

UTVRĐIVANJE PARAMETARA MOKROG MLEVENJA FOSFATA U KOMPANIJI „ELIXIR“ PRAHOVO

Predrag Lazjić¹, Đurica Nikšić¹

¹ *Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7.*

Sažetak: Kompanija „Elixir“ Prahovo u svom proizvodnom procesu koristi suvo mlevenje fosfata za svoju proizvodnju. Međutim, zbog povećane vlage u fosfatu koji stiže iz uvoza razmišlja se o mogućnosti mokrog mlevenja. Vлага ulaznog fosfata varira od barže do barže, i kreće se u granicama 7-10% H₂O što je visoko za proces suvog mlevenja.

Za sagledavanje mogućnosti mokrog mlevenja fosfata urađena su određena laboratorijska ispitivanja na Katedri za pripremu mineralnih sirovina Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu koja su prikazana u ovom radu. Tokom ispitivanja rađeni su opiti meljivosti u laboratorijskom mlinu sa kuglama, opiti hidrocikloniranja samlevenog fosfata i opiti taloženja preliva hidrociklona. Takođe, urađen je Bondov radni indeks po standardnom postupku. Na osnovu ovih ispitivanja predložena je šema tehnološkog procesa, urađena je šema kretanja masa i definisana oprema koja je neophodna za proces mokrog mlevenja fosfata.

Ključne reči: mokro mlevenje, fosfat, brzina taloženja, Bondov radni indeks

UVOD

Industrija hemijskih proizvoda (IHP Prahovo) je osnovana 1960. godine, prvo kao fabrika superfosfata, a zatim i različitih granulanata. Osnivač je bio rudarsko topioničarski basen Bor (RTB Bor) koji je u cilju rešavanja problema neutralizacije sumporne kiseline izgradio fabriku koja će taj ekološki i finansijski problem rešiti proizvodnjom veštačkog đubriva.

U avgustu 2012. godine „Elixir Group” privatizuje „IHP Prahovo”, uz neophodna ulaganja u rekonstrukciju proizvodnih i skladišnih kapaciteta kako bi se osiguralo pokretanje proizvodnje fosforne kiseline i proizvoda u kojima je fosfor osnovna komponenta.

„Elixir” Prahovo ponovo preuzima primat u proizvodnji fosforne kiseline i mineralnih đubriva, a investicioni planovi za naredni period su veoma ambiciozni.

U tom smislu i ovaj rad prikazuje deo rezultata istraživanja koja su sprovedena na Katedri za pripremu mineralnih sirovina Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu u cilju definisanja tehnološke šeme mokrog mlevenja fosfata i naknadnog zgušnjavanja samlevenog materijala. Ova istraživanja su proistekla

iz potrebe rešavanja problema povećane vlage u sirovom fosfatu, koji dolazi iz uvoza.

U cilju sagledavanja mogućnosti mokrog mlevenja fosfata urađen je čitav niz ispitivanja, a u ovom radu prikazan je deo najinteresantnijih rezultata za definisanje šeme mlevenja i izbor opreme.

Svakako jedan od važnijih parametara je granulometrijski sastav polaznog materijala. On je specifičan po tome što je krupnoća polaznog fosfata ispod 5mm, a u polaznom materijalu kod pojedinih fosfata sadržaj samlevenog proizvoda iznosi i do 25%. Opiti meljivosti u laboratorijskom mlinu sa kuglama su pokazali da se za veoma kratko vreme (3 min) dostiže finoća mlevenja od oko 40% klase -0,074 mm na izlazu iz mlina.

Opitima hidrocikloniranja i klasiranja u mehaničkom klasifikatoru utvrđeno je da gustina pulpe na ulazu u proces klasiranja treba da bude oko 30% Č, a gustina preliva treba da bude oko 23-25% Č faze.

Opitima taloženja utvrđeno je da gustina pulpe na ulazu u zgušnjivač ne bi trebala da bude veća od 30% Č faze jer to značajno usporava brzinu taloženja i povećava potrebnu površinu zgušnjivača.

