi povećava učešće silicijuma i kalijuma, a u sitnijoj kalcijuma, magnezijuma i, posebno, gvožđa. Gubitak žarenjem je dvostruko veći u sitnijoj klasi.

Rezultati mineraloške analize pokazuju da su osnovni minerali flotacijske jalovine kvarc, feldspati, minerali glina, liskuni, karbonati, opaki minerali, cirkon i apatit. Isti minerali se pojavljuju i u obe analizirane klase.

Međutim, uočava se da u klasi krupnijoj od 0,074 mm ima više kvarca, a manje feldspata, dok u klasi - 0,074 mm više feldspata, a manje kvarca.

Tabela 2. Hemijski sastav jalovine

	Sadržaj komponente, %		
	Neklasirana	+ 0,074 mm	-0,074 mm
SiO ₂	53,24	62,02	51,04
Al ₂ O ₃	12,20	11,25	11,60
CaO	3,26	2,71	3,49
MgO	2,53	0,73	2,38
Fe ₂ O ₃	12,05	8,49	13,74
K ₂ O	6,22	7,25	5,07
Na ₂ O	0,136	0,155	0,116
TiO ₂	0,49	0,505	0,83
G.Ž.	8,5	5,66	10,20



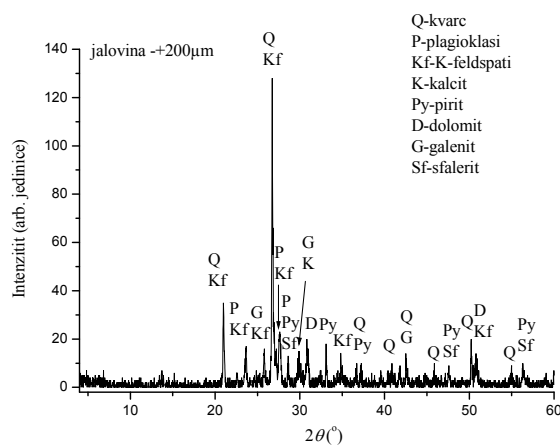
Slika 1 - Difraktogram neklasirane jalovine

Rezultati mikroskopskih i rendgenskih analiza su ujednačeni i ukazuju da je jalovina dominantno izgrađena od kvarca i feldspata. Dok je kvarc veoma

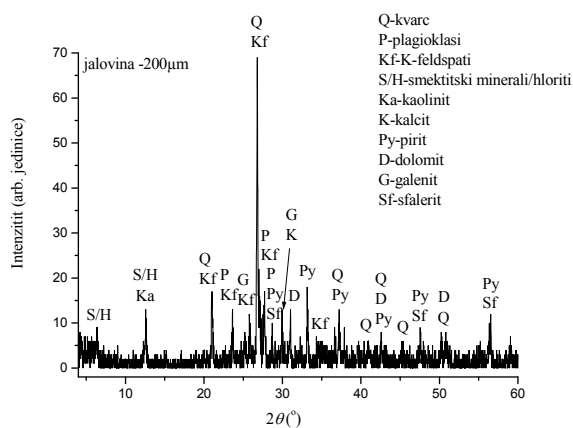
Tabela 3. Osnovne fizičke karakteristike

Parametar	Neflokulisana jalovina	Flokulisana jalovina
Gustina, kg/m ³	2.830	
Nasipna gustina, suvo, kg/m ³	1.148	1.370
Zapreminska gustina, suvo, kg/m ³	1.438	1.690
Hidraulička zbijenost, kg/m ³	1.304	1.273
Brzina taloženja, m/h	0,1 - 0,168	0,234 - 0,305

poželjan za nadgradnju jalovišta, feldspat se koncentriše u sitnijim klasama i na jalovištu se ponaša slično glinama.



Slika 2 - Difraktogram jalovine, klasa +0,074 mm



Slika 3 - Difraktogram jalovine, klasa -0,074 mm

Osnovne fizičke karakteristike polaznih uzoraka jalovine date su u tabeli 3, a geomehaničke u tabeli 4.

Nasipna i zapreminska gustina flokulisane jalovine je veća, ali je hidraulička zbijenost manja. Očigledno je da flokula u potpuno saturisanoj sredini popunjava prostor i, praktično, smanjuje količinu jalovine koja se može deponovati.

