UNIVERZITET U BEOGRADU

RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET

Katedra za pripremu mineralnih sirovina

ZBORNIK RADOVA

X KOLOKVIJUM
O PRIPREMI MINERALNIH SIROVINA

Beograd, 8. decembar 2023.

X Kolokvijum o pripremi mineralnih sirovina
ZBORNIK RADOVA

RECENZENTI:
Prof. dr Predrag Lazić
Prof. dr Milena Kostović

UREDNIK:
Prof. dr Milena Kostović

PREDSEDNIK UREĐIVAČKOG ODBORA RUDARSKO-GEOLOŠKOG FAKULTETA:
Doc. dr Dragana Nišić

ČLANOVI UREĐIVAČKOG ODBORA:
Dr Marija Živković, *van. prof.*; *dr* Dragana Nišić, *docent*; *dr* Milanka Negovanović, *van. prof.*; *dr* Ivana Vasiljević, *van. prof.*; *dr* Danica Srećković Batoćanin, *red. prof.*; *dr* Biljana Ablomasov, *red. prof.*; *dr* Ranka Stanković, *van. prof.*; *dr* Nevenka Đerić, *red. prof.*; *dr* Suzana Lutovac, *van. prof.*; Marina Bukavac

IZDAVAČ:
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet
Katedra za pripremu mineralnih sirovina

Radovi su štampani u izvornom obliku uz neophodnu tehničku obradu. Autori odgovaraju za svoje stavove i saopštene podatke. Nijedan deo ove publikacije ne može biti reprodukovan, presniman ili prenošen bez pismene saglasnosti izdavača

KOMPJUTERSKI SLOG:
Dr Durica Nikšić

ŠTAMPA: SaTCIP, Vrnjačka Banja
Tiraž: 150 komada

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

622.7(082)

КОЛОКВИЈУМ о припреми минералних сировина (10 ; 2023 ; Београд)

Zbornik radova / X kolokvijum o pripremi mineralnih sirovina, Beograd, 8. decembar 2023. ; [urednik Milena Kostović]. - Beograd : Rudarsko-geološki fakultet, Katedra za pripremu mineralnih sirovina, 2023 (Vrnjačka Banja : SaTCIP). - [15], 195 str. : ilustr. ; 25 cm

Tiraž 150. - Str. [9-10]: Predgovor / Organizacioni odbor. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-7352-395-8

a) Руде -- Припрема -- Зборници

COBISS.SR-ID 131574793

Beograd, 2023. godine
ISBN 978-86-7352-395-8
©Sva prava zadržava izdavač

ORGANIZATOR:

Katedra za pripremu mineralnih sirovina

Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

POČASNI ODBOR:

Prof. emeritus dr Nadežda ĆALIĆ, red. prof. u penziji
Prof. dr Slaven DEUŠIĆ, red. prof. u penziji
Prof. dr Svetlana POPOV, red. prof. u penziji
Prof. dr Rudolf TOMANEC, red. prof. u penziji
Prof. dr Dušica VUČINIĆ, red. prof. u penziji
Prof. dr Vladimir ČEBAŠEK, rukovodilac Rudarskog odseka, RGF
Prof. dr Biljana ABOLMASOV, dekan Rudarsko-geološkog fakulteta

NAUČNI ODBOR:

Prof. dr Predrag LAZIĆ, RGF - Beograd
Prof. dr Milena KOSTOVIĆ, RGF - Beograd
Dr Đurica NIKŠIĆ, RGF - Beograd
Prof. dr Jovica SOKOLOVIĆ, Tehnički fakultet - Bor
Dr *Dragan RADULOVIĆ, ITNMS - Beograd*
Dr Dragan MILANOVIĆ, IRM - Bor
Mr Zorica VUKADINOVIĆ, Ministarstvo rudarstva i energetike R. Srbije
Mr Jasmina NEŠKOVIĆ, Rudarski institut - Zemun

ORGANIZACIONI ODBOR:

Prof. dr Milena KOSTOVIĆ, predsednik
Master ing. Marina BLAGOJEV, sekretar
Prof. dr Predrag LAZIĆ, član
Dr Đurica NIKŠIĆ, član
Dipl. ing. Branislav MIKOVIĆ, član

