



BROJ
4
65 GOD

RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES
BULLETIN DES MINES
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ
BERGBAUZEITSCHRIFT

IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIE
ŠTAMPA: „SAVREMENA ADMINISTRACIJA” — GRAFIČKI POGON „BRANKO ĐONOVIĆ”,
GUNDULIĆEV VENAC 25, BEOGRAD



BROJ
4
65 GOD

RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES
BULLETIN DES MINES
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ
BERGBAUZEITSCHRIFT

GLAVNI UREDNIK

Dipl. ing. MOCO SUMBULOVIC, sekretar Saveta industrije i rudnika nemetalne Savezne privredne komore, Beograd.

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA:

Dipl. ing. ALEKSANDAR BLAŽEK, viši savetnik, Beograd.

Dipl. ing. MIODRAG ČEPERKOVIĆ, generalni direktor preduzeća „Rudnici i željezare Smederevo”, Beograd.

Dipl. ing. SLAVKO DULAR, savetnik u Udruženju jugoslovenskih železara, Beograd.

Dipl. ing. KIRILO ĐORĐEVIĆ, direktor Projektantskog zavoda „Projmetal”, Beograd.

Dipl. ing. BLAGOJE FILIPOVSKI, načelnik Odeljenja za rudarstvo Sekretarijata za industriju SR Makedonije, Skopje.

Dipl. ing. BRANKO GLUŠČEVIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Dipl. hem. NIĆIFOR JOVANOVIĆ, naučni saradnik, upravnik Biroa za analitičku hemiju u Rudarskom institutu, Beograd.

Dipl. ing. VJEKOSLAV KOVAČEVIĆ, savetnik, poslovno udruženje „Rudarstvo”, Sarajevo.

Dr. ing. ĐURA LEŠIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Dr. ing. DRAGOMIR MALIĆ, redovni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Dipl. ing. IVO MARINOVIC, savetnik u Sekretarijatu za industriju IV SR Hrvatske, Zagreb.

Dipl. ing. JOVAN MIHAJLOVIĆ, viši stručni saradnik, upravnik Zavoda za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd.

Dipl. ing. RISTO MISITA, viši savetnik Jugoslovenskog zavoda za standardizaciju, Beograd.

Dipl. ing. LJUBOMIR NOVAKOVIC, viši stručni saradnik, upravnik Zavoda za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd.

Dipl. ing. TVRTKO ODIC, sekretar Saveta za metalurgiju i nemetale Privredne komore SR Srbije, Beograd.

Dr. ing. MIRKO PERIŠIĆ, direktor Rudarskog instituta, Beograd.

Dipl. ing. BOŽIDAR POPOVIĆ, naučni savetnik, Beograd.

Dr. ing. KAREL SLOKAN, redovni profesor Fakulteta za rudarstvo, metalurgiju i hemijsko tehnologiju, Ljubljana.

Dipl. ing. BORISLAV SPASOJEVIĆ, predsednik Saveta za energetiku Privredne komore SR Srbije, Beograd.

SADRŽAJ

INDEX

PROF. DR ING. ĐURA ŽEŠIĆ

Podvodna koncentracija zlata iz rečnog zlatonosnog peska — — — 5
Subwater Concentration of Gold from River Goldbearing Sands — — — 9

Dipl. Ing. Aleksandar Stojšić

Dr. ING. STEVAN MARKOVIC - DIPLO. ING. MIOMIR ČEH

Flotiranje krečnjaka za potrebe industrije cementa — — — — — 27
Limestone Flotation for Cement Manufacturing — — — — — 32

Dr. ING. FILIP ŠER — DIPLO. ING. PREDRAG BULATOVIĆ

Dr ING. FILIP ŠER — DIPLOM. ING. MILAN MILOŠEVIĆ

Selektivna flokulacija kao metoda koncentracije — — — — — 41 Selective Flocculation as a Concentration Method — — — — — 47

Iz prakse

DIPL. ING. DRAGORAD IVANKOVIC – DIPL. ING. MIOMIR ČEH

Suvо mlevenje nemetalnih mineralnih sirovina — — — — — 49
Dry Grinding of Non-metallic Raw Minerals — — — — — 61

DIPLO. ING. LJUBISAV PETROVIC

Elementi beskontaktnih logičkih kola u automatici rudničkih postrojenja 63
Elements of Contactless Logical Circuit in Automation of Mining Plants 69

Iz istoriiie rudarstva

Dr VASILIE SIMIC

Tehnički članci

DIPLO. ING. IVAN BRLEK

Elektronska automatika kolosječnog transporta u rudnicima — — — 79

Kongresi i stručna putovanja

PROF. ING. MILOVAN ANTUNOVIC KOBILSKA

Održavanje sednice I radne grupe Internacionallnog biroa za mehaniku stena i Kolokvijuma iz mehanike stena u rудarstvu, Beograd, 1965. 96

Iz domaćih i stranih časopisa — — — — — 99

In memoriam



Dana 15. XI 1965. godine posle kratke i teške bolesti umro je dipl. ing. Filip Filipović, profesor Rudarsko - geološkog fakulteta i načelnik naučne službe Biroa za površinsku eksploataciju Rudarskog instituta u Beogradu.

Smrću profesora Filipovića Rudarski institut gubi svog najboljeg stručnjaka za površinsku eksploataciju mineralnih sirovina, neumornog radnika i jednog od svojih najboljih saradnika, a naše rudarstvo jednog od najsposobnijih naučnih radnika i iskusnog rudara.

Profesor Filip Filipović rođen je 21. III 1902. godine u Valakonju nedaleko od rudnika Bogovine i Rtnja. Posle završene osnovne škole i gimnazije studirao je na Rudarskoj visokoj školi u Leobenu i diplomirao 1930. godine. Kao rudarski inženjer proveo je na našim rudnicima blizu 20 godina. U svojoj bogatoj rudarskoj praksi bio

je inženjer u Vrdniku, upravnik rudnika u Brezi, Varešu, Ljubiji, Banovićima, zatim direktor Ibarskih rudnika i tehnički direktor u Senjskom rudniku.

Posle dugogodišnje prakse na rudnicima ing. Filipović postaje glavni projektant rudarskih objekata u Direkciji za ugalj pri Ministarstvu rudarstva NRS. Od 1953. godine pa sve do svoje smrti bio je nastavnik na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu.

Kao profesor i naučni radnik stalno je održavao tesne veze sa našom rudarskom privredom i neumorno radio na projektima otvaranja naših velikih rudnika lignita. Bio je pionir naših prvih površinskih otkopa većeg kapaciteta. Radio je na otvaranju površinskog otkopa Banovići, izradio je projekte za prve površinske otkope u Kolubari (Polje A) i Kosovu (Dobro Selo).

Od prvog dana osnivanja Rudarskog instituta stalno je sarađivao sa Zavodom za površinsku i podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina i radio na tome, da se projektovanje u rudarstvu postavi na naučnu osnovu.

Njegovi mnogobrojni radovi i objavljene studije iz oblasti projektovanja i površinske eksploatacije mineralnih sirovina znatno su doprineli razvoju ove naučne oblasti u našem rudarstvu. Njegova originalna rešenja u otvaranju površinskih otkopa zainteresovala su i stručnjake van granica naše zemlje.

Mnoge generacije rudarskih inženjera sačuvaće profesora Filipovića u sećanju kao svog učitelja, iskusnog rudara i neumornog saradnika.

Oprostimo se s našim profesorom poslednjim rudarskim

S R E T N O !

Podvodna koncentracija zlata iz rečnog zlatonosnog peska

(sa 3 slike)

Prof. dr ing. Đura Lešić

Uvod

Poznato je da se izdvajanja zlata iz rečnog zlatonosnog nanosa vrši pomoću bagera ugrađenih na plovnom objektu na kojem su smešteni pumpa za vodu, gravitacioni uređaji, kao i amalgamacioni (gold dredge) uređaji u ciju dobijanja zlata. Takođe je poznato da u izvesnim slučajevima rečni nanosi ne sadrže krupno komadasti i sitniji šljunak, već samo zlatonosni pesak.

Želimo da govorimo o takvim rečnim zlatonosnim nanosima u kojima preovlađuje pesak, te usled toga postoji mogućnost da se za takav slučaj koristi podvodni proces koncentracije zlata bilo gravitacijom bilo amalgamacijom.

Princip novog postupka za podvodnu koncentraciju

Zamisao podvodne koncentracije zlata iz zlatonosnog rečnog peska bazira na sledećim postavkama.

Zlatohosni pesak sa dna reke može se, umesto bagerom, podići sa dna rečnog nanosa, dejstvom podvodne pumpe sa snažnim impelerom, na manju visinu i u lebdeće

stanje i usmeriti tako, da ga vodena struja nosi neko određeno vreme u toj struji. Puma-pa je spuštena na željenu dubinu sa glavnog plovnog objekta.

Iza podvodne propelerne pumpe, u smeru rečne struje, pod vodom je obešen na ivice plovnog objekta uređaj tipa plitkog korita sa rapavom površinom (tipa tkanine Corduroy, asure, drvenih pregrada (rifles) i sl.) ili korita sa amalgamacionom pločom. Korito vibrira dejstvom odgovarajućeg uređaja.

Rečni zlatonosni pesak i pesak izdignut pumpom sa dna reke i doveden u lebdeće stanje i dalje kretanje u smeru strujanja vode pada gravitacijom direktno na koncentracioni uređaj, gde se zlato usled svoje visoke specifične težine zadržava na površini uređaja ili ulazi u gornji sloj amalgamacione ploče, dok se pesak usled vibriranja uređaja i dejstva strujanja vode prazni na suprotnu stranu plitkog korita u reku.

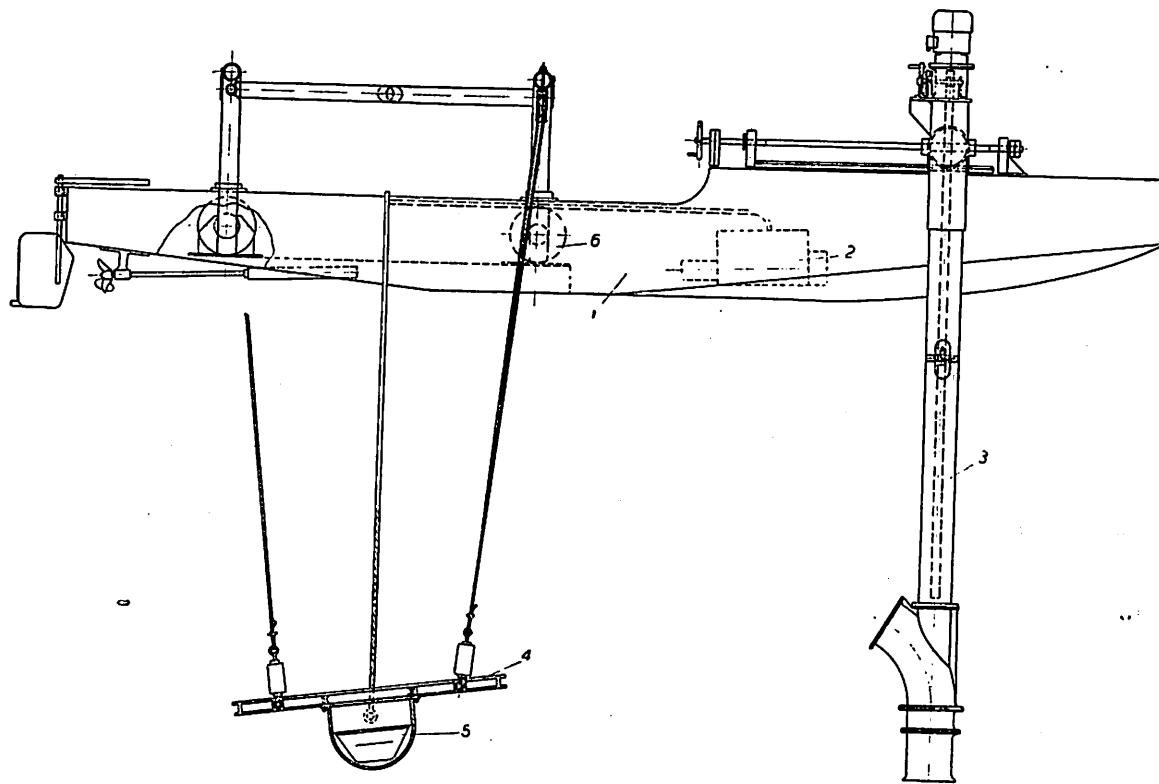
Amalgamisano ili na rapavoj površini skupljeno zlato posle zasićenja uređaja diže se na plovni objekat, izdvaja poznatim stupkom, a potom se taj isti uređaj spušta ponovno u reku radi nastavljanja koncentracije zlata.

Tehničke karakteristike uređaja

Celokupni uređaj obuhvata manji ili veći plovni objekat (pontonski čamac) na kojem su smešteni ostali uređaji. Uređaj obuhvata pumpu sa propelerom i plitko korito sa amalgamacionom pločom ili korito sa rapa-

— trofazni samouzbudni generator snage oko 10 kW za pokretanje propelernih pumpi;

— propelerne pumpe kapaciteta 100 l/sekcija (komada 2) za uzmućivanje, sisanje i dizanje pulpe, koja se sastoji od 20% čvrstog (zlatonosni pesak) i 80% tečnog (rečna voda) sa 82 o/min;



Sl. 1 — Plovni objekat za podvodnu koncentraciju zlata iz rečnog zlatonosnog peska (uzdužni presek).
1 — motorni čamac; 2 — generator (trofazni samouzbudni); 3 — propelerna pumpa; 4 — koncentraciono plitko korito; 5 — indukcioni vibratori; 6 — ručni vitlovi za dizanje i sruštanje plitkog korita — koncentratora.

Fig. 1 — Gold dredge for underwater amalgamation from the river gold-bearing sand (vertical cross-section).

vom površinom. Tehničke karakteristike uređaja (sl. 1) najmanjeg kapaciteta prerađe zlatonosnog rečnog peska su sledeće:

— motorni čamac dužine 5—6 i širine oko 2 m sa ugrađenim dizel-motorom za direktno pokretanje generatora i čamca preko menjačke kutije;

— standardni mehanizam ručne dizalice (komada 2) tipa »Viuta 5« (ručica u zupčastoj poluzi sa lančanikom) za dizanje i sruštanje propelerne pumpe sa čamaca na dno reke;

— koncentraciono plitko korito (komada 2) radne površine 1,5 m² do 2,5 m². Te-

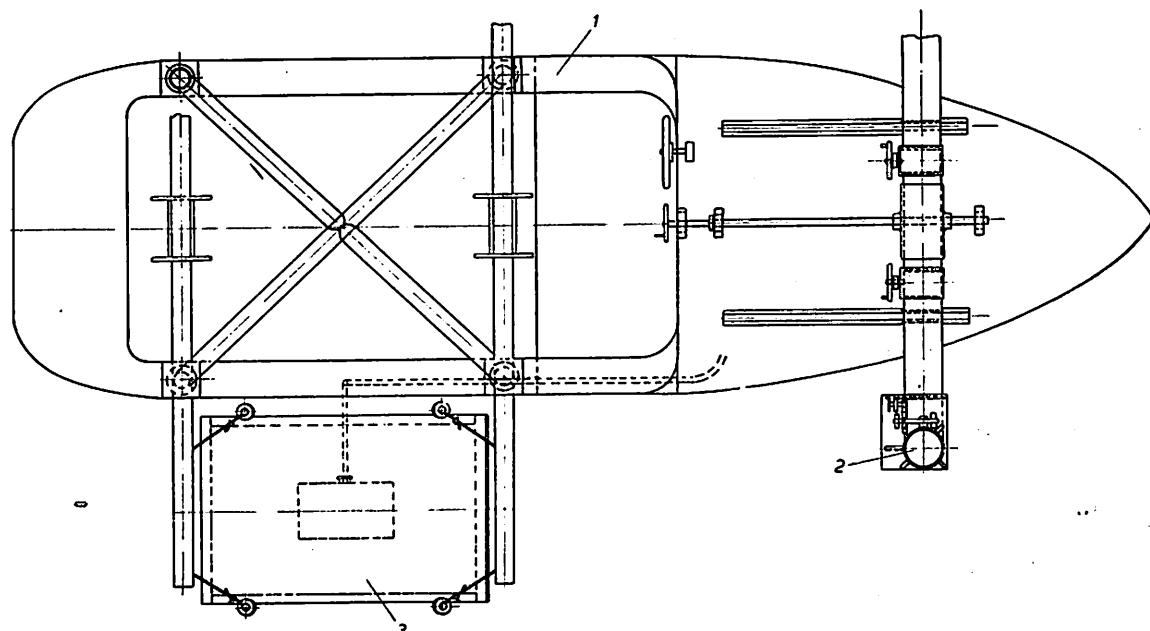
žina peska na ploči 35—58 kg. Na donjoj strani korita smešten je indukcioni vibrator, koji daje amplitudu vibracije od 3 mm sa 50 udaraca na sekund, a koji troši 450 W. Na dno plitkog korita stavlja se ili amalgamirana ploča od bakra ili rapava tkanina (najpogodnija je tkanina tipa Corduroy);

— za dizanje i spuštanje koncentracionog korita upotrebljavaju se ručni vitlovi, koji su ugrađeni na bočne strane čamca. Lako

motorni čamac za podvodnu koncentraciju zlata.

Sama prospekcija može se izvršiti pomoću istog uređaja na motornom čamcu.

Sam proces koncentracije je vrlo jednostavan. Motorni čamac se učvrsti pomoću dva užeta (na kopnu) i sidra u predviđenom prostoru reke. Sa čamca se puštaju prvo pumpe za kovitlanje peščanog nanosa, zatim koncentraciona korita i počinje se sa



Sl. 2 — Plovni objekat za podvodnu koncentraciju zlata iz rečnog zlatonosnog peska (osnova).
1 — motorni čamac; 2 — propelerne pumpe; 3 — koncentraciono plitko korito.

Fig. 2 — Gold dredge for underwater amalgamation from the river gold-bearing sand (base).

savitljivo pocinkovano uže prečnika 12 mm služi za dizanje i spuštanje korita pomoću ručnih vitlova sa čamca u reku.

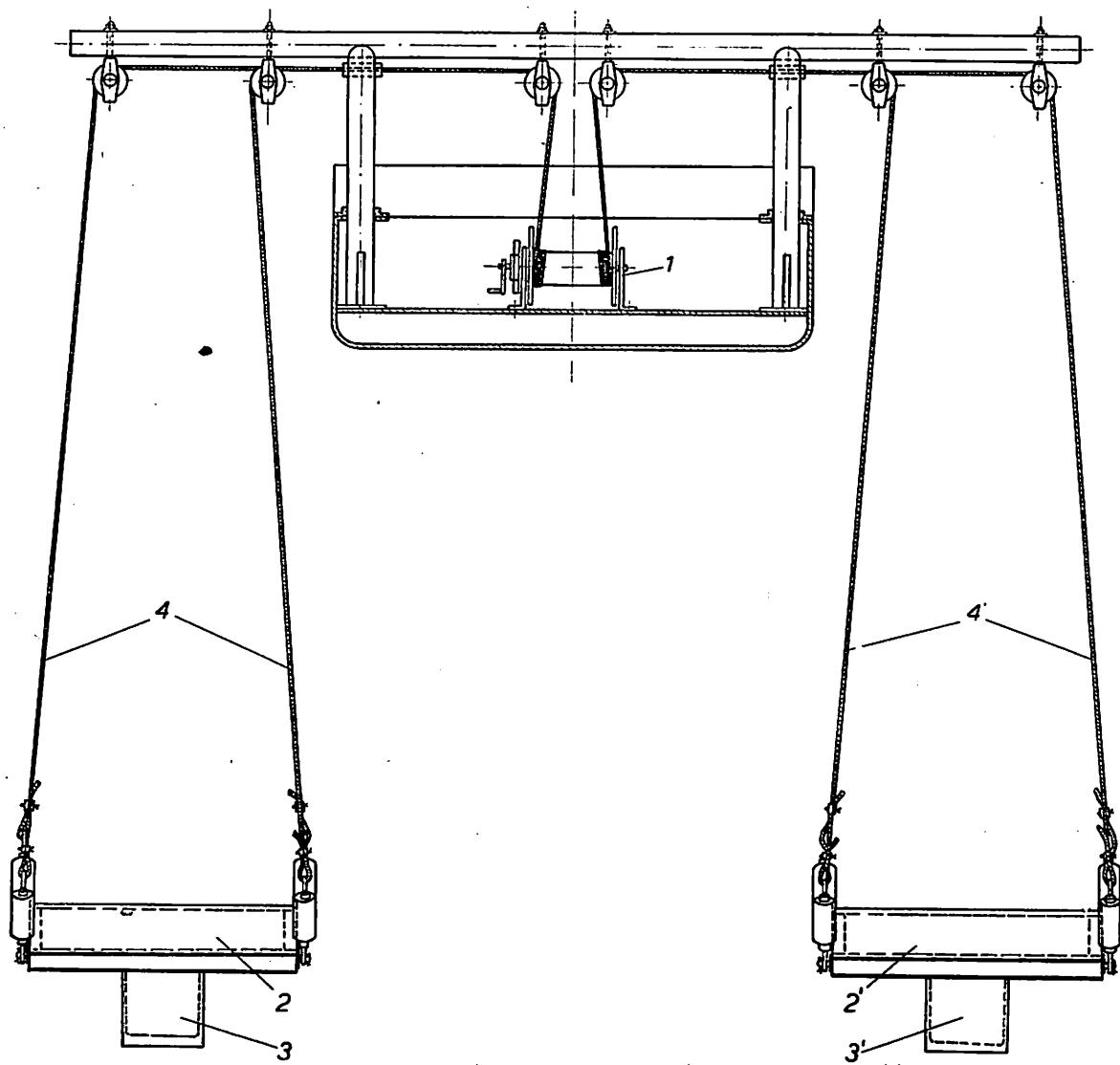
Način rada uređaja

U reku u kojoj je prospekcijom utvrđeno da njeno korito sadrži zlatonosni pesak određenih rezervi i sadržaja zlata uvodi se

radom. Kada su korita zasićena zlatom obustavlja se rad pumpi, izdižu se korita i prazni zlato iz njih. Zatim se korita ponovno spuštaju u reku i rad se nastavlja.

Za slučaj amalgamacije skida se sa amalgacionih ploča amalgam zlato, a ploče se po potrebi ponovo amalgamiraju.

Za slučaj rapave ploče ispira se iz tkanine koncentrisano zlato. Isprana tkanina vraća se na dno plitkog korita i proces koncentracije se nastavlja.



Sl. 3 — Plovni objekat za podvodnu koncentraciju zlata iz rečnog zlatonosnog peska (poprečni presek).
 1 — ručni vitlovi; 2 i 2' — koncentraciona plitka korita; 3 i 3' — indukcioni vibratori; 4 i 4' — užad za koncentraciono plitko korito.

Fig. 3 — Gold dredge for underwater amalgamation from the river gold-bearing sand (horizontal cross-section).

Ekonomска razmatranja procesa podvodne koncentracije zlata

Izrada jedinice za podvodnu koncentraciju zlata iz rečnog zlatonosnog nanosa zahteva investicije od oko 4,000.000 dinara.

Kapacitet jedinice uzima se u zavisnosti od kapaciteta pumpi. Predviđena je pumpa kapaciteta 100 l/sek peščanog mulja sa 20% peska i 80% vode.

Kapacitet jedinice izražen u pesku iznosi na čas 144 m³ ili 1.152 m³/smenu.

Prepostavimo da pesak sadrži svega 0,1 gram zlata na kubni metar peska i neka je iskorišćenje zlata 85% tj. $0,085 \text{ g/Au}/1 \text{ m}^3$.

Za dnevnu proizvodnju zlata iz $1.152 \text{ m}^3/\text{smenu}$ količina dobijenog zlata iznosiće:

$$1.152 \times 0,085 = 97,9 \text{ g Au}$$

Količina dnevne proizvodnje zlata u 3. smerne dnevno pri datim uslovima iznosiće:

$$97,9 \times 3 = 293,7 \text{ g Au}$$

ili mesečno za 26 radnih dana

$$293,7 \times 26 = 7636,2 \text{ g Au}$$

Ako uzmemo tržišnu cenu zlata $1,125 \$/\text{gram}$, to će bruto vrednost dobijenog zlata iznositi:

$$7636,2 \times 1,125 = 8.590,7 \$$$

ili

$$10.738. 375 \text{ dinara/mesec}$$

Neka su mesečni proizvodni troškovi (radna snaga, materijal, upravno-prodajna reži-

ja, anuiteti i ostalo) svega 1.738.375 dinara, tada će neto dobit iznositi 9.000.000 dinara.

Ovaj grubi račun nam pokazuje da možemo ići znatno niže sa srednjim sadržajem zlata u rečnom pesku, na primer, umesto sa $0,1 \text{ g Au}/\text{m}^3$ peska na svega $1/3$ tog sadržaja tj. $0,033 \text{ g Au}/\text{m}^3$ peska i realizovati mesečnu dobit od oko 1.800.000. din.

Zaključak

Novi postupak podvodne koncentracije zlata iz rečnog zlatoriosnog nanosa*) koji ne sadrži krupni šljunak već samo sitni pesak i svega $0,0334 \text{ g Au}/\text{m}^3$ peska uz iskorišćenje od 85% moguće je ekonomično dobitjanje zlata uz minimalne investicije i minimalne proizvodne troškove. Ceo postupak ima niz ekonomskih preimุćstava nad klasičnim plovnim bagerom za koncentraciju zlata iz rečnog peska.

*) Za postupak je predat patentni zahtev Patentnom uredu Beograd, aprila 1964. godine.

SUMMARY

Subwater Concentration of Gold from River Goldbearing Sands

Dr Đ. Lešić, min. eng.*)

The author gives a description of a new device for extraction or concentration of gold from goldbearing sands.

The theoretical principles of the subwater gold concentration lies in the fact that when the goldbearing riversand is elevated by a subwater impeller pump, to a small

*) Dr ing. Đura Lešić, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd i direktor naučnog razvoja u Zavodu za pripremu mineralnih sirovina.

height only, the water or river current will transport this sand approx. one meter in the direction of the water flow (current) and then settle again. By putting a corduroy or amalgamating table sub-water in a position that the goldbearing sand settle on this vibrating device, it would be possible to get the concentration of free gold.

The author gives detailed description of device as well as economic aspects of subwater gold concentration of goldbearing river sands, which is very interesting.



Prilog proučavanju uticaja reoloških osobina pulpi na potrošnju energije kod agitiranja

(sa 13 slika)

Dipl. ing. Aleksandar Stojšić

Uvod

Skoro sve operacije u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina obavljaju se u raznim suspenzijama čvrstih čestica u vodi. Flotacija, klasifikacija, zgušnjavanje i mnogi drugi procesi ne mogu se zamisliti bez tečne faze — vode, a takođe i veliki deo unutrašnjeg transporta se može obaviti jedino gravitacionim kretanjem ili pumpanjem pulpe. U rudarstvu kao celini sve se više primenjuje pumpanje suspenzije kao način transporta. Posle pumpanja jalovine na često veoma udaljene brane sledilo je i pumpanje koncentrata na veće daljine, a bilo je i nekih pokušaja, čak komercijalno uspešnih, za transport uglja u suspenziji sa vodom na daljinu koja je prelazila 100 km. Mnoge hidrometalurške operacije zahtevaju rad sa suspenzijama: luženje, pranje, dekantiranje, presipitacije i dr. Kako vidimo i na poljima, koja su usko povezana sa rudarstvom, važnost pulpi je takva, da njihovo potpunije poznavanje postaje sve neophodnije.