Posebno je izražena razlika u brzini taloženja jer je brzina taloženja prethodno flokulisane jalovine gotovo dvostruko veća od brzine taloženja neflokulisane jalovine.

Tabela 4. Geomehanički parametri jalovine

Parametar	Neflokulisana	Flokulisana
Kohezija, c' (kPa)	0	0
Ugao unutrašnjeg trenja, φ' (°)	34	29
Indeks kompresije C_c (-)	0,0904	0,0926
Koeficijent filtracije k (m/s)	$2,9 \cdot 10^{-7}$	$2,48 \cdot 10^{-6}$
Koeficijent poroznosti e (-)	0,609	0,654

Poređenjem geomehaničkih parametara uočava se da je ugao unutrašnjeg trenja neflokulisane jalovine značajno veći nego kada je jalovina flokulisana. Očigledno je da flokula „podmazuje“ čestice što uslovljava smanjenje ugla unutrašnjeg trenja.

Vodopropustljivost flokulisane jalovine je za red veličine (10 puta) veća nego neflokulisane dok je koeficijent poroznosti neznatno veći kod flokulisane jalovine. Ovo je posledica grupisanja („okrupnjavanja“) flokula čime se povećava i poroznost i vodopropustljivost. Nema značajno bitne razlike kod indeksa kompresije.

Dobijeni rezultati u pogledu osnovnih fizičkih i geomehaničkih karakteristika flokulisane i neflokulisane jalovine pokazuju njihovu sličnost i, s obzirom na rasipanje rezultata, ne dozvoljavaju zaključivanje u kojem obliku je bolje deponovati jalovinu.

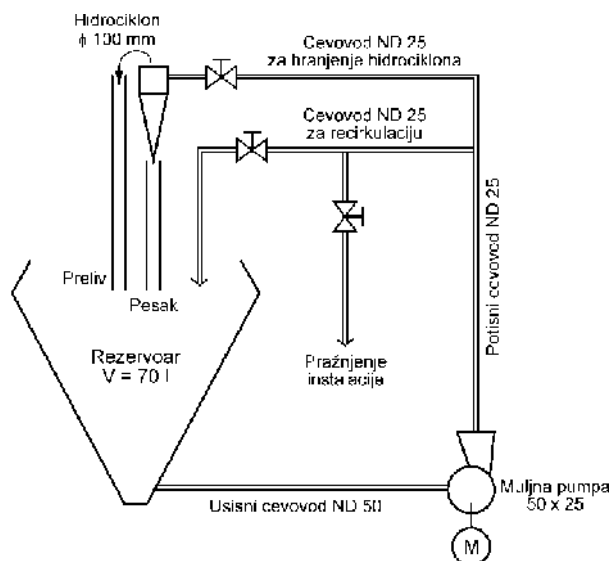
4. OPITI HIDROCIKLONIRANJA

Instalacija na kojoj je obavljeno hidrocikloniranje jalovine prikazana je na slici 4.

Opiti hidrocikloniranja se obavljani tako što se rezervoar napuni vodom i startuje muljna pumpa, čime počinje kružni transport. Tada se u vodu polagano dodaje jalovina do postizanja gustine jednake gustini na izlazu jalovine iz ciklusa flotiranja cinka, 1.200-1.300 kg/m³, odnosno 26-36% čvrstog.

Kada se ustali gustina pulpe na ulazu prelazi se na hidrocikloniranje uz kontrolu gustine peska hidrociklona. Iskustveno je usvojeno da se gustina peska drži u granicama iznad 60%, pa do 70% čvrstog (maseno). Izvedeno je više opita, menjanjem gustine na ulazu i prečnika pešćane dizne, a kao tehnološki prihvatljiva odabrana su dva slučaja:

- gustina peska niža od uobičajene, $\leq 65\%$, veće količine materijala se izdvajaju u pesak, a sadržaj klase -0,074 mm je oko 20%, i
- uobičajena gustina peska, $\geq 65\%$, izdvajanje manje količine materijala kroz pešćanu diznu i povoljniji granulometrijski sastav.



Slika 4 - Šema poluindustrijske instalacije za hidrocikloniranje flotacijske jalovine

Prvi opit je praktična simulacija rada hidrociklona u periodu dok je akumulacioni prostor jalovišta ograđen inicijalnom kamenom branom, kada je bitno u zoni uz nasip i drenažni sistem formirati geotehnički dobru i vodopropustljivu podlogu. U ovom periodu se neće graditi nasip materijalom iz hidrociklona, ali je važno odbaciti sitnije, slabovodopropusne, klase njihovim udaljavanjem od nasipa i drenažnog sistema.