Organizovanje X Kolokvijuma o pripremi mineralnih sirovina i štampanje zbornika radova finansijski su pomogli:

Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije

Rudarski odsek Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

Elixir Prahovo

SADRŽAJ:

SADRŽAJ: 5

PROFESOR DR DRAGIŠA DRAŠKIĆ 9

ISPITIVANJE SEPARABILNOSTI UGLJEVA PRIMENOM KOEFICIJENTA SEPARABILNOSTI, IW I NGMI INDEKSA 1

LABORATORIJSKO I POLUINDUSTRIJSKO ISPITIVANJE USPEŠNOSTI FLOTACIJSKE KONCENTRACIJE MINERALA CERUZITA RUDNOG LEŽIŠATA OČEKALJ, RUDNIKA GEOMET D.O.O. OLOVO BIH 12

KARAKTERIZACIJA PEPELA, ŠLJAKE I GIPSA U CILJU RAZVOJA TEHNOLOGIJE NJIHOVOG ZAJEDNIČKOG ODLAGANJA 30

POLIMORFNE PROMENE MATERIJE NASTALE MLEVENJEM MINERALA 39

PROCENA RIZIKA OD UDESA NA FLOTACIJSKOM JALOVIŠTU RUDNIKA „LECE" PRE I POSLE SANACIJE 54

UTVRĐIVANJE PARAMETARA MOKROG MLEVENJA FOSFATA U KOMPANIJI „ELIXIR" PRAHOVO 66

SAVREMENA OPREMA ZA ODVODNJAVANJE PROIZVODA FLOTACIJSKE KONCENTRACIJE 75

ANALIZA RIZIKA FLOTACIJSKIH JALOVIŠTA 84

MODERNIZACIJA FLOTACIJA U OKOLINI BORA 92

STUDIJA IZVODLJIVOSTI NADZEMNE GASIFIKACIJE LIGNITA KAO MOGUĆE KONCEPTUALNO REŠENJE ZA STRATEŠKI PRISTUP PRAVEDNOJ ENERGETSKOJ TRAZICIJI 103

UNAPREĐENJE PROCESA PRIPREME I PRERADE LIMONITNE RUDE U POSTROJENJU GMS – OMARSKA 111

PROIZVODNJA UGLJA IZ SEKUNDARNOG TEHNOGENOG LEŽIŠTA NA RUDNIKU UGLJA KOVIN 122

PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA I TRETMAN MULJA IZ POSTROJENJA ZA PMS- PREDUSLOVI, METODE I IZAZOVI 136

OPŠTI FAKTORI ODLAGANJA CEMENTNIH SMEŠA JALOVINE KAO ZAPUNA U RUDNICIMA 153

EU POJEKTI -MOGUĆNOST I ŠANSA ZA UKLJUČIVANJE I ANGAŽMAN NAUČNIH KADROVA IZ GEOLOGIJE I RUDARSTVA (POSEBNO PMS-STRUKE). SA OSVRTOM NA PROJEKAT RIS-

SAVREMENA OPREMA ZA ODVODNJAVANJE PROIZVODA FLOTACIJSKE KONCENTRACIJE

Sanja Petrović, Srđana Magdalinović, Ljubiša Obradović, Sandra Milutinović, Ivan Svrkota

Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, Srbija

Sažetak: Kompanija Zijin Mining Group aktivno investira u modernizaciju opreme za odvodnjavanje proizvoda flotacijske koncentracije u pogonima nekadašnjeg RTB-a Bor. Pogoni odvodnjavanja proizvoda flotacijske koncentracije danas predstavljaju savremenu tehnološku celinu procesa pripreme mineralnih sirovina. U cilju ispunjenja zahteva koje nalaže topionička prerada koncentrata, koji se odnosi na odgovarajući sadržaj bakra u koncentratu i na odgovarajući sadržaj vlage u koncentratu, poslednjih godina instalirani su uređaji koji mogu zadovoljiti tražene kriterujume. U radu je opisana nova tehnološka oprema u pogledu pogona odvodnjavanja proizvoda flotacijske koncentracije (zgušnjavanje i filtriranje) koja je ugrađena u pogonima prerade rude u Boru i okolini Bora u vlasništvu Zijin-a.