U svim navedenim operacijama suspenzije su uvek dinamične tj. one se kreću, bez

obzira da li se radi o kontinualnom proticanju ili o mešanju u sudovima. U tim procesima suspenzije nekad menjaju svoju fizičku i hemijsku strukturu, nekad samo fizičku a nekad samo hemijsku, a nekad se te promene dešavaju takvim tempom da se mogu smatrati zanemarljivim. Ali pri svemu tome možemo razgraničiti dva glavna tipa kretanja: transport kroz cevi ili otvorene kanale i mešanje ili agitaciju u sudovima, mada je ovo poslednje samo posebna forma kretanja prvoga.

Neki od istraživača su vrlo rano primećili značaj pulpi (suspenzija čvrstog u vodi) u rudarstvu i pratećim industrijama, pokušali da analiziraju njihove karakteristike i postave posebne teoretske fundamente koji bi objašnjavali njihovo ponašanje. Taj rad je počeo još Njutn, a nastavili su Stoks, Castelman, Rittinger i mnogi drugi. Sa inženjerske tačke gledišta, Stoksov zakon i »stešnjeno« padanje su dugo vremena bili baza za neophodan rad na konstrukciji opreme i drugim aktuelnim operacijama i uglavnom se pokazali dovoljno uspešnim. Ali ne postoji nijedna teorija koja bi potpuno objasnila sve vidove protoka pulpi zbog

kompleksnosti samih sistema. Osobine tečnosti i čvrste materije, kao i njihova relativna koncentracija, utiču na ponašanje pulpe. Do sada čak i mnoge osobine, kao što su tačna veličina čestica i njihov oblik, nisu mogle biti sasvim određene. Sve je to zadržavalo konstruisanje i projektovanje sistema za tretiranje pulpi više na nivou vštine nego nauke.

Sve suspenzije čvrstih čestica u tečnosti mogu se grubo podeliti u dve grupe:

- homogene suspenzije, često koloidnog tipa, i
- mešavine čvrstih čestica i tečnosti.

Mada se u industrijskoj praksi teško mogu razgraničiti te dve grupe, ipak možemo reći da prvu grupu karakterišu, kao limit, sitne čestice i visoka koncentracija čvrste materije, dok drugu grupu karakterišu krupne čestice i niska koncentracija čvrstog. Kao kriterijum za razgraničenje dveju grupa često se primenjuje tzv. »brzina taloženja« koja, pak, zavisi od mnogih faktora kao što su krupnoća, oblik, specifična težina, koncentracija čvrstog i karakteristika samog fluida.

Kod homogenih suspenzija brzina taloženja je veoma niska te njih možemo smatrati jednom ujednačenom fazom. Međutim, ako krupnoća čestica raste, a koncentracija opadā, sistem počinje da se ponaša kao dvofazni sa posebnom čvrstom i posebnom tečnom fazom od kojih svaka ima svoje karakteristike. U najvećem broju slučajeva u industrijskoj praksi granulometrijski sastav čvrstog pokazuje veliku raznovrsnost i suspenzija čvrstih sitnih čestica — koja može da bude homogena — deluje kao medijum za veće čestice; specijalno, pri većim koncentracijama, pulpu ipak možemo smatrati jednofaznim sistemom sa posebnim karakteristikama.

U svim slučajevima koji tretiraju suspenzije pojavljuju se dva tipa protoka: laminarno ili viskozno kretanje i turbulentno kretanje. Oba tipa protoka su dobro proučena kod fluida kakvi su vazduh ili voda. Kod grupe »homogenih« suspenzija čvrste čestice se vrlo lako održavaju u suspenziji te pulpa ostaje homogena i kod vrlo malih brzina koje su osnovna karakteristika laminarnog kretanja. Ova grupa se svakako može

kretati i turbulentno, što je čak vrlo česta pojava u praksi, ali se za suspenzije druge grupe — dvofazne mešavine — mora primeniti velika brzina kretanja kako bi se čestice održale u suspenziji i tako sprečilo taloženje. Zbog toga nema naročitog razloga da se proučava laminarni protok ovih pulpi, pošto je primenjena brzina radi sprečavanja taloženja toliko velika, da je kretanje uvek turbulentno.

Međutim, u industrijskoj praksi, uglavnom postoje uslovi »stešnjenog padanja«, a izvesne studije ukazuju da laminarno kretanje, kao i turbulentno, može biti komercijalno važno. U nekim slučajevima u praksi, naročito gde je koncentracija čvrstog velika, tip protoka je normalno laminaran, pa ga treba dobro proučiti.

Viskozitet

Pored mnogih drugih parametara koji određuju tip protoka i ponašanja pulpe — suspenzije, kao što su veličina, oblik čestica i dr., veoma je važna uloga viskoziteta sistema. Važnost viskoziteta su uočili još i prvi istraživači i ona je ulazila u matematičke izraze koji su objašnjavali sisteme. Ali sad je problem u tome, šta je zapravo viskozitet jednog takvog sistema, kakva je pulpa? Za heterogene sisteme sa krupnim česticama i malom koncentracijom čvrstog, gde je primenjen turbulentni tip protoka, viskozitet nije bitan i čak se može, posmatrajući takve sisteme kao dvofazne, usvojiti da je viskozitet jednak viskozitetu tečne faze — obične vode. Ali kod laminarnog kretanja suspenzije, viskozitet postaje neobično važan, pa se takvo kretanje još naziva i »viskoznim«.

Kod svih inženjerskih proračuna stvaranja takvih pulpnih sistema, uvek je postojao uslov ili restrikcija da se u toku procesa viskozitet ne menja ili bar mnogo ne menja. Za tzv. Njutnove ili »idealne« tečnosti (u praktičnom smislu) kakva je voda, viskozitet je konstantan na određenoj temperaturi i ne menja se sa promenom brzine kretanja. Međutim, kad drugih fluida kao i pulpi, viskozitet se menja, te suspenzije pripadaju grupi »nenjutnovih« ili »realnih« fluida.

Osnovni zakon viskoziteta je prvi postavio Njutn koji je proučavao protok tečno-

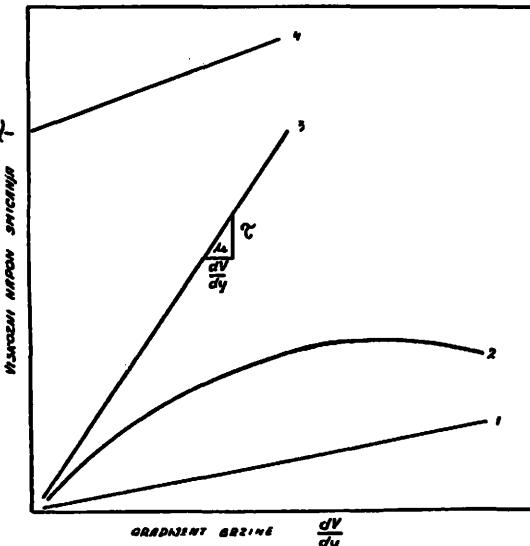
sti preko čvrste granične površine, i okarakterisao ga gradijentom brzine. Prva eksperimentalna merenja su izvršena tek u XIX veku. Osnovni izraz $T = \mu [dv/dy]$ daje vezu između napona smicanja T i brzine ugaone deformacije dv/dy , koja se zove brzina smicanja za jednodimenzionalni protok fluida. Kada se grafički predstavi smicajni napon T prema brzini smicanja dv/dy dobija se kriva, koja predstavlja njihov odnos i pokazuje da li je fluid »idealan« ili ne. Konstanta proporcionalnosti μ je koeficijent viskoziteta i predstavljen je nagibom krive.

Iz sl. 1 vidi se da je u slučaju idealne tečnosti zavisnost smicajnog napona i brzine smicanja predstavljena pravom linijom, koja polazi iz koordinatnog početka i pošto je nagib krive konstantan i viskozitet za idealne tečnosti je konstantan za sve brzine smicanja. Krive koje predstavljaju realne tečnosti nisu prave i tu viskozitet nije konstantan. To je, u stvari, »prividni viskozitet« pod određenim uslovima. Krive se mogu matematički izraziti kao $T = K [dv/dy]^n$, i sada n postaje određujuće. Ako se grafički predstavi zavisnost smicajnog napona i napona smicanja na duploj logaritamskoj skali (sl. 2), dobijaju se prave linije sa nagibima n i odsečcima K . Ovo je opšti izraz, pošto će se u slučaju $n = l$ i $K = \mu/g$ degenerisati u ranije dat izraz za idealne tečnosti. Prema tome, na log-log grafikonu idealni fluidi imaju nagib $n = l$, dok su fluidi za koje je $n < l$ pseudoplastični, a oni za koje je $n > l$ dilatantni.

Uglavnom, realne tečnosti se mogu grubo podeliti u dve grupe: one, kod kojih reološke osobine ne zavise od vremena i one, kod kojih se osobine menjaju sa vremenom. Već smo pomenuli pseudoplastične fluidne, koji se verovatno sastoje iz molekula koji postaju progresivno više upravljeni u smeru kretanja ukoliko napon smicanja raste, tako da malim prirastom napona smicanja srazmerno više raste brzina smicanja. Obrnut efekat postoji kod dilatantnih fluida, kod kojih prividna viskoznost raste sa i više od brzine smicanja.

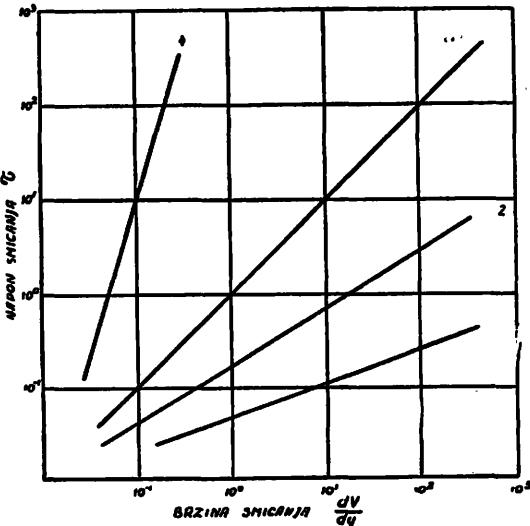
Na slici 1 prikazan je specijalni tip krive fluida nazvan »Bingemova plastika«. Predstavljeno na običnoj aritmetičkoj skali, to je prava linija koja ne prolazi kroz koordinatni početak. Kod tih fluida ne nastaje nikakvo kretanje sve dok sila smicanja ne

pređe izvesnu »snagu popuštanja« T_0 posle čega nastaje pravolinijska zavisnost. Nagib te linije je konstantran, naziva se koeficijentom »krutosti« i obeležava sa η . Odsečak na T -osi zove se »snaga popuštanja«. Te plastične su materije koje imaju neku unutrašnju veznu strukturu, koja može da odoli silama manjim od »snage popuštanja«.



Sl. 1 — Viskometrijske krive različitih fluida.
1 — idealni Njutnov fluid; 2 — realni fluid; 3 — idealni Njutnov fluid; 4 — idealna Bingemova plastika.

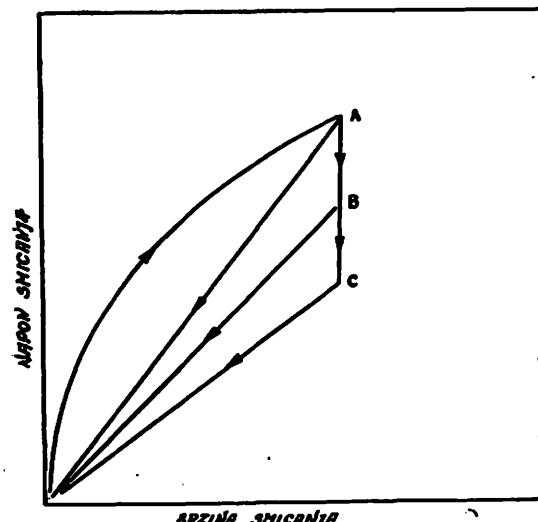
Fig. 1 — Viscometric curves for different fluids.



Sl. 2 — Viskometrijske krive različitih fluida na logaritamskoj skali.
1 — pseudoplastični fluid $n < 1$; 2 — pseudoplastični fluid $n < 1$; 3 — idealni Njutnov fluid $n=1$; 4 — dilatantni fluid $n > 1$.

Fig. 2 — Viscometric curves for different fluids on loglog scale.

Tiksotropni i reopektični fluidi imaju osobine koje zavise od vremena. Tako, ako se brzina smicanja konstantno održava, smicajni napon će vremenom opadati kod tiksotropnih fluida, a povećavaće se kod reopektičnih. Tiksotropni fluidi pokazuju interesantan fenomen nazvan »histerezisnom omčom«, koja se stvara kod promene brzine smicanja (sl. 3).



Sl. 3 — Viskometrijske krive tiksotropnog fluida sa histerezisnom omčom.

Fig. — Viscometric curves for thixotropic fluids with hysteresis loop.

Upotreba realnih fluida raste iz dana u dan, a s tim i broj studija njihovog ponašanja, mada u nešto manjem tempu. Ispitivani fluidi su obično homogeni materijali, kao organska hemijska jedinjenja, razni rastvori, celulozne pulpe i sl. Vrlo malo radova je objavljeno, a da se odnose na pulpe — suspenzije.

Pomenuli smo već dve grupe suspenzija (pulpi) i možemo reći da se druga grupa, koja obuhvata krupne čestice sa malom koncentracijom čvrstog, može ponašati kao dvofazni sistem i osobine cele pulpe biće jednostavne osobine fluida koji služi kao medijum za čvrste čestice, a to je obično voda, koja je u praktičnom smislu idealna tečnost. Međutim, homogene i koloidne suspenzije sitnih čestica pri visokoj koncentraciji su realni fluidi. Granica između tih kraj-

nosti zavisi od mnogih faktora (granulometrijski sastav, oblik, specifična težina, koncentracija i dr.).

U literaturi se ponegde može naći, da se suspenzije čvrstih čestica u vodi razvrstavaju u Bingemove plastike, negde pak u pseudoplastične fluide, a ponegde i u dilatantne (suspenzije praha kvarca ili mikašista u vodi). Može se dalje naći, da neke suspenzije gipsa i bentonita spadaju u tiksotropne. Međutim, kako ćemo videti kasnije, glavni problem je u tome, da se reološke osobine menjaju ne samo sa različitim materijalima, krupnoćama i koncentracijama, već i za iste materijale, krupnoće i koncentracije sa brzinom smicanja. Iz ovog proizilazi, da je nemoguće sprovesti neku generalnu klasifikaciju pulpi kao realnih fluida, već se određivanje osobina mora vršiti za svaki slučaj posebno. Svako razvrstavanje fluida u neku od navedenih kategorija predstavlja bi preterano pojednostavljenje činjenica; pa čak i numeričke vrednosti, koje pripisuјemo pojedinim reološkim osobinama, do krajnjih granica zavise od uslova izvođenja eksperimenta i uslova pod kojima se vrše određena merenja.

Teorija mešanja

Objavljeno je dosta radova o kretanju fluida. I kod agitiranja i kod protoka kroz cevi postoji laminarno i turbulentno kretanje koje karakteriše kao kriterijum Rejnoldsov broj. To je odnos između unutrašnje reakcije tečnosti po jedinici zapremine i viskozne sile prisutne u jedinici zapremine:

$$N_{Re} = \frac{\rho V^2 D}{\mu V/D} = \frac{DV}{\mu} \rho$$

za protoke kroz cevi, a dimenzionalnom analizom, Buckingem — Pi metodom za agitiranje — mešanje (Rushton i sar., 1950)

$$N_{Re} = \frac{\rho D^2 N}{\mu}$$

Teorija mešanja je relativno nová, a i zbog velike kompleksnosti problema bilo je malo kvantitativnog progresu i rad Rushton a iznosi rekapitulaciju dostignuća u

toj oblasti, i to za idealne fluide, dok je vrlo malo objavljeno o agitiranju i uopšte kretanju realnih fluida. Dosad se ne zna ni za jedan rad koji obrađuje mogućnost prime- ne teorije mešanja idealnih fluida na tako realne tečnosti kao što su pulpe.

Ovde smo pokušali da utvrđimo da li kvantitativni odnosi između energije i ostalih parametara, ustanovljeni radom sa idealnim tečnostima, odgovaraju i za rad sa pulpama. Prethodno ćemo ukratko izneti te ustanovljene odnose za idealne fluide i neke pseudoplastike.

Osnovna teorija povezuje međusobni odnos brzine impelera i njegovog prečnika, gustine fluida, viskoziteta, geometrije suda i impelera i energije kroz bezdimenzionalne

Iz opšteg izraza za krivu bez vrtloga (A B C D) $N_p = K [N_{Re}]^m$ zamenom izraza za Rejnoldsov i energetski broj dobija se generalni izraz za energiju:

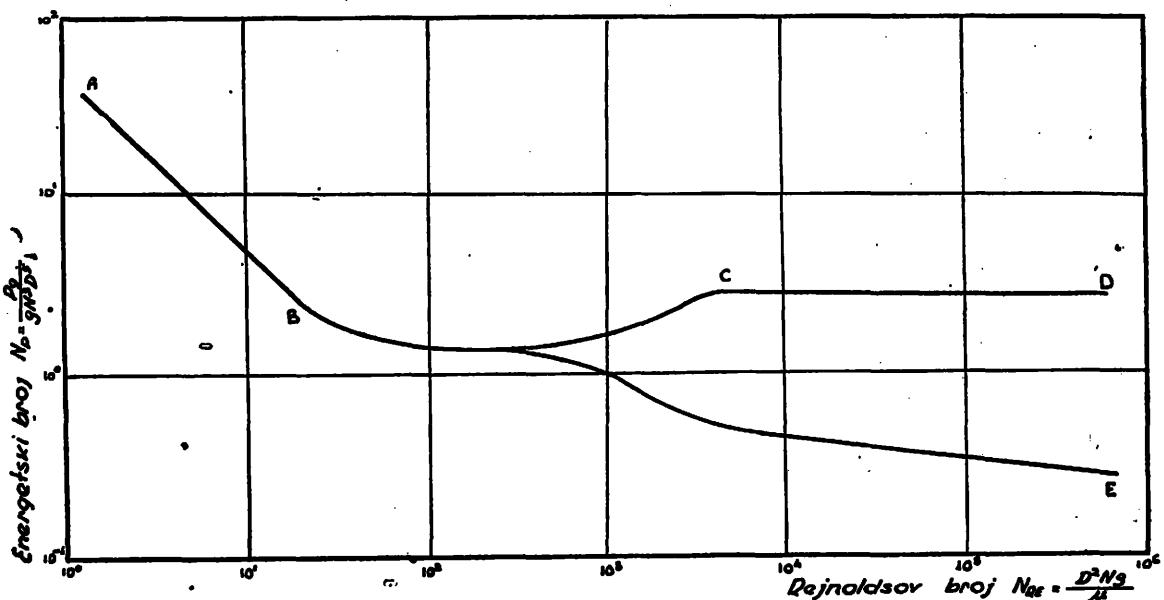
$$P = \frac{K}{g} \rho N^3 D^6 \left[\frac{D^2 N_p}{\mu} \right]^m$$

a za pojedine delove krive izrazi se pojednostavljaju u

$$P = \frac{K}{g} \mu N^2 D^3$$

za laminarnu oblast (A B), pošto je nagib 45° i $m = -1$ ili

$$P = \frac{K}{g} \rho N^3 D^6$$



Sl. 4 — Tipična Rushtonova kriva za idealne tečnosti.

Fig. 4 — Typical Rushton's curve for Newtonian fluids.

brojeve od kojih je Rejnoldsov broj već pomenu. Na sl. 4 na duploj logaritamskoj skali predstavljen je odnos Rejnoldsovog i energetskog broja za slučaj bez stvaranja vrtloga pri mešanju (kriva A B C D). Kod pojave vrtloga Rejnoldsov broj je prikazan u odnosu na Frojdov broj DN^2/g (kriva A B E, Rushton, 1950).

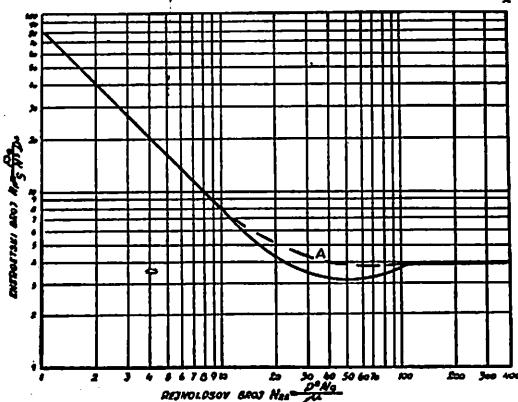
za turbulentnu oblast (C D), jer je kriva horizontalna ($m = 0$).

U prelaznoj zoni (B C) važi opšti izraz i m se menja od tačke do tačke. Dokazano je (Rushton, 1950) da kriva ima isti oblik za sve idealne fluide, a odsečak K zavisi samo od geometrije sistema i neke utvrđene vrednosti iznete u tablici 1.

Tablica 1
Neke vrednosti za koeficijente K
(po Rushton-u)

Vrsta impelera	Zona	
	laminarna	turbulentna
Propeler, prečnik list	41,0	0,32
Propeler, 2 prečnika u listu	43,5	1,00
Turbina, prava sa 4 noža	71,0	6,30
Turbina, prava sa 6 noža	71,0	6,30
Turbina, prava sa 8 noža	—	—
Turbina sa noževima pod 45°	70,0	1,65
Turbina sa statorskim prstenom	172,5	1,12
Lopatica, 2 noža, D/W 4	43,0	2,25
Lopatica, 2 noža, D/W 6	36,5	1,60
Lopatica, 2 noža, D/W 8	33,0	1,15
Lopatica, 4 noža, D/W 6	49,0	2,75
Lopatica, 6 noža, D/W 6	71,0	3,82

N a p o m e n a : Sud cilindrični, 4 pregrade 0,1 D, d = 1/3 D, rastojanje od dna jednako prečniku impelera, visina tečnosti u sudu jednaka prečniku suda.



Sl. 5 — Kriva Metznera i Ottoa za neke pseudoplastične fluide (Metzner i Otto, 1957)
A — Rushtonova kriva.

Fig. 5 — Curve obtained by Metzner and Otto for some pseudoplastic non Newtonian fluids.

Iz ovih izraza se vidi da je u laminarnoj oblasti odlučujući faktor viskozitet, a gustina se zanemaruje, dok je obrnut slučaj u turbulentnoj zoni, gde samo specifična težina utiče na potrošnju energije. Ovo omogućuje lako prenošenje rezultata iz laboratorija u industrijske okvire (Rushton, 1953).

Autori Metzner i Otto proširili su istraživanja na neke pseudoplastične fluide (natrijumkarbometilceluloza, Carbopol 734 i suspenzija Attasola) i dobili krive koje su pri istoj geometriji sistema identične Rus-

tonovim, ali je oblast laminarne zone nešto duža (sl. 5). Kako prividni viskozitet (μ_a) nije stalan, autori su radili sa dva paralelna sistema i eksperimentalno odredili prosečan prividni viskozitet μ_a polazeći od pretpostavke, da prosečna brzina smicanja linearno zavisi od brzine rotacije impelera

$$\left[\frac{dv}{dy} \right]_{pros} = K_3 N$$

gde je K_3 određen iz viskometrijskih krivih.

Korelacijom bezdimenzionalnog Fannin-govog faktora trenja f i Rejnoldsovog broja za kretanje suspenzija kroz cevi došlo se do izraza $f = 16/N_{Re}$, gde se za N_{Re} uzima Rabinovićev izraz za »uopšteni Rejnoldsov broj«:

$$N_{Re} = \frac{\rho D n V^{2-n}}{\gamma}$$

gde je opšti koeficijent viskoznosti

$$\gamma = g K' 8^{n-1} \text{ a } K' = K \left[\frac{3n+1}{4n} \right]^n;$$

n i k se određuju iz viskometrijskih krivih. (Za $K = \mu/g$ i $n = 1$, postaje μ za idealne tečnosti). Metzner i Otto su za agitiranje analogijom isprobali izraz

$$N_{Re} = \frac{\rho D^2 N^{2-n}}{\gamma}$$

ali su dobili vrednosti numerički proporcionalne vrednostima krive.

Zbog različite geometrije sistema, u odnosu na prethodne radove, morali smo izvesti niz eksperimenata sa idealnim tečnostima i tako dopunili Rushtonovu tablicu vrednosti K . Tako smo kasnije mogli vršiti proveru da li navedeni izrazi odgovaraju i za rad sa pulpama.

Eksperimentalno određivanje reoloških osobina

Postavlja se pitanje kojoj vrsti fluida, s obzirom na reološke osobine, pripadaju pulpe. Merenjima smo utvrđili da ispitivana pulpa, sa karakteristikama koje ćemo nešto kasnije dati, pokriva, pod različitim uslovima, skoro sve oblasti nenjutonizma tj. u raznim uslovima pripada raznim vrstama fluida. Moramo napomenuti da smo eksperimentisali samo sa jednom vrstom pulpe (naknadno sa još jednom) — nekom vr-

stom jalovine iz procesa koncentracije gvozdene rude, izmlevene na određenu krupnoću i sa određenim odnosima čvrstog prema tečnom, pa dobiveni numerički rezultati ne moraju da važe za druge kombinacije i druge pulpe. Šta sve može uticati na viskozitet takvog konkretnog materijala, osim temperature za koju znamo da utiče na promenu viskoziteta i idealnih tečnosti? Pre svega, uticaće granulometrijski sastav, odnos Č : T itd. Kada pogledamo raznolikost samo čvrstog materijala koji srećemo u pulpama, kao i sve moguće kombinacije sa granulo sastavom i odnosom prema tečnoj fazi, smatramo da nijedna studija ne bi mogla sve u potpunosti obuhvatiti. Naša ispitivanja su pokazala, da samo jedan materijal pri različitom granulo sastavu i sa istim granulo sastavom a sa različitim koncentracijama, pa i sa istim koncentracijama ali sa različitim brzinama smicanja, pokazuje različite reološke osobine, tako da je kompleksnost problema očigledna.

Merenja su vršena na materijalu koji je dobiven kao jalovina nakon eksperimenata koncentracije rude gvožđa. Sadržao je oko 20% Fe i bio izmleven na 100% minus 325 meša se ciljem da se dobije suspenzija, koja neće taložiti veoma brzo kada se agitira sa malim brzinama. Nekoliko ponovljenih merenja je pokazalo da materijal ima specifičnu težinu od 3,15 g/cm³. Prethodno su izvedeni opitni pomoći kojih je trebalo utvrditi uticaj brzine taloženja toga materijala, pa je izabrana koncentracija od 50% čvrstog po težini; posle kompletног mešanja uzorka izvršena su opažanja brzine taloženja u miru i rezultati izneti u tablici 2. Kontrolišan je uticaj taloženja na merenja viskoziteta u Brookfield-ovom viskozimetru pri rotaciji svih vretena i rezultati, dati u tablici 3, pokazuju da u prvih 10 minuta uticaja nema.

