

„ RUDARSTVO 2023“

14. simpozijum sa međunarodnim učešćem

Održivi razvoj u energetici i rudarstvu

11. Savetovanje sa međunarodnim učešćem

ZBORNİK RADOVA

PROCEEDINGS

Zlatibor

30. maj - 2. jun 2023

ZBORNİK RADOVA/ *PROCEEDINGS*

Organizatori:

Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina
Privredna komora Srbije

Izdavač / *Publisher*

Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina

Urednik / *Editor*

Miroslav Ignjatović

Štampa / *Printed by*

Akadska izdanja, Beograd

Tiraž / *Copies*

180

Beograd, 30. maj 2023

14. Simpozijum „Rударstvo 2023“ *Održivi razvoj u rudarstvu i energetici*

СИМПОЗИЈУМ са међународним учешћем "Рударство" (14 ; 2023 ; Златибор)

Održivi razvoj u rudarstvu i energetici : Zbornik radova / 14. simpozijum sa međunarodnim učešćem "Rударstvo 2023" = Sustainable development in mining and energy : proceedings = 14th Symposium with International Participation "Mining 2023", Zlatibor 30. maj - 2. jun 2023. ; [organizatori Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina [i] Privredna komora Srbije] ; [urednik, editor Miroslav Ignjatović. - Beograd : Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, 2023 (Beograd : Akademaska izdanja). - 401 str. : ilustr. ; 25 cm

Tiraž 180. - Bibliografija uz većinu radova. - Abstracts.

ISBN:978-86-80420-27-1

COBISS.SR-ID:116330505

CIP - Каталогизација у публикацији Народна библиотека Србије, Београд 622(082)
502/504(082)

NAUČNI ODBOR

dr Dragan Radulović, ITNMS, Beograd; dr Miroslav Ignjatović, Privredna komora Srbije; Beograd; dr Vladimir Šiljkut, JP EPS; Prof.dr Mirko Gojić, Metalurški fakultet, Sisak; prof.dr Grozdanka Bogdanović, Tehnički fakultet; dr Maja Grbić, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla"; dr Branislav Marković, ITNMS, Beograd; prof. dr Jovica Sokolović, Tehnički fakultet, Bor; prof. dr Predrag Jovančić, RGF, Beograd; dr Slavica Mihajlović, ITNMS, Beograd; dr Dragana Randelović, ITNMS, Beograd; dr Vladimir Jovanović, ITNMS, Beograd; Prof. Snežana Ignjatović, RGF, Beograd; dr Nevad Ikanović, JP Elektroprivreda BiH, prof.dr Omer Musić, RGG fakultet, Tuzla; dr Zajim Hrvat, JP Elektroprivreda BiH; Prof.dr Marina Dojčinović, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd; dr Edin Lapandić, JP Elektroprivreda BiH, dr Rada Krgović, JP EPS, Ogranak RB Kolubara; dr Aleksandra Patarić, ITNMS, Beograd; dr Vladan Kašić, ITNMS, Beograd; dr Branko Petrović, JPEPS, Ogranak RB; Kolubara; mr Jadranka Todorović, JP EPS, Ogranak RB Kolubara; mr Šefik Sarajlić, RMU Đurđevik; dr Dimšo Milošević, RiT „Ugljevik“, Ugljevik; dr Milisav Tomić, JP EPS, Ogranak RB Kolubara; mr Žarko Nestorović, JPEPS, Ogranak HE Đerdap

PROGRAMSKI ODBOR

dr Miroslav Ignjatović, Privredna komora Srbije; Ljubinko Savić, Privredna komora Srbije; Gordana Tomašević, JP EPS; dr Nikola Vuković, ITNMS; Vladimir Vukojević, NIS Gaspromneft; Nataša Malenčić, NIS Gaspromnjeft; Andrea Radonjić, Rio Tinto; Jovica Radisavljević, ZiJin Bor Copper doo Bor; Bojan Rakić, JP EPS, Ogranak HE Đerdap, Miliša Jovanović, EMS ad; Prof. dr Milanka Negovanović, RGF, Beograd; Slobodan Mitić, JP PEU, Resavica; Ivan Filipov, rudnik Kovin; Drago Vasović, rudnik Veliki Majdan; Momčilo Dugalić, Jelen Do; Mr Šahbaz Lapandić, rudnik mrkog uglja Banovići