Ključne reči: zgušnjavanje, filtriranje, vlaga, tehnološka oprema

UVOD

Savremeni pogoni pripreme mineralnih sirovina, čiji sastavni tehnološki deo predstavljaju i postrojenja za odvodnjavanje proizvoda flotacijske koncentracije, zasnivaju se na instalaciji moderne tehnološke opreme. Instalirana oprema ima za cilj postizanje projektovanih tehnoloških parametara. U tom smislu, pogoni odvodnjavanja Kompanije Zijin prate svetske trendove. Zijin Mining Group Co., Ltd. ili Zijin Mining (ranije poznata kao Fujian Zijin Mining Industry Company Limited) je velika multinacionalna rudarska kompanija sa međunarodnim sedištem u gradu Šanghang u Kini, u provinciji Fujian. Kompanija se uglavnom bavi istraživanjem i eksploatacijom zlata, bakra, cinka i litijuma, kao i inženjerskim i tehnološkim istraživanjima. Kao važan igrač u globalnoj rudarskoj industriji, Zijin Mining nastoji da postane „zelena, visokotehnološka, vodeća globalna rudarska kompanija“ [1]. Glavni postojeći projekti Zijin-a raspoređeni su u 15 provincija i 13 prekomorskih zemalja [1]. U sastavu ove kompanije nalaze se i dva velika rudnika u Srbiji: Serbia Zijin Copper Doo Bor i Serbia Zijin Mining Doo Bor. U sastavu Kompanije Serbia Zijin Copper doo Bor posluju četiri rudnika bakra: rudnik Jama, rudnik Veliki Krivelj, rudnik Majdanpek i rudnik Cerovo. U sastavu Kompanije su i sledeći pogoni flotacija: flotacija Bor (flotacija rude iz rudnika Jama i flotacija topioničke šljake), flotacija Veliki Krivelj i flotacija Majdanpek [2].

U proteklih nekoliko godina, strateški partner Zijin Serbia Mining Group investirao je značajna sredstva u modernizaciju pogona ranije poznatog RTB-a

Bor. Predviđena povećanja kapaciteta prerade rude u svim pogonima Zijin-a podrazumevala su izgradnju novih postrojenja i rekonstrukciju postojećih u okviru procesa pripreme mineralnih sirovina.

Zgušnjavanje definitivnih flotacijskih koncentrata do odgovarajućeg sadržaja čvrste faze neophodan je za normalno odvijanje naredne faze u procesu odvodnjavanja, odnosno faze filtriranja. U pogledu odlaganja flotacijske jalovine, veliki broj rudnika širom sveta još uvek koristi konvencionalni pristup za odlaganje jalovine. S druge strane, velike rudarske kompanije imaju inovativniji pristup upravljanju jalovinom. Jalovina se deponuje u obliku paste (jalovina velike gustine ili jalovina u obliku paste), bilo na površini terena ili se koristi za zapunjavanje podzemnih rudničkih prostorija. Poslednjih godina aktuelna je tehnologija filtriranja flotacijske jalovine koja nudi značajne prednosti i treba je dosledno smatrati održivim izborom za izgradnju novih odlagališta jalovine. Ovakav pristup u pogledu odlaganja flotacijske jalovine eliminiše rizike od ozbiljnih incidenata na branama, dok istovremeno smanjuje potrebe u pogledu površine zemljišta potrebnog za njeno odlaganje [3].

Postizanje odgovarajuće gustine proizvoda zgušnjavanja nameće potrebu za primenom zgušnjivača koji uključuju niz inovativnih karakteristika u dizajnu. Uobičajena praksa u svetu je da se u procesu zgušnjavanja koncentrata i jalovine koriste zgušnjivači nove generacije među kojima značajno mesto zauzimaju i visoko efikasni zgušnjivači (*High Rate Thickeners*) koji podrazumevaju sisteme koji automatski razređuju pulpu, istovremeno optimizujući performanse i potrošnju flokulanta. U poređenju s konvencionalnim zgušnjivačima, ovi zgušnjivači imaju ogromne prednosti: veći kapacitet prerade, veća brzina taloženja i gustina dobijenog proizvoda, automatska regulacija rada grabulja i dr. [4].