Drugi od izdvojenih opita je praktična simulacija izgradnje obodnog nasipa, odnosno nadgradnje inicijalne kamene brane, nastupnom metodom, materijalom koji se dobija hidrocikloniranjem flotacijske jalovine. U ovom periodu je potrebno nasip oblikovati i voditi u projektovanim dimenzijama. Zbog toga u ovoj fazi treba izdvajati materijal veće gustine i sa manjim učešćem najsitnijih klasa, što istovremeno znači da će i raspodela na pesak i preliv biti nepovoljnija.

Ispitivanja su pod istim uslovima rađena sa uzorcima neflokulisane i flokulisane jalovine, a dobijeni rezultati su prikazani u tabeli 5.

Tabela 5. Gustine proizvoda hidrocikloniranja i raspodela masa u hidrociklonu

		Jed.	Neflokulisano	Flokulisano
gustina	ulaz	t/m ³	1,228-1,235	1,21-1,24
		% mas.	28,7-29,0	26,5-30,0
	Pesak	t/m ³	1,64-1,71	1,69-1,70
		% mas.	60,4-65,3	63,0-64,2
	Preliv	t/m ³	1,08-1,11	1,06-1,08
		% mas.	11,5-15,2	9,0-11,8
pesak: preliv		%	64-73 : 27-36	56-63 : 37-44

U tehnički istim uslovima hidrocikloniranja gustine proizvoda hidrocikloniranja su veoma slične. Jedina bitna razlika vezana je za raspodelu na pesak i preliv.

Kada se hidrociklonira neflokulisana jalovina izdvajaju se veće količine peska hidrociklona, što je sa aspekta obezbeđenja brzine izgradnje obodnih nasipa veoma povoljno.

Raspodela najsitnijih zrna u proizvodima hidrocikloniranja prikazana je u tabeli 6.

Analiza granulostava, svedena na masu koja je sitnija i krupnija od otvora referentnog sita, 0,074 mm, pokazuje da nema bitnih razlika među analiziranim jalovinama. Može se uočiti da je kod flokulisane

jalovine opseg u kojem se krupnoće kreću nešto užo nego kod neflokulisane.

Tabela 6. Raspodela zrna po krupnoći u proizvodima hidrocikloniranju

Proizvodi	Kl.krupnoće, mm	Neflokulisano	Flokulisano
Pesak, %	+0,074	79,0 - 84,4	81,3 - 83,6
	-0,074	15,6 - 21,0	16,4 - 18,7
Preliv, %	-0,074	90,3 - 95,4	90,4 - 92,1
	+0,074	4,6 - 9,7	7,9 - 9,6

Rezultati ispitivanja osnovnih geomehaničkih karakteristika proizvoda hidrocikloniranja prikazani su u tabeli 7.

Tabela 7. Uporedni prikaz geomehaničkih parametara proizvoda hidrocikloniranja

Parametar	Pesak hidrociklona		Preliv hidrociklona	
	Neflokulisano	Flokulisano	Neflokulisano	Flokulisano
Kohezija, c' (kPa)	0	0	0	0
Ugao unutrašnjeg trenja, ϕ' (°)	42	40	30	27
Indeks kompresije C_c (-)	0,0195	0,0223	0,121	0,160
Koeficijent filtracije k (m/s)	$5,86 \cdot 10^{-6}$	$9,12 \cdot 10^{-6}$	$5,11 \cdot 10^{-7}$	$4,69 \cdot 10^{-7}$
Koeficijent poroznosti e (-)	0,508	0,589	0,743	0,886
Indeks plastičnosti I_p (%)	Neplastičan	Neplastičan	15	14
Indeks konzistencije I_c (-)	-	-	0,784	0,369

Dobijeni rezultati pokazuju da su praktično svi parametri peska hidrociklona povoljniji kod neflokulisane nego kod flokulisane jalovine.

Analiziranjem peska hidrociklona, kao bitnog za održavanje stabilnosti jalovišta, značajno je što je kod neflokulisane jalovine ugao unutrašnjeg trenja veći, vodopropustljivost je nešto veća, dok su indeks kompresije i koeficijent poroznosti manji.