SADRŽAJ / CONTENTS:

Plenarna predavanja / Plenary Presentations

RETKE ELEMENTI I NJIHOV STRATEŠKI ZNAČAJ

Jovan Kovačević, Dragoman Rabrenović, Predrag Mijatović, Jelena Kokot, Slobodanka Sudar, Nebojša Gavrilović 5

STRATEŠKI PLAN ODRŽIVOG RAZVOJA EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA UGLJA RMU „SOKO” SOKOBANJA

Sobodan Kokerić, Zoran Aksentijević, Mirko Ivković 16

POVRŠINSKI MODIFIKOVANI ZEOLITI - EFIKASNI ADSORBENTI EMERGENTNIH ZAGAĐIVAČA

Danijela Smiljanić, Aleksandra Daković, Marija Marković, Milena Obradović i Milica Ožegović 29

ČELIČNI OTPAD - SEKUNDARNA SIROVINA ZA PROIZVODNJU ČELIKA

Mirko Gojić, Stjepan Kožuh, Ivana Ivanić 37

PRIMENA AEROMAGNETSKIH I GRAVIMETRIJSKIH PODATAKA PRI IZRAD GEOFIZIČKOG-GEOLOŠKOG MODELA DELA TIMOČKOG MAGMATSKOG KOMPLEKSA

Snežana Ignjatović 55

ANALIZA KRITERIJUMA VERIFIKACIJE METODA ZA ISPITIVANJE ZATEZANJEM ČELIČNIH ŽICA, UŽADI U RUDARSTVU

Slavica Miletić, Biserka Trumić, Suzana Stanković 78

PRIMENA SKENIRAJUĆE ELEKTRONSKE MIKROSKOPIJE U ISTRAŽIVANJU LEŽIŠTA I PRIPREMI MINERALNIH SIROVINA

Nikola S. Vuković 66

MOGUĆNOST EKSPLOATACIJE METANA IZ LEŽIŠTA RMU „SOKO” – SOKOBANJA

Duško Đukanović, Nemanja Đokić, Zoran Aksentijević, Daniel Radivojević, Branislav Stakić 75

ANALIZA KRITERIJUMA VERIFIKACIJE METODA ZA ISPITIVANJE ZATEZANJEM ČELIČNIH ŽICA, UŽADI U RUDARSTVU

Slavica Miletić, Biserka Trumić, Suzana Stanković 88

GEOLOGIJA LEŽIŠTA ZEOLITSKIH TUFOVA SRBIJE

Vladan Kašić, Vladimir Simić, Jovica Stojanović, Ana Radosavljević-Mihajlović, Slavica Mihajlović, Nataša Djordjević 95

TEHNOLOŠKA ISPITIVANJA PET ALKALNO AKTIVIRANIH UZORAKA BENTONITSKE RUDE „BIJELO POLJE“ – BAR I NJIHOVA PRIMENA U RAZLIČITIM INDUSTRIJSKIM GRANAMA

Dragan S. Radulović, Vladimir D. Jovanović, Dejan Todorović, Branislav Ivošević, Darko M. Božović, Sonja Milićević, Slavica Mihajlović 110

SMANJENJE RIZIKA OD OŠTEĆENJA KAPITALNE RUDARSKE OPREME IMPLEMENTACIJOM RADARSKOG PRAĆENJA STABILNOSTI KOSINA NA KOPOVIMA ELEKTROPRIVREDE SRBIJE