U Srbiji je primena visoko efikasnih zgušnjivača novina i po prvi put su navedeni zgušnjivači instalirani u rudnicima Kompanije Serbia Zijin Mining Group.

U procesu filtriranja koncentrata koriste se membranske filter prese koje su zamenile tradicionalne disk vakuum filtere. U poređenju sa konvencionalnim procesima filtriranja, postižu se najniže vrednosti preostale vlage u filterskom kolaču.

ODVODNJAVANJE PROIZVODA FLOTACIJSKE KONCENTRACIJE

U pripremi mineralnih sirovina zgušnjavanje predstavlja najrasprostranjeniju fazu u procesu odvodnjavanja. Konvencionalni zgušnjivači se odlikuju činjenicom da je odnos prečnika i visine veliki (prečnik ovih zgušnjivača može biti veći od 100 m) [5]. Ovi zgušnjivači zauzimaju veliku površinu i imaju relativno mali proizvodni kapacitet po jedinici površine. Počevši

od osnova teorije zgušnjavanja, i dalje se istražuju ključni elementi procesa sedimentacije i opcije za izbor zgušnjivača, kao i karakteristike kritičnih komponenti zgušnjivača [6].

Pored klasičnih radijalnih zgušnjivača poznati su i zgušnjivači za brzo taloženje, odnosno zgušnjivači visokog kapaciteta ili visoko efikasni zgušnjivači. Kod ovih zgušnjivača pulpa se uvodi odozdo ispod posebnog diska, odnosno odozgo u posebno uređenu komoru za mešanje. Ovi zgušnjivači imaju manje prečnike i taloženje se pospešuje dodavanjem reagenasa za agregaciju. Ovo smanjenje prečnika rezervoara, od konvencionalnog do modernog dizajna, realizovano je razvojem dve važne stavke. Prva stavka se odnosi na razvoj sintetičkih flokulanata visokih performansi, a druga na evoluciju visokoefikasnih sistema za punjenje zgušnjivača [6].

U procesu filtriranja, poslednjih dvadesetak godina u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina značajno mesto imaju filter prese. Visoki stepen suve materije u „filter kolaču-keku" i visoki stepen izdvajanja fluida (filtrata) je ključno za pravilni izbor tehnologije i tipa filter prese. Filter presa integriše glavno telo i njegove pomoćne uređaje uključujući individualni električni upravljački orman, hidrauličku stanicu i stanicu za vodu, ventile i cevovode, i instrumentaciju neophodnu da filter ostvari programsko upravljanje.

Zbog svojih odličnih rezultata filtriranja, membranska filter presa se dokazala u brojnim industrijama (rudarskoj, hemijskoj, farmaceutskoj industriji...). U cilju ispunjavanja različitih zahteva industrije, membranske filter prese su dizajnirane u modularnom dizajnu analogno komornim filter presama.

Standardni membranski materijal koji se koristi je polipropilen (PP), sintetička guma (npr. NBR, EPDM) ili termoplastični elastomer (TPE). Membranske filter prese imaju veliki uticaj na sadržaj čvrste materije korišćenjem membranske tehnologije u filter pločama.

Pogon odvodnjavanja flotacije Veliki Krivelj

Pogon flotacije Veliki Krivelj završen je i pušten u rad 1983. godine. Planirani kapacitet prerade bio je 9,9 Mt/god. Rekonstrukcija starog pogona flotacije Rudnika bakra Veliki Krivelj u cilju povećanja kapaciteta prerade sa 8,0 Mt na 10,6 Mt vlažne rude godišnje izvedena je 2012. godine. Tehnološki proces pripreme obuhvata sledeće osnovne operacije: drobljenje i prosejavanje, mlevenje i klasiranje, flotacijsku koncentraciju minerala bakra, odvodnjavanje koncentrata bakra i odlaganje flotacijske jalovine. Kapacitet postojećeg flotacijskog postrojenja iznosi 9,9 Mt/god. U ovom pogonu flotacije Veliki Krivelj vrši se i prerada rude sa površinskog kopa Cerovo (kapacitet prerade rude sa rudnika Cerovo iznosi 2,5 Mt vlažne rude godišnje) [7].