Merenja viskoziteta su vršena sa suspenzijama od 30 do 75% čvrstog po težini, a izračunavanja brzine smicanja su vršena kod brzine obrtanja vretena od 0,5; 1; 2,5; 5; 10; 20; 50 i 1000/min. Za koncentracije ispod 30% čvrstog po težini merenja nisu bila moguća. Sve koncentracije su bile ispitane na svim brzinama koje su imale redosled »na preskok» i merenja su uvek obavlјana posle kompletног mešanja istoga trajanja. Prvo čitanje je obavljeno na 1 minut posle

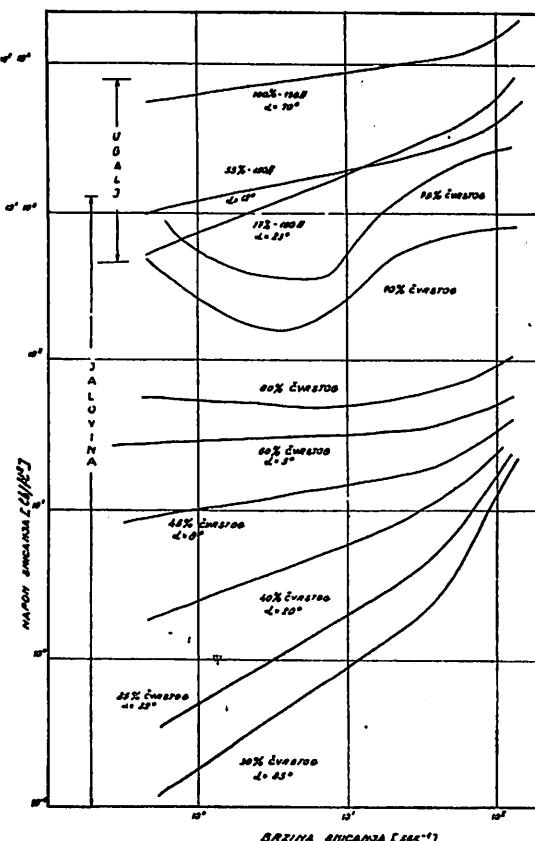
prestanka mešanja u malom agitatoru i ponavljanje sve do petog minuta radi kontrole uticaja vremena.

Rezultati merenja su prikazani na grafima 6 i 7 i to: zavisnost brzine smicanja i smicajnog napona (sl. 6) i zavisnost prividnog viskoziteta i brzine smicanja (sl. 7). Te zavisnosti i kod idealnih i kod realnih fluida izražavaju se jednačinom:

$$\tau = K \left[\frac{dv}{dy} \right]^n$$

gde n predstavlja nagib krive. Za idealne fluide na log-log skali taj nagib je 45° i $n = 1$. Kada je $n < 1$ fluid se smatra pseudoplastičnim, a pri $n > 1$ dilatantnim. Veličina skretanja od jedinice smatra se merom za stepen realnosti fluida.

Prema obliku naših krivih možemo napraviti sledeću približnu klasifikaciju: suspenzije sa 30 do 50% čvrstog, one se oko



Sl. 6 — Viskometrijske krive $dv/dy — \tau$ za suspenzije jalovine sa 30—75% čvrstog i suspenzije uglja.

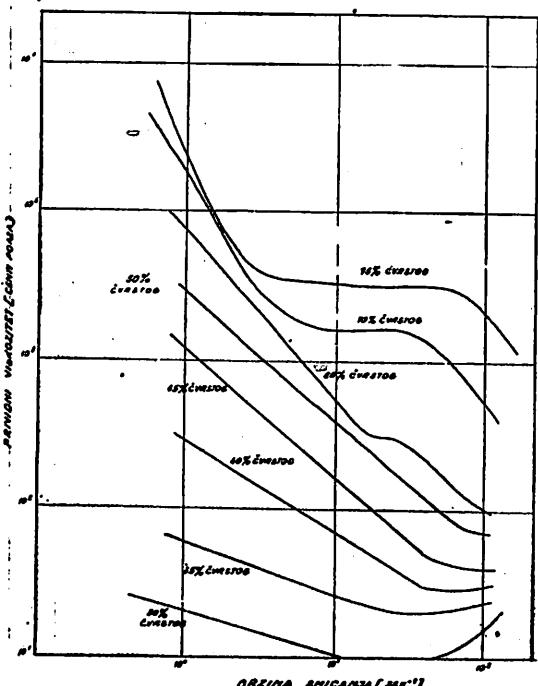
Fig. 6 — Viscometric curves $dv/dy — \tau$ for tailings suspension with 30—75% solids and coal suspension

60% čvrstog i suspenzije sa 70% i više čvrstog. Ova klasifikacija bi važila za brzine smicanja od 0,6 do 10—20 sec⁻¹, jer se karakter fluida sa povećanjem brzine smicanja menja i pri istoj koncentraciji čvrstoga.

Suspenzije sa 30 do 50% čvrstog pokazuju u pomenutoj oblasti tipično pseudoplastično ponašanje. Takođe se vidi da se sa povećanjem procenta čvrstog i stepen realnosti pulpe takođe povećava tj. n postaje sve manje i manje u odnosu na jedinicu. Odgovarajuće vrednosti za n date su u tablici 4.

Tablica 2
Brzina taloženja suspenzije pri mirovanju

Vreme, min.	Visina bistre tečnosti, coli	Vreme, min.	Visina bistre tečnosti, coli
1	1/16	10	1/4
2	1/8	11	1/4
3	1/8	12	1/4
4	1/8	13	1/4
5	1/8	14	1/4
6	3/16	15	5/16
7	3/16	20	3/8
8	3/16	25	7/16
9	3/16	30	1/2



Sl. 7 — Viskometrijske krive $dv/dy — \mu_0$ za suspenzije sa 30—75% čvrstog.

Fig. 7 — Viscometric curves $dv/dy — \mu_0$ for tailings suspension with 30—75% solids.

Nažalost nismo mogli da merimo prividni viskozitet za suspenzije sa manje od 30% čvrstog, ali pošto je povećanje viskoziteta kod suspenzija od 30% do 75% eksponencijalno i s obzirom da pri 0% čvrstog imamo samo viskozitet vode koji je opšte poznat, mogu se izvršiti izvesne interpolacije, mada se kod takvih niskih koncentracija obično radi o dvoфaznim sistemima. I red veličina za prividne viskozitete za razliku od vode u tom rasponu je takav, da nema neke praktične vrednosti.

Iz grafikona na sl. 6 vidimo da se u oblasti brzine smicanja od 10—20 sec⁻¹ nagib krivih naglo menja i to za pulpe sa 30, 35 pa i 40% čvrstog postaje veći od 45° tako da n postaje veće od 1 i fluid postaje dilatantnim. Sličan fenomen je utvrdio i Lilge u studiji prividne viskoznosti magnetitnog medijuma pri radu sa hidrociklonima. To je takođe uočljivo i iz grafikona na sl. 7, gde prividni viskozitet posle izvesne brzine smicanja počinje da raste. Za suspenzije sa 45 i 50% čvrstog na grafikonu sa sl. 6 nagib se menja, ali ostaje manji od 45° i fluid dalje ostaje pseudoplastičan samo sa različitim stepenom realnosti. Na sl. 7 vidimo da viskozitet tih suspenzija i dalje opada, ali nešto sporijim tempom. Još jedna stvar je uočljiva — sa povećanjem koncentracije čvrstog, tačka ili zona menjanja karaktera se pomera sve više u desno, tj. ka većim brzinama smicanja.

Suspenzija sa 60% čvrstog prvo pokazuje malo opadanje smicajnog napona sa porastom brzine smicanja, zatim on postaje konstantan i najzad počinje da raste. Mada su razlike vrlo male, to pokazuje da se ta suspenzija prvo ponaša kao »Bingemova plastika«, a posle izvesne brzine smicanja kao pseudoplastični fluid. Mi smo tu krivu izdvojili od prethodnih, kao i onih koje slede, pošto sve nije baš najjasnije, ali se ipak sa krive na sl. 7 može zaključiti da negde kod brzine smicanja od 20—25 sec⁻¹ mora biti makar kako mala, neka zona konstantnog prividnog viskoziteta posle koje suspenzija počinje da se ponaša kao pseudoplastična.

Međutim, na grafikonima slika 6 i 7 vidimo da su suspenzije sa 70 i 75% čvrstog tipične Bingemove plastične sa jasno izraženom oblasti konstantnog prividnog viskoziteta do izvesne brzine smicanja, posle koje

Tablica 3

Uticaj brzine taloženja i vremena na prividni viskozitet suspenzije sa 50% čvrstog i pri konstantnoj brzini od 50°/min.

Vreme min.	1 Bist. coli	Priv. visk. cpoise	2 Bist. coli	Priv. visk. cpoise	3 Bist. coli	Priv. visk. cpoise	4 Bist. coli	Priv. visk. cpoise	5 Bist. coli	Priv. visk. cpoise	6 Bist. coli	Priv. visk. cpoise
Prenos suda od agitatora do viskozimetra												
1												
2	1/16	122	1/16	120	1/16	120	1/16	120	1/16	120	1/16	100/120
3	1/16	120	1/8	122	1/8	110	1/8	120	1/8	120	1/16	100/120
4	1/16	116	3/16	130	3/16	130	1/8	100	1/8	120	1/8	100/120
5	3/16	122	3/16	114	3/16	120	3/16	120	3/16	100/120	1/8	100/120
6	3/16	120	3/16	122	3/16	120	3/16	110	3/16	100/120	1/8	100/120
7	3/16	122	3/16	130	3/16	100	3/16	120	3/16	100/120	3/16	100/120
8	1/4	120	1/4	108	1/4	120	3/16	120	3/16	100/120	3/16	100/120
9	1/4	114	1/4	120	1/4	110	1/4	120	1/4	100/120	3/16	100/120
10	5/16	120	5/16	120	5/16	120	1/4	120	1/4	100/120	3/16	—

ove suspenzije takođe postaju pseudoplastične. Verovatno bi daljim povećanjem brzine smicanja one mogле postati i dilatantne. I ovde vidimo da se povećanjem koncentracije tačka menjanja karakteristika pomera u desno.

Može se zaključiti, da se pulpe — suspenzije sa procentom čvrstog iznad određene granice — ponašaju kao realni fluidi i da se tip i stepen realnosti menjaju sa uslovima i moraju biti određivani za svaki konkretan slučaj. Isto tako bi se moglo zaključiti, da se sve pulpe pri određenoj brzini smicanja ponašaju kao Bingemove plastičke, pri većoj brzini kao pseudoplastične i još dalje kao dilatantne. Naravno, sva izneta merenja vršena su pri temperaturi od 26°C, da bi se eliminisao uticaj temperature na viskozitet.

Međutim, kako se kasnije pokazala potreba za proučavanjem potrošnje energije i kod drugog materijala sem ovde opisanog, to su naknadno vršena merenja prividnog viskoziteta nekih suspenzija uglja.

S obzirom na nisku specifičnu težinu uglja, nije bila potrebna krupnoća od minus 325 meša, već su ispitivanja vršena na uzorcima koji su imali 17, 55 i 100% minus 150 meša. Suspenzije su imale 50% čvrstog po težini, ali zbog specifične težine čvrstog od 1,5 g/cm³, zapreminska učešće čvrstog je bilo znatno veće nego kod ranijeg materijala. Kako je ugalj bio prilično čist, bez

prisustva glina, uzorak sa 17% — 150 meša se nije pokazao najpogodnjim za merenja zbog taloženja, ali su očitavanja sa sitnjim uzorcima bila vrlo dobra. Rezultati merenja su prikazani na sl. 6, a vrednosti za n u tablici 6. Iz grafikona se vidi očigledan uticaj granulometrijskog sastava na stepen realnosti pulpe, koji raste ukoliko je krupnoća čestica manja za istu koncentraciju suspenzije. Ima nekih nejasnoća kao što su presecanje krivih za 17 i 55% — 150 meša i to treba naknadno proučiti.

Neko može dovesti u vezu vrednosti $n = 0,123$ za ugalj i $n = 0,87$ za suspenziju jalovine u slučajevima sa najvećim procentom sitnih klasa i zaključiti da stepen realnosti pulpe zavisi od granulometrijskog sastava, bez obzira na materijal koji se ispituje. Međutim, smatramo da bi svaki zaključak, baziran na samo ova dva podatka, bio suviše proizvoljan pa bi to trebalo da-leko više istražiti.

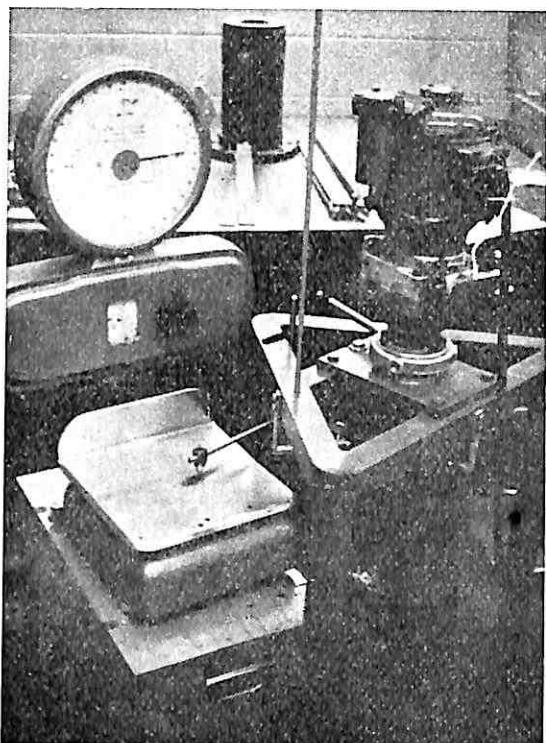
Tablica 4
Vrednosti n za suspenzije jalovine

% čvrstog (težinski)	Nagib	n
30	35°	0,700
35	32°	0,625
40	20°	0,364
45	8°	0,140
50	5°	0,087

U cilju istraživanja ponašanja Bingemovih plastika vršeno je merenje viskoziteta pulpe sa 60% uglja izmlevenog na 100% — 150 meša, ali su rezultati nepouzdani i nisu se mogli reproducovati, što ukazuje na izvesnu tiksotropnost i pojave histerezisa (sl. 8). Suspenzija sa 70% čvrstog se nije mogla ni napraviti, jer je količina vode bila jedva dovoljna da popuni praznine između čestica.

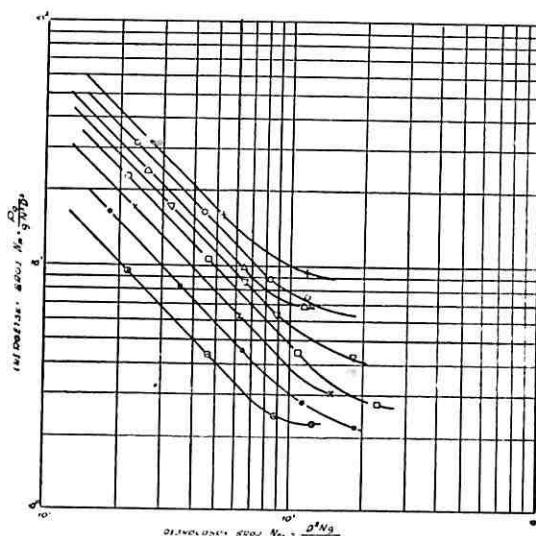
Opiti merenja potrošnje energije kod agitiranja

Sav eksperimentalan rad obavljen je u agitatoru modela ELB (Chemineer, Inc.) kod koga se brzina može ručno menjati mikrometarskim kontrolorom od 0 do 1100 o/min. Obrtni momenat se sa osovine agitatora polugom prenosi na vagu kapaciteta do 12 lb sa skalom od 0,1 unca i preciznošću čitanja od 0,01 unca (sl. 9 i 12). Opiti agitiranja su vršeni u sudu od 4 galona, prečnika 10". Sud ima pregrade od 14 i 17" radi sprečavanja vrtloženja a odnos njihove



Sl. 9 — Agitator i vaga za opite agitiranja.

Fig. 9 — Agitator and acale for mixing tests.



Sl. 8 — Rushtonove krive za razne impelere u laminarnoj zoni.

- + prava turbina 4" (D:d=2,5:1; W=1)2"
- Δ prava lopatica 9" (D:d=1,11:1 W= 2")
- turbina 45° 4" (D:d=2,5:1; W=1) 2"
- ▽ kriva turbina 4" (D:d=2,5:1; W=1)2"
- propeler 4" (D:d=2,5:1; W=1)2"
- × kriva turbina 3" (D:d=3,33:1; W=1)2"
- lopatica 9" 45° (D:d=1,11:1; W=1(2")

Fig. 8 — Rushton's curves for different impellers in laminar region.

širine prema prečniku suda je bio od 0,1 do 0,15 D. Isprobani su impeleri raznih tipova (propeleri, turbine, lopatice) veličine 2,5; 3; 4 i 9" te je odnos D : d iznosio 4 : 1; 3,33 : 1; 2,5 : 1 i 1,11 : 1. Lopatice prečnika 9" su bile postavljene na rastojanju od 1" od dna suda, dok su drugi impeleri postavljeni na rastojanju jednakom njihovom prečniku. Dubina fluida u sudu je bila jednaka njegovom prečniku (10").

Ispitivani fluid je agitiran pri raznim brzinama putem postepenog povećanja brzine, a zatim pri brzinama koje su proizvoljne i preko reda birane radi kontrole reproducibilnosti rezultata, koja se pokazala dosta dobrom. Samo kod nekih impelera je bilo moguće pokriti celu oblast brzina. Brzina je kontrolisana ne samo mikrometarskom skalom već i pomoću ručnog tahometra pa je stvarna brzina dobijena izračunavanjem iz:

Tablica 5
Vrednosti koeficijenta K dobivene eksperimentima

Vrsta impelera	Zona	
	laminarna	turbuletna
Propeler 4", D/d 2,5:1, pregrade 0,1 D	50	3,12
Turbina 4" sa noževima pod 45°, D/d 2,5:1, pregrade 0,1 D	75	1,28
Turbina 4" sa krivim noževima, D/d 2,5:1, pregrade 0,1 D	57,5	2,18
Prava turbina 4", D/d 2,5:1 pregrade 0,1 D	85	2,23
Prava turbina 3", D/d 3,33:1, pregrade 0,1 D	—	1,75
Prava turbina 2,5", D/d 4:1, pregrade 0,1 D	—	2,58
Turbina 3" sa krivim noževima D/d 3,33:1, pregrade 0,1 D	30	—
Lopatica 9", noževi nagnuti pod 45°, D/d 1,11:1, pregrade 0,1 D	40	1,15
Prava lopatica 9", W 2", D/d 1,11:1, pregrade 0,1 D suspenzija jalovine, 50% kukuruzni sirup	21	1,12
Prava lopatica 4", W 2" D/d 2,5:1, bez pregrada sa pregradama 0,1 D	64	1,12
Prava lopatica 4", W 2" D/d 2,5:1, bez pregrada sa pregradama 0,1 D	—	5,70
Prava lopatica 4", W 2" D/d 2,5:1, bez pregrada sa pregradama 0,1 D	—	3,62

o/min = vrednost dobijena na tachometru \times 3,88 a izmereni obrtni momenat na vagi je preračunat u energiju pomoću formule:

$$KS = \frac{10 \times \text{očitavanje na vagi (lb)} \times \text{brzina (o/min)}}{63.025}$$

Kako se naša geometrija sistema nešto razlikovala od Rushtonove (vidi tablicu 1 i 5) izvršena su merenja sa idealnim fluidima radi kasnijeg upoređenja. Opiti su vršeni zasićenim rastvorom šećera u vodi (65% po težini za 26°C). Specifična težina rastvora je bila 1,316 g/cm³, a izmereni viskozitet 116 centipoaza, što odgovara Hedgemanovim podacima. Merenja potrošnje energije su vršena za prelaznu i turbulentnu zonu pošto je laminarna oblast prelazila mogućnosti uređaja. Merenja za sve

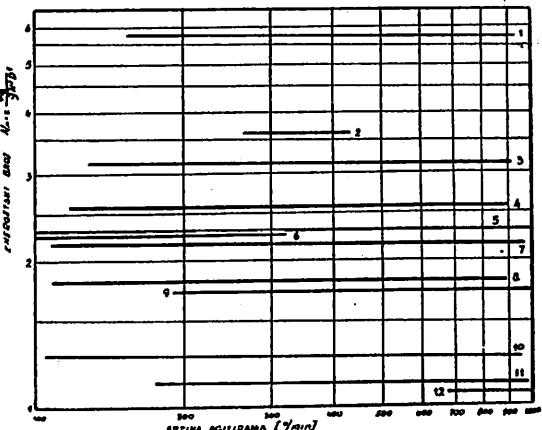
zone su vršena na belom »Caro« kukuruznom sirupu specifične težine 1,3608 g/cm³ sa

Tablica 6
Vrednosti n za suspenziju uglja (50% čvrstog)

% klase minus 150 meša	Nagib	n
17	23°	0,424
55	12°	0,212
100	7°	0,123

viskozitetom pri 26°C od 2200 centipoaza. Neki dobijeni rezultati su prikazani na tablicama 7, 8 i 9. Na sl. 8 su date krive za laminarnu, a na sl. 10 za turbulentnu oblast, dok je vrednost koeficijenta K za uslove koje nisu obrađivali Rushton i drugi istraživači, data u tablici 5.

Ispitivanja ponašanja realne tečnosti vršena su na suspenziji jalovine u vodi koja je već opisana i čije su viskometrijske krive određene za koncentracije od 30 do 75% čvrstog po težini. Međutim, merenja potrošnje energije su vršena samo za koncentracije od 50, 60 i 70% čvrstog, pošto se za ređe pulpe nisu mogla dobiti precizna očitavanja



Sl. 10 — Zavisnost energetskog broja od brzine impelera u turbulentnoj zoni.
1 — lopatica 4", D/d=2,5:1, W=2"; 2 — lopatica 4" (pregrade), D/d=2,5:1, W=2"; 3 — propeler 4", D/d=2,5:1, W=2"; 4 — prava turbina 2 1/2", D/d=4:1, W=1/2"; 5 — prava turbina 4" (pregrade), D/d=2,5:1, W=1/2"; 6 — prava turbina 4", D/d=2,5:1, W=1/2"; 7 — ukrivljena turbina 4", D/d=2,5:1, W=1/2"; 8 — prava turbina 3", D/d=3,33:1, W=1/2"); 9 — prava turbina (pregrade), D/d=3,33:1, W=1/2"); 10 — turbina 45°, 4", D/d=2,5:1, W=1/2"); 11 — lopatica 9", D/d=1,11:1, W=2"); 12 — lopatica 9", D/d=1,11, W=2").

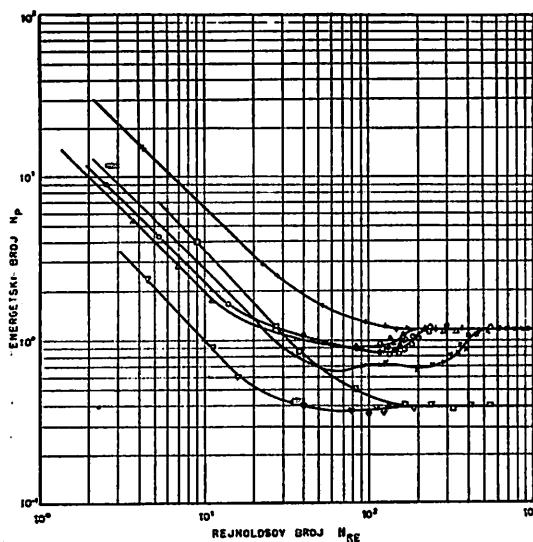
Fig. 10 — Power number vs. speed in turbulent region.

na postojećim uređajima. Na sl. 11 su prikazane dobijene krive uporedno sa krivama za idealnu tečnost pri istoj geometriji. Oblik krive je identičan za sve fluide. Međutim, dok je za istu geometriju sistema i položaj krive u turbulentnoj zoni isti, u laminarnoj oblasti krive za suspenziju su pomerene u levo u odnosu na idealnu tečnost te smo dobili i različite vrednosti K (tablica 5).

Kako smo ranije pomenuli, odnosi između energetskog i Rejnoldsovog broja su pogodni pošto su bez dimenzija. Kako izraz za energetski broj ne sadrži viskozitet, njegov metod izračunavanja je isti za idealne i realne fluide:

$$N_p = \frac{P g}{D_b N_{Re}}$$

Međutim, viskozitet je karakterističan parametar kod izračunavanja Rejnoldsovog broja i isti određuje reološke osobine fluida,



Sl. 11 — Rushtonove krive za razne suspenzije jalovine i uglja u poređenju sa krvom za kukuruzni sirup.
 + suspenzija jalovine sa 50% čvrstog
 Δ suspenzija sa 60% čvrstog
 × suspenzija uglja sa 50% čvrstog
 (lopatice L=9", W=2"
 $D/d=1,11:1$)
 ○ kukuruzni sirup
 · suspenzija jalovine sa 70% čvrstog
 (lopatice L=9", W=1"
 nagnute za 45°
 $D/d=1,11:1$)

Fig. 11 — Rushton's curves for different tailing and coal suspensions compared with corn syrup curve.

Tablica 7
 Brojčane vrednosti nekih opažanja pri agitiranju kukuruznog sirupa

Brzina impelera 0/min	Rejnoldsov broj	Energija KS	P/N ³	Energetski broj	$N_{Re} \cdot \pi^{1-n}$
19,4	10,3	0,000254	4,11	6,48	
23,2	12,3	0,00038	3,60	5,66	
27,2	14,45	0,00048	2,81	4,42	
30	16	0,000595	2,62	4,12	
47	25	0,00153	1,75	2,76	
78	41,4	0,00502	1,26	1,98	
190	101	0,0485	0,76	1,20	
203	108	0,0522	0,74	1,18	
228	120	0,072	0,72	1,12	
290	150	0,148	0,72	1,12	
395	200	0,376	0,72	1,12	

Tablica 8
 Brojčane vrednosti nekih opažanja pri agitiranju suspenzije jalovine sa 50% čvrstog

Brzina agitiranja 0/min	Rejnoldsov broj	Energija KS	P/N ³	Energetski broj	$N_{Re} \cdot \pi^{1-n}$
9,6	6,5	0,0000185	2,43	3,46	17,7
11,6	9,3	0,0000229	1,75	2,5	25,4
13,6	12,7	0,0000274	1,29	1,84	34,7
15,5	16,2	0,0000328	1,05	1,50	44,3
58	203	0,001325	0,80	1,14	555
61	224	0,00151	0,77	1,11	610
64	246	0,001778	0,80	1,14	671
70	292	0,002256	0,78	1,12	796
78	358	0,00313	0,78	1,12	976
103	610	0,00735	0,78	1,12	1660
124	870	0,01261	0,78	1,12	2380

da li je fluid »realan« ili »idealni«. Za idealne fluide viskozitet je konstantan i iznosi

$$N_{Re} = \frac{D^2 N_p}{\mu}$$

ali za realne fluide viskozitet se menja; eksperimentima je za protok kroz cevi (Metzner i Reed, 1955) dobijen izraz za uopštene Rejnoldsov broj

$$N_{Re} = \frac{D^n N^{2-n} \rho}{\gamma}$$

gde je γ uopšteni koeficijent viskoziteta,

Takođe je za protok kroz cevi izведен izraz za Bingemove plastike (Perry, 1963).

$$N_{Re} = \frac{D N_p}{\mu a}$$

gde je μa prosečna prividna viskoznost koja se dobija iz

$$\mu a = \frac{g \tau y D}{6 V} + \mu$$

Na sl. 11 prikazani su Rejnoldsovi brojevi, izračunati pomoću datih izraza, pa verujemo da je tu izvor nepodudarnosti krivih, što treba detaljnije proučiti.

Izvršen je veliki broj merenja, ali kako na grafikonu nisu predstavljene sve eksperimentalne tačke, naročito u prelaznoj zoni kod N_{Re} od 15 do 200, gde su tačke veoma guste i nagomilane, potrebno je dalje istraživanje da bi se utvrdili konačni oblici krivih u toj zoni. Međutim, u laminarnoj i turbulentnoj oblasti većina tačaka pokazuje vrlo jasno kakav je oblik i položaj krivih. U turbulentnoj zoni prikazane krive su prave horizontalne linije i mogu biti upotrebljene za određivanje potrebne energije za agitaciju. Položaj krivih zavisi samo od geometrije sistema bez obzira da li se agitira idealna ili realna tečnost kao što je pulpa. Vrednosti koeficijenata K su date u tablici 5. Na slici 10 predstavljen je energetski broj (koji zavisi od brzine agitacije) umesto Rejnoldsovog broja (zbog neizvesnosti oko njegovog određivanja za realne tečnosti), ali u osnovi nema razlike u vertikalnom položaju krive. Tako se pri turbulentnom kretanju može izračunati potrebna energija (čest slučaj kod agitiranja i kondicioniranja pulpi) iz:

$$P = \frac{K}{g} \rho N^3 D^6$$

gde K zavisi samo od geometrije sistema i ne zavisi od osobina fluda, bez obzira da li je ovaj idealan ili realan.