Dragan Milošević, Ivan Janković, Đorđe Radulović 119

Saopštenja / Contributions

HORIZONTALNA I VERTIKALNA DISTRIBUCIJA TEŠKIH METALA (Cu, Pb, Zn) U LIGNITU KOSTOLAČKO - KOVINSKOG UGLJONOSNOG BASENA	
Bogoljub Vučković	124
КОЛИКО ДАНАС, ЈУЧЕ СМО МОРАЛИ МИСЛИТИ НА СУТРА	
Зорица Гојак	134
UTVRĐIVANJE PARAMETRA ODLOŽENE OTKRIVKE I JALOVINE METODOM POVRATNE ANALIZE NA OVRŠINSKOM KOPU GACKO-CENTRALNO POLJE	
Aleksandar Ateljević, Nenad Lasica, Dušan Nikčević, Nikola Stanić, Aleksandar Doderović	137
POTENCIJALNOST LEŽIŠTA MRKOG UGLJA “SOKO” – SOKOBANJA	
Miljana Milković, Đorđe Fići, Daniel Radivojević, Zoran Aksentijević, Slobodan Kokerić	151
ODREĐIVANJE ISKORISTIVE VREDNOSTI PRIRODNOG KAPITALA LEŽIŠTA UGLJA “POLJANA”	
Zorica Ivković, Dejan Dramlić, Dražana Tošić, Boban Branković, Jelena Trivan	163
ПРИМЈЕНА МОДЕЛА УПРАВЉАЊА ДИКОНТИНУАЛНИМ СИСТЕМИМА ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ У УСЛОВИМА ПК „БОГУТОВО СЕЛО“	
Димшио Милошевић, Владимир Малбашић	172
ORDŽIVOST PODZEMNE EKSPLOATACIJE UGLJA U REPUBLICI SRBIJI	
Marko Babović, Ivan Janković, Branislav Babić	193
POZITIVNI I NEGATIVNI UTICAJ HIDROELEKTRANA NA ŽIVOTNU SREDINU	
Ivana Mitrović	203
EKSTERNI TROŠKOVI ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE TOKOM I NAKON PROCESA PROIZVODNJE	
Boban Turanović	215
GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA MINERALIZACIJA BORA I PRATEĆIH ELEMENATA U VALJEVSKO-MIONIČKOM BASENU RADI DOKAZIVANJA LEŽIŠTA RUDE BORA, SA TEŽIŠTEM NA PROCESU IZVEDENIH TEHNOLOŠKO-METALURŠKIH ISPITIVANJA	
Branislav Potić, Ana Arifović	220
MOGUĆNOST SMANJENJA EMISIJE CO2 U TERMoeLEKTRANAMA "EPS-a" U FUNKCIJI ODRŽIVOG RAZVOJA I CIRKULARNE EKONOMIJE	
Momčilo MOMČILOVIĆ	233
STABILNOST ODLAGALIŠTA JALOVINE NA POVRŠINSKOM KOPU BELI KAMEN NA FRUŠKOJ GORI	
Radmilo Rajković, Daniel Kržanović, Miomir Mikić, Milenko Jovanović, Stefan Trujić	248
ГЛАУКОНИТСКИ КВАРЦНИ АРЕНИТИ И ЊИХОВА ПРИМЕНА У ОРГАНСКОЈ ПРОИЗВОДЊИ	
Драгоман Рабреновић, Јован Ковачевић, Маја Познановић Спахих, Цветко Живоковић, Јелена Кокот	257

SPECIFIČNOSTI HIBRIDNIH GEOMREŽA

Milenko Jovanović, Daniel Krzanović, Radmilo Rajković, Miomir Mikić, Emina Pozega 269

BIOLOŠKA REKULTIVACIJA FLOTACIJSKOG JALoviŠTA STUBIČKI POTOK U LEPOSAVIĆU

Miomir Mikić, Sandra Milutinović, Stefan Trujić, Radmilo Rajković, Milenko Jovanović 278

SISTEM ODBRANE OD VODA POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ

Daniel Krzanović, Milenko Jovanović, Radmilo Rajković, Miomir Mikić, Ivana Jovanović 283

IZRADA DRENAŽNIH KANALA U PODINI PK „DRMNO“, ZAPUNA IBERLAUFOM I POKRIVANJE GEOTEKSTILOM

Jovan Zdravković, Tomislav Nestorović, Mladen Vojnić Nadežda Stevanović –Petrović 289

POSTUPCI PRIPREME KVARCNOG PESKA I NJIHOV UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU

Slavica Mihajlović, Nataša Đorđević, Vladan Kašić, Dragan Radulović, Vladimir Jovanović 293