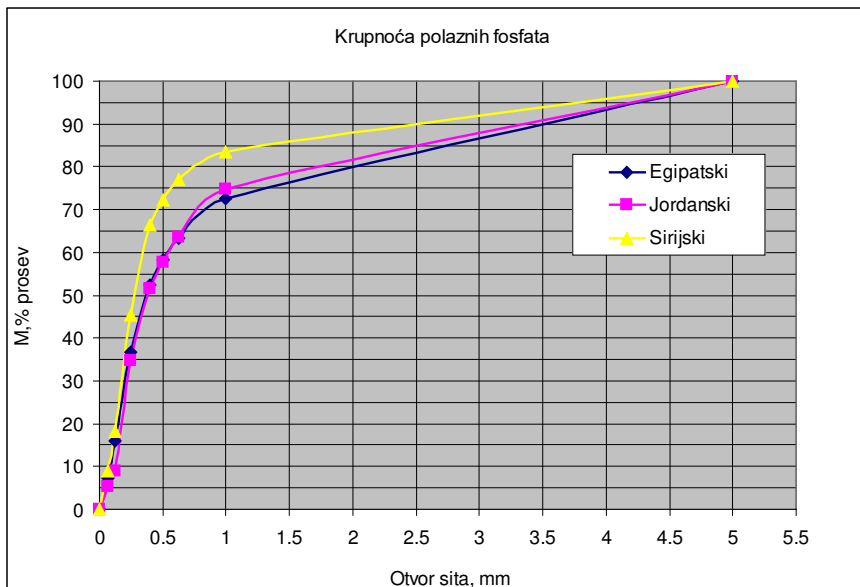
Bondov radni indeks od 15,63 kWh/t ukazuje da fosfat spada u srednje tvrde rude za proces mlevenja.

EKSPERIMENTALNI DEO

U ovom delu rada prikazani su rezultati eksperimentalnih istraživanja koja su poslužila za definisanje šeme tehnološkog procesa i izradu šeme kretanja masa.

Granulometrijski sastav polaznih uzoraka fosfata koji se koriste u kompaniji „Elixir“ Prahovo utvrđen je prosejavanjem na seriji standardnih sita a rezultati su prikazani grafički na slici 1.

Analizirajući krupnoću polaznih fosfata koji se koriste u kompaniji „Elixir“ Prahovo, a čije krive proseva su prikazane na slici 1, vidi se da je 70-85% materijala krupnoće manje od 1 mm. Zbog toga je razrađena varijanta mokrog mlevenja sa prethodnim mokrim prosejavanjem na situ otvora 1 mm. U ovoj varijanti ulaz u mlin bi bio odsev sita koji maseno predstavlja oko 50% (sa efektom prosejavanja na situ od 70%). Prosev sita i izlaz iz mlina bi zajedno išli u proces klasiranja gde bi preliv klasifikatora bio gotov proizvod koji bi išao u zgušnjivač pa dalje u proces, a pesak klasifikatora bi se vraćao u mlin na dodatno mlevenje.