Razlog za paralelno odstupanje naše krive energetski — Rejnoldsov broj u laminarnoj oblasti — je nekorektno kalkulisanje Rejnoldsovog broja. Upotrebljavajući izraz $D^2 N^{2-n} \rho / \gamma$ koji je analogan izrazu za protok kroz cevi $D^n V^{2-n} \rho / \gamma$, Metzner i Otto su su dobili vrednosti numerički proporcionalne

njihovom izrazu za Rejnoldsov broj dobi-jen kroz $[dv/dy]_{pr.} = K_s N$. Nažalost, u svom radu nisu naveli vrednost tog koeficijenta proporcionalnosti. Mi smo za konstruisanje krivih na sl. 11 takođe upotrebili izraz $D^2 N^{2-n} \rho / \gamma$ za kalkulaciju Rejnoldso-vog broja, pa smatramo da koeficijent proporcionalnosti treba tražiti analizom koja pokazuje da unutrašnje trenje po jedini-cici zapremine tečnosti prema viskoznoj sili u jedinici zapremine treba da bude

$$N_{Re} = \frac{\rho V^2 / D}{\mu V / D^2}$$

i zamenom $V = ND \pi$

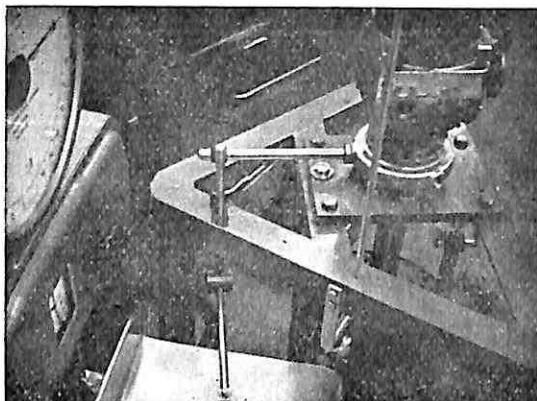
$$N_{Re} = \frac{\rho \pi^2 D^2 N^2 / D}{\mu \pi DN / D^2} = \frac{\rho D^2 N \pi}{\mu}$$

ali pošto π ispada iz izraza kada je upotrebljeno za analizu π -metodom, kod idealnih tečnosti izraz odgovara. Međutim, kod realnih tečnosti izraz $V^2 - n$ postaje $[DN\pi]^{2-n}$ i uopšteni Rejnoldsov broj bi izgledao:

$$N_{Re} = \frac{\rho D^n D^{2-n} N^{2-n} \pi^{2-n}}{\gamma} = \frac{\rho D^2 N^{2-n} \pi^{2-n}}{\gamma}$$

Ali, u cilju poređenja, morali bi sada i u izraz za idealne tečnosti uvrstiti π , odnosno uopšteni Rejnoldsov broj treba podeliti sa π . Znači, da bismo dobili izraz koji odgovara procesu agitacije, moramo uopšteni Rejnoldsov broj za protok kroz cevi pomnožiti sa π^{2-n}/π odnosno sa π^{1-n} . Kako u slučaju ispitivane suspenzije jalovine sa 50% čvrstog (sp. težina 1,518 g/cm³) vrednost za π^{1-n} iznosi 2,73, vidimo da to grubo odgovara pomeranju naše krive u levo u odnosu na idealnu tečnost pod istim geometrijskim uslovima.

Međutim, teško je tvrditi da li je gornji zaključak rezultat korektnе matematičke manipulacije ili je slučajna podudarnost, pošto je samo jedna suspenzija ispitivana. Ovo takođe ne može objasniti ponašanje u prelaznoj zoni a ni odstupanje krivih za Bingemove plastike (suspenzije sa 60 i 70% čvrstog), mada je to odstupanje za dva različita impelera približno isto i iznosi negde oko numeričke vrednosti π . Međutim, nismo mogli naći nikakvo obrazloženje za to odstupanje (u oba izraza, za idealne tečnosti i Bingemove plastike, zamena V sa $DN\pi$ se vrši na prvom stepenu).



Sl. 12 — Prenošenje obrtnog momenta sa agitatora na vagu.

Fig. 12 — Transmission of torque from agitator to the scale.

U cilju provere rezultata koji se mogu dobiti sa različitim tipom čvrstog materijala u suspenziji, izveli smo eksperimente sa suspenzijom uglja sa 50% čvrstog po težini. Prvo su bili izvedeni opiti merenja viskoziteta koji su već opisani, kako bi se utvrdile reološke osobine i dobile viskometrijske krive.

Tablica 9

Brojčane vrednosti nekih opažanja pri agitiranju suspenzije uglja sa 50% čvrstog

Brzina agitiranja 0/min	Rejnoldsov broj	Energija KS	P/N³	Energetski broj	N _{Re} · R ¹⁻ⁿ
7,8	8,8	0,000008	1,970	3,05	21,7
9,6	13	0,0000151	1,166	2,1	32
13,6	24	0,0000124	0,612	1,1	59
19,4	43	0,000026	0,416	0,75	106
23,2	64,2	0,000035	0,333	0,6	158
33	121	0,000117	0,389	0,7	298
37	149	0,000167	0,389	0,7	367
55	301	0,000565	0,405	0,73	742
58	332	0,000733	0,445	0,8	818
64	398	0,00114	0,552	0,99	978
70	460	0,00175	0,601	1,08	1162
83	627	0,00296	0,622	1,12	1545
97	834	0,0048	0,622	1,12	2040

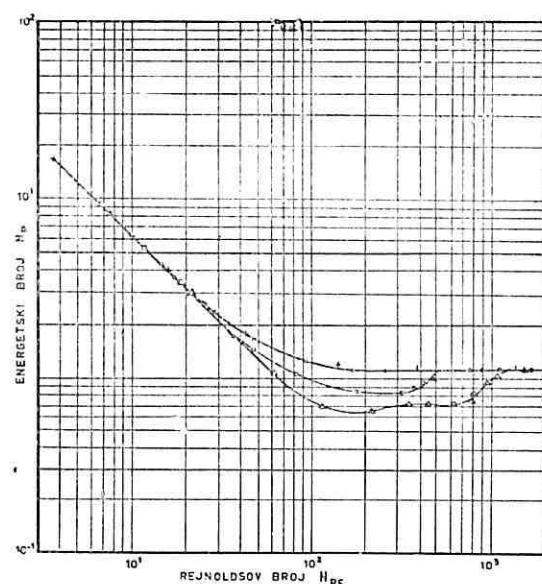
Opiti agitacije vršeni su zatim tačno pod istim uslovima kao i sa kukuruznim sirupom i jalovinom koncentracije gvožđa. Pri-

menjena je ista procedura merenja i rezultati koji su dobiveni dati su na tablici 9 i sl. 11 zajedno sa ranije dobivenim krivama, s tim što je izračunavanje Rejnoldsovog broja bilo vršeno pomoću

$$N_{Re} = \frac{D^2 N^{2-n} \rho}{\gamma}$$

Odstupanje od krive idealnog fluida opet postoji. Kako su merenja obavljena sa pulpom od 50% čvrstog i 55% minus 150 meša n = 0, 212 a to je izraz za $\pi^{2-n}/\pi = 2,46$. Posle množenja izraza za uopšteni Rejnoldsov broj tim faktorom, vidi se iz sl. 13 da tačke za sva tri tipa fluida u laminarnoj oblasti padaju na istu liniju. Mada je izveden veliki broj opita, reprezentativne tačke su prikazane na tablicama 7, 8 i 9.

Očigledno je da se ponašanje realnih fluida — na osnovu ovih opita — dobro podudara sa ponašanjem idealnog fluida prilikom mešanja u laminarnoj i turbulentnoj oblasti, ali se to ne može reći za prelaznu zonu pošto ni početak ni završetak ove zone nije isti za sve ispitivane fluide. Mnoga su merenja vršena da bi se konstatovala kakva zakonitost, naročito sa suspenzijom jalovi-



Sl. 13 — Korigovane krive za suspenzije jalovine i uglja sa krivom za kukuruzni sirup pri istoj geometriji sistema.
+ kukuruzni sirup
Δ suspenzija jalovine koncentracije Fe, 50% čvrstog
Δ suspenzija uglja 50% čvrstog

Fig. 13 — Corrected curves for tailing and coal suspensions with corn syrup curve for the same geometry of the system.

ne, i krive su provučene kroz pojase sa najgušćim tačkama. To se takođe podudara sa ispitivanjima Metznera i Otta, koji su zaključili da je laminarna zona za pseudoplastične tečnosti duža nego za idealne (sl. 5). Mi možemo dodati, da je i početak turbulentne zone takođe različit. Kako vidimo prelazna zona za kukuruzni sirup počinje pri N_{Re} oko 20—30, za jalovinu kod N_{Re} oko 45, a za suspenziju uglja tek kad Rejnoldsov broj pređe 60. Takođe turbulentna zona za jalovinu dostiže negde oko N_{Re} 500—600, a za suspenziju uglja tek negde oko 1500.

Celokupna prelazna zona se mora potpunije ispitati. Možemo zaključiti da ova razlika u početku prelazne zone kod raznih fluida nastupa ne usled promene veličine prividnog viskoziteta, koji se svakako menjaj, već usled promene karaktera reoloških osobina pulpe, jer pseudoplastični fluidi postaju dilatantni posle neke brzine smicanja a tačka menjanja tih karakteristika je različita za svaku suspenziju, pa čak i kod onih, napravljenih od istih materijala a pod različitim uslovima. Verovatno do tih promena karakteristika dolazi baš u prelaznoj zoni.

Zaključak

Merenja viskoziteta su pokazala kompleksnost u određivanju prividnog viskoziteta pulpi. Reološko ponašanje pulpe je pod uticajem mnogih različitih faktora koji se odnose kako na tečnu tako i na čvrstu fazu. Pokazan je uticaj nekih od tih faktora kao što su koncentracija — gustina ili granulometrijski sastav (krupnoća čestica), mada su dobijeni podaci još uvek nedovoljni za kvantitativna uopštavanja. Najvažniji zaključak je da se reološke osobine ne menjaju samo sa fizičkim karakteristikama sistema, već i sa promenjenom brzinom smicanja: povećanjem brzine smicanja pseudoplastična pulpa postaje dilatantna, Bingemova plastika postaje pseudoplastična i možda dilatantna. Proširenje opsega merenja, kao i provera na drugim materijalima, mora biti sprovedena pre nego se bilo kakva kvantitativna zavisnost u gornjem smislu zaključi. Pretpostavka je, da svaki realni fluid povećanjem brzine smicanja prolazi kroz sve faze realnosti: počev kao Bingemova plastika, u ma kako krat-

kom intervalu, pa preko pseudoplastičnosti do dilatantnosti.

Opiti agitiranja jasno su pokazali da se u turbulentnoj zoni, koja se najčešće sreće u industrijskoj praksi, promenom Rejnoldsovog broja dobija konstantni energetski broj te da njegova vrednost zavisi samo od geometrije sistema, bilo koji fluid, idealan ili realan, je u pitanju. Iz tog odnosa dva bezdimenzionalna broja može se izračunati energija, potrebna za mešanje idealnih fluida

$$P = \frac{K}{g} \rho N^3 D^6$$

i zaključiti da taj izraz u potpunosti važi i za realne fluide.

Ista podudarnost za idealne i pseudoplastične fluide je dobijena za laminarnu oblast, ako uopšteni Rejnoldsov broj dobije oblik

$$N_{Re} = \frac{D^2 N^{2-n} \rho \pi^{1-n}}{\gamma}$$

U svakom slučaju nagib krive u laminarnoj zoni je isti i za Bingemove plastične, iznosi 1, mada je vrednost K različita i položaj krive pomeren uлево. Dalja istraživanja treba da pokažu razloge za ovo nepodudaranje i uopšte istraživanja treba proširiti na daleko veći broj različitih pulpi.

Prelazna oblast je široko polje rada, čak i za idealne fluide. Jedan od mogućih razloga za različito ponašanje različitih fluida u ovaj zoni možda leži u reološkim osobinama pulpi, te proračuni bazirani samo na jednom tipu osobina, recimo pseudoplastičnosti, treba da budu korigovani, pošto u tom momentu kod određene suspenzije može vladati dilatantizam. Međutim, nema još nikakvih dokaza da prelazna zona pri agitiranju u potpunosti odgovara zoni promene reoloških osobina u viskometrijskoj aparaturi. Svakako da dalja istraživanja u ovoj oblasti mogu postati neobično važna pošto se mnogi procesi odvijaju pod uslovima prelaznog tipa proticanja.

Na kraju, autor bi želeo da zahvali prof. Adrianu Dorenfeldu iz Instituta za tehnologiju Univerziteta države Minesota, SAD, za ideje, savete i svesrdnu pomoć prilikom obavljanja ovih opita, kao i Institutu u celine, pošto su eksperimenti vršeni u laboratorijama toga Univerziteta.

SUMMARY

Contribution to the Consideration of Influence of Rheological Properties of Pulps on Power Consumption for Mixing

A. Stojšić, min. eng.*)

Up to date research on power consumption for mixing of Newtonian fluids in region of turbulent flow, showed that the main influencing factor is fluid density, besides geometry of the system, and that viscosity is not important. But viscosity becomes determinative for flow in laminar region. Experiments done with non Newtonian fluids are more complicated because viscosity is not constant. It was shown experimentally that, for such fluids as pulps or suspensions of solid particles in water, rheological properties were not changed only with different size distribution, different concentration and solid phase characteristics, but with change of shear rate, too. Suspensions of the same solid material with the same size distribution and the same concentrations, behave at first as Bingham plastics, then as pseudoplastics and with further increase of shear rate as dilatant fluids. It was confirmed by experiments that rheological properties do not influence power consumption for mixing of non Newtonian fluids in turbulent region. However, if we use such expressions as »generalized viscosity coefficient« and »generalized Reynolds number«, which are established for flow through pipes in laminar region, the curve for non Newtonian fluids is shifted and values are numerically proportional to the curve for Newtonian fluids. Tests showed that we can use same calculation methods for pseudoplastic fluids too, if we multiply expression for »generalized Reynolds number« with π^{1-n} . There is no explanation for shift of Bingham plastics and neither for transient zone where, probably, rheological properties of fluids change from pseudoplastics toward dilatant ones, and this region is not the same for various fluids. Research should be enlarged on more different solids so that quantitative correlation between shear rate and change of rheological properties of suspensions can be established. We need to go on with studying of transient zone between laminar and turbulent region because many industrial processes take place in such a type of flow. Author is indefinitely indebted to Prof. Adrian Dorenfeld, from the University of Minnesota for all ideas, help and advices during experimental work.

Literatura

- Hodgman, D. C., 1963: Handbook of Chemistry and Physics, — The Chemical Rubber Publishing Co., Cleveland, USA.
- Lilge, F. O., 1962: Hydrocyclone Fundamentals. — Bull. Inst. Min. Metall. Transactions, London.
- Metzner, A. B., Otto R. E., 1957: Agitation of Non Newtonian Fluids. — A. I. Ch. E. Journal, USA.
- Metzner, A. B., Reed, J. C., 1955: Flow of Non Newtonian Fluids. Correlation of the Laminar, Transition and Turbulent flow Regions. — A. I. Ch. E. Journal, USA.
- Perry, J. H., 1963: Chemical Engineers' Handbook. — McGraw Hill, New York, USA.
- Rushton, J. H. Kostić E. W., Everett, H. J., 1950: Power Characteristics of Mixing Impellers. — Chemical Engineering Progress, 8—9.
- Rushton J. H., Oldshue, J. Y., 1953: Mixing, Present Theory and Practice. — Chemical Engineering Progress, 4—5.

*) Dipl. ing. Aleksandar Stojšić, rudnik »Srebrenica« — Sase.

Flotiranje krečnjaka za potrebe industrije cementa

(sa 3 slike)

Dr ing. Stevan Marković — dipl. ing. Miomir Čeh

Uvod

U koncentraciji ruda uopšte, krečnjak odnosno kalcit predstavljaju minerale jalovine. Jedna od retkih grana industrije u kojoj se kalcijum karbonat koristi kao sirovina za dalju preradu je industrija cementsa, koja kao sirovine upotrebljava glinu, siliciju i kalciju koji se mešaju u odgovarajućim proporcijama pre uvođenja u tehnološki proces za proizvodnju cementa. U najvećem broju slučajeva sirovine takve kakve su u prirodi obično odgovaraju tehnološkom procesu te ne zahtevaju nikakvu prethodnu pripremu izuzev usitnjavanja — mešanja. Pod izvesnim okolnostima, međutim, javlja se potreba za odvajanjem čistog krečnjaka od drugih primesa. To je slučaj, kada, na primer, treba korigovati sadržaj CaO u nekom škriljcu, koji je osnovna sirovina za dobijanje cementa, što iziskuje davanje čistog krečnjaka. U takvim slučajevima, ukoliko se ne raspolaže čistim krečnjakom, vrši se njegovo čišćenje radi odstranjenja viška silicije ili neke druge primese. U drugim slučajevima, gde se raspolaže glinom sa određenim sadržajem silicije i koji manje-više odgovara mešavini za cement i krečnjakom, koji sadrži takav sadržaj silicije da bi njegovo integralno unošenje u proces pokvarilo mešavinu, prisupa se, takođe, i čišćenju krečnjaka.

S obzirom da procesi kao što su magnetna ili gravitaciona koncentracija ne dolaze u obzir pri odvajanju kalcijum karbonata od

kvarca i silikata, jedini proces koji pruža mogućnosti i dobre izglede za uspešno odvajanje je postupak flotacione koncentracije. U pogledu flotacije kalcita odnosno krečnjaka, ceo raniji istraživački rad bio je usredsređen na sprečavanje njegove hidrofobizacije tj. bio je usmeren na odbacivanje ovih minerala u slučajevima flotiranja ruda metala i nemetala kao što su barit i fluorit. Ipak, negde od 1934. počela je primena procesa flotiranja kalcijum karbonata kao prethodnog procesa u proizvodnji Portland cementa.

Primeri primene procesa flotiranja krečnjaka u industriji

Kao primere iz grana koje pokazuju uspešnu primenu procesa flotiranja u pripremi sirovine za pečenje cementa navešćemo slučajeve nekoliko preduzeća u svetu.

Preduzeće za proizvodnju Portland cementa u Parani u Argentini upotrebljava kao sirovину ležište koje se sastoji iz mešavine krečnjaka, gline i laporanog. Ova sirovina ima višak SiO_2 i manjak CaO. Manjak CaO se dopunjava gipsom, dok se višak SiO_2 , zastupljen u vidu krupnih zrna kvarca, odstranjuje flotiranjem krečnjaka. Tehnološki proces pripreme se sastoji u drobljenju i mlevenju sirovine. Izmlevena sirovina ulazi u hidroseparatore radi odmuljivanja. Pesak hidroseparatora odlazi na flotiranje gde se flotira karbonatni materijal a kvarc odbacuje sa jalovinom. Flotiranje

krečnjaka se vrši uz pomoć delimično saponificirane neprečišćene oleinske kiseline (talloil). Stepen saponifikacije može da se menja po potrebi i njim se regulišu kolektorska i penušačka svojstva reagensa. Mulj iz hidroseparatora sa flotiranim krečnjakom odlazi u odeljenje za spravljanje mešavine.

Vrlo sličan postupak, izuzev što je u pitanju krečnjak sa SiO_2 , primenjuje i preduzeće Permanente u Kaliforniji (SAD) gde se krečnjak vrlo fino melje (93% minus 200 meša) a potom flotira u Fagergren čelijama takođe sa delimično saponificiranim taloil-om uz utrošak od oko 400 g/t rude. Sličan je slučaj i u preduzeću Universal Atlas Cement Comp. u SAD gde se samo deo krečnjaka čisti od SiO_2 . Ulagana ruda sadrži oko 14% SiO_2 od čega se oko jedne trećine posle drobljenja i mlevenja šalje na flotiranje radi dobijanja čistog CaCO_3 za korekciju mešavine. Mlevenje je vrlo fino (96% minus 200 meša), a odmuljivanje se vrši u centrifugama. Kao reagensi za flotaciju upotrebljavaju se laka nafta za gorivo i penušač Du Pont 323. Kod kontrolnog flotiranja koristi se i u ovom slučaju saponificirana oleinska kiselina uz dodatak reagensa za dispergovanje. Koncentrat sadrži 86,6% CaCO_3 i 5,5% SiO_2 .

Preduzeće Valley Forge u Pensilvaniji (SAD) tretira krečnjak sa 68% CaCO_3 u kome ima još i kvarca i liskuna koji su nepoželjni sastojci. Radi sniženja sadržaja SiO_2 i korekcije sadržaja kalcijum karbonata i ovde se koristi proces flotiranja posle drobljenja i dvostadijalnog mlevenja. Interesantno je da se u ovom postrojenju flotiraju i mulj i pesak zasebno posle odvajanja u hidroseparatoru. Krupna jalovina posle flotiranja krečnjaka oleinskom kiselinom (1 kg/t) i reagensa Du Pont® 243 (100 g/t) odvodnjava se i suši a potom se iz nje u vazdušnom klasifikatoru odvaja prodajni koncentrat liskuna. Silikatni proizvod posle odvajanja liskuna odlazi kao sirovina nosilac SiO_2 za mešavinu. Jalovina flotacije mulja je proizvod koji se odbacuje. Javljanje liskuna u krečnjaku predstavlja neuobičajenu pojavu koja je manje-više ograničena na sirovinu koju koristi preduzeće Valley Forge. Šema tehnološkog procesa ovog preduzeća prikazana je na sl. 1.

Osim već pomenutih preduzeća, još veći broj fabrika cementa, naročito u SAD, ko-

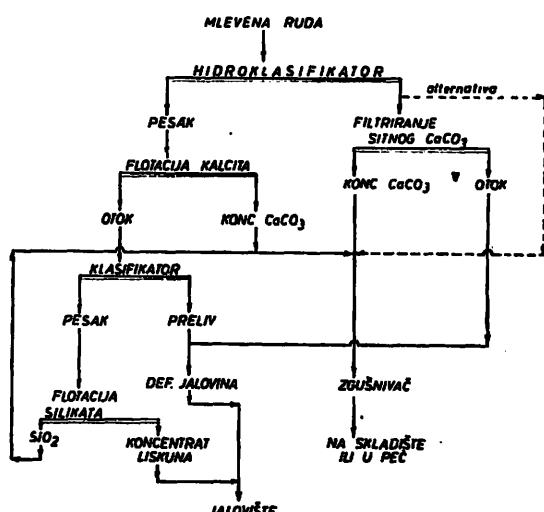
risti proces flotacije u cilju korigovanja sadržaja CaCO_3 i odstranjenja viška SiO_2 .

Opšta šema tehnološkog procesa priprema sirovine za cement prikazana je na sl. 2, gde je obuhvaćeno i katjonsko flotiranje otoka flotiranja kalcita radi odstranjenja liskuna, s tim što se ostali silikati koriste za mešavinu. U većini slučajeva katjonska flotacija, međutim, otpada.

Istraživanja na polju flotiranja kalcita

Sva istraživanja na polju flotacije kalcita vršena su, uglavnom, s ciljem kako bi flotiranje karbonata pojefitilo korišćenjem manje skupih karboksilata za kolektiranje, pronašli se bolji uslovi za njihovu primenu kao i modifikatori koji poboljšavaju selektivnost procesa. Ovde ćemo se ukratko osvrnuti na dosad postignute rezultate na tom polju.

Prema istraživanjima Gaudina (1928. god.) flotiranje kalcita masnim kiselinama sprečavaju katjoni, u prvom redu hrom, bakar, aluminijum i gvožđe, a u nešto manjoj meri i mnogi drugi kao Ca^{++} , Ba^{++} , Zn^{++} , Mg^{++} , Pb^{++} i alkalni metali. Ista studija je pokazala da sa oleinskom kiselinom natrijum silikat u količini od 200 g/t potpuno deprimira kalcit, a isto tako i aluminijum sulfat. Deprimirajuće dejstvo raznih ispitivanih soli zavisi i od dužine uglj-



Sl. 1 — Idejna šema pripreme krečnjaka u preduzeću Valley Forge Cement Company.

Fig. 1 — Simplified flowsheet of a limestone dressing at Valley Forge Cement Company.

vodoničnog lanca karboksilata koji je bio upotrebljen. Od čitavog niza nezasićenih masnih kiselina koje su upotrebljene za flotiranje kalcita, najbolje rezultate u pogledu visokog iskorišćenja i niskog utroška dala je oleinska kiselina. Ralston je 1938. god. uveo prvu praktičnu primenu flotiranja kalcita. On je razradio proces za odvajanje kalcita iz rude gvožđa flotiranjem ovog prvog sa mešavinom oleinske kiseline i krezoila. Ova kombinacija reagensa je bila potom primljena kod flotiranja krečnjaka u pripremi sirovine za proizvodnju cementa. Taggart i Arbitri su proučavali mogućnost primene katjonskog kolektora za kalcit, dodecil amina. Utvrđeno je da je i ovaj kolektor dobar za flotiranje kalcita. Kasnija ispitivanja sa dodecil amonijum hloridom pokazala su, da su najpovoljniji uslovi za flotiranje ovim kolektorom između pH vrednosti 9 i 11. Drugi katjonski kolektori kao heksadecil trimetil amonijum bromid (kvarterni so) kao i tercijarni amin Sapamine MS nisu pokazali kolektorska svojstva za kalcit.

Premda najnovijim istraživanjima utvrđeno je da i prisustvo vrlo malih koncentracija raznih jona u pulpi, kao što su bikarbonati, sulfati i hloridi natrijuma, kao i razne soli kalcijuma i magnezijuma, ima uticaja na flotiranje krečnjaka koje se odražava na iskorišćenje i kvalitet flotiranih koncentrata anjonskim kolektorima.

Uzimajući u obzir dosadašnja dostignuća na polju flotacije kalcita i krečnjaka može se reći da se za njihovo flotiranje najčešće upotrebljavaju taloil, reagensi R 710 (na-

trijski sapun neprečišćenih masnih kiselina), reagens R 765 (mešavine čiste oleinske i linoleinske kiseline). Pri tome se kao modifikatori koriste natrijum karbonat i vodeno staklo, koji se dodaju u količinama od 0,2 do 0,5 kg/t. Ukoliko bi se za flotiranje kalcita upotrebili katjonski kolektori, onda treba koristiti amine sa dugim ugljovodoničnim lancem (od C₁₈ na više).

Ukoliko se ide na deprimiranje kalcita, tada se uvode u pulpu bilo veće količine natrijum silikata, bilo tanin ili bihromat.

Vrednost pH pulpe koja se obično primenjuje pri anjonskoj flotaciji iznosi 8,5 do 9. Preporučuje se postupno dodavanje kolektora. U literaturi se citira i postupak Heilmenn-a koji obezbeđuje odvajanje kalcita od dolomita i magnezita. Ovi minerali mogu se u izvesnoj meri selektivno odvojiti od kalcita korišćenjem karboksilnih kolektora. Za ovo odvajanje (koje nije uvek potpuno) potreban je visok alkalinitet (oko pH 10) koji se postiže uz pomoć kreča i natrijum silikata. Ovaj poslednji može se zameniti i kalcijum silikatom.