DEMONTAŽA I MONTAŽA RADNOG KOLA TURBINE NA HE ĐERDAP 1

Aleksandar Čelebić 299

ODRŽIVI RAZVOJ U ELEKTROENERGETICI

Žarko Nestorović, Petar Nikolić, Dragan Marinović, Bojan Rakić 310

MONTAŽA STATORA GLAVNOG GENERATORA NA HE „ĐERDAP 1”

Dragan Belonić 316

REVITALIZACIJA AGREGATA A2 NA HE „ĐERDAP 1”

Radovan Miković 326

ZNAČAJ PROBNO-EKSPLOATACIONE ETAŽE PRI ISTRAŽIVANJU LEŽIŠTA ARHITEKTONSKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA U CRNOJ GORI

Darko Božović, Dragan S. Radulović, Branko Vilotijević 337

ANALIZA UTICAJA RUDARSKIH RADOVA NA PROMENE NAČINA KORIŠĆENJA ZEMLJIŠTA U ZONI RUDARSKOG BASENA „KOLUBARA“ DALJINSKOM DETEKCIJOM

Milisav Tomić 344

FLEKSIBILNOST U RADU POSTROJENJA ZA DORADU NA RUDNIKU KOVIN

Ivan Filipov 355

ZEOLITSKI TUFOVI LEŽIŠTA SLANCI U BEOGRADSKOM DUNAVSKOM KLJUČU

Vladan Kašić, Jovica Stojanović, Ana Radosavljević-Mihajlović, Slavica Mihajlović, Nataša Djordjević 366

METODOLOGIJA IZDAVANJA ULJA I MAZIVA U POMOĆNOJ MEHANIZACIJI NA PK „DRMNO“

Filip Todorović 374

UTICAJ SEPARATNOG PROVJETRANJA NA POJAVU ENDOGENIH POŽARA U RUDNIKU „PODZEMNA EKSPLOATACIJA UGLJA“ RMU „BANOVIĆI“

Dž. Dostović; Šefik Sarajlić 382

POSTUPCI PRIPREME KVARCNOG PESKA I NJIHOV UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU

Slavica Mihajlović, Nataša Đorđević, Vladan Kašić, Dragan Radulović, Vladimir Jovanović
Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd

Apstrakt

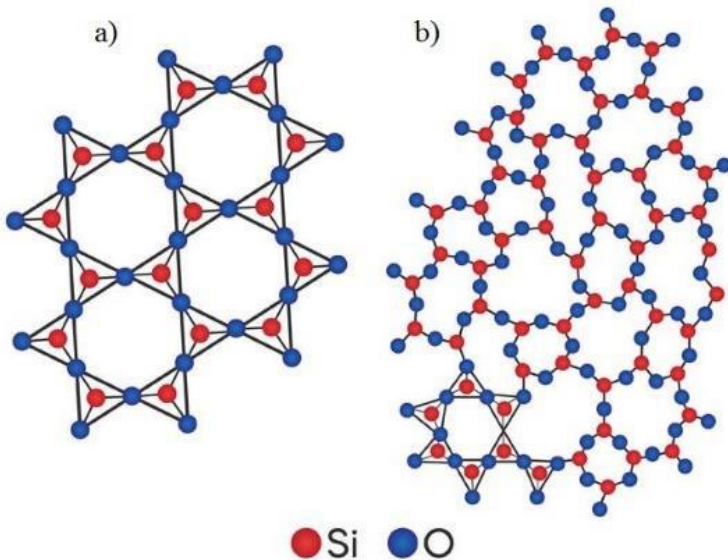
Nečistoće iz rovnog kvarcnog pesku uklanjaju se odgovarajućim postupcima pripreme kao što su: prosejavanje, klasiranje, atricijsko čišćenje, gravitacijska, magnetska, elektrostatička i flotacijska koncentracija i odvodnjavanje. Koji će postupak biti izabran zavisi od sadržaja i vrste nečistoća, kao i od načina njihovog pojavljivanja. Postupci pripreme kvarcnog peska se mogu značajno poboljšati pravilnim pristupom i vođenjem samog postupka čime se daje veliki doprinos zaštiti životne sredine. Preduslovi za postizanje ovog cilja baziraju se na: smanjenju potrošnje vode i koncipiranju postupka tako da se upotrebljena voda reciklira i dalje koristi kao povratna voda, da se otpadna voda iz flotacijske koncentracije prečisti pre nego što se ispusti u okolinu i da se izvrši optimizacija potrošnje električne energije u svim fazama procesa.