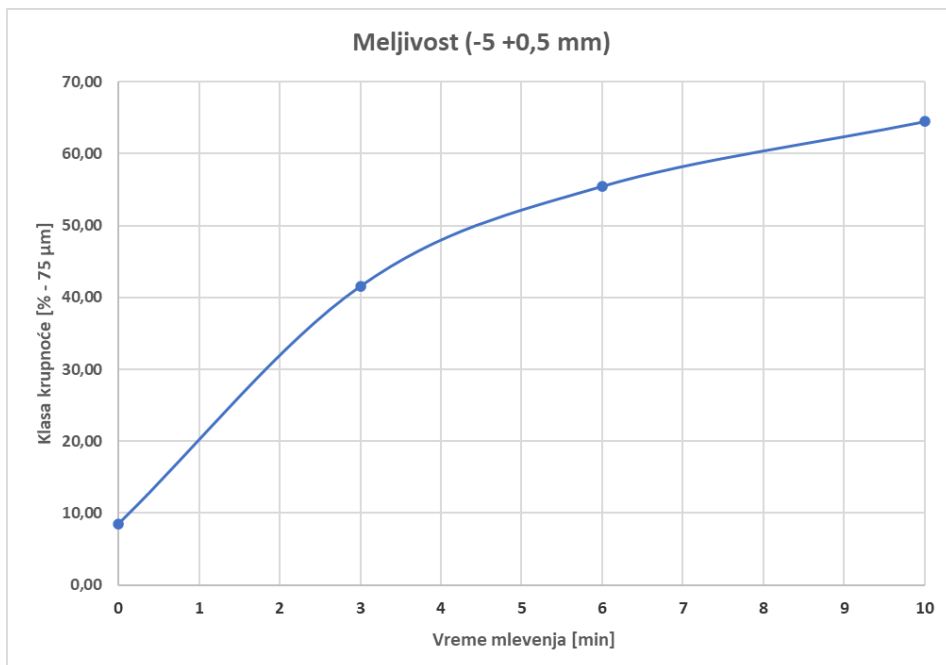
Slika 1 Krupnoća polaznih fosfata koji se koriste u kompaniji „Elixir“ Prahovo

Međutim, sa kriva na slici 1 se vidi da u polaznom materijalu ima između 55 i 70% klase manje od 0,5 mm koja može biti gotov proizvod. U tom smislu je razrađena druga varijanta mokrog mlevenja sa prethodnim prosejavanjem na situ otvora 0,5 mm gde bi klasa +0,5 mm išla u proces mlevenja (oko 60% početne mase), a klasa -0,5+0 mm bi zajedno sa prelivom klasifikatora išla u zgušnjivač.

Opiti meljivosti na klasi krupnoće +0,5 mm

Opiti meljivosti na klasi krupnoće +0,5 mm urađeni su u laboratorijskom mlinu sa kuglama pri odnosu Č:T=1:0,5 mm. Na slici 2 prikazana je kriva meljivosti klase -5+0,5 mm u funkciji vremena mlevenja.

Kako se vidi sa krive, a kako je ranije rečeno, već za 3 minuta mlevenja u laboratorijskom mlinu sa kuglama postiže se finoća mlevenja od oko 40% klase -0,074 mm. Takođe, vidi se da je najveći priraštaj posmatrane klase krupnoće za vreme mlevenja od 0 do 3 minuta, a sa daljim povećanjem vremena mlevenja priraštaj ove klase opada. Ovo ukazuje da u rudi koja se melje postoji deo materijala koji se lako i brzo usitnjava i deo materijala koji se sporo usitnjava.



Slika 2 Kriva meljivosti klase +0,5 mm

Opiti hidrocikloniranja samlevenog materijala u laboratorijskom hidrociklonu

Opit hidrocikloniranja obavljen je pri gustini pulpe na ulazu u hidrociklon od oko 23% Č, pri tome je dobijen preliv sa oko 16% Č i pesak sa oko 47% Č. Nakon prosejavanja ulazne pulpe, peska i preliva hidrociklona napravljena je raspodela na pesak i preliv metodom Grumbrecht-a.

Tabela 1. Raspodela u hidrociklonu određena metodom Grumbrecht-a

| Klasa krupnoće [mm] | Ulaz | Preliv | Pesak | | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|-------|-------|---------|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 2-4 | 3-4 | 2-4x3-4 | (3-4) ² |
| +0,500 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| -0,500+0,300 | 97,70 | 100,00 | 94,07 | 3,63 | 5,93 | 22,00 | 35,00 |
| -0,300+0,212 | 87,93 | 96,74 | 75,37 | 12,56 | 21,37 | 268,00 | 457,00 |
| -0,212+0,106 | 77,01 | 82,61 | 54,60 | 22,41 | 28,01 | 628,00 | 785,00 |
| -0,106+0,075 | 55,17 | 71,74 | 22,85 | 32,32 | 48,89 | 1580,00 | 2390,00 |
| -0,075+0,000 | 45,98 | 59,78 | 16,32 | 29,66 | 43,46 | 1289,00 | 1889,00 |
| Suma | | | | | | 3787,00 | 5555,40 |