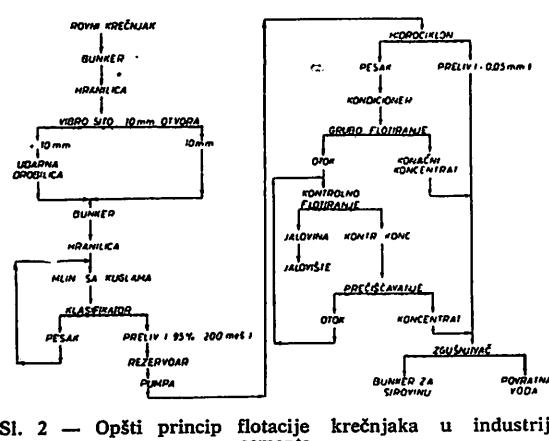
Studija pripremanja krečnjaka Isharage — Kuvajt

U toku našeg rada bili smo suočeni sa problemom čišćenja krečnjaka naročito prilikom učestvovanja na licitaciji zajedno sa drugim jugoslovenskim preduzećima za izgradnju fabrike cementa u Kuvajtu. Kod sagledavanja izgradnje te fabrike predviđeno nam je da se na licu mesta nalazi glinoviti materijal koji sadrži 54,5% SiO₂, 9,8% Al₂O₃, 4,0% Fe₂O₃ i 11,4% CaO i koji bi trebalo da se meša sa krečnjakom iz lokalnosti Isharage sledećeg hemijskog sastava:

SiO ₂	16,80%
Al ₂ O ₃	2,03%
Fe ₂ O ₃	0,51%
CaO	42,6%
MgO	0,6%

Gubitak žarenjem ovog krečnjaka sa 75% CaCO₃ iznosio je 35,4%.

Stručnjaci za proizvodnju cementa su smatrali da ovaj krečnjak ima previšok sadržaj SiO₂ te nam je dat zadatak da utvrdimo tehnološki proces izdvajanja silicije iz ove sirovine, kako bi se njen sadržaj smanjio na 9%. Ovo, sa planiranim namerom da mešavina od oko 90% krečnjaka i 10%



Sl. 2 — Opšti princip flotacije krečnjaka u industriji cementa.

Fig. 2 — Generalised scheme of a limestone flotation for cement manufacture.

gline ima oko 13% SiO_2 , zahteva planirani tehnološki proces proizvodnje cementa.

Pristupajući izučavanju problema na do-stavljenom uzorku sirovine razmotrili smo, pre svega, mineraloški sastav i strukturu makroskopskim posmatranjem komada i posmatranjem raznih frakcija krupnoće posle usitnjavanja. Ova ispitivanja su nam pokazala da se krečnjak Isharage sastoji od ostataka školjki i ljuštura organizama krupnoće od 0,1 do preko 20 mm, uglavnom izlomljenih i cementiranih glinovito gvožđevitim materijalom sa vrlo finim ostacima ljuštura. Sa ostacima ljuštura pomešana su i sitna veoma zaobljena zrna kvarcnog peska krupnoće od par desetina mikrona do oko 0,5 mm.

Prvi problem, koji je trebalo rešiti, bio je da se utvrdi finoća mlevenja pri kojoj dolazi do oslobođanja kvarčnih zrna od krečnjačkog i cementujućeg materijala. Mlevenjem sirovine do raznih finoća, prosejavanjem u klase krupnoće različitog prečnika zrna i posmatranjem pojedinih klasa pod binokularom, utvrdili smo da se zadovoljavajući stepen oslobođenja kvarčnih zrna postiže tek mlevenjem krečnjaka do finoće pri kojoj 90% samlevene sirovine prolazi kroz sito otvora 0,2 mm (65 meša po Tyler-u).

Ova prethodna ispitivanja ukazala su nam na određene probleme sa kojima smo imali da se suočimo prilikom utvrđivanja tehnološkog procesa odstranjanja viška silicije. To je, pre svega, potreba da se sirovinu relativno fino melje, da se postigne oslobođanje štetnih primesa, zatim činjenica da se glavna nečistoća — kvarc javlja u vidu finih zrna tako da je preko 80% kvarca zastupljeno u vidu zrna finijih od 0,1 mm, što nam je odmah stavilo do znanja da nema izgleda da se primeni postupak koji bi obezbedio odvajanje SiO_2 selektivnim usitnjavanjem i odsejavanjem krupnih klasa u kojima bi se ovaj poslednji koncentrisao. Sledeci problem predstavljalo je prisustvo cementirajućeg materijala — gline, koji će bez sumnje uticati na efikasnost i mogućnost primene procesa flotiranja i uka-zivao na imperativnu potrebu da se fini materijal — mulj posle mlevenja otkloni. Konačno, videli smo, da su nosilac kalcije u krečnjaku gotovo isključivo ostaci izlomljenih i usitnjениh ljuštura. Ovakav sastav

krečnjaka odstupa od uobičajenih oblika ove stene koja se inače sastoji od amorfognog kalcijum karbonata i delimično prekristalizovanog kalcita. Ono što je naročito bilo zanimljivo je utvrđivanje kako će se zrnca koja potiču od izlomljenih ljuštura ponašati u procesu flotiranja, pošto sa takvim podacima nismo uopšte raspolagali u literaturi.

Pri studiranju procesa flotiranja Isharage krečnjaka usvojili smo sledeći proces:

- mlevenje sirovine do finoće od 95% proseva kroz sito od 65 meša (0,2 mm).
- odmuljivanje mlevene sirovine u hidrociklonu radi odstranjanja klase finije od 50 mikrona i uvođenje u proces flotiranja klasa + 50 mikrona.

Osnovni zadatak pri tom nam je bio, da pronađemo uslove deprimiranja kvarca i flotiranja karbonatnog materijala uz pomoć nekog jeftinog kolektora u odgovarajućoj vrednosti pH pulpe.

Posle većeg broja opita koji su nam omogućili da sagledamo neke osnovne elemente flotiranja krečnjačkog materijala, utvrdili smo da sledeći postupak najbolje odgovara zahtevanom rešenju problema odstranjenja viška SiO_2 :

- kondicioniranje odmuljene sirovine sa 1,4 kg/t Na_2CO_3 , 0,2 kg/t Na_2SiO_3 u trajanju od 10 min. Pulpa posle kondicioniranja pri odnosu C : T = 1 : 2,5 ima pH vrednost 9;
- flotiranje krečnjaka u trajanju od 16 minuta sa oko 1 kg/t oleinske kiseline;
- prečišćavanje koncentrata krečnjaka u trajanju od 6 min. sa 0,3 kg/t oleinske kiseline.

Ovim postupkom se dobija koncentrat krečnjaka i silicijska jalovina kao i manji ideo međuproizvoda, koji može ili da se vrati na flotiranje sa ulaznom sirovinom ili da se pripoji jalovini.

Treba istaći da su se ostaci ljuštura marnih organizama pokazali kao veoma pogodni za flotiranje, jer su vrlo brzo bili hidrofobizirani uz pomoć oleinske kiseline i vrlo lako prianjali za vazdušne mehure u pulpi, verovatno zbog svojih uglastih oblika i neravnina na površinama.

Kompletan bilans koji obuhvata i pret-hodno odmuljivanje sirovine sa svim proiz-vodima već opisanog procesa flotiranja u laboratorijskoj flotacionoj čeliji Fagergren dat je na tablici 1.

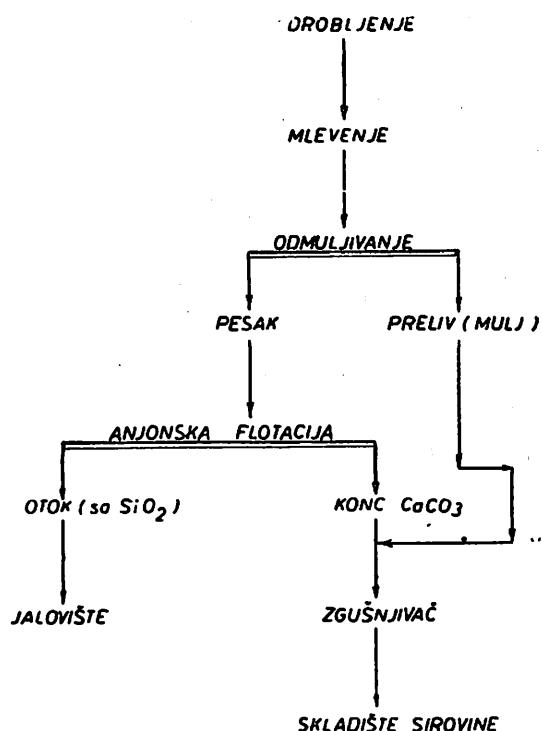
Ako bismo uzeli u obzir samo deo sirovine koji ulazi u proces flotiranja, onda bi težinsko iskorišćenje koncentrata iznosilo 58,5%, a iskorišćenje CaO u koncentratu ravno 70%. Istovremeno, 92% od SiO_2 sadržanog u ulazu, odlazi u jalovinu i međuproizvod. Ovi podaci svedoče o vrlo dobrom uspehu postupka flotiranja kao procesa za odvajanje silicije od krečnjaka.

U celini, uzimajući u obzir i spajanje mulja sa koncentratom, postiže se čak i nešto niži sadržaj SiO_2 no što su stručnjaci za cement zahtevali za spravljanje mešavine sa glinom (8,77% SiO_2 u proizvodu postrojenja za preradu krečnjaka, prema 9% zahtevanih kao maksimum koji obezbeđuje dobijanje željene mešavine). Istovremeno je i težinsko iskorišćavanje visoko (75%), dok je sadržaj SiO_2 u jalovini flotacije 45%; ona takođe sadrži 28% CaO.

Sam proces flotiranja, kojim se koriguje sadržaj SiO_2 u krečnjaku, može se smatrati vrlo fleksibilnim. Naime, sadržaj od 2,8% SiO_2 u koncentratu je manje-više krajnja granica čistoće koja se može postići (mada uz dopunska prečišćavanja ne treba isključiti mogućnost da se ovaj sadržaj još snizi — verovatno i na 1,5%), ali se zato uz bolja težinska iskorišćenja može postići čitava skala kvaliteta do dozvoljenih 9% SiO_2 , jednostavnim produžavanjem vremena trajanja flotiranja i isključenja procesa prečišćavanja koncentrata. Prema tome, mogu se prihvati razni kvaliteti ostalih sirovina za dobijanje cementa. U slučaju kasnijeg proširenja fabrike cementa, flotacija, koja bi se izgradila u prvoj fazi, bila bi dovoljna da koriguje kvalitet potrebnog krečnjaka, naravno uz odbacivanje jednog dela mulja koji povećava sadržaj SiO_2 u ulaznoj sirovini za cementaru.

Na osnovu rezultata ispitivanja predlagali smo i šemu tehnološkog procesa pripreme krečnjaka koja je data na sl. 3.

Ova šema tehnološkog procesa, kako je prikazana, predstavlja samo idejno rešenje tehnološkog procesa koji treba da obezbedi težinska iskorišćenja i kvalitete koncentrata i drugih proizvoda dobijenih studijom u laboratoriji. Kao što se vidi, osnovne faze kroz koje prolazi sirovina su drobljenje u jednom stupnju u udarnoj drobilici, zatim mlevenje u jednom stupnju sa klasiranjem. Pre filtriranja odvoji se mulj koji predstavlja finalni proizvod, dok pesak odlazi na grubo flotiranje koje daje zadovoljavajući kvalitet koncentrata. Koncentrat kontrolnog



Sl. 3 — Šema tehnološkog procesa pripremanja krečnjaka Isharage.

Fig. 3 — Limestone dressing flowsheet at Isharage.

Tablica 1

Proizvodi	T %	SiO_2 %	CaO %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	Raspodela u %	
						SiO_2	CaO
Ulaz	100	16,33	43,30	3,83	0,96	100,0	100,0
Koncentrat	35	2,80	52,10	0,56	0,41	6,0	42,1
Međuproizvod	5	15,00	44,20	3,50	0,80	4,6	5,1
Mulj	40	14,00	43,40	4,20	1,40	34,3	39,9
Jalovina	20	45,00	28,00	7,10	1,14	55,1	12,9
Koncentrat + mulj	75	8,77	47,45	2,98	0,93	40,3	82,0

flotiranja se prečišćava, da bi mu se obezbedio željeni sadržaj SiO_2 koji odgovara sniženom sadržaju SiO_2 u grubom koncentratu. Grubi koncentrat zajedno sa prečišćenim kontrolnim koncentratom odlazi na zgušnjavanje, gdje je već doveden mulj. Posle zgušnjavanja proizvod sa 8—9% SiO_2 odvodi se u rezervoare odakle se koristi za spravljanje mešavine za proces dobijanja cementa mokrim postupkom. Proces pripreme krečnjaka, kako je dat u idejnoj šemi, može biti vrlo elastičan u smislu da se kroz određeni bunkerski prostor može obezbediti spravljanje mešavine konstantnog kvaliteta iz kvaliteta krečnjaka koji se doprema iz kamenoloma. Postoji i mogućnost da se u izvesnoj meri menja finoća mlevenja, a takođe i vreme trajanja flotiranja kao i količine utrošenih reagensa. Sve ovo omogućuje da se u svakom trenutku utiče i na kvalitet i na težinsko iskorišćenje prečišćenog krečnjaka, kako bi se vršile korekcije šarže bez obzira na kvalitet ostalih sirovina.

U okviru ispitivanja vršenih za projektovanje fabrike cementa proučavali smo i mogućnost čišćenja gline iz lokalnosti »Rowdatein«, kojom treba da se koriguje sadržaj Al_2O_3 u šarži. Sadržaj SiO_2 u pomenu toj glini iznosio je oko 52% — isti je cikloniranjem koje je odvajalo frakciju — 50 mikrona snižen na 40,8%. Stoga je predvi-

đen i tehnološki postupak prerade gline za potrebe fabrike cementa.

Zaključak

Kao zaključak želimo da podvučemo da savremena tehnička i teoretska dostignuća u oblasti flotiranja pružaju ogromne mogućnosti pri rešavanju i najkomplikovanim problemima čišćenja i koncentracije čak i onih sirovina za koje se do sada smatralo da uopšte ne dolaze u obzir da budu podvrgnute procesu flotiranja, bilo zbog nedostatka odgovarajuće tehnike, bilo zbog suviše velikih troškova prerade.

Posebno ističemo činjenicu, da je u toku ispitivanja na krečnjaku iz Kuvajta utvrđeno da se uspešno mogu flotirati i ostaci ljuštura i na taj način odvojiti od silicije pa i glinovitim i gvožđevitim nečistoća.

Smatramo da su nam izložena ispitivanja otvorila put da i u našoj zemlji, po potrebi, primenimo proces flotiranja krečnjaka i time obezbedimo korigovanje sadržaja SiO_2 i CaO bar na jednom delu sirovine, koja ulazi u sastav mase za pečenje cementa.

Proces flotiranja se, takođe, može primeniti i u svim slučajevima kada se zahteva dobijanje vrlo čistog kalcijum karbonata kao, na primer, u hemijskoj industriji ili industriji kozmetičkih preparata.

SUMMARY

Limestone flotation for cement manufacturing

Dr S. Marković, min. eng. — M. Čeh, min. eng.*)

In preparing raw materials for cement manufacture it is often necessary to correct lime content in raw limestone, rejecting the excess of silica. This correction is carried out usually by flotation of calcium carbonate out of a deslimed pulp leaving as flotation rejects the silica and silicate minerals.

A flotation investigation carried out on Isharage limestone (Kuwait) is presented with some details concerning its composition and possibilities of reducing silica content by flotation of shell remains bearing calcium carbonate away from silica and particles cemented in the rock by means of lime and clay material. The laboratory investigations proved that it is possible to separate clean limestone from a deslimed finely ground material separating calcium carbonate with oleic acid in a basic circuit modified with soda ash and water glass. This flotation separation proved that it was possible to upgrade the rock from 43,3% CaO to 52,1% CaO reducing in the same time the silica content from 13,33% to 2,8% in the concentrate. Through this investigation it was proved possible to take up a project of building a cement plant on the basis of local raw materials. A flowsheet for limestone treatment was proposed.

Literatura

- Agey, W. W., 1963: Effect of Ions Common to Natural Water on Flotation of Limestone. — Bureau of Mines No. 6189.
Gaudin, A. M., 1957: Flotation. — Mc Graw Hill.
Ladso, R. B., Mayers, W. M., 1951: Non Metallic Minerals. — Mc Graw Hill.

- Sutherland, K. L., 1955: Principles of Flotation, Melburn.
Taggart, A. F., 1960: Handbook of Mineral Dressing. — John Wiley.
Industrial Minerals and Rocks. — AIMME, 1949, str. 177—179.

*) Dr ing. Stevan Marković, docent Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.
Dipl. ing. Miomir Čeh, stručni saradnik Zavoda za PMS Rudarskog instituta, Beograd.

Flotacione karakteristike prethodno aktiviranog serpentina, koji je hidrofobiziran alifatičnim kiselinama i njihovim odgovarajućim metodama

(sa 7 slika)

Dr ing. Filip Šer—dipl. ing. Predrag Bulatović

Uvod

Kako su rudne rezerve gvožđa u SR Srbiji najvećim delom vezane za lateritske tipove ležišta (zlatiborska zona, Lipovac itd.) u kojima se kao jalovina, uglavnom, javlja serpentin, to je, s obzirom na veoma teške probleme vezane za valorizaciju istih postupcima pripreme mineralnih sirovina, neophodno ispitati uslove mogućnosti selektivnog flotiranja serpentina sa jedne strane od korisnih minerala, u prvom redu gvožđa i nikla, sa druge strane.

Iako su danas veoma dobro proučeni problemi selektivnog flotiranja minerala gvožđa od minerala kvarta, bilo selektivnim anjonskim ili katjonskim flotiranjem minerala gvožđa, bilo selektivnim anjonskim ili katjonskim flotiranjem, kvarca, činje nica je, da ista saznanja primenjena na lateritske tipove ruda ne omogućavaju dobitjanje selektivnih proizvoda. Ovo u prvom redu proistiće usled toga, što se u lateritskim rudama nalazi serpentin a ne kvarc, koji usled hidratacije i disocijacije jona sa svoje površine menja karakteristike minerala gvožđa. Samo flotiranje serpentina nije do danas uspešno izvršeno, jer su postupci, koji su primenjivani u tom cilju, odgovarali uslovima flotiranja kvarca a ne serpen-

tina, čije flotacione karakteristike do danas ne poznajemo.

Utvrđeno je, da čist serpentin ne može biti hidrofobiziran anjonskim kolektorima. Međutim, isto tako je utvrđeno, da je od posebnog značaja za flotiranje serpentina pH kontrola rastvora.

Empirijskim ispitivanjima je utvrđeno da postoji jedna kritična vrednost između koncentracije OH^- odnosno H^+ jona i vrste upotrebljenog kolektora, jer pri tim uslovima serpentin flotira, odnosno ne flotira.

Istraživanja, koja su ovde izneta i opisana, učinjena su u namerni da se ostvari flotiranje serpentina i ujedno objasne pojave i odnosi, koji nastaju na površinama serpentina u fazi njegove hidrofobizacije ili hidrofilizacije. Ovakav metod ispitivanja je neophodan, jer ovako izvršena ispitivanja mogu dovesti i do praktičnog rešenja problema selektivnog flotiranja serpentina.

Upotrebljeni materijal i metoda ispitivanja

Serpentin klase krupnoće — 0,208 + + 0,147 mm dobiven je postupkom drobljenja i mlevenja ručno odabranog relativno

čistog serpentina iz ležišta magnezita Goleš, SR Srbija. Na ovakvom uzorku vršeno je čišćenje površina serpentina postupcima koji su uobičajeni za ovake minerale i u literaturi opisani. Prianjanje, odnosno neprijanjanje vazdušnih mehurića za ovako očišćen serpentin služilo je kao mera ocene uspešnosti čišćenja. Očišćen serpentin čuvan je u posebnom sudu u dvostruko destilovanoj vodi.

Hemijska analiza izvršena na očišćenom i pripremljenom uzorku dala je sledeće podatke:

MgO	35,67%	FeO	2,66%
SiO ₂	41,82%	NiO	0,20%
CaO	1,07%	Fe ₂ O ₃	5,24%
Cr ₂ O ₃	0,00%	kristalna voda	7,90%
Al ₂ O ₃	1,48%		

Specifična težina ispitivanog serpentina iznosila je 2,67 g/cm³.

Na osnovu ove analize može se konstatovati da je ispitivani serpentin sadržao približno oko 99,0% serpentina pretežno u obliku minerala antigorita sa ostacima olivina, piroksena i amfibola.

Reagensi

Kolektori koji su upotrebljeni za ova ispitivanja bili su visoke čistoće:

	Proizvođač:
natrijum sulfonat	Sonneborn chemical
primarni talov amin	
acetat	Armour Co
oleinska kiselina	Hercules Co
alfasulfostearinska	
kiselina	Armour Co

Ostali upotrebljeni hemijski reagensi hlorovodonična kiselina, natrijumhidroksid, ferisulfat itd. bili su hemijske čistoće »pro analysis«.

Dvostruko destilovana voda upotrebljena je kako za spravljanje rastvora elektrolita tako i za izvođenje samih ispitivanja.

Metoda ispitivanja

Opiti flotiranja vršeni su pri sobnoj temperaturi u modifikovanoj Hallimond-ovoј cevi. Tačno određena količina uzorka ser-

pentina od 1,05 ± 0,05 g preneta je u tikvice zapremine 100 ml u kojima je pripremljen rastvor određenog elektrolita, aktivatora ili deprimatora serpentina određene koncentracije i određene pH vrednosti. U ovakvim uslovima vršeno je kondicioniranje serpentina, a potom je na isti način, kod iste pH vrednosti rastvora, dodavana u isti rastvor određena koncentracija određenog kolektora kojim je ponovo vršeno kondicioniranje. Nakon završenog kolektiranja uzorak serpentina zajedno sa rastvrom je prenošen iz tikvice u Hallimond-ovu cev u kojoj je pri određenom i uvek konstantnom pritisku od 110 mm Hg stuba posebno očišćenog gasa azota i pri konstantnoj aeraciji, proizvedenoj pomoću elektromagnetske mešalice, i vremenu flotiranja od 3 minuta vršeno samo flotiranje mineralne sirovine.

pH vrednost rastvora utvrđivana je kako pre tako i posle završenog flotiranja na pH metru sa staklenom elektrodom tipa »Elektron« — Vrhnika.

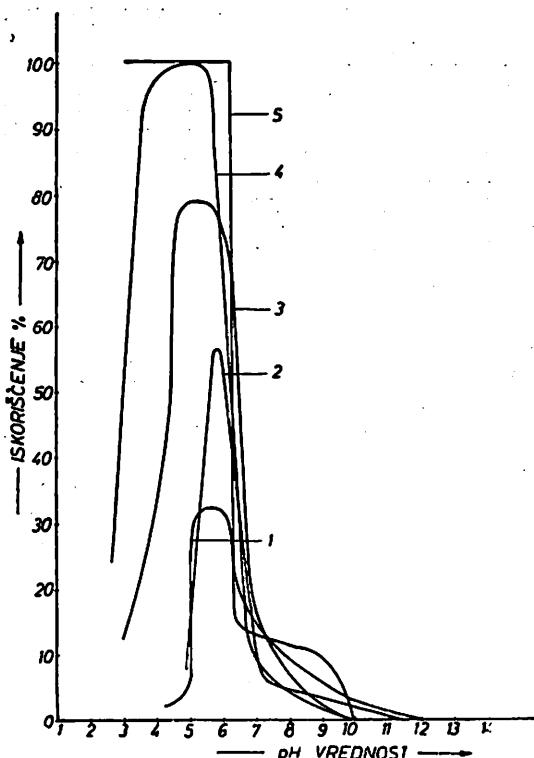
Dobiveni proizvodi flotiranja su odvajani, filtrirani i sušeni na 105°C i mereni na električnoj vagi na kojoj se vršilo očitavanje do desetohiljaditog dela grama.

Rezultati ispitivanja

Istraživanja prikazana ovim radom mogu se podeliti na dva dela. Prva istraživanja su izvedena sa ciljem utvrđivanja uticaja vrste i koncentracije različitih elektrolita, a u zavisnosti od koncentracije H⁺ odnosno OH⁻ jona na flotiranje serpentina, a druga, sa ciljem utvrđivanja uticaja vrste kolektora na hidrofobizaciju serpentina.

Utvrđivanje uticaja vrste i koncentracije elektrolita za različite pH vrednosti rastvora na flotiranje serpentina, vršeno je uz konstantnu koncentraciju anjonskog kolektora alfasulfostearinske kiseline od 100 mg/l.

Flotiranje serpentina sa 100 mg/l alfasulfostearinske kiseline bez prethodnog aktiviranja nije moguće (kriva 1, sl. 1), jer pri najpovoljnijoj pH vrednosti rastvora za ispitivane uslove od 5,8 flotira svega 32% serpentina, dok ispod i iznad te vrednosti opada flotiranje serpentina tj. serpentin praktično ne flotira.



Sl. 1 — Međusobna zavisnost flotiranja prethodno aktiviranog serpentina ferisulfatom i pH vrednosti pri konstantnoj koncentraciji alfasulfostearinske kiseline od 100 mg/l. pH regulisano sa HCl i NaOH.

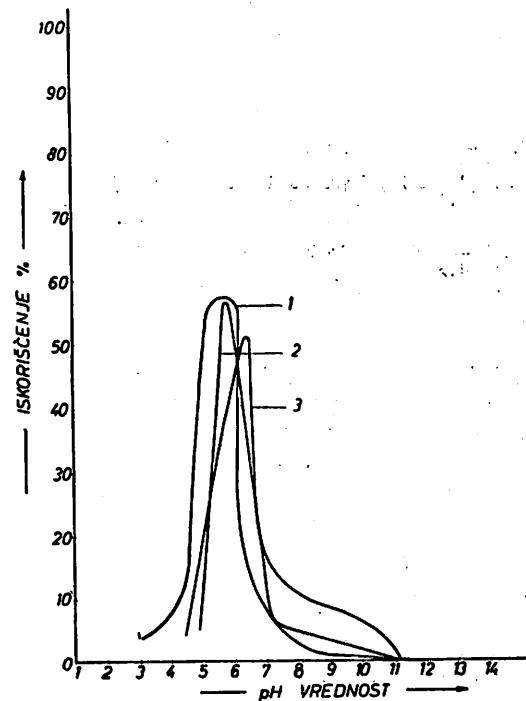
Fig. 1 — Relationship between the flotation of previously activated serpentine by ferric sulphate and pH value, at the constant concentration of Alpha Sulfostearic Acid 100 mg/l.

Međutim, ako se pre kolektiranja izvrši prethodno aktiviranje serpentina pomoću ferisulfata (sl. 1) onda će i stepen flotiranja serpentina da raste za određenu pH vrednost rastvora sa porastom koncentracije ferisulfata. Iz dijagrama na sl. 1 vidi se da pH vrednost rastvora ima odlučujući uticaj na flotiranje serpentina. Naime, sve krive istog dijagrama ukazuju da je u rastvoru pH vrednost između 4 i 6, a u zavisnosti od koncentracije ferisulfata jedino moguće flotiranje serpentina pomoću ispitivanog anjonskog kolektora. Sa porastom koncentracije ferisulfata povećava se i oblast ka kiseloj sredini, u kojoj je moguće vršiti flotiranje. Međutim, bez obzira na koncentraciju ferisulfata za pH vrednosti iznad 6, flotiranje serpentina sa ispitivanim kolektorom nije moguće.

Za pH vrednost 5,8 koja predstavlja maksimum flotiranja serpentina, iskoršćenje serpentina raste od 32% za slučaj flotiranja bez prisustva ferisulfata do 100% za slučaj koncentracije ferisulfata od 10^{-3} Mol/l.