Ključne reči: kvarcni pesak, postupci pripreme, zaštita životne sredine.

1. Uvod

Kvarcni pesak je sitnozrni nevezani klastični sediment koji je najvećim delom izgrađen od zaobljenih ili nezaobljenih zrna kvarca i pripada grupi nemetaličnih mineralnih sirovina [1]. Kvarc je po hemijskom sastavu SiO₂. Javlja se kao kristalna i kao amorfna forma, pri čemu se u oba slučaja jon silicijuma vezuje za tri jona kiseonika (slika 1) [2]. Amorfna (nekristalna) čvrsta tela imaju nedostatak simetričnosti i pravilne organizacije atoma duž relativno velikih atomskih rastojanja. Ovakvi materijali se još nazivaju superhlađene tečnosti, budući da njihova struktura podseća na tečnosti. Da li će se formirati kristalno ili amorfno čvrsto telo zavisi od mnogo faktora. Brzo hlađenje tokom uspostavljanja temperature mržnjenja pogoduje formiranju nekristalnih čvrstih tela budući da ima vrlo malo vremena za proces uređenja.

Tvrđina kvarca po Mosovoj skali je 7, dok je gustina u opsegu 2,60-2,66 g/cm³. U ležištima u kojima kvarcni pesak čini osnovnu mineralnu masu nalaze se zrna širokog raspona krupnoće, iznad 2 mm (šljunak), ali i ispod 0,1 mm (tzv. „mulj“). Zbog toga se u stručnoj literaturi kvarcni pesak po krupnoći definiše u rasponu -2+0,1 mm i može se razvrstati u sledeće grupe: sitan (-0,25+0,10 mm); srednje krupan (-0,50+0,25 mm); krupan (-1,0+0,50 mm) i grubi pesak (-2,0+1,0 mm). U kvarcnom pesku, pored kvarca, mogu se naći i drugi minerali kao što su liskun, cirkon, rutil, 294 apatit, turmalin, magnetit, granati, feldspati i dr. u koncentracijama koje mogu biti ekonomski veoma interesantne [1].



Slika 1. Šematski prikaz strukture silicijum dioksida a) kristalnog i b) nekristalnog

Kvarcni pesak ima najveću primenu u građevinarstvu (90-95% svetske proizvodnje) gde se koristi za izradu betonske galanterije, smeša koje se ubrizgavaju pri izradi geotermalnih bušotina, nasipanje sportskih terena i igrališta, za poboljšanje drenaže tla, itd. Ostatak od 5-10% koristi se u industriji stakla, keramike, vatrostalnih opeka, zatim u pojedinim metalurškim procesima, u livarstvu, industriji abraziva, hemijskoj inustriji i dr. Koristi se kao punilo u proizvodnji boja i polimernih materijala, zatim za filtriranje vode u crpnim bunarima, bazenima, pri prečišćavanju otpadne vode iz industrije, u naftnoj industriji i dr. Upotreba i kvalitet kvarcnog peska definisani su njegovom krupnoćom, odnosno granulometrijskim sastavom, zatim fizičkim svojstvima, kao i mineralnim i hemijskim sastavom [1]. Za primenu svih mineralnih sirovina, pa tako i kvarcnog peska, važni su zahtevi tržišta koji definišu uslove koje jedan proizvod iz pripreme mineralnih sirovina mora da poseduje, da bi mogao da nađe i ima svoju dalju industrijsku primenu. Ispunjavanjem uslova tržišta, tj. zahteva dalje industrijske namene, definitivni proizvod dobija i svoju vrednost. Pri tome, jedan te isti proizvod može imati različitu primenu, isto tako kao što tom primenom sebi određuje i različitu tržišnu vrednost [3]. Korisnici proizvoda procesa pripreme mineralnih sirovina najčešće jasno i precizno definišu minimalni sadržaj korisnog elementa. Međutim, ima slučajeva kada prerađivačka industrija limitira sadržaj štetnih i nekih nekorisnih elemenata u definitivnom proizvodu. Procesi pripreme kvarcnog peska imaju za cilj postizanje zadovoljavajućeg granulometrijskog sastava, povećanje udela SiO_2 na jednoj strani i smanjenje udela štetnih primesa kao što su oksidi Fe, Cr, Ti, Al, itd. na drugoj strani. Svi korisnici kvarcnog peska postavljaju svoje zahteve u pogledu kvaliteta koje ova sirovina mora da ispuni da bi se koristila. Zato je neophodno, za svaki pojedinačni slučaj, primeniti odgovarajući postupak pripreme kako bi se ti zahtevi i ispunili.