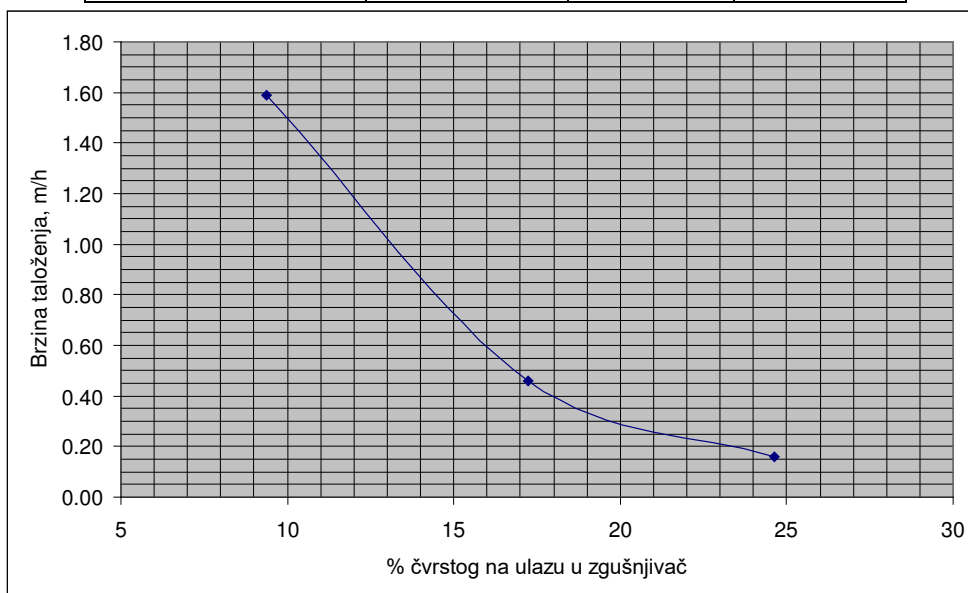
Na osnovu podataka prikazanih u tabeli 1 izračunata je raspodela peska i preliva u hidrociklonu i to: $M_{\text{preliva}} = 3787 / 5555,4 \cdot 100 = 68,17\%$. Odnosno $M_{\text{peska}} = 31,83\%$.

Opiti taloženja gotovog proizvoda

Tokom izvođenja opita taloženja po Door-ovom postupku, u menzurama od 1 litar, na prelivu laboratorijskog mehaničkog klasifikatora je utvrđeno da na brzinu taloženja u mnogome utiče gustina pulpe na početku taloženja. Brzina taloženja je ključna za izbor površine zgušnjivača. U tabeli 2 i na slici 3 prikazani su rezultati ovih istraživanja.

Tabela 2 Visina taloga preliva mehaničkog klasifikatora u funkciji gustine pulpe

| Vreme taloženja, min | 9,37%Č | 17,24%Č | 24,62%Č |
|----------------------|--------|---------|---------|
| 0 | 340 | 340 | 340 |
| 5 | 175 | 280 | 315 |
| 10 | 80 | 225 | 295 |
| 15 | 55 | 185 | 275 |
| 30 | 45 | 110 | 215 |
| 60 | 40 | 100 | 155 |