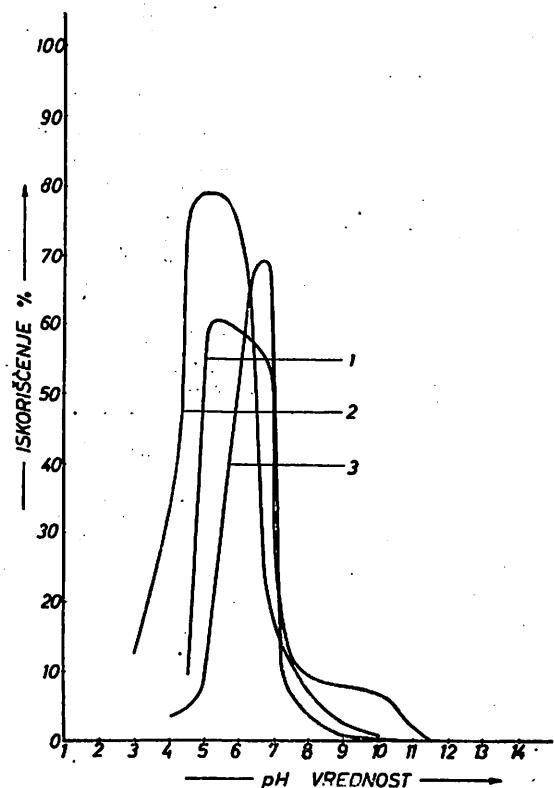
Želeći da tačno utvrdimo da li do promena flotiranja serpentina dolazi dejstvom feri jona ili dejstvom sulfat jona, izvršena su ispitivanja posebno svakog jona, a rezultati istih ispitivanja prikazani su na sl. 2, 3, 4 i 5.

Ova ispitivanja ukazuju da pretežno katjoni utiču na promene krive flotiranja serpentina. Serpentin flotiran raznim feri solima (ferihloridom, ferisulfatom i ferinitratom) nema kod istih koncentracija od 1×10^{-5} Mol/l značajnijih razlika u flotacionim karakteristikama (sl. 2). Kod povećane koncentracije feri soli (1×10^{-4} Mol/l) krive flotiranja (sl. 3) su delimično izmenjene, i to pod uslovom flotiranja ferisulfatom flotira oko 80% serpentina, a



Sl. 2 — Međusobna zavisnost flotiranja prethodno aktiviranog serpentina različitim feri solima, koncentracije 1×10^{-5} Mol/l i pH vrednosti pri konstantnoj koncentraciji alfasulfostearinske kiseline od 100 mg/l. pH regulisano sa HCl i NaOH.

Fig. 2 — Relationship between the flotation of previously activated serpentine by various ferric salts, concentration 1×10^{-5} Mol/l and pH value, at the constant Alpha Sulfostearic Acid concentration of 100 mg/l.



Sl. 3 — Međusobna zavisnost flotiranja prethodno aktiviranog serpentina različitim feri solima koncentracije 1×10^{-4} Mol/l i pH vrednosti pri konstantnoj koncentraciji alfasulfostearinske kiseline od 100 mg/l.
pH regulisano sa HCl i NaOH.

Fig. 3 — Relationship between the flotation of previously activated serpentine by various ferric salts, concentration 1×10^{-4} Mol/l and pH value, at the constant Alpha Sulfo-stearic Acid concentration of 100 mg/l.

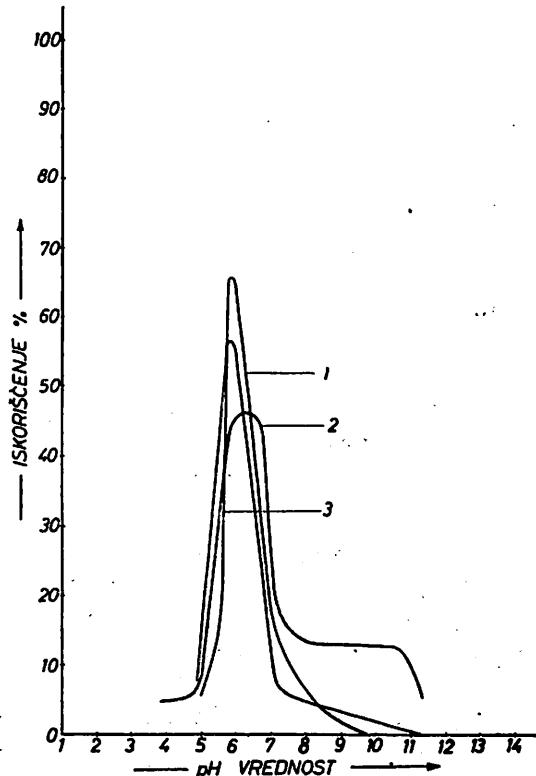
pod istim uslovima ferinitratom maksimalno flotira oko 70% serpentina, dok u prisustvu ferihlorida maksimalno flotira 60% serpentina. Ovi maksimumi se dostižu pri različitim pH vrednostima tako za ferisulfat optimalna pH vrednost iznosi oko 5,0 dok za ferinitrat i ferihlorid iznosi 6,8 odnosno 5,5. Na ove delimične promene krive flotiranja verovatno utiče anjonska grupa svakog elektrolita.

Iz dijagrama na sl. 4 i 5 jasno proizilazi da sulfat jon ne utiče na flotacijske osobine flotiranja serpentina, jer kod istih koncentracija sulfat jona, prisutnim u raznim solima, postoje potpuno različite krive flotiranja serpentina. Tako npr., kod koncentracije od 10^{-4} Mol/l ferisulfata flotira oko 80%, natrijumsulfata oko 76%, dok u prisustvu

kuprisulfata flotira svega oko 16%. Iz dijagrama na sl. 5 vidi se da joni natrijuma imaju slično dejstvo kao i feri joni, samo je raspon flotiranja, koji zavisi od pH vrednosti, mnogo uži u slučaju prisustva natrijum jona (pH vrednost između 5,9 i 6,1). Kupri joni smanjuju flotabilnost serpentina tj. povećavanju mu hidrofilnost površine u slučaju kolektiranja alfasulfostearinskom kiselinom.

Uticaj promene koncentracije alfasulfostearinske kiseline na flotiranje prethodno aktiviranog serpentina prikazan je dijagrame na sl. 6.

Sa porastom koncentracije kolektora raste i flotabilnost serpentina prethodno aktiviranog feri jonica, (kriva 1, sl. 6). Međutim, sa istim promenama koncentracije kolektora flotabilnost serpentina u prisu-

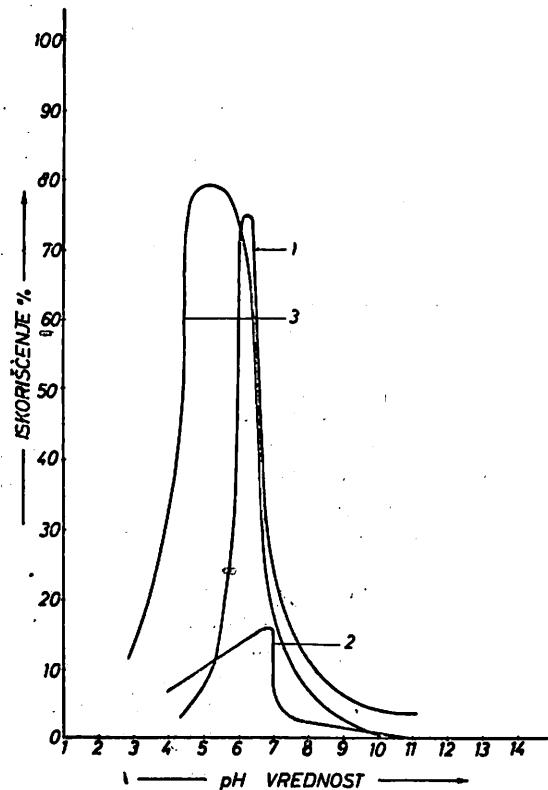


Sl. 4 — Uticaj natrijuma, kupri-i feri sulfata koncentracije 1×10^{-5} Mol/l na međusobni odnos flotiranja serpentina i pH vrednosti pri koncentraciji alfasulfostearinske kiseline od 100 mg/l.

Fig. 4 — Effect of sodium, cupric and ferric sulphates concentration 1×10^{-5} Mol/l on relationship between serpentine flotation and pH value, at Alpha Sulfostearic Acid concentration of 100 mg/l.

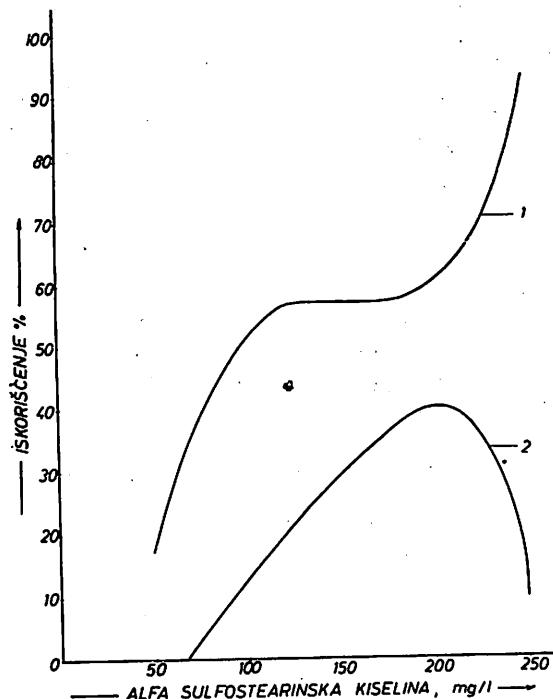
stvu kupri jona delimično raste za kritične koncentracije kolektora od 200 mg/l, kada daljim porastom istog serpentin ne flotira (kriva 2, sl. 6). Pri koncentraciji alfasulfostearinske kiseline od 250 mg/l serpentin će flotirati oko 93% pod uslovom prethodnog aktiviranja sa 10^{-5} Mol/l feri jona, dok će pri koncentraciji od 10^{-5} Mol/l kupri jona flotirati svega 8%.

Na osnovu toga može se zaključiti, da su feri joni oni koji vrše aktiviranje serpentina. Kupri joni suprotno od feri jona vrše deprimiranje serpentina. Čak ni povećana koncentracija kolektora ne može hidrofobizirati serpentin koji je prethodno tretiran kupri jonima. Ovo jasno ukazuje na mogućnost aktiviranja, odnosno deprimiranja serpentina, kolektiranog alfasulfostearinskom kiselinom u zavisnosti od primenje-



Sl. 5 — Uticaj natrijum, kupri-i feri sulfata koncentracije 1×10^{-4} Mol/l na medusobni odnos flotiranja serpentina i pH vrednosti pri koncentraciji alfasulfostearinske kiseline od 100 mg/l.
pH regulisano sa HCl i NaOH.

Fig. 5 — Effect of sodium, cupric and ferric sulphates concentration 1×10^{-4} Mol/l on the relationship between the serpentine flotation and pH value, at Alpha Sulfostearic Acid concentration of 100 mg/l.



Sl. 6 — Uticaj promene koncentracije alfasulfostearinske kiseline na flotiranje serpentina u zavisnosti od primenjenog elektrolita feri-ili kupri sulfata pri konstantnoj pH vrednosti od 6,0.

Fig. 6 — The effect of concentration strength of Alpha Sulphostearic Acid on serpentine flotation, depending on applied electrolyte ferric or cupric sulphates, at constant pH value 6.0.

nih određenih koncentracija feri odnosno kupri jona, što će omogućiti da se pod određenim uslovima, zavisno od naše želje, flotira odnosno ne flotira serpentin.

Ispitujući uticaje vrste kolektora na flotiranje serpentina utvrđeno je, da se flotiranje prethodno aktiviranog serpentina feri jonima koncentracije 10^{-5} Mol/l može uspešno vršiti kako anjonskim tako i katjonskim kolektorima. Na sl. 7 prikazani su rezultati ovih ispitivanja.

pH vrednost rastvora utiče na kolektiranje serpentina. Hidrofobiziranje površine serpentina katjonskim kolektorom, primarnim talovim aminacetatom, moguće je kod pH vrednosti iznad 4,8, kada serpentin flotira 100% (kriva 1, sl. 7). Ispod te pH vrednosti istim kolektorom prethodno aktiviran serpentin neće flotirati.

U zavisnosti od vrste primjenjenog anjonskog kolektora kritična pH vrednost floti-

ranja prethodno aktiviranog serpentina je različita. Dok je alfasulfostearinskom kiselom optimalno flotiranje za pH vrednost između 5,9 i 6,1 (kriva 2, sl. 7), pod istim uslovima, primenom oleinske kiseline, optimalno flotiranje serpentina je za pH vrednost između 5,5 i 10,5 (kriva 3, sl. 7), a uz primenu natrijumsulfonata kao kolektora serpentina, optimalno flotiranje je ostvareno za pH vrednosti između 3,5 i 7,5 (kriva 4, slika 7).

Iz ovog se može zaključiti da je najnepovoljniji kolektor za hidrofobizaciju prethodno aktiviranog serpentina alfasulfostearinska kiselina. Najpovoljniji ispitivani kolektor za kolektiranje serpentina u uslovima slabo kisele do slabo bazične sredine je sulfonatni kolektor.

Za uslove flotiranja serpentina u bazičnoj sredini katjonski kolektori su povoljniji

od anjonskih. U uslovima jako kiselih rastvora ne može se izvršiti hidrofobizacija prethodno aktiviranog serpentina feri joni ma pomoću katjonskih kolektora i isto tako u jako bazičnim rastvorima ne može se kolktivirati prethodno aktiviran serpentin anjonskim kolektorima.

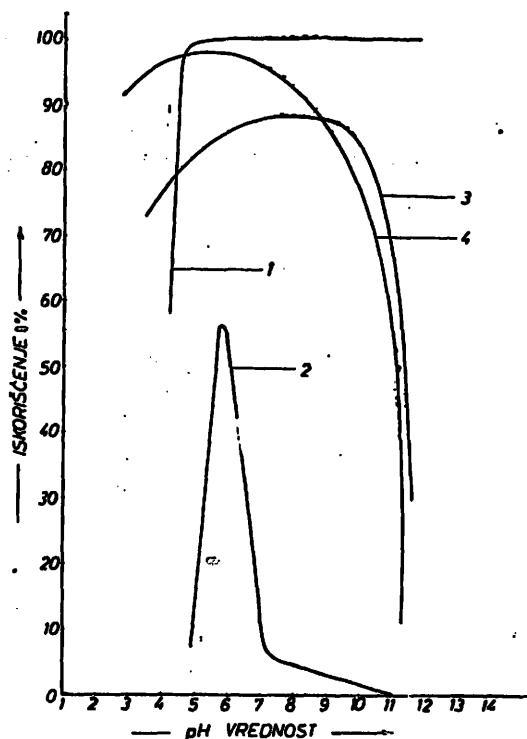
Diskusija rezultata

Opisana flotacijska ispitivanja utvrdila su uslove i mogućnost flotiranja serpentina, ali ista nisu u mogućnosti da utvrde mehanizme i hemizme dejstva ispitivanih elektroliita, koja su od posebnog značaja za razumevanje i ovladavanje ispitivanih procesa. U tom cilju ova ispitivanja biće dopunjena elektrokinetskim i drugim potrebnim istraživanjima, koja će nam omogućiti potpuno sagledavanje i razumevanje ovog problema. Ali i na osnovu ovih prikazanih ispitivanja mogu se sagledati neke pojave i problemi vezani za flotiranje serpentina.

Uticaj pH vrednosti. — Veoma značajan uticaj pH vrednosti rastvora na flotiranje serpentina, koji je utvrđen u toku ispitivanja, je nedvosmisleno ukazao da su H^+ i OH^- joni koji određuju potencijal serpentina. Povećanjem koncentracije OH^- jona verovatno raste i negativna vrednost zeta potencijala površine serpentina, tj. na površini serpentina povećava se negativan električni tovar što omogućava istoj površini da izvrši pozitivnu adsorpciju katjonskih kolektora. Smanjenjem OH^- jona smanjuje se negativna vrednost zeta potencijala, tj. površina serpentina biće pozitivno nanelektrisana. Na ovaj način se omogućava da se izvrši pozitivna adsorpcija anjonskih kolektora na njoj.

S obzirom da su H^+ i OH^- joni koji određuju potencijal površine serpentina, isti joni određuju i karakter iste površine. Regulisanjem koncentracije ovih jona na istim, svesno određujemo i flotacijske osobine površina serpentina prema datom kolektoru.

Uticaj neorganskih elektroliita. — Kako se feri i natrijum joni nalaze u kristalnoj rešetki serpentina, to su normalno ovi joni ti, koji i određuju potencijal površine serpentina. Iz istog razloga feri i natrijum joni utiču na osobine površina serpentina, odnosno utiču na njegove promene flotacijskih osobina.



Sl. 7 — Međusobna zavisnost flotiranja prethodno aktiviranog serpentina feri sulfatom koncentracije 1×10^{-5} Mol/l i pH vrednosti za različite kolektore

1 — primarni talov amin acetat 100 mg/l; 2 — alfasulfostearinska kiselina 100 mg/l; 3 — oleinska kiselina 100 mg/l; 4 — natrijum sulfonat 100 mg/l; pH regulisano sa HCl i NaOH.

Fig. 7 — Relationship between the flotation of previously activated serpentine with ferric sulphates, concentration 1×10^{-5} Mol/l and pH value for various collectors.

Kupri, hlor, nitrat, i sulfat joni nisu joni koji određuju potencijal serpentina, te zato i ne dejstvaju na istu površinu.

Na osnovu ovoga, može se u zaključku pretpostaviti, da će se dovođenjem određenih koncentracija Fe^{+++} i Na^+ jona, na graničnim površinama faza serpentin — voden rastvor, promeniti elektronegativni potencijal, tj. negativno nanelektrisana površina postaje pozitivno nanelektrisana i na taj način će se omogućiti istoj površini da adsorbuje anjonske kolektore bez promene koncentracije OH^- i H^+ jona.

Prema tome, za datu pH vrednost rastvora, Fe^{+++} i Na^+ joni dejstvuju kao aktivatori serpentina u uslovima kolektiranja istih sa anjonskim kolektorima. Kupri joni ne mogu aktivirati serpentin, jer ne mogu biti posebno adsorbovani na iste površine.

Anjoni, kao što su sulfati, nitrati i hloridi, su površinski neaktivni joni za serpentin i isti kao takvi ne utiču značajno na promene osobina površina serpentina.

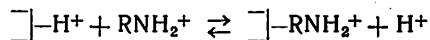
Kupri joni deluju kao pseudo deprimatori serpentina precipitirajući jone anjonskih kolektora (kriva 2 na sl. 6), koji gube kolektorske osobine.

Dejstvo kolektora. — Dejstvo kolektora na površine serpentina vezano za promene pH vrednosti rastvora, može se objasniti uzajamnim dejstvom jona kolektora i hidroksila, odnosno vodonik jona (sl. 7).

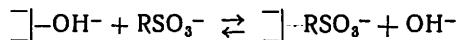
Adsorpcija kolektora u uslovima kad površine serpentina nose električni tovar suprotog nanelektrisanja od primjenjenog kolektora, može se objasniti teorijom o specifično adsorbovanim jonima ugljovodonika na površine serpentina, dejstvom elektrostatičkih sila koje postoje na istim površinama. Kada ovi specifično adsorbovani joni dostignu jednu kritičnu koncentraciju u Sternovom unutrašnjem sloju, njihovi ugljovodonični lanci dejstvovaće jedni na druge Van der Walsovih silama, što će dovesti do povećanja adsorpcionih sila, tj. isto će dovesti do povećanja adsorpcije kolektora na površine minerala.

Međutim, adsorpcija kolektora, u uslovima kad površina serpentina nosi isti električni tovar kao i primjenjeni kolektor, mogla bi biti objašnjena jonskom razmenom između jona kolektora i jona vodonika, odnosno hidroksila. Tako se adsorpcija kat-

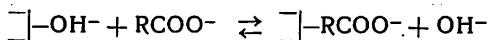
jonskog kolektora u kiseloj sredini može objasniti jonskom razmenom jona kolektora sa jonom vodonika, prema:



Isto tako adsorpcija sulfonata ili uopšte anjonskog kolektora u baznoj sredini može se objasniti kao:



ili



Intenzivitet reakcija specija jona zavisiće od zbira jedinačnih primarnih koncentracija. Tada će konstanta ravnoteže za date reakcije biti

$$\frac{\Gamma_{\text{RNH}_2^+} [\text{H}^+]}{\Gamma_{\text{H}^+} [\text{RNH}_2^+]} = K$$

gde je:

$\Gamma_{\text{RNH}_2^+}$ i Γ_{H^+} — gustina adsorpcije jona amina i vodonika,

$[\text{H}^+]$ i $[\text{RNH}_2^+]$ — koncentracija naznačenih specija jona. Ova jednačina ravnoteže može se napisati još i kao:

$$\frac{[\text{RNH}_2^+]}{[\text{H}^+]} = \frac{\Gamma_{\text{RNH}^+}}{K \Gamma_{\text{H}^+}} = K_1$$

Slično ovome, konstanta ravnoteže za anjonske kolektore data je izrazima:

$$\frac{[\text{RCOO}^-]}{[\text{OH}^-]} = K_2$$

$$\frac{[\text{RSO}_3^-]}{[\text{OH}^-]} = K_3$$

Prema tome, mehanizam adsorpcije kolektora za uslove istih električnih tovara površine minerala i vrste kolektora vezana je za stehiometrijsku jonsku razmenu.

Zaključak

Primjenjenim postupkom flotiranja u Hallimondovoj cevi utvrđene su osnovne karakteristike flotiranja serpentina, koje su pokazale:

— da se primenom alfasulfostearinske kiseline kao kolektora ne može postići us-

pešno flotiranje prethodno neaktiviranog serpentina za vrednosti pH rastvora od 3 do 12;

— feri i natrijum joni su joni pomoću kojih se može izvršiti aktiviranje serpentina, koji će na taj način omogućiti kolektiranje serpentina alfasulfostearinskom kiselinom, u veoma uskom rasponu pH vrednosti rastvora od 3,0 do 7,5 zavisno od koncentracije feri odnosno natrijum jona;

— kontrolišući pH vrednost rastvora kontrolišemo flotiranje, odnosno neflotiranje prethodno aktiviranog serpentina;

— hidroksid, vodonik, feri i natrijum joni su joni koji određuju elektrokinetički potencijal serpentina te zato isti utiču na promene flotacijskih osobina površina serpentina;

— kupri, hlorid, nitrat i sulfat joni su površinski negativni joni i zato ne utiču značajno na promene flotacijskih osobina površina serpentina;

— kupri joni dejstvaju kao pseudo deprimatori serpentina precipitirajući anjonske kolektore;

— za koncentraciju kolektora alfasulfo-stearinske kiseline od 100 mg/l optimalna pH vrednost flotiranja prethodno aktiviranog serpentina iznosi oko 6,0, dok za iste uslove primenom anjonskih kolektora, oleinske kiseline, optimalna pH vrednost je 5,5 do 10,5, a za natrijumsulfonat optimalna pH vrednost iznosi 3,5 do 7,5.

Primenom katjonskog kolektora primarnog talovog aminacetata postiže se optimalno flotiranje prethodno aktiviranog serpentina za pH vrednosti iznad 4,8.

Ova ispitivanja su pokazala, da se primenom određene vrste kolektora može zavisno od pH vrednosti rastvora i primenom jona koji određuju potencijal površine serpentina (jona koji čine kristalnu rešetku serpentina, kao što su feri, natrijum, aluminiјum itd. joni) može izvršiti aktiviranje iste površine, koja će u tim uslovima biti sposobna da adsorbuje jone kolektora i na takav način stvori hidrofoban film, odnosno učini površinu serpentina mogućnom za flotiranje.

SUMMARY

Flotation Characteristics of Previously Activated Serpentine, Hydrophobised by Aliphatic Acids and Their Corresponding Compounds

Dr F. Šer, min. eng. — P. Bulatović, min. eng.*)

The basic characteristics of serpentine flotation are determined by Hallimond tube tests. Those characteristics proved that applying certain kinds of collectors and depending on pH value of solution, as well as by application of potential determined ions, surface of minerals might be activated. Under the same conditions, those surfaces would adsorb collector's ions and make possible the serpentine flotation.

Literatura

- Bruyn, P., 1955: Flotation of Quartz by Cationic Collectors. — Trans. AIME.
Cooke, S., 1949: The Flotation of Quartz using Calcium Ion as Activator. — Trans. AIME.
Fuerstenau, D., 1953: Streaming Potential Studies on Quartz. — Sc. D. Thesis.
Fuerstenau, D., Martin, C., Bappu, R., 1963: The Role of Hydrolysis in Sulphonate Flotation of Quartz. — Trans. SME.

- Gaudin, A., Fuerstenau, D., 1955: Quartz Flotation with Anionic Collectors. — Trans. AIME.
Gaudin, A., Fuerstenau, D., 1955: Quartz Flotation with Cationic Collectors. — Trans. AIME.
Komlev, A. M., Poljkin, C. J., 1964: Flotiruemost' ljudvigita i olivina razlichnymi sobirateljami. — »Cvetnaja metallurgija« No. 3.

*) Dr ing. Filip Šer, stručni saradnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.
Dipl. ing. Predrag Bulatović, saradnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

Selektivna flokulacija kao metoda koncentracije

(sa 6 slika)

Dr ing. Filip Šer—dipl. ing. Milan Milošević

Uvod

Ogromne rezerve veoma siromašnih ruda gvožđa, predstavljane magnetitom, hematitom i limonitom kao mineralima gvožđa, koji su veoma intimno srasli sa serpentinom kao jalovinom, postavile su pred pripremu mineralnih sirovina zadatak iznalaženja metode koncentracije, koja će biti u prvom redu jednostavna i ekonomična, a s druge strane, primenljiva i efikasna na veoma fino usitnjenoj rudi. Na ovako postavljene probleme, prema prvim stećenim iskustvima u svetu, selektivna flokulacija kao eventualna metoda koncentracije, mogla bi da pruži mogućnost u rešavanju problema valorizacije siromašnih ruda gvožđa. Dok su procesi selektivne flokulacije minerala gvožđa, vezanih za kvarc kao jalovinu, delimično poznati i razrađeni, procesi selektivne flokulacije minerala gvožđa vezanih za serpentin kao jalovinu do danas nisu uopšte ni razmatrani. S obzirom na bitne razlike osobina površina kvarca i serpentina u vodenim rastvorima, uslovi selektivne flokulacije kvarca nisu mogli biti primenjeni i na serpentin, te su iz istog razloga izvršena i ispitivanja uslova mogućnosti primene procesa selektivne flokulacije serpentina i minerala gvožđa kao metode koncentracije.

Primenjeni materijal i postupak

Ispitivanja su vršena na siromašnom uzorku rude ležišta Lipovac, koji je mineraloški sadržao:

magnetita	15,2%
serpentina	48,6%
alumosilikata	18,1%
hromita	5,1%
ostalo	13,0%

Ruda je potpuno usitnjena do konačne finoće od 100% — 0,074 mm. Granulometrijski sastav ovako usitnjene rude je bio:

klase krupnoće — 0,074 + 0,045 mm 24%
klase krupnoće — 0,045 + 0,000 mm 76%

Ovako dalekosežno usitnjavanje je izvršeno, jer se u tim uslovima, prema podacima mikroskopskih ispitivanja, postiže oslobođenje minerala sa međusobno prirodnom vezom.

Voda kojom smo vršili ispitivanja bila je destilovana. Hemijski reagensi HCl, NaOH i Na_2SiO_3 bili su hemijske čistoće »pro analisis«.