U 2019. godini izvedena je rekonstrukcija postrojenja za odvodnjavanje koncentrata bakra. Primarni cilj rekonstrukcije bio je postizanje neophodnog sadržaja vlage u koncentratu koji nalaže topionička prerada koncentrata. Zbog toga je u pogonu filtraže ugrađena nova horizontalna filter presa tipa VPA 1530 60 proizvođača opreme Metso i prateća oprema za proces filtriranja (filter presa je zamenila originalni disk vakum filter). Flotacijska jalovina proizvedena u starom postrojenju flotacije skladišti se na jalovištu prema godišnjem planu.

Povećanje kapaciteta flotacijske prerade suve rude na 23,1 Mt/god. uslovio je izgradnju nove flotacije 2021/2022. Izgrađena je i nova filtraža i instalirana je vertikalna filter presa BLZG 120 i prateća procesna oprema (kondicioner za zgusnuti koncentrat, pumpe za hranjenje filter prese, pumpe za vodu, kompresorski set...) [7]. Neophodno nadvišenje flotacijskog jalovišta i nadmorska visina lokacije novog postrojenja flotacije koja je niža od kote jalovišta, uslovile su da se jalovina iz novog pogona flotacije zgušnjava u novom visoko efikasnom zgušnjivaču do sadržaja čvrste faze od 50%, a nakon toga se ovako zgusnuta jalovina transportuje u akumulacioni prostor flotacijskog jalovišta [7].

Pogon odvodnjavanja flotacije Bor

Celokupni kompleks nekadašnjeg RTB-a je lociran u severoistočnom delu grada Bora neposredno uz gradsko naselje. Na severoistočnoj strani kompleksa je jalovište, na severnoj strani je nekadašnji površinski kop. U pogonu flotacije Bor prerađuje se ruda bakra iz podzemnog rudnika Jama i topionička šljaka [8, 9].

U cilju proširenja kapaciteta Topionice i rafinacije instalirana je nova oprema i izgrađeni su novi objekati uz revitalizaciju postojeće opreme. Na taj način obezbeđuje se proizvodnja katodnog bakra od 200.000 t godišnje. U datom proizvodnom procesu nastaje 749.513 t/god. suve šljake koju je potrebno preraditi u flotacijskom postrojenju. Odabrani proces pripreme i koncentracije topioničke šljake sastoji se iz sledećih tehnoloških operacija: primarnog drobljenja, mlevenja i klasiranja, flotacijske koncentracije, zgušnjavanja i filtriranja koncentrata bakra i zgušnjavanja i filtriranja jalovine [8].

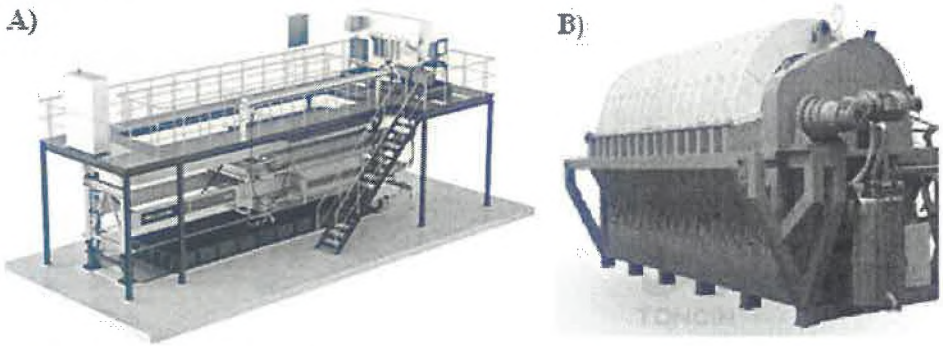
Za zgušnjavanje i filtriranje koncentrata bakra iz procesa prerade jamske rude i iz procesa prerade šljake koristi se zgušnjivač prečnika 33 m i filter presa tipa VPA 1530 46 proizvođača Metso, respektivno. Projektovani sadržaj vlage u koncentratu iznosi 9-12%.