2. Postupci pripreme kvarcnog peska

Eksploatacija kvarcnog peska podrazumeva dobijanje rovnog kvarcnog peska, a zatim njegovu dalju pripremu u određenom postrojenju u cilju postizanja kvaliteta koji omogućava plasman na tržište. Postupci pripreme koji se mogu primeniti kod kvarcnog peska su: prosejavanje, klasiranje, atricijsko čišćenje, gravitacijska, magnetska, elektrostatička i flotacijska koncentracija i odvodnjavanje. Koji će postupak biti izabran zavisi od sadržaja i vrste nečistoća, kao i od načina njihovog pojavljivanja u kvarcnoj sirovini. Naime, nečistoće mogu biti kao samostalna zrna, zatim kao površinske prevlake na zrnima kvarca ili kao forma sraslaca sa kvarcom. Takođe, izbor postupka pripreme zavisi i od dalje primene kvarcnog peska, ekonomske opravdanosti postupka i od niza drugih parametara [4, 5, 6].

Atricijsko čišćenje (pranje). Postupak ribanja u atricionim mašinama se koristi kada je površina kvarca kaolinisana i limonitisana. Najčešće korišćeni postupak u svetu je atricijsko čišćenje kvarcnog peska u kombinaciji sa gravitacijskom i magnetskom koncentracijom. Generalno se može reći da se postupci razmuljivanja i pranja koriste skoro uvek, jer su u kvarcnoj sirovini kao nečistoće prisutne gline. Na ovaj način zrno se pere i zatim podvrgava postupku klasiranja. U pojedinim slučajevima uklanjanje nalepljene skrame ili čestica glina sa površine zrna kvarcnog peska zahteva prvo postupak trljanja (scrubbing) u gustoj pulpi, a zatim pranje i odmuljivanje [7].

Usitnjavanje. Postupci usitnjavanja (drobljenja i mlevenja) se koriste kada se radi o pešćarima ili krupnozrnim peskovima pri čemu se krupnoća smanjuje i do 0,6 mm.

Klasiranje. Kvarcni pesak, sa manjim ili većim udelom krupnokomadastog materijala, najčešće se priprema samo prosejavanjem na sitima velikog kapaciteta. Na taj način se uklanja samo krupnija klasa (šljunak), a nakon toga se vrši klasiranje kvarcnog peska u uže klase krupnoća (asortimane). Prisutni mulj ili glinovite primese, koje najčešće potiču od feldspata, uklanjaju se mokrim prosejavanjem ili pranjem sa naknadnim klasiranjem na sitima, u hidrociklonima ili mehaničkim klasifikatorima [1].

Gravitacijska koncentracija. Zasniva se na razdvajanju zrna minerala različite gustine u vodi, vodenoj suspenziji ili vazduhu. Ovaj postupak se kod kvarcnog peska obično odvija u spiralnim separatorima.

Flotacijska koncentracija. Proces pripreme kvarcnog peska postupkom flotacijske koncentracije primenjuje se u uslovima kada su nosioci primesa i nečistoća nemagnetični minerali. U principu, rovni kvarcni pesak se skoro u svim slučajevima kondicionira u veoma gustoj pulpi (gustina pulpe je 40-50% Č) bez prethodnog usitnjavanja, ali sa obavezanim izdvajanjem, odsejavanjem, klase +2 mm. U ovoj fazi se sa površine zrna kvarcnog peska skida skrama oksida gvožđa, kao i čestice mulja. Kondicioniranje se odvija u kiseloj pulpi (pH se reguliše sumpornom kiselinom), zatim se vrši odmuljivanje (ako je potrebno) i nakon toga flotiranje. Flotiranje minerala nosilaca Fe, Ca, Al i dr. se odvija pri pH 5-7, a kao kolektori koriste se masne kiseline, talovo ulje, oleati ili sapuni. Koncentrat kvarcnog peska ostaje u otoku flotiranja, dok nosioci nečistoća ulaze u sastav formirane pene. Ovaj postupak flotiranja poznat je pod nazivom „obrnuta flotacija“, odvija se u retkoj pulpi (manje od 25% Č) i traje vremenski

dugo. Pri ovim uslovima sprečava se da laka zrna kvarcnog peska flotiraju sa mineralima nečistoća