Kada je u pitanju preliv hidrociklona dobijaju se, očekivano, značajno nepovoljniji rezultati nego kod peska, ugao unutrašnjeg trenja je niži, vodopropustljivost je slabija, indeks kompresije je veći.

Čak je na uzorcima preliva bilo moguće odrediti plastične karakteristike čime se pokazuje da preliv ima

neke karakteristike svojstvene koherentnim materijalima, mada je kohezija u oba slučaja ravna nuli. Ako se, pak samo porede rezultati na prelivu u odnosu na flokulaciju ili njeno odsustvo onda se nešto povoljniji rezultati dobijaju kada preliv nije flokulisan.

Zadržavanje, odnosno otpuštanje tehnološke vode je važno sa aspekta dreniranja jalovišta. Opiti su izvedeni tako što su u perforisanu posudu, koja je bila pokrivena kako bi se sprečilo isparavanje, i čije dno je obloženo filter papirom, dodavana četiri sloja u toku 4 dana. Svaki sloj formiran je od 350 g jalovine i 875 ml vode. Svaka dvadeset četiri časa merena je količina vode koja je iscurila iz posude i dodana nova mešavina jalovine i vode. Uporedni rezultati za ulaz, pesak i preliv hidrociklona prikazani su u tabeli 8.

Tabela 8. Uporedni prikaz otpuštanja tehnološke vode kod proizvoda hidrocikloniranja

Količina dodane vode, po slojevima, kumulativno, ml	Količina otpuštene vode, kumulativno, ml (%)					
	Ulaz		Pesak		Preliv	
	Neflokulisana	Flokulisana	Neflokulisana	Flokulisana	Neflokulisana	Flokulisana
875	830 (95)	650 (74)	750 (86)	702 (80)	570 (65)	585 (67)
1750	1620 (93)	1317 (75)	1470 (84)	1452 (83)	1120 (64)	1175 (67)
2625	2330 (89)	1942 (74)	2220 (85)	2102 (80)	1710 (65)	1700 (65)
3500	2980 (85)	2640 (75)	2938 (84)	2872 (81)	2265 (65)	2241 (64)

Kod neklasirane i neflokulisane jalovine (ulaz) količina vode koja se izdvaja opada sa povećanjem debljine deponovane jalovine, dok je kod flokulisane jalovine uglavnom ustaljena. Kod peska hidrociklona količina slobodne vode je u oba slučaja ujednačena i ne zavisi od debljine deponovane jalovine, ali je bolje dreniranje kod neflokulisane jalovine. Kod preliva hidrociklona situacija je veoma ujednačena i nije zavisna od debljine sloja deponovane jalovine niti od toga da li je jalovina flokulisana ili ne. Očigledno je da će se preliv sporo i teško drenirati, dok je dreniranje peska zadovoljavajuće. Dreniranje preliva je u saglasnosti sa njegovim granulometrijskim i mineraloškim sastavom, jer sitne klase feldspata i gline zadržavaju vodu i značajnije utiču na karakteristike preliva nego flokulacija.

5. ZAKLJUČAK

Na poluindustrijskoj instalaciji izvedeni su opiti hidrocikloniranja flokulisane i neflokulisane flotacijske jalovine iz ciklusa flotiranja minerala olova i cinka rudnika "Šuplja stijena", sa ciljem da se sagledaju razlike u raspodeli na pesak i preliv i utvrdi koji oblik je povoljniji za deponovanje. Flotacijska jalovina je relativno krupnozrna, u hemijskom sastavu prevladavaju oksidi silicijuma, gvožđa, aluminijuma i kalijuma, a u mineralnom kvarc i feldspati. Lako se uočava da su krupnije čestice primarno izgrađene od kvarca, a sitnije od feldspata, koji se na jalovištu ponaša slično glinama.

Analize polazne jalovine pokazale su da flokulisana jalovina ima veću nasipnu i zapreminsku gustinu, određenu na suvo, ali manju hidrauličku zbijenost, koja se određuje u saturisanoj sredini. Svi ostali parametri su približno isti i nema parametra koji bi pokazao da je neklasiranu jalovinu bolje deponovati kao flokulisanu ili kao neflokulisanu.