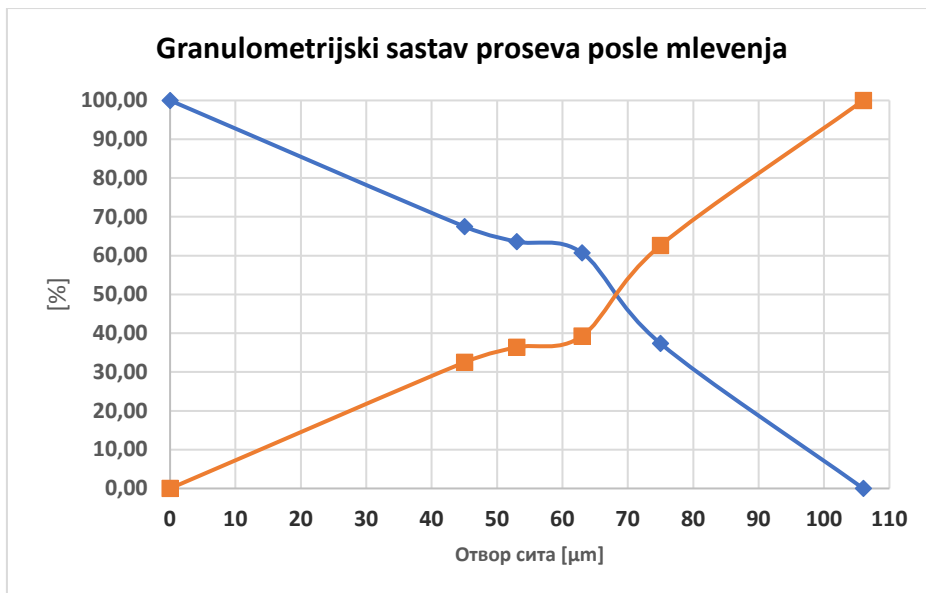


Slika 3 Brzine taloženja preliva mehaničkog klasifikatora u funkciji gustine pulpe

Kako se vidi sa slike, sa povećanjem gustine pulpe do 17% Č brzina taloženja naglo pada, a potom se taj pad usporava. Ove rezultate smo koristili kod dimenzionisanja površine zgušnjivača.

Bondov radni indeks

Bondov radni indeks za Sirijski fosfat utvrđen je na Bondovom mlinu po standardnom Bondovom postupku. Nakon uspostavljanja kružne šarže od 250% utvrđen je granulometrijski sastav samlevene rude (prosev iz poslednjeg ciklusa mlevenja) i prikazan grafički na slici 4.



Slika 4 Krive granulometrijskog sastava proseva iz poslednjeg ciklusa mlevenja

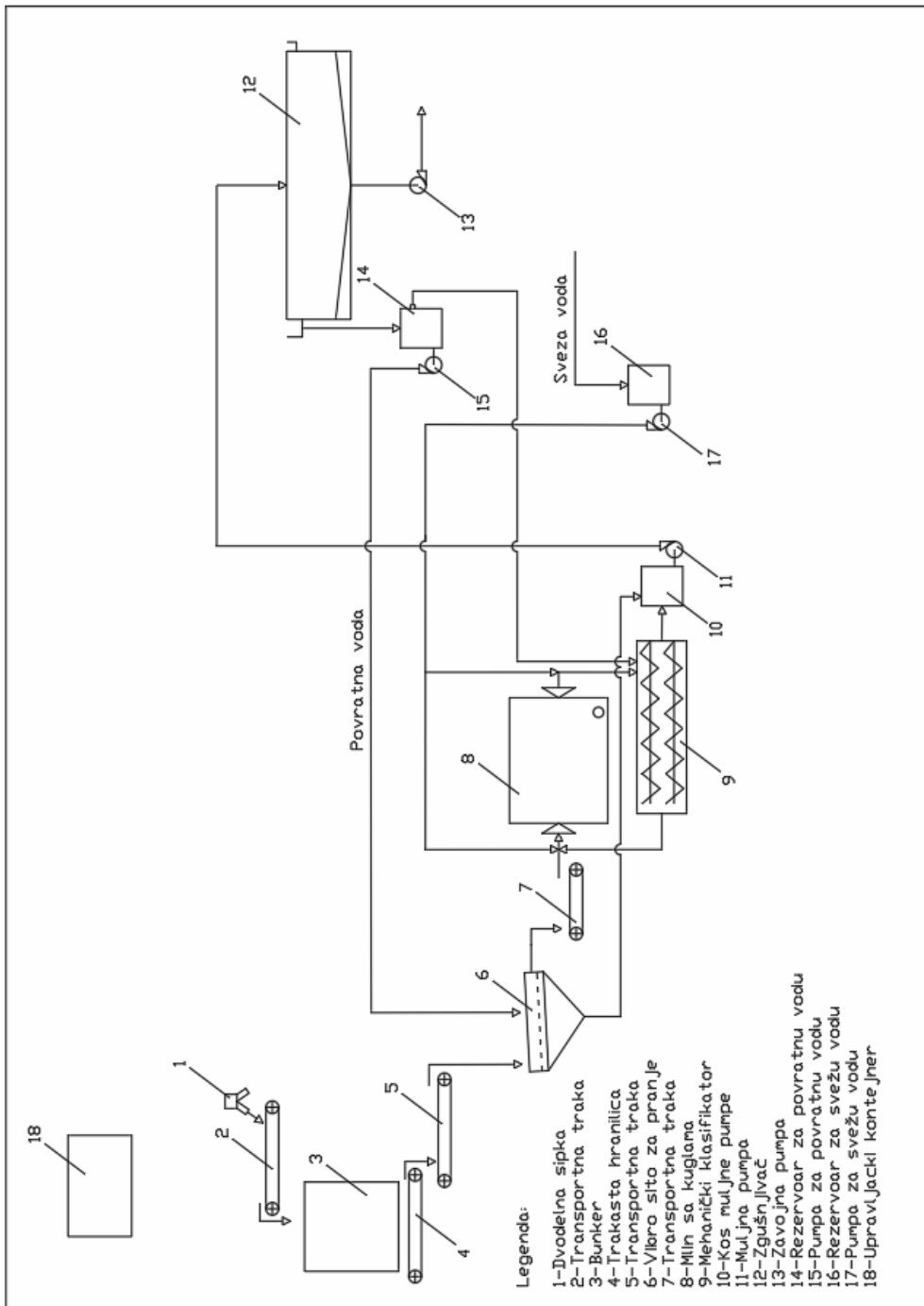
Na osnovu krive granulometrijskog sastava proseva iz poslednjeg ciklusa mlevenja se vidi da je ggk samlevenog fosfata malo iznad 100 μm, a srednji prečnik oko 68 μm.