Zgušnjavanje jalovine iz procesa prerade šljake odvija se u klasičnom zgušnjivaču prečnika 60 m, a zgusnuti proizvod (50% čvrste faze) se transportuje u postrojenje za filtriranje jalovine u kome se filtriranje odvija na četiri keramička vakuum filtera od kojih je jedan rezervni. Isfiltrirana jalovina šljake (sadržaj vlage 12%) odlaže se na skladištu i ista se zatim koristi u svrhu pripreme pasta zasipa

(pasta zasip za zapunjavanje otkopanog prostora u rudnicima sa eksploatacijom u kojima je zastupljena pomenuta metoda eksploatacije) [8].

Keramički filteri imaju tendenciju da zamene običan vakuum filter u narednim godinama. Treba naglasiti da je keramički filter ipak pogodniji za filtriranje krupnijih, visokokokvalitetnih i niskoviskoznih materijala, koji su jednostavni za filtriranje. Ovi filteri imaju funkciju automatskog čišćenja, ali se posebna pažnja mora obratiti na hemijske reagense koji se u tu svrhu koriste (uglavnom azotna kiselina, hlorovodonična kiselina, itd.). Nakon ispiranja keramičkih ploča bitan je dalji tretman otpadne kiseline u cilju zaštite životne sredine. Lako lomljenje keramičkih ploča jeste osnovni nedostatak ovih uređaja. Takođe, kod ovih filtera se performanse filtriranja brzo smanjuju.

Na slici 1 prikazan je izgled filter prese model VPA i keramičkog filtera model TC 60.



Slika 1. Filter presa Metso model VPA (A) [10] i keramički vakuum filter (B) [11]

Pogon odvodnjavanja flotacije Majdanpek

Flotacija bakra 1 u Rudniku bakra Majdanpek, za koju je projekte izradila kompanija "Dorr Oliver", puštena je u probnu proizvodnju 25.06.1961. godine. Prve tone koncentrata bakra iz Majdanpeka su istog dana isporučene Topionici u Boru i izlivene su prve anode. Kao datum početka redovne proizvodnje u RBM-u smatra se 1. januar 1962. godine [9].

Osnovna delatnost flotacije RBM-a jeste prerada rude bakra do dobijanja koncentrata bakra. Prelazna faza između površinskog kopa i pogona flotacije je primarno drobljenje rude i transport mineralne sirovine do pogona flotacije. Finalni proizvodi procesa flotacijske koncentracije transportuju se do predviđenih lokacija, do postojećeg jalovišta i do pogona Topionice u Boru. Povećanje kapaciteta prerade u pogonu flotacije Majdanpek sa 6 Mt rude godišnje na 11 Mt rude godišnje uslovio je izgradnju nove flotacije i instalacije nove glavne

i prateće opreme predviđene za kapacitet od 6,6 Mt suve rude godišnje. Postojeća flotacija predviđena je za kapacitet od 4,4 Mt suve rude godišnje [12].

U pogonu zgušnjavanja koncentrata bakra koristi se visoko efikasni zgušnjivač prečnika 18 m (sadržaj čvrste faze u zgusnutom proizvodu 60%) sa pratećim sistemom za pripremu i distribuciju flokulanta. U novom pogonu filtraže instalirana je oprema za filtriranje koncentrata bakra i to vertikalna filter presa Larox PF12 uz prateću procesnu opremu. Pored nove filter prese, koristi se i postojeća filter presa tipa VPA 1540 24, proizvođača Metso [12].

Za odvodnjavanje flotacijske jalovine koristi se visoko efikasni zgušnjivač prečnika 58 m (sadržaj čvrste faze na izlazu iz zgušnjivača 50%) sa sistemom za pripremu i distribuciju flokulanta. Koncept transporta zgusnute jalovine na jalovište treba da doprinese smanjenju operativnih troškova u pogledu prepumpavanja materijala, broja hidrociklona u radu na jalovištu, manjoj abraziji cevovoda pri transportu materijala sa većim sadržajem čvrste faze, smanjenju količine vode u akumulacionom prostoru jalovišta koja može uticati na smanjenje stabilnosti brana i dr.