Opiti hidrocikloniranja su izvedeni na obe jalovine pod istim uslovima. Dobijeni rezultati su pokazali da se kod neflokulisane jalovine veća masa izdvaja u pesak, dok su svi ostali fizički parametri približno jednaki.

Bitna razlika se uočava kod geomehaničkih parametara, posebno kod peska hidrociklona. Praktično svi geomehanički parametri klase koja se koristi za izgradnju obodnog nasipa su bolji kod neflokulisane nego kod flokulisane jalovine.

Opiti dreniranja pokazali su da se pesak neflokulisane jalovine bolje drenira od flokulisane, dok se preliv kod obe jalovine sporo i teško drenira. S obzirom da su u prelivu izdvojeni minerali gline i feldspata, koji se ponašaju kao koherentni materijali, uočljivo je da mineralni sastav ima veći uticaj na proces dreniranja preliva nego flokulacija.

Saglasno dobijenim rezultatima može se zaključiti da je kod klasične izgradnje obodnih nasipa hidrocikloniranjem flokulacija nepotrebna jer se povoljniji rezultati dobijaju hidrocikloniranjem neflokulisane jalovine.

6. ZAHVALNOST

Ovaj rad je rezultat projekta TR-33045, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

LITERATURA

- [1] Kostović M., Deušić S., Knežević D., Vučinić D., Mašine i uređaji za flotacijsku koncentraciju i odvodnjavanje – novi trendovi, Zbornik radova VIII Kolokvijuma iz pripreme mineralnih sirovina, Beograd, str. 65-82, 2012.
- [2] Wang L. K., Hung Y. T., Shammass N. K., Physicochemical treatment processes, Handbook of environmental engineering, volume 3, Humana press, Totowa, NJ, 2005.
- [3] Torbica S., Knežević D., Hadži-Niković G., Formiranje jalovišta "Pekina glavica" za deponovanje filtrirane flotacijske jalovine", Tehnika, Vol. 64, br. 1, str. 39-45, 2013.
- [4] Robinsky E. I., Thickened tailing disposal in the mining industry, E. I. Robinsky associates Ltd, Toronto, 1999.
- [5] Palkovits F., Stochmal M., Application of paste technology for disposal of solid waste, IMQ High density and paste, Santiago, 2002.
- [6] Condon D. P., Lear G. K., Geochemical and geotechnical characteristics of filter-pressed tailings at the Greens Creek mine, Admiralty Island, Alaska, 7th International Conference on Acid Rock Drainage (ICARD), St. Louis MO. R.I. Barnhisel (ed.) American Society of Mining and Reclamation, Lexington, KY, 2006.
- [7] Anon, Kennecott Greens Creek Mining Company. Tailings and Production Rock Site 2005 Annual Report, 2006.
- [8] Jewell R. J., Fourie A. B., editors, »Paste and Thickened Tailings – a Guide«, Australian centre for geomechanics, Nedlands, 2006.
- [9] Anon, Minto mine – tailings management plan, Access consulting group, 2007.
- [10] Knežević D., Vučinić D., Čaki L., Elaborat o ispitivanju flotacijske jalovine rudnika olova i cinka "Šuplja stijena", Šule, Crna Gora, radi dobijanja podloga za izradu tehničkog projekta deponovanja flotacijske jalovine, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd. 2013.

SUMMARY

IMPACT OF FLOCCULATION ON FLOTATION TAILING'S HYDRO-CYCLONING PROPERTIES

Research results of hydro-cycloning of flocculated and non-flocculated flotation tailing from the lead and zinc open pit mine "Šuplja stijena", Sula – Montenegro have been shown in this paper. Reason for this research was finding conditions in order to separate fraction that is suitable for embankment erection. Flotation tailings has been tested in the very state that it goes out from the flotation process and tailings which is flocculated by anionic flocculant. The object was to determine the impact of flocculation on properties of hydro-cycloning products and disposal process. In hydro-cycloning process greater underflow mass is being separated with non-flocculated tailing. Values of geo-mechanical parameters are significantly different, especially hydro-cyclon's underflow. All geo-mechanical parameters of hydro-cyclon's underflow are suitable for erecting embankment which shall be made from non-flocculated tailing. Underflow drainage of non-flocculated tailing is faster while overflow drainage is slower and problematic with both tailings.

Key words: lead and zinc mine "Šuplja stijena", flotation tailing, flocculation, hydrocycloning, properties of hydrocycloned products