Magnetska koncentracija. U slučaju kada su prisutne nečistoće tipa Fe_2O_3 koje imaju izražena magnetska svojstva primenjuje se magnetska separacija. U magnetskom polju separatora zrna nečistoća bivaju privučena od strane magneta i predstavljaju magnetičnu frakciju, dok nemagnetična zrna kvarca prolaze kroz magnetsko polje bez zadržavanja na magnetu i formiraju drugi proizvod, nemagnetičnu frakciju [6].

Elektrostatička koncentracija. Primenjuje se u slučajevima kada postoji razlika u električnim svojstvima minerala koje treba razdvojiti. Ovaj vid koncentracije se primenjuje kod kvarcnog peska kada je potrebno izdvojiti feldspat i minerale teških metala kao što su cirkon, granat, rutil i drugi [8].

Odvodnjavanje. Podrazumeva razdvajanje čvrste i tečne faze i može da se odvija na nekoliko načina: gravitacijskom koncentracijom ili zgušnjavanjem sa ili bez prisustva flokulanata, zatim filtriranjem na vakum filterima ili presama, centrifugiranjem u centrifugama ili hidrociklonima i sušenjem u rotacionim sušarama. Sušenjem kvarcnog peska u rotacionim sušarama snižava se nivo vlage ispod 0,5% [9].

3. Uticaj postupaka pripreme kvarcnog peska na životnu sredinu

Sprovođenje mera zaštite životne sredine je izuzetno važno kada su u pitanju sve vrste rudarskih aktivnosti, bilo da se radi o eksploataciji metaličnih ili nemetaličnih mineralnih sirovinama. U reonima eksploatacionih polja može da dođe do izmene strukture zemljišta sa prisutnim elementima njegove degradacije, smanjenja površine poljoprivrednog i šumskog zemljišta, poremećaja prirodne drenaže, iscrpljivanja podzemnih voda i zagađenjem površinskih, kao i zagađenjem vazduha suspendovanim česticama. Sve navedene pojave se mogu sprečiti sprovođenjem adekvatnih mera zaštite, kao i pravilnim koncipiranjem samog postupka eksploatacije i odgovarajućeg postupka pripreme.

Analizirajući postupke pripreme kvarcnog peska i njihov uticaj na životnu sredinu, najmanje negativnih efekata imaju postupci pranja i klasiranja, pod uslovom da se sprovede na adekvatan način. U ovim postupcima se troši velika količina vode, što može da dovede do smanjenja nivoa vode u ovim područjima, kao i taloženja mulja i peska u prirodnim vodotokovima čime se remeti prirodni drenažni sistem [10, 11]. Zbog toga je važno da se onemoguću ispuštanje vode koja se koristi tokom postupka pranja u prirodne vodotokove ili, ako je to neizbežno, svede na najmanju moguću meru. Postupak treba koncipirati tako da se predvidi prikupljanje vode, taloženje sitnih čestica, njeno bistrenje, a zatim ponovno vraćanje reciklirane vode u proces. U slučaju kada se kvarcni pesak tretira postupkom flotacijske koncentracije negativni efekti na okolinu se smanjuju primenom flotacijskih reagenasa koji se mogu lako izdvojiti iz otpadne vode. Efikasnost izdvajanja je zasnovana na razlikama u fizičkim svojstvima prisutnih faza. Kod elektrostatičke koncentracije kvarcnog peska negativni uticaji su u direktnoj zavisnosti od kvaliteta i sastava kvarcnog peska dobijenog sušenjem. Naime, dobro pripremljen uzorak za elektrostatičku koncentraciju je preduslov za smanjenje utroška električne energije tokom odvijanja postupka.