Pogon odvodnjavanja flotacije Čukaru Peki

U novom rudniku Čukaru Peki (Serbia Zijin Mining Doo Bor) se postupkom flotacijske koncentracije izdvajaju tri proizvoda: koncentrat bakra, koncentrat pirita i flotacijska jalovina. Maksimalni kapacitet prerade rudnik dostiže od III godine proizvodnje i isti iznosi 3,3 Mt suve rude godišnje [13].

Pogon odvodnjavanja proizvoda flotacijske koncentracije sastoji se iz sledećih celina:

- odvodnjavanje koncentrata bakra: koristi se visoko efikasni zgušnjivač prečnika 25 m za zgušnjavanje koncentrata bakra (sadržaj čvrste faze na izlazu iz zgušnjivača 55%). U okviru pogona zgušnjavanja koncentrata bakra nalazi se i pripadajuća pumpna stanica u kojoj se nalaze 2 kondicionera za zgusnuti koncentrat i 4 centrifugalne muljne pumpe. Oprema za filtriranje koncentrata bakra podrazumeva 3 linije od kojih su dve radne, a jedna rezervna, uz prateću opremu: rezervoari sa mešačem sa pratećim pumpnim agregatima, rezervoari za vodu, kompresorski set, pumpe za transport filtrata i dr.

Definitivna vlaga u koncentratu bakra nakon filtriranja iznosi 10%.

- odvodnjavanje koncentrata pirita: zgušnjavanje se odvija u visoko efikasnom zgušnjivaču prečnika 22 m (sadržaj čvrste faze na izlazu iz zgušnjivača 55%). U okviru pogona odvodnjavanja koncentrata pirita nalazi se pumpna stanica sa pumpnim agregatima za transport koncentrata pirita na odlagalište pirita.

- odvodnjavanje jalovine: za zgušnjavanje jalovine koristi se visoko efikasni zgušnjivač prečnika 22 m. Flotacijska jalovina zgušnjava se do sadržaja čvrstog od 55%, a nakon toga jedan deo zgusnute jalovine se transportuje u postrojenje za pripremu pasta zasipa, dok se drugi deo zgusnute jalovine, prema zahtevima koje nalaže tehnološki proces, usmerava ka flotacijskom jalovištu. U integrisanoj pumpnoj stanici za transport jalovine i povratnih voda smešteni su pripadajući pumpni agregati.

U tabeli 1 prikazan je pregled opreme u pogonima odvodnjavanja navedenih postrojenja.

Tabela 1. Oprema u pogonima odvodnjavanja koncentrata i jalovine

Pogon odvodnjavanja	Zgušnjavanje	Filtriranje
Veliki Krivelj	Koncentrat bakra	
	Klasični zgušnjivači Ø40 m; 22 kW	Horizontalna Filter presa VPA 1530 60 Broj filterskih komora: 60 Instalisana snaga: 45 kW Proizvođač: Metso Vertikalna Filter presa BLZG 120 Broj filterskih komora: 20 Instalisana snaga: 59 kW Proizvođač: Shandong Energy Heavy Equipment Group
	Flotacijska jalovina	
	Novi pogon flotacije Visoko efikasni zgušnjivač Ø60 m; 30 kW Proizvođač: Zhong Fen	/
Bor	Koncentrat bakra	
	Klasični zgušnjivač Ø33 m; 4 kW	Horizontalna Filter presa VPA 1530 46 Broj filterskih komora: 46 Instalisana snaga: 45 kW Proizvođač: Metso
	Flotacijska jalovina	
	Jalovina flotacije jamske rude Klasični zgušnjivači Ø60 m; 7,5 kW	/
	Jalovina flotacije šljake Klasični zgušnjivači Ø60 m; 7,5 kW	Keramički filter TC-60 Površina filtriranja: 60 m^2 Prečnik diska: 2,2 m Broj diskova: 12 Instalisana snaga: 3 +7,5+12 kW Proizvođač: Nuclear Industry Yantai Tongxing Industrial Co., Ltd.