Ispitivani flokulanti, dobavljeni od raznih proizvodača iz USA, imali su visoki stepen čistoće.

Opiti selektivne flokulacije vršeni su u staklenim menzurama zapremine 500 cm³. Odnos čvrstog prema tečnom iznosio je 1:10. Regulisanje pH vrednosti pulpe vršeno je sa HCl odnosno sa NaOH i mereno pomoću pH metra sa staklenom elektrodom. Pre dodavanja flokulanta vršeno je dispergovanje pulpe. Nakon svakog dodavanja određenog reagensa vršeno je kondicioniranje pulpe

sa dodatkom reagensa u samoj menzuri u vremenskom trajanju od 3 min. Posle svakog dodavanja reagensa vršena je kontrola pH vrednosti pulpe i njegovo regulisanje.

Konačno, nakon dodavanja flokulanta, odnosno nakon izvršene flokulacije, pulpa je ostavljena da sedimentira u vremenskom trajanju od dva minuta, a potom je izvršeno dekantiranje sifoniranjem dispergovanog neflokularnog dela pulpe.

Dobiveni flokulirani i neflokulirani proizvodi mereni su u pogledu težine i analizirani na magnetnom analizatoru »Davis« na sadržaj magnetita.

Rezultati ispitivanja

U finom disperznom sistemu veoma je teško dovesti disperzoid do sedimentacije bez prethodnih elektrostatičkih promena površina disperzoida, odnosno flokulacija disperzoida finog disperzognog sistema voda-mineral može se izvršiti ili promenama OH koncentracije, odnosno pH vrednosti sistema ili dodatkom raznih organskih ili neorganskih jedinjenja, koji će izvršiti promene elektročnih tovara površina minerala i iste dovesti do flokulacije. Stabilnost disperzije (voda-mineral) zavisi od stepena hidratacije i elektrostatičkog punjenja površina disperzoida. Oba ova fenomena zavise od hemijskog sastava rastvora i strukture minerala na graničnim površinama čvrsto-tečno. Mineralne čestice suspendovane su u mediju-mu elektronskog ili elektrostatičkog kapaciteta, što znači da mineralne čestice mogu izgubiti, primiti ili deliti elektrone, stvarajući na taj način kovalentne, jonske, vodonikove dipolne, ili indukovano dipolne veze.

Osnovno merilo stabilnosti suspenzije je veličina elektrokinetičkog potencijala ili zeta potencijala. Ako čestice minerala u suspenziji imaju visoke vrednosti istoimenog elektročnog tovara, onda je disperzni sistem stabilan. Da bismo doveli čestice do flokulacije moramo dodatkom elektrolita ili promenom pH vrednosti disperzije izvršiti promenu zeta potencijala do kritične vrednosti zeta potencijala, kada nastupa flokulacija.

Međutim, kako se u našem ispitivanom slučaju nalazi u disperziji u mineraloškom pogledu heterogeni disperzoid, to, s obzirom na ispitivani problem, moramo pronaći uslove, kada promenom pH vrednosti disperzije

i vrste neorganskog i organskog elektrolita treba da menjamo vrednost zeta potencijala površine samo jednog minerala do izoelektrične tačke, dok vrednost zeta potencijala površina ostalih željenih minerala menjamo neznatno u istom smeru ili znatno u suprotnom smeru. Na ovaj način, ukoliko bi se ova dva uslova ostvarila, izvršili bismo flokulaciju jednog željenog minerala, dok bi svi ostali prisutni minerali u disperziji i dale ostali dispergovani.

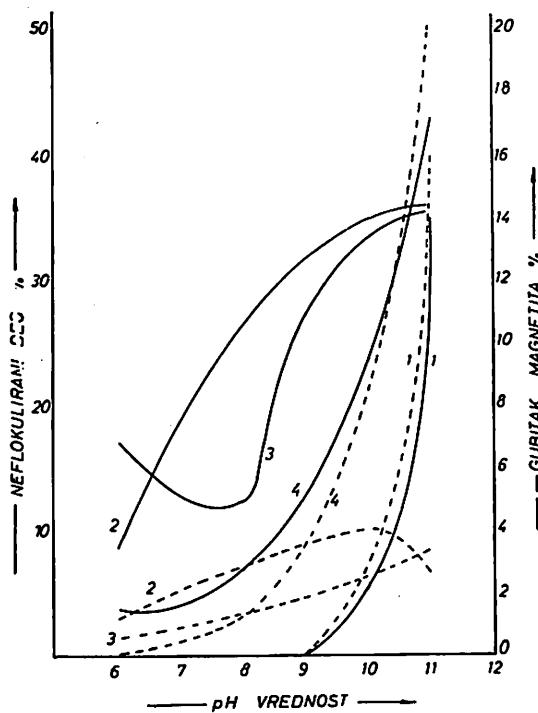
Reagensi, koji se mogu klasifikovati kao flokulanti, su soli površinsko aktivne supstance, koloidi, prirodni i sintetički polimeri. Svi oni deluju na suspendovane čestice na graničnim površinama mineral-tečnost i na taj način utiču na stabilnost disperzije.

Polazeći od ovih činjenica i pretpostavki izvršili smo ispitivanja uticaja pH vrednosti i uticaja vrste prirodnih i sintetičkih polimera na proces selektivnog flokuliranja.

Uticaj pH vrednosti na selektivno flokuliranje primenom katjonskih i neutralnih organskih polimera. — U zavisnosti od primjenjenog flokulanta, promenom pH vrednosti disperzije menja se i deo minerala koji flokulira, odnosno ne flokulira. Na sl. 1 dat je prikaz procenta izdvajanja neflokuliranog dela pulpe sa gubitkom magnetita u njemu, a u zavisnosti od pH vrednosti pulpe. Naime, u sistemu pulpe, koji je prethodno dispergovan dodatak dispergatora natrijum silikata u koncentraciji od $2,64 \cdot 10^{-3}$ Mol/l sa porastom pH vrednosti od 6 do 11 raste težinski deo neflokuliranog serpentina, od nule do 36%, zavisno od primjenjenog flokulanta, dok je gubitak magnetita, koji smo zeleli da flokuliramo, u dispergovanim serpentinu minimalan.

Iz dijagrama na sl. 1 se može zaključiti da od ispitivanih flokulariata, flokulanti FLC 2A i FLC 3 (katjonski polimeri) ukazuju na mogućnost njihove uspešne primene u procesu selektivne flokulacije, dok FLC 1 i FLC 2B (neutralni polimeri) nisu dovoljno selektivni, jer je gubitak magnetita u serpentinu, tj. sadržaj magnetita u disperznoj fazi veoma visok.

Optimalna pH vrednost pulpe za date konstantne koncentracije dispergatora i flokulanta FLC 2A i FLC 3 iznosi 11.



Sl. 1 — Uticaj pH vrednosti na selektivno flokuliranje magnetita od serpentina pri dimenziji pulpe $\text{Ca Na}_2\text{SiO}_3 = 2,64 \times 10^{-3}$ Mol/l za različite vrste polimera.

— težinski udeo neflokuliranog dela
— gubitak magnetita.

1 — FLC-1 = 100 mg/l; 2 — FLC-3 = 0,75 mg/l;
3 — FLC-2A = 1,2 mg/l; 4 — FLC-2B = 3,0 mg/l.

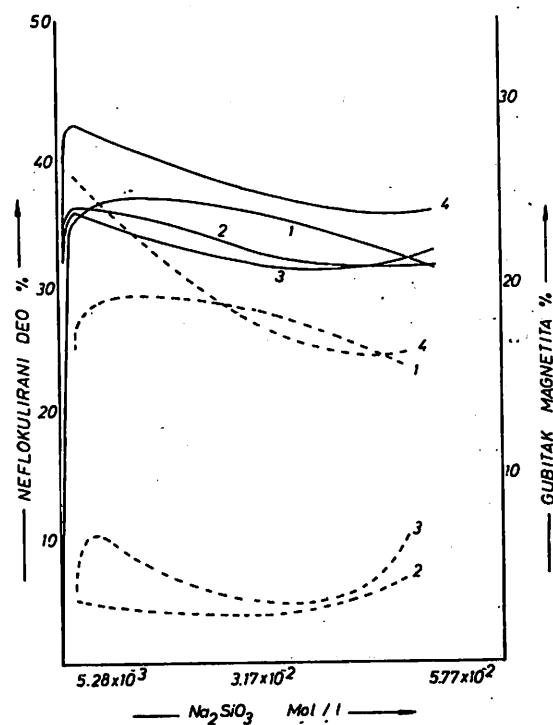
Fig. 1 — The effect of pH value on selective magnetite flocculation from serpentine, at the pulp dispersion with $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 2,64 \times 10^{-3}$ Mol/lit, for various kinds of polymers.

Uticaj promene koncentracije dispergatora na selektivno flokuliranje. — Polazeći od utvrđenih rezultata ispitivanja da je za primenu flokulanata FLC 1, FLC 2A, FLC 2B i FLC 3 optimalna pH vrednost 11, zadržavajući koncentracije ispitivanih flokulanata konstantnim kao i pH vrednost pulpe, izvršilo se je ispitivanje promene koncentracije dispergatora na proces selektivne flokulacije. Rezultati ovih ispitivanja, prikazani dijagramom na sl. 2, ukazuju da porastom koncentracije natrijum silikata postepeno opada težinski udeo minerala koji ne flokuliraju i to za sve ispitivane flokulante. Gubitak magnetita u dispergovanim delu u slučaju primenjenih neutralnih flokulanata FLC i FLC 2B opada sa porastom koncentracije dispergatora, dok isti gubitak za slučaj primene katjonskih flokulanata FLC 2A i FLC 3 neznatno

raste. Međutim, i kod ovih ispitivanja utvrđeno je, da su katjonski flokulanti FLC 2A i FLC 3 selektivni, jer se njihovom primenom gubitak magnetita u dispergovanim delu kreće između 3 i 6%, dok se primenom neutralnih flokulanata FLC 1 i FLC 2B isti gubitak kreće između 15 i 25%.

Težinski udeo dispergovanih, neflokuliranih minerala za sve ispitivane flokulante kretao se u granicama između 32 i 42%.

Iz ovih ispitivanja proizilazi da se primenom katjonskih flokulanata može uspešno izvršiti selektivna flokulacija magnetita, dok serpentin ostaje u disperziji. Primenom neutralnih flokulanata proces nije selektivan, jer se istim flokulantima ne vrši flokulacija magnetita, te zato magnetit znatnim delom zaostaje u disperziji.

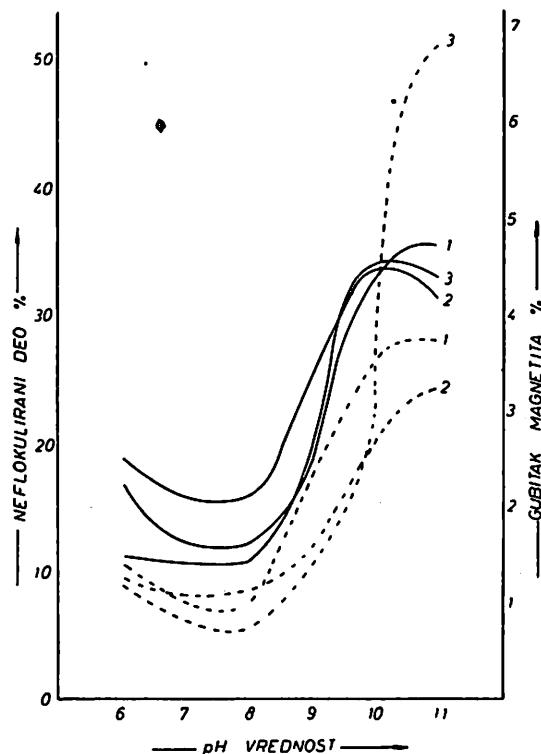


Sl. 2 — Uticaj Na_2SiO_3 na selektivno flokuliranje magnetita od serpentina pri pH = 11,0 a za različite vrste polimera.

— težinski deo neflokuliranog dela
— gubitak magnetita

1 — FLC-1 = 100 mg/l; 2 — FLC-3 = 0,75 mg/l;
3 — FLC-2A = 1,2 mg/l; 4 — FLC-2B = 3,0 mg/l.

Fig. 2 — Effect of Na_2SiO_3 on selective magnetite flocculation from serpentine at pH = 11,0 for various kinds of polymers.



Sl. 3 — Uticaj pH vrednosti na selektivno flokuliranje magnetita i serpentina u uslovima flokuliranja katjonskim polimerom FLC-2A — 0,75 mg/l pri različitim koncentracijama Na_2SiO_3
 — težinski deo neflokuliranog dela
 - - - gubitak magnetita

Fig. 3 — pH value effect on magnetite and serpentine selective flocculation for its conditions with cationic polymer FLC-2A — 0,75 mg/l, at the various concentration of Na_2SiO_3 .

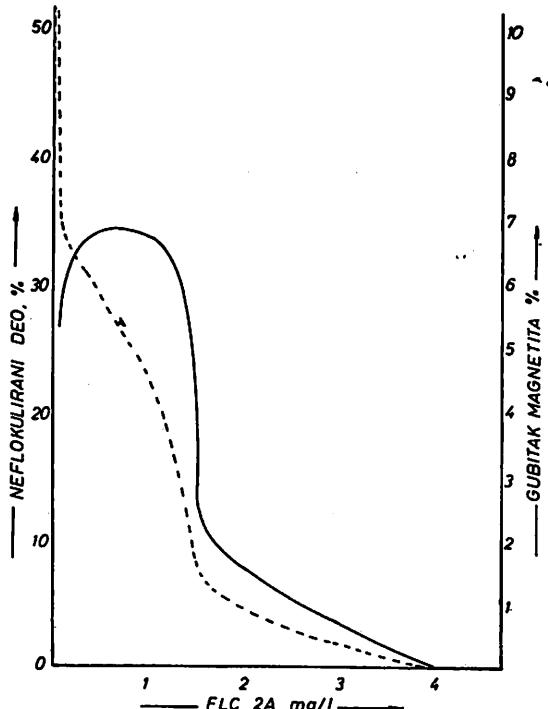
Primena polimera FLC 2A kao selektivnog flokulanta. — S obzirom na prethodna ispitivanja, koja su ukazala na mogućnost primene katjonskog polimera FLC 2A kao selektivnog flokulanta za binerni disperzni sistem serpentin — magnetit, izvršena su detaljna ispitivanja uticaja promene pH vrednosti pulpe za različite koncentracije dispergatora i ispitivanja uticaja promene koncentracije polimera FLC 2A.

Na sl. 3 prikazani su rezultati ispitivanja postupka selektivne flokulacije zavisno od pH vrednosti, primenom polimera FLC 2A koncentracije od 0,75 mg/l, a ova zavisno od različite koncentracije dispergatora natrijum silikata.

Bez obzira na koncentraciju dispergatora natrijum silikata selektivna flokulacija je moguća samo u uslovima jake bazičnosti pulpe od pH 10 do 11. Prema tome, dok pro-

mena koncentracije dispergatora neznatno utiče na proces selektivne flokulacije primenom flokulanta FLC 2A, dote se, promenom pH vrednosti, značajno menjaju uslovi magnetit-serpentin. Iz toga proizilazi, da za uspešnu primenu polimera FLC 2A kao selektivnog flokulanta, odlučujući značaj ima kontrola pH vrednosti pulpe.

Ispitujući uticaje promene koncentracije polimera FLC 2A na selektivnu flokulaciju utvrđeno je, da je za selektivnost istog procesa kod optimalne disperzije i pH vrednosti pulpe potrebna veoma niska koncentracija flokulanta, koja se kreće od 0,3 do 1,2 mg/l (sl. 4). Porastom koncentracije flokulanta iznad koncentracije od 1,5 mg/l gubi se svaka selektivnost procesa, jer pod tim uslovima flokuliraju podjednako i magnetit i serpentin. Pri koncentraciji flokulanta od ispod 0,3 mg/l ne dolazi do flokulacije magnetita, te isti ostaje u disperziji sa serpentinom.



Sl. 4 — Uticaj promene koncentracije katjonskog polimera FLC-2A na selektivno flotiranje.

— težinski deo neflokuliranog dela
 - - - gubitak magnetita
 pH = 11,0

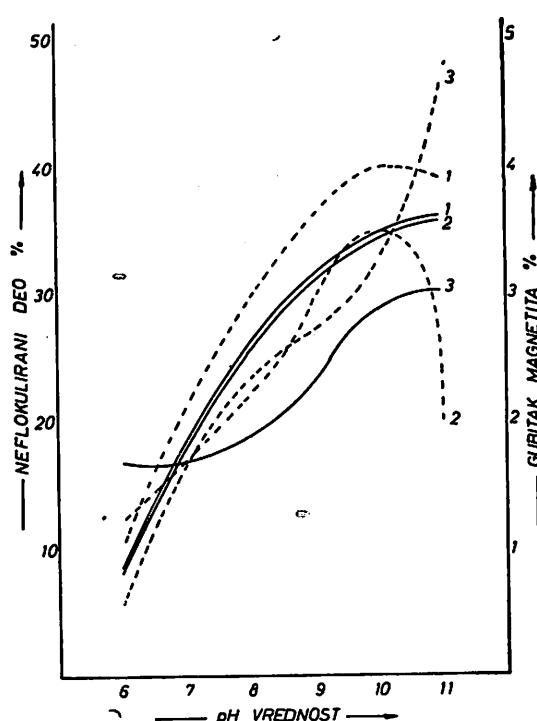
Fig. 4 — Effect of cationic polymer concentration strength FLC-2A on the selective flotation.

Primena polimera FLC 3 kao selektivnog flokulanta. — Slično polimeru FLC 2A i polimer FLC 3 ukazuje na vanredne mogućnosti njegove primene u selektivnom odvajaju magnetita od serpentina postupkom selektivne flokulacije.

Za određenu koncentraciju katjonskog polimera FLC 3, uspešnost selektivne flokulacije zavisiće od vrednosti pH pulpe, što se vidi iz sl. 5. Promena koncentracije natrijum silikata neće značajno menjati tok krive. Optimalna pH vrednost za selektivnu flokulaciju je između 10 i 11.

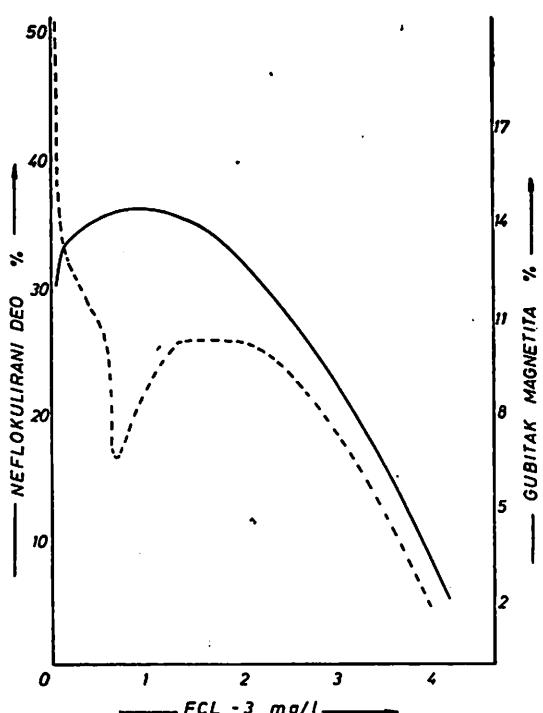
Jako visoka koncentracija dispergatora utiče na delimično povećanje gubitka magnetita u disperzovanom serpentinu. Optimalna koncentracija natrijum silikata kod optimalne pH vrednosti iznosi 650 mg/l.

Kontrolom pH vrednosti, uz optimalno dispergovanje pulpe, može se izvršiti uspe-



Sl. 5 — Uticaj pH vrednosti na selektivno flokuliranje magnetita i serpentina katjonskim polimerom FLC-3=0,75 mg/l pri različitim koncentracijama Na₂SiO₃
— težinski deo neflokuliranog dela
— — — gubitak magnetita

Fig. 5 — pH value effect on magnetite and serpentine selective flocculation with cationic polymer FLC-3=0,75 mg/l, at various concentration of Na₂SiO₃.



Sl. 6 — Uticaj promene koncentracije katjonskog polimera FLC-3 na selektivno flokuliranje.
— težinski deo neflokuliranog dela
— — — gubitak magnetita
pH = 11,0
Na₂SiO₃ = 2,64 × 10⁻³ Mol/l

Fig. 6 — The effect of concentration strength of cationic polymer FLC-3 on the selective flocculation.

šno selektivno flokuliranje i magnetita iz disperznog sistema magnetit-serpentin.

Promenom koncentracije katjonskog polimera FLC 3 menjaju se i uslovi selektivnog flokuliranja. Iz dijagrama na sl. 6, gde su prikazani isti rezultati ispitivanja, vidi se da je pri koncentraciji polimera FLC 3 od 0,75 mg/l optimalna selektivnost flokuliranja magnetita iz disperznog sistema, pri čemu se izdvaja u obliku disperzije oko 36% udela materije uz gubitak od 6,5% magnetita. Porastom koncentracije flokulanta iznad 0,75 mg/l opada selektivnost flokuliranja, jer pod tim uslovima flokuliraju i serpentini i magnetit, dok pri koncentraciji flokulanta manjoj od 0,75 mg/l ne dolazi do potpunog flokuliranja magnetita, te isti ostaje suspendovan zajedno sa serpentinom.

Diskusija rezultata

Da bi se razumeli uslovi i objasnili procesi selektivnog flokuliranja, potrebno je razmotriti sve one elemente koji utiču na mehanizam flokuliranja kao što su prisustvo elektrolita, pH vrednost, hemijske i fizičke osobine minerala, kao i samo međusobno dejstvo polimera i mineralnih čestica.

Treba odmah podvući, da ne želimo procesom selektivne flokulacije dovesti do flokuliranja svih prisutnih mineralnih vrsta u disperziji, već samo određenog minerala. Zato procese »selektivne flokulacije« treba u potpunosti razdvojiti i razlikovati od procesa »flokulacije« koja se karakteriše flokuliranjem svih čvrstih čestica u disperziji, što je daleko jednostavnije.

Razmatrajući ispitivani bimineralni disperzni sistem magnetit-serpentin sa aspekta elektrokinetičkog stanja površine minerala, možemo zaključiti da kod visoke koncentracije OH jona imamo prema de Bruyne i dr Fuerstenu negativno nanelektrisanje površine magnetita za vrednosti pH iznad 8,5 (nulta tačka zeta potencijala). Za serpentin se verovatno može prepostaviti da će imati negativno nanelektrisanu površinu u bazičnom rastvoru, čak se može prepostaviti da mu je nulta tačka zeta potencijala ispod vrednosti pH = 5,0 (analogno rezultatima merenja elektrokinetičkog potencijala dobivenog za kvarc, gde je nulta tačka zeta potencijala za pH = 3,7).

Polazeći od ove činjenice i pretpostavke, može se konstatovati da se upotreboom katjonskog polimera ne može izvršiti flokuliranje magnetita, sve dok vrednost zeta potencijala magnetita ne dobije visoku negativnu vrednost. Serpentin u uslovima vrednosti pH iznad 4 ili 5 svakako će flokulirati sa katjonskim polimerom, jer verovatno isti ima pri tim vrednostima pH negativan zeta potencijal. Međutim, pošto je pre selektivnog flokuliranja potrebno izvršiti disperziju sistema, to se upotreboom dispergatora natrijum silikata očito vrše i promene električnih osobina prisutnih minerala.

Joni natrijuma su površinski neaktivni joni za magnetit, te isti neće uticati na značajne promene elektrokinetičkog potencijala površine magnetita. Međutim, joni natrijuma su za serpentin joni koji određuju po-

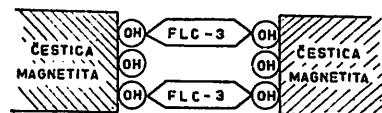
tencijal istog minerala, te oni menjaju intenzitet i polaritet nanelektrisanja površina serpentina. S obzirom da je za optimalnu disperziju potrebna koncentracija od $2,64 \cdot 10^{-3}$ do $5,28 \cdot 10^{-3}$ Mol/l, pa je sigurno da čak i kod visokih pH vrednosti od 10, zbog neobično visoke koncentracije jona natrijuma koji predstavljaju jone koji određuju potencijal serpentina, postoje takvi električni tovari na površini serpentina, koji neće dozvoliti adsorpciju katjonskih polimera.

Prema tome, s obzirom da smo izvršili prethodnu disperziju pulpe pre procesa selektivnog flokuliranja natrijum silikatom, jasno je da pri nižim pH vrednostima (ispod nulte tačke magnetita) nismo mogli vršiti selektivno flokuliranje neutralnim odnosno anjonskim polimerima, jer je u tim uslovima elektrokinetički potencijal na površinama magnetita i serpentina blizak, što dovodi do flokuliranja oba minerala.

Međutim, u uslovima visoke pH vrednosti iznad 10, površina serpentina, koja u tim uslovima ima visok negativan zeta potencijal kao i površina magnetita, posebno će adsorbovati jone natrijuma kao jone koji određuju potencijal površine serpentina i na taj način dovesti do promene zeta potencijala površine serpentina u odnosu na magnetit.

Ovakve promene izvršene na površini serpentina i magnetita omogućavaju nam da pod tim uslovima izvršimo selektivnu flokulaciju magnetita pomoću katjonskih polimera, koji neće pod uslovima optimalne koncentracije dovesti do flokulacije dispergovog serpentina.

Sâm mehanizam flokuliranja magnetita može se objasniti postojanjem OH jona na njegovojoj površini, preko kojih katjonski polimer vezuje čestice magnetita međusobno, što bi se šematski moglo prikazati ovako:



Kod izuzetno visokih koncentracija natrijum silikata ($5,77 \cdot 10^{-2}$ Mol/l) dolazi do delimičnog pada zeta potencijala magnetita,

usled delimičnog potiskivanja hidroksil jona jonima natrijuma, što smanjuje efekat međusobnog vezivanja čestica magnetita katjonskim polimerom.

Zaključak

Izvršena ispitivanja mogućnosti procesa selektivne flokulacije grubog disperznog biminerarnog sistema magnetit-serpentin su pokazala, da se istim postupkom može selektivno flokulirati magnetit, a da pri tome u disperziji ostane serpentin.

Za uspešno selektivno flokuliranje magnetita od serpentina odlučujući značaj ima pH vrednost disperzije.

Kod vrednosti pH ispod 10 ne može se izvršiti selektivno flokuliranje ni primenom neutralnog ni primenom katjonskog polimera. Neutralni odnosno anjonski polimeri FLC 1 i FLC 2B nisu dovoljno selektivni kao flokulanti ni pri jednoj pH vrednosti, te se zato isti i ne mogu primeniti za ovaj proces. Katjonski polimeri FLC 2A i FLC 3 su selektivni flokulanti i to pri uslovima pH vrednosti između 10 i 11.

Optimalna koncentracija FLC 2A je 1 mg/l pri čemu se dobija ideo koji ne flokulira od oko 35% sa gubitkom magnetita u istom od svega 4,5%.

Optimalna koncentracija FLC 3 je 0,75 mg/l, pri čemu se dobija ideo koji ne flokulira od oko 36—40% sa gubitkom magnetita od oko 6,5%.

Pre procesa flokuliranja mora se izvršiti prethodna disperzija pulpe. Optimalna koncentracija dispergatora natrijum silikata iznosi 350—650 mg/l. Povećanjem koncentracije dispergatora iznad optimalne, povećava se i gubitak magnetita u dispergovanim serpentinu. Smanjenjem koncentracije natrijum silikata ispod optimalne opada selektivnost flokuliranja, što zavisi od promena elektrokinetičkih osobina površine serpentina.