To je posebno važno kada se električna energija dobija u termoelektranama koje kao gorivo koriste ugalj. Sušenje kvarcnog peska, u kompletnom ciklusu njegove pripreme, predstavlja značajnu fazu kada se radi o merama zaštite životne sredine. U fazama pripreme kada je neophodno uklanjane viška vode i vlage iz uzorka treba pribegavati, kada je to moguće, gravitacijskom gubljenju vode odstoivanjem na gomili i isparavanju na vazduhu. Takođe, primenom savremenih tehnoloških dostignuća i novih materijala u konstruisanju sušara, obezbeđuje se efikasnije sušenje uz manji utrošak električne energije. To je veoma značajno sa ekonomskog aspekta, jer doprinosi manjim finansijskim izdacima. Rekultivacija zemljišta i pošumljavanje terena gde je eksploatacija završena igra veliku ulogu u zaštiti prirode. Novi zasadi određene biljne vrste sprečavaju eroziju terena i njegovu degradaciju, poboljšavaju kvalitet vazduha, stvaraju uslovu za opstanak određenih životinjskih vrsta što ima za posledicu uspostavljanje ekološke ravnoteže koja je rudarskim aktivnostima, neminovno, bila narušena. Na kraju, da bi se smanjili negativni uticaji eksploatacije peska na životnu sredinu, neophodno je da se sve aktivnosti usmere na četiri bitna segmenta i to: 1. Informisanje šire javnosti o negativnim efektima iskopavanja peska u cilju podizanja svesti o ekološkim pitanjima, 2. Angažovanje vlada, agencija i članova zajednice u aktivnostima praćenja i nadzora kako bi se identifikovale potencijalne pretnje po životnu sredinu usled aktivnosti iskopavanja peska, 3. Obezbeđenje efikasnog zakonskog okvira za regulisanje aktivnosti iskopavanja peska i smanjenje ili sprečavanje nedozvoljenih rudarskih aktivnosti i 4. Razmatranje smanjenja upotrebe prirodnog peska tako što bi se zamenio adekvatnim alternativnim materijalom, posebno u reonima gde je njegova eksploatacija velika i van kontrole nadležnih institucija [11].

4. Zaključak

Eksploatacija kvarcnog peska podrazumeva dobijanje rovnog kvarcnog peska, a zatim njegovu dalju pripremu u određenom postrojenju u cilju postizanja kvaliteta koji omogućava plasman na tržište. Postupci pripreme koji se mogu primeniti kod kvarcnog peska su: prosejavanje, klasiranje, atricijsko čišćenje, gravitacijska, magnetska, elektrostatička i flotacijska koncentracija i odvodnjavanje. Unapređenjem navedenih postupaka daje se veliki doprinos zaštiti životne sredine. Preduslovi za postizanje ovog cilja baziraju se na: smanjenju potrošnje vode i koncipiranju postupka tako da se upotrebljena voda reciklira i dalje koristi kao povratna voda, da se otpadna voda iz flotacijske koncentracije prečisti pre nego što se ispusti u okolinu i da se izvrši optimizacija potrošnje električne energije u svim fazama procesa.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja finansiranih od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, ugovor broj 451-03-47/2023-01/200023.

5. Literatura

[1] Jovo Pavlica, Dragiša Draškić, Priprema nemetalnih mineralnih sirovina, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd 1997.

[2] <http://documents.tips/documents/materijali-kristalne-resetke.html>

[3] Dragiša Draškić, Industrijska primena pripreme mineralnih sirovina, Izdavačko-informativni centar studenata, Beograd, 1975.

[4] Živko Sekulić, Monografija: Kalcijum karbionatne i kvarcne sirovine i njihova primena, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina (ITNMS), Beograd, 2011.

[5] Slavica R. Mihajlović, Živko T. Sekulić, Marina S. Blagojev, Vladan D. Kašić, Quartz sand processing methods for the application in water glass production, Book of abstracts, 4th Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe (MME SEE 2019), Belgrade, Serbia, June 5-7 (2019), 49, ISBN 978-86-87183-30-8. Publisher: Association of Metallurgical Engineers of Serbia