Ono što je za Bond-ov indeks važno to je P80, a to u ovom slučaju iznosi oko 90 μm. Na početku je utvrđen F80 koji iznosi 500 μm, a nakon zatvaranja ciklusa mlevenja utvrđen je faktor G koji iznosi 2 g/obrtaju mlina. Veličina komparativnog sita bila je 106 μm. Na osnovu ovih podataka izračunat je Bondov radni indeks po sledećoj formuli:

$$W_i = 1,1 \frac{44,5}{P_k^{0,23} G^{0,82} \left(\frac{10}{\sqrt{P}} - \frac{10}{\sqrt{F}} \right)} = 15,63 \text{ kwh/t} \quad (34)$$

DEFINISANJE ŠEME TEHNOLOŠKOG PROCESA

Na osnovu svih dobijenih rezultata (deo tih rezultata prikazan je u ovom radu) definisana je šema tehnološkog procesa koja je prikazana na slici 5.



Slika 5 Šema tehnološkog procesa mokrog mlevenja fosfata u pogonu „Elixir“
Prahovo

Opis šeme

Fosfat iz postojećih skladišta dolazi postojećim transportnim trakama i preko dvodelne sipke (poz. 1) može biti usmeren ili u postojeću liniju suvog mlevenja ili u novu liniju mokrog mlevenja. Materijal iz dvodelne sipke pada na transportnu traku (poz. 2) a potom u betonski bunker (poz. 3). Potom se fosfat preko trakaste hranilice (poz. 4) dozira se na transportnu traku (poz. 5) koja rovni fosfat odvozi do vibro sita za pranje (poz. 6). Odsev vibro sita krupnoće + 0,5 mm odlazi transportnom trakom (poz. 7) u mlin sa kuglama (poz. 8). Nakon mokrog mlevenja (na ulazu u mlin se dodaje sveža voda) samleveni fosfat odlazi u dvospiralni mehanički klasifikator (poz. 9) gde se dodaje sveža i povratna voda kako bi se podesila gustina pulpe za proces klasiranja. Pesak mehaničkog klasifikatora se gravitacijski vraća u mlin sa kuglama čime se zatvara ciklus mlevenja i klasiranja. Preliv mehaničkog klasifikatora odlazi gravitacijski u koš muljne pumpe (poz. 10). U ovaj koš muljne pumpe gravitacijski dolazi i prosev vibro sita (poz. 6) krupnoće -0,5+0 mm. Ovako pripremljena pulpa, sa oko 30% Č pomoću muljne pumpe (poz. 11) šalje se u zgušnjivač (poz. 12) gde se vrši zgušnjavanje pulpe na gustinu od 60% Č i pomoću zavojne pumpe (poz. 13) šalje dalje u proces.