Pogon odvodnjavanja	Zgušnjavanje	Filtriranje
Majdanpek	Koncentrat bakra	
	Visoko efikasni zgušnjivač Ø18 m; 5,5 kW Proizvođač: Metso:Outotec	Horizontalna filter presa Metso VPA 1540 24 Broj komora: 24 Snaga elektromotora: 45 kW Proizvođač: Metso Vertikalna filter presa Larox PF 12 Broj filter ploča: 20 Snaga elekromotora: 43,25 kW Proizvođač: Metso:Outotec
	Flotacijska jalovina	
	Visoko efikasni zgušnjivač Ø58 m; 30 kW Proizvođač: Metso:Outotec	/
Čukaru Peki	Koncentrat bakra	
	Visoko efikasni zgušnjivač Ø 25 m; 7,5 kW Proizvođač: Metso:Outotec	Filter prese GKAZFQ300/2580-UI Broj filterskih komora: 56 Instalisana snaga elektromotora: 34,1 kW Proizvođač: Jingjin Environmental Protection Co., Ltd.
	Koncentrat pirita	
	Visoko efikasni zgušnjivač Ø 22 m; 5,5 kW Proizvođač: Metso:Outotec	/
	Flotacijska jalovina	
	Visoko efikasni zgušnjivač Ø 22 m; 11 kW Proizvođač: Metso:Outotec	/

ZAKLJUČAK

Postrojenja za odvodnjavanje proizvoda flotacijske koncentracije kompanije Zijin danas predstavljaju moderne tehnoške celine procesa pripreme mineralnih sirovina. Nova generacija visoko efikasnih zgušnjivača u većini pogona kao i instalacija filter presa i keramičkih filtera imaju za cilj postizanje projektovanih tehnoloških parametara prerade. Takođe, ovi pogoni odvodnjavanja zadovoljavaju zahteve važećih standarda i propisa.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je finansijski podržalo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, ugovor br. 451-03-47/2023-01/200052.

LITERATURA

1. https://www.zijinmining.com/

2. https://zijinbor.com/
3. Fabian, K., M. Jacobs, A. Hooshiar, E. Ngwenya. The impacts of using thickened tailings on water management and CAPEX of tailings storage facilities, Paste 2015: Proceedings of the 18th International Seminar on Paste and Thickened Tailings, Australian Centre for Geomechanics, Perth, pp. 535-546, 2015.
4. https://www.metso.com/portfolio/high-rate-thickener/
5. Franks, D. M., D. V. Boger, C.M. Cote, D. R. Mulligan. Sustainable development principles for the disposal of mining and mineral processing wastes. Resources Policy 36 (2011) 114-122.
6. Grima Olmedo, C., A. Ramirez Gomez, D. Gomez-Limon Galindo, J.A. Butragueño Muñoz. Review of equipment for mine waste: from the conventional thickener to the deep cone for paste production. Dyna 90 (2015) 359-365.
7. DRP povećanja kapaciteta flotacijske prerade suve rude na 23,1 Mt godišnje sa površinskog kopa Veliki Krivelj, IRM Bor, 2021. god.
8. DRP za preradu topioničke šljake, IRM Bor, 2021. god.
9. Z. Mitrović, R. Jovanović. Sto godina borskog rudarstva 1903-2003. Sedamdeset pet godina basenskih flotacija 1929-2003. Rudarsko-topioničarski basen Bor, 2007.
10. https://www.metso.com/portfolio/vpa-filters/
11. https://www.toncin.com/Ceramic-Disc-Filter-pd717037988.html
12. DRP povećanja kapaciteta flotacije Rudnika bakra Majdanpek sa 6 Mt na 11 Mt rude godišnje, IRM Bor, 2020. god.
13. GRP pripreme mineralnih sirovina i odlagališta rudarskog otpada i koncentrata pirita iz ležišta Čukaru Peki – Gornja zona, IRM Bor, 2020. god.