Za pranje fosfata na vibro situ (poz. 6) koristi se povratna voda koja se dobija kao preliv zgušnjivača i koja odlazi u rezervoar za povratnu vodu (poz. 14) a potom pomoću pumpe za vodu (poz. 15) se šalje na ovo sito. Preliv rezervoara za vodu (poz. 14) gravitacijski odlazi u korito mehaničkog klasifikatora (poz. 9).

Za snabdevanje postrojenja svežom vodom instaliran je rezervoar sveže vode (poz. 16) i pumpa za vodu (poz. 17). Upravljanje celim postrojenjem vrši se iz upravljačkog kontejnera (poz. 18).

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja mogućnosti mokrog mlevenja fosfata u postrojenju „Elixir“ Prahovo može se zaključiti sledeće:

Krupnoća ulaznog fosfata (ggk-d95) u proces mlevenja je u rasponu 3,5 do 4,5 mm. To je izuzetno povoljno za proces mokrog mlevenja.

Sadržaj klase -0,074+0 mm (samleveni proizvod) u ulaznoj rudi se kreće od 7 do 15% (mokrim sejanjem kod Sirijskog fosfata i do 25%) što je takođe povoljno za mokro mlevenje.

Mlevenjem kompletnog fosfata u laboratorijskom mlinu, za veoma kratko vreme (3 min) dostiže se finoća mlevenja od oko 40% klase -0,074 mm

što je uobičajena finoća mlevenja na izlazu iz mlina tj., to je ulazna finoća u proces klasiranja.

Za proces klasiranja uopšte (hidrociklon ili mehanički klasifikator) veoma je značajna gustina pulpe na ulazu u proces klasiranja. Generalno, veća gustina pulpe na ulazu u proces klasiranja daje grublji preliv (gotov proizvod) ali i manju efikasnost klasiranja. Na osnovu postignutih rezultata u ovim ispitivanjima predloženo je da gustina pulpe u procesu klasiranja bude oko 30% Č a u prelivu 23-25% Č.

Opitima taloženja samlevenog materijala u menzurama od 1 litar u funkciji gustine ulazne pulpe utvrđen je veoma „oštar“ pad brzine taloženja sa porastom gustine pulpe. Ovo znači da se sa ređom pulpom ostvaruje brže taloženje i omogućuje primena zgušnjivača manjeg prečnika, ali i pojavu mnogo više vode u sistemu koju je potrebno transportovati pumpama, što utiče na povećanu potrošnju energije.

Prethodno prosejavanje na situ otvora 0,5 mm je tehnički i ekonomski jako opravdano. Pri tome bi u prosev odlazilo oko 40% mase, ali bi ovo bio gotov proizvod, a 60% mase bi išlo u mlin na mlevenje sa klasiranjem.

LITERTURA:

1. Slaven Deušić, Predrag Lazić, Mašine i uređaji u pripremi mineralnih sirovina 1, RGF Beograd, 2013.
2. Jovo Pavlica, Dragiša Draškić, Priprema nemetalčnih mineralnih sirovina, RGF Beograd, 1997
3. Božo Kolonja, Dinko Knežević, Transport u pripremi mineralnih sirovina, RGF Beograd, 2000
4. Nedeljko Magdalinović, Usitnjavanje i klasiranje, Nauka Beograd, 1999.