Ova ispitivanja ukazuju da veoma jednostavan postupak selektivne flokulacije, kao metode koncentracije, može biti uspešno primenjen za odvajanje korisnih minerala gvožđa od serpentina kao jalovine, što bi moglo omogućiti valorizaciju siromašnih lateritskih ruda gvožđa.

SUMMARY

Selective Flocculation as a Concentration Method

Dr. F. Šer, min. eng. — M. Milošević, min. eng.*)

Selective flocculation could be successfully applied as a concentration method in separation of valuable iron minerals from serpentine, that would enable the valorisation process of poor lateritic ores.

In successful selective flocculation of magnetite from serpentine, dispersion pH value is of great importance, as well as the kind of the applied flocculant (cationic and anionic).

*) Dr ing. Filip Šer, stručni saradnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

Dipl. ing. Milan Milošević, saradnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

Literatura

- Bruyn, P., Parks, G., 1962: The Zero of Charge of Oxides. — Trans. Faraday Soc.
- Chang, C., Cooke, S., Huch, R., 1953: Starches and Starch Products as Depressants in Amine Flotation of Iron Ore. — Trans. AIME.
- Frommer, D., 1964: Selective Flocculation and Flotation of Some Fine Grained Michigan Iron Ores. — AIME Meeting, New York.
- Fuerstenau, D. W., 1953: Streaming Potential Studies on Quartz. — Sc. D. Thesis.
- Kruyt, H., 1963: Colloid Science. — Elsevier, N. Y.
- Linke, W., Booth, R., 1960: Physical Chemical Aspects of Flocculation by Polymers. — Trans. AIME.
- Ohyama, T., Shimoizaka, J., Usui, S., 1963: The Effects of pH on the Flocculation of Quartz Aqueous Suspensions.
- Priesing, C., 1962: Theory of Coagulation Useful for Design. — Ind. and Eng. Chem. vol. 54, No. 8.
- Ray, C., Brarson, W.: Flocculation and Settling of Liquid Suspensions of Finely-Divided Minerals. — U. S. Patent 3165465.
- Riddick, T., 1961: Zeta Potential — New Tool for Water Treatment. — Chem. Eng. June.



Suvo mlevenje nemetalnih mineralnih sirovina

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Dragorad Ivanković — dipl. ing. Miomir Čeh

Uvod

Priprema mineralnih sirovina, uglavnom nemetala, u većini slučajeva zahteva suvo mlevenje i klasiranje samlevene mineralne sirovine u jednu ili više klase krupnoće. Način mlevenja mineralnih sirovina zavisi od usvojenog tehnološkog procesa pripreme, tj. da li se priprema mineralne sirovine vrši mokrim ili suvim postupkom. Isto tako važan je i način primene mineralne sirovine u industriji, tj. da li se ista primenjuje u suvom stanju. Poslednjih nekoliko godina postavlja se zahtev da nemetalne mineralne sirovine budu pripremljene u suvom stanju.

U dosadašnjem radu na eksploataciji nemetala u našoj zemlji ukazala se potreba za suvim mlevenjem i klasiranjem većeg broja mineralnih sirovina kao što su: feldspat, kvarc, kvarcit, kalcit, barit, dolomit, talk, pirofilit, bentonit, kaolinisani granit, magnetit, kaustični magnezit i slično.

Ove mineralne sirovine u većini slučajeva treba da samelju do finoće mliva od 99% — 60 mikrona u pojedinim slučajevima 99% — 45 mikrona; pri tome ideo sitnih čestica ispod 10 mikrona treba da bude što veći (40—60%). Poslednjih nekoliko godina pojedine industrijske grane zahtevaju finoću mliva oko 90% ispod 10 mikrona sa određenim udelom sitnih čestica od 1, 2, 3, 5 i 7 mikrona.

Iako u našoj zemlji postoji znatan broj nalazišta ovih mineralnih sirovina, eksploatacija se vrši samo iz nekoliko nalazišta, delom i zbog nepoznavanja tehnologije pripreme, tj. mlevenja do potrebne granične krupnoće. Isto tako nije poznata i mogućnost primene ovako samlevene mineralne sirovine u pojedinim granama industrije. Radi toga treba da se svestrano prouči problem suvog mlevenja i klasiranja navedenih mineralnih sirovina.

Mlevenje

Izbor načina mlevenja i pripreme određuje se prema svojstvima mineralne sirovine, traženom stepenu finoće i ostalim zahtevima kao što su: specifični utrošak energije, utrošak metala, sigurnost u radu i najmanji troškovi pri posluživanju.

U procesu usitnjavanja, a naročito finog mlevenja, utrošak energije je izrazito visok. Određivanje utroška energije je veoma komplikovano, o tome postoji više radova teoretske i praktične vrednosti. Veliki doprinos teoriji drobljenja i mlevenja dali su naučnici V. L. Kirpičev, P. Kick, L. V. Levenson, Rittinger i drugi, koji su razradili i dali osnove za proračun mašina i uređaja za usitnjavanje i mlevenje. U ovim razmatranjima polazi se od dve hipoteze i

to hipoteze zapremine prof. V. L. Kirpičeva i hipoteze površine Rittingera.

U ovom članku data je samo osnova teoretskog razmatranja u kraćem izvodu sa osvrtom na mogućnosti praktične primene.

Hipoteza zapremine polazi od činjenice da je rad na usitnjavanju proporcionalan zapremini usitnjениh tela ili njihovim težinama u krajnjoj liniji, što se izražava formulama:

$$\frac{A_n}{A_m} = \frac{V_n}{V_m} = \frac{G_n}{G_m}$$

Obrazac za rad potreban za usitnjavanje može se prikazati izrazom:

$$A = \frac{\Delta l \cdot P}{2}$$

gde je:

Δl — deformacija

P — sila pritiska.

Pošto je deformacija po zakonu Guca

$$\Delta l = \frac{P \cdot l}{F \cdot E}$$

gde je:

l — početna dužina tela

F — površina poprečnog preseka tela

E — modul elastičnosti

silu pritiska izračunava se po formuli:

$$P = \sigma \cdot F$$

Zamenom navedenih izraza u jednačini za rad dobija se:

$$A = \frac{\sigma^2 \cdot V}{2 \cdot E}$$

Odavde proizlazi da specifičan rad po jedinici zapremine iznosi:

$$A_s = \frac{\sigma^2}{2 \cdot E} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Ova formula za rad ne sadrži sve elemente potrebne za proračun utrošenog rada pri usitnjavanju odnosno mlevenju, ali se u praksi za krupno i srednje usitnjavanje pokazala kao veoma prikladna.

U tablici 1 daje se prikaz čvrstoće i modula elastičnosti za pojedine stene.

Tablica 1

Stena	Čvrstoća kg/cm ²	Modul elastič- nosti kg/cm ²
Granit	1.200—1.500	515.000—614.000
Krečnjak	400—1.000	350.000
Bazalt	2.000—3.000	562.000—973.000
Dijabaz	1.900—2.500	612.000—790.000
Peščar	510—1.000	340.000—500.000
Mermer	550—1.500	565.000
Porfir	1.500—2.800	680.000

Hipoteza površine. — Putem matematičke analize dokazano je da je rad potreban za usitnjavanje upravo proporcionalan površini deljenja, tj. površini, koja se obrazuje pri usitnjavanju. Ovo se može prikazati odnosom:

$$\frac{A_n}{A_m} = \frac{n - 1}{m - 1}$$

Vrednosti n i m pokazuju koliko se putanja manjuje linearne razmere čestica pri usitnjavanju (koeficijent mlevenja) i to su veoma veliki brojevi, tako da se za rad može usvojiti sledeći obrazac:

$$\frac{A_n}{A_m} = \frac{n}{m}$$

što u krajnjoj liniji znači, da je rad potreban za usitnjavanje upravo proporcionalan stepenu usitnjavanja.

U daljem izlaganju iznećemo obrasce koje su obradili pojedini istaknuti autori koji su obrađivali problem usitnjavanja i mlevenja mineralnih sirovina.

Rittingerov obrazac

$$E = K_r \cdot f_c \left(\frac{1}{L_2} - \frac{1}{L_1} \right)$$

gde je:

E — energija koja proizvodi linearno redukovane jedinice mase materijala od veličine L_2 na L_1

K_r — Rittinger-ova konstanta

f_c — čvrstoća drobljenja materijala.

Iz toga proizlazi da je potrebna energija za usitnjavanje direktno proporcionalna novo nastaloj površini materijala.

Kickov obrazac

$$E = K_k \cdot f_c \cdot \ln \left(\frac{L_1}{L_2} \right)$$

gde je:

K_k — Kick-ova konstanta.

Iz toga izraza proizlazi da je potrebna energija za usitnjavanje obrnuto proporcionalna zapreminama proizvedenih čestica. Po Kick-u utrošeni rad za redukovanje jedne tone materijala krupnoće 1" na krupnoću 1/2" je jednak radu utrošenom za usitnjavanje jedne tone istog materijala krupnoće 1/2" na krupnoću 1/4".

Primena ovih jednačina je ograničena. Rittinger-ova jednačina se više koristi pri finijem usitnjavanju u kome dolazi do znatnog povećanja ukupne površine čestica po jedinici mase, dok se Kick-ova jednačina koristi kod grubog usitnjavanja, gde je manja ukupna površina novonastalih čestica.

Bondov obrazac

$$E = W_t \cdot \sqrt{\frac{100}{L_2}} \cdot \left\{ 1 - \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^{-1} \right\}$$

gde je:

W_t — tzv. radni indeks, koji je karakterističan za svaki materijal posebno. U stvari, to je količina energije izražena u kWh/toni potrebna za usitnjavanje materijala do određene finoće (npr. 80% — 100 mikrona).

Prema Bond-u potrebna energija za usitnjavanje proporcionalna je kvadratnom korenju redukovane odnosa.

Na osnovu izloženih teoretskih izučavanja može se izračunati potrebna energija za usitnjavanje, koja će se u svakom slučaju razlikovati od stvarno potrebne energije za usitnjavanje, koja se utvrđuje na osnovu poluindustrijskih ispitivanja datog materijala.

Uredaji za fino mlevenje

Klasifikacija mlinova

Za fino i super fino mlevenje materijala koriste se mlinovi sa kuglama raznih ti-

pova, mlinovi sa valjcima, vibracioni mlinovi, a u poslednje vreme i mlinovi sa strujnom energijom (komprimovani vazduh ili vodena para) tzv. mlazni mlinovi.

U sastav finih keramičkih masa unose se u raznim odnosima materijali usitnjeni do 98% proseva kroz sito 10.000 o/cm², tj. do veličine zrna od 60 mikrona. U pojedinim slučajevima zahteva se da materijal bude usitnjen do ispod 10 mikrona pa i manje. Fino mlevenje kvarca i feldspata vrši se u mlinovima sa kuglama.

U principu rad mlinova sa kuglama može biti kontinualan i sa prekidima. Mlinovi ne-prekidnog dejstva (kontinualni) mogu da rade u zatvorenom i otvorenom ciklusu. Mlevenje može da bude mokro i suvo, ali se u industriji keramike zahteva uglavnom suvo mlevenje.

Mlinovi za suvo mlevenje dele se prema:

- obliku radnog prostora — na cilindrične i konične mlinove;
- obliku drobećih tela — na mlinove sa kuglama i mlinove sa šipkama;
- načinu pražnjenja — na mlinove sa mehaničkim i na mlinove sa pneumatskim pražnjenjem;
- konstrukciji uređaja za pražnjenje i pražnjenje mлина:
 - a. hranjenje i pražnjenje preko šupljih rukavaca mлина i
 - b. hranjenje i pražnjenje preko ugrađenog otvora u cilindru mлина.

Od svih mašina i uređaja za usitnjavanje-mlevenje mlinovi sa kuglama imaju znatne prednosti. Oni imaju visoku proizvodnost, proste su i jednostavne konstrukcije i ne zahtevaju česte remonte. Nedostaci mlinova sa kuglama su: mala brzina kretanja drobećih tela, uslovljena ograničenim kretanjem mлина (20 do 30/min), nepotpuno korišćenje radne zapremine (punjenje mлина 35—45% zapremine) i visok specifičan utrošak energije.

U keramičkoj industriji uglavnom se primenjuju cilindrični mlinovi sa kuglama, koji rade sa prekidima. Kapacitet ovih mlinova

je veoma mali i za mešavinu kvarca i feldspata iznosi:

Zapremina mlina m ³	Kapacitet kg/h
1,0	oko 110
1,2	oko 120
1,4	oko 130
3,9	oko 300
7,2	oko 430

Ovi se rezultati postižu pri mlevenju prethodne usitnjene sirovine do 1 mm, a finoča mliva samlevenog proizvoda je 98% — 60 mikrona.

U keramičkoj industriji primenjuju se mlinovi sa kuglama, gde su obložne ploče i drobeća tela od sileksa, da bi se sprečilo naknadno unošenje metala (gvožđa) u samleveni materijal.

Konični mlinovi sa oblogama i kuglama od sileksa, rade kontinualno u zatvorenom krugu sa vazdušnim klasifikatorom, a pražnjenje mlinova je mehaničko ili pneumatsko. Kapacitet ovih mlinova je znatno veći od cilindričnih, koji rade sa prekidima, a uglavnom zavisi od konstruktivnih karakteristika mlinova i padaju kaskadno na materijal i kuzahtevanog stepena finoča mliva samlevenog materijala.

Određivanje broja obrtaja

Određivanje brzine kretanja mlinova zavisi od prečnika mlinova, a u direktnoj zavisnosti od rada kugli u mlinu. Pri razmatranju rada kugli u mlinu mogu da nastupe tri slučaja: pri maloj brzini kretanja mlinova kugle se dižu do izvesne visine i posle toga se kotrljavaju jedna preko druge, u tom slučaju mlevenje materijala se vrši trljanjem. Pri normalnoj (optimalnoj) srednjoj brzini kretanja mlinova, kugle se pod uticajem centrifugalne sile priljube uz zidove (obloge) mlinova, dižu se do izvesne visine (do vrha) i pod dejstvom sile teže odvajaju se od zidova mlinova i padaju kaskadno na materijal i kugle, koje se već nalaze u donjem delu mlinova. U ovom slučaju mlevenje se vrši ne samo trljanjem nego i silom udara kugli. Maksimalna brzina padanja kugli je najpovoljniji

režim za mlevenje materijala; tada je stepen usitnjavanja i kapacitet mlinova najveći. Pri većoj brzini kretanja mlinova od normalne, kugle se priljube uz zidove mlinova, usled dejstva centrifugalne sile, koja je u tom slučaju veća od sile teže, i kugle pri tom kruže zajedno sa mlinom. U ovom slučaju prestaje mlevenje materijala.

Obodna brzina (na unutrašnjoj površini mlinova), pri kojoj kugle prestaju da se odvajaju od zidova mlinova, zove se kritična brzina.

Iz uslova ravnoteže dejstva sile teže i centrifugalne sile, koje dejstvuju u unutrašnjosti mlinova na kuglu, dobija se jednačina

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot r}$$

gde je:

m — masa kugle (kg sec²/m)

C — težina kugle (kg)

v — obodna brzina (m/sec)

g — ubrzanje sile teže (m/sec²)

r — rastojanje od centra kugle do centra mlinova (m).

Na osnovu analize može se uzeti da je kritična brzina mlinova, pri kojoj se kugle neće odvajati od zidova mlinova, određena iz uslova

$$\frac{G \cdot v^2}{g \cdot r} \geq G \sin \alpha$$

Sila teže dostiže svoj maksimum u gornjem vrhu kada je $\alpha = 90^\circ$ i $\sin \alpha = 1$; za taj položaj kugle dobija se

$$\frac{v^2}{g \cdot r} = 1$$

Ili kad se izvrši zamena za v dobija se

$$\frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot n^2}{60^2} = g \frac{D}{2}$$

Iz ove jednačine može se izračunati kritičan broj obrtaja mlinova

$$n^2 = \frac{60^2 \cdot g \cdot D}{2 \cdot \pi^2 \cdot D^2}$$

Kada se izvrši zamena za vrednosti π i g dobija se

$$n_k = \frac{42,4}{\sqrt{D}}$$

U praksi se uzima, na osnovu teoretskih razmatranja, najpovoljniji broj obrtaja mlinova, koji se nalazi u rasponu od 72—81% od kritičnog broja obrtaja mlinova.

Za mlinove koji rade po suvom postupku najprikladnija je formula za izbor broja obrtaja mlinova

$$n = \frac{32}{\sqrt{D}}$$

n — broj obrtaja mlinova u minuti

D — prečnik mlinova u metrima.

Kod mlinova sa sileks oblogama i kuglama, koji rade po mokrom postupku sa prekidima mogu se primeniti formule:

$$n = \frac{35}{\sqrt{D}} \text{ za mlinove prečnika } > 1,25 \text{ m}$$

$$n = \frac{40}{\sqrt{D}} \text{ za mlinove prečnika } < 1,25 \text{ m.}$$

Određivanje kapaciteta mlinova sa kuglama

Kapacitet mlinova sa kuglama zavisi od više faktora: dimenzija i konstrukcije mlinova, šeme mlevenja, težine punjenja mlinova (kugle i materijal), načina hranjenja i slično. Ostali faktori su: krupnoća ulaznog materijala, vlažnost, meljivost materijala, zahtev finoće mliva samlevenog materijala i slično.

Kod proračuna kapaciteta mlinova primeњuje se više formula, koje su proizvod dugih ispitivanja i sve daju, uglavnom, približne rezultate. U našim uslovima smatramo da je najprihvatljivija formula V. V. Aljavinina koja glasi:

$$Q = 6,7 \cdot V \cdot \sqrt{D} \sqrt{\frac{G}{v}} \cdot \frac{Q_e \cdot K_m \cdot \eta_p}{1000} \sqrt{\frac{m}{1g \frac{y_o}{y_i}}}$$

gde je:

Q — kapacitet mlinova (t/h) pri zadanoj finoći mliva

V — unutrašnja zapremina mlinova (m^3)

G — težina drobećih tela (tona)

D — prečnik mlinova (m)

Q_e — specifični kapacitet mlinova pri mlevenju materijala uzetog za etalon u kg/h na KW, pri ostaku 10% na situ otvora 90 mikrona

K_m — koeficijent meljivosti materijala

η_p — koeficijent efektivne meljivosti materijala

y_o — ostatak na situ otvora 90 mikrona ulaza u mlin (%)

y_i — ostatak na situ otvora 90 mikrona — samleveni materijal (%)

m — pokazatelj stepena zavisnosti od svojstava materijala i uslova mlevenja (za silikatne materijale 1).

Određivanje potrebne snage

U mlinu sa kuglama energija se troši na podizanje kugli, stvaranje kinetičke energije i savlađivanje otpora. Za mlevenje materijala koristi se samo jedan deo energije i to ona, koja se troši za podizanje kugli. Rad potreban za podizanje kugli u jednom ciklusu kretanja na srednju visinu h za celu masu kugli određuje se po formuli

$$A_1 = C \cdot h \text{ (kgm)}$$

gde je:

G — težina kugli (kg)

h — visina podizanja kugli, ravna rastojanju od tačke odvajanja kugli od zamišljenog centra mlinova na rastojanju R_e (radius inercije podignutih kugli).

Prema L. B. Levenson-u h iznosi 1,13 od unutrašnjeg poluprečnika mlinova R . Prema tome, formula za rad dobija izraz:

$$A_1 = G \cdot h = 1,13 R \cdot G \text{ (kgm)}$$

Rad koji se troši za stvaranje kinetičke energije dobija se iz jednačine:

$$A_2 = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{G \cdot v_o^2}{2 \cdot g} = \frac{G}{2 \cdot g} \left(\frac{\pi \cdot R_e \cdot n}{300} \right)^2 \text{ (kgm)}$$

gde je:

m — masa kugli ($\text{kg sec}^2/\text{m}$)

v_e — srednja brzina kretanja kugli pri radiusu inercije R_e (m/sec)

G — težina kugli (kg)

g — ubrzanje sile teže (m/sec^2)

n — broj obrtaja mlini obično iznosi

$$n = \frac{32}{\sqrt{D}} \quad \text{ili} \quad n = \frac{22,7}{\sqrt{R}}$$

D i R su odgovarajući unutrašnji prečnik i radius mlini (m).

Za optimalne uslove rada mlini uzima se da je $R_e = 0,785 R$.

Kada se izvrše odgovarajuće zamene, obrazac za rad koji se troši za kinetičku energiju dobija sledeći izraz:

$$A_2 = \frac{G}{2 \cdot g} \left(\frac{\pi \cdot 0,785 \cdot R \cdot n}{30} \right)^2 = \frac{G \cdot R^2 \cdot n^2}{2920}$$

ili pri

$$n = \frac{22,7}{\sqrt{R}}$$

$$A_2 = 0,1769 \cdot G \cdot R \quad (\text{kgm})$$

Prema tome, ukupni rad će iznositi:

$$A_1 + A_2$$

$$fA = 1,13 \cdot G \cdot R + 0,1769 \cdot G \cdot R = 1,3069 \cdot G \cdot R \quad (\text{kgm})$$

$$A = 1,3069 \cdot G \cdot R \quad (\text{kgm})$$

Pri analitičkim ispitivanjima kretanja kugli u mlinu ustanovljeno je, da za vreme jednog obrtaja cilindra posmatrani sloj kugli na pravi i $i = 1,795$ pokreta. Za jedan minut, pri n obrtaja cilindra, potreban je rad

$$A \cdot i \cdot n \quad (\text{kgm})$$

odakle proizlazi da je potrebna snaga za pokretanje mlini:

$$N = \frac{A \cdot i \cdot n}{6075} = \frac{A \cdot i \cdot 1,795 \cdot n}{4500} = \frac{A \cdot n}{2507} \quad (\text{kgm})$$

Ako se u formuli zameni izraz A dobija se:

$$N = 1,3069 \cdot G \cdot R \cdot \frac{n}{2507} = \frac{G \cdot R \cdot n}{1,920} \quad (\text{kgm})$$

Pri $n = \frac{22,7}{\sqrt{R}}$ obrazac dobija sledeći izraz:

$$N = \frac{G \cdot R \cdot 22,7}{1920 \cdot \sqrt{R}} = 0,0118 \cdot G \cdot \sqrt{R} \quad (\text{KS})$$

$$N = 0,0118 \cdot G \cdot \sqrt{R} \quad (\text{KS})$$

Jačina motora određuje se po formuli:

$$N_m = \frac{N}{\eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{0,0118 \cdot G \cdot \sqrt{R}}{\eta_1 \cdot \eta_2} \quad (\text{KS})$$

gde je:

η_1 — koeficijent korisnog dejstva mehanizma mlini koji zavisi od konstrukcije mlini i prenosa (η_1 se kreće od 0,90 do 0,95).

η_2 — koeficijent povećanja snage motora usled savlađivanja pokretnog momenata (η_2 se kreće od 0,85 do 0,95).

Pri određivanju težine kugli mora se voditi računa o koeficijentu punjenja mlini sa drobećim telima. Smatra se da je najpovoljnije, kada je koeficijent punjenja 0,4. Pri manjem koeficijentu, kapacitet mlini se snižava, ali se izlaz gotovog samlevenog proizvoda na 1 kW energije nešto povećava, tako da u procesu mlevenja učestvuje znatan deo kugli koje padaju sa veće visine. Nasuprot tome, pri povećanju koeficijenta punjenja mlini, raste i apsolutni kapacitet mlini na čas, ali se snižava specifični kapacitet na 1 kW utrošene energije.

Mlinovi sa valjcima

Mlinovi sa valjcima primenjuju se u keramičkoj industriji za fino mlevenje mekših materijala kao što su: glina, kaolin, talk i slično.

Postoji više vrsta i tipova u literaturi poznatih pod tipom »Raymond«; svi ovi mlinovi rade u zatvorenem krugu sa protočnim vazdušnim klasifikatorom. Mlinovi sa valjcima su veoma ekonomični, pošto se pri procesu mlevenja kombinuje i sušenje materijala. Specifični kapacitet na 1 kW zavisi, uglavnom, od meljivosti sirovine, što znači da isti variraju u širokim granicama. Za približan proračun može da posluži jedinični kapacitet mlini sa prečnikom valjaka

1.100 mm. Podaci o specifičnom kapacitetu za pojedine mineralne sirovine daju se u tablici 2.

Tablica 2

Mineralna sirovina	Finoća mliva		Specifični kapacitet kg/h na 1 kW snage elektromotora
	veličina otvora sita u mm	ostatak na situ %	
Plastična glina	0,074	6,00	273
Kaolin	0,043	0,05	106
Bentonit	0,074	14,00	215
Dolomit	0,074	2,00	182
Kreda	0,043	1,00	60
Talk	0,043	1,50	91

Vibracioni mlinovi

U finoj keramici za proizvodnju elektroizolacionih radiotehničkih i drugih proizvoda upotrebljavaju se čisti oksidi, koji treba da budu fino samleveni do ispod 10 mikrona, a u pojedinim slučajevima još i manje.

Kod ovog finog mlevenja uglavnom se primenjuju vibracioni mlinovi, gde se mlevenje vrši usled veoma čestog sudaranja kugli i materijala (oko 1.500—3.000 puta u minuti). Ovim procesom postiže se visoki stepen mlevenja i znatan kapacitet mlevenja u odnosu na bilo koju drugu vrstu cilindričnih mlinova sa kuglama.

Postoje, uglavnom, dve vrste vibracionih mlinova i to inercioni i ekscentrični. Vibracioni mlinovi rade kontinualno i sa prekidi ma, a u pojedinim slučajevima u zatvorenom krugu sa vazdušnim separatorom.

Kapacitet vibracionih mlinova je u zavisnosti od meljivosti sirovine i zadane finoće mliva samlevene materije. Može se konstatovati, da kapacitet znatno varira kod mlinova zapremine 200 l; pri mlevenju do veličine čestica od 1 do 20 mikrona kapacitet se kreće od nekoliko kg do 700 kg/čas.

Mlinovi sa strujnom energijom

Dobijanje veoma finog samlevenog materijala, pri suvom mlevenju u vibracionim i drugim mlinovima sa drobecim telima, ograničava veličina čestica, pri kojoj se mleveni materijal skuplja i lepi uz obloge mлина i kugle i to u vidu sloja sprečavajući dalje mlevenje. Osim toga, znatan udeo drobecih tela pri mlevenju abrazivnih materijala se lako troši i onečišćava mleveni materijal, a to je nepoželjno.

Svi ovi nedostaci ne postoje ako se mlevenje vrši u mlinovima sa strujnom energijom, gde se mlevenje vrši sudaranjem čestica materijala u struji komprimovanog vazduha ili vodene pare, koje se u mlinu kreću veoma velikim brzinama.

Mlinovi strujne energije, tzv. mlazni mlinovi su poslednjih nekoliko godina našli znatnu primenu u SAD, gde se vrši mlevenje tvrdih materijala, u slučaju kad se ne može postići finoća mliva drugim mlinovima ili, pak, kada se želi izbeći onečišćavanje samlevenog proizvoda gvožem.

Velika relativna brzina struje komprimovanog vazduha ili vodene pare od 600—800 m/sec postiže se u komori pri izlazu iz mlaznice na ulazu u mlin.

U mlinovima sa strujnom energijom postiže se veoma visok stepen mlevenja, usitnjavanje čestica se vrši do 0,5 mikrona, pri utrošku energije od 250 kWh po toni samlevenog materijala kao oksida Al_2O_3 , TiO_2 , ZrO_2 i drugih materijala za potrebe fine keramike.

Po načinu rada razlikuju se mlinovi sa ugrađenim klasifikatorom npr. mlinovi tipa »Mikronajzer« i »Redukcionajzer« i mlinovi sa posebnim klasifikatorima standardnog tipa, npr. mlin tipa »Blau-nouks«.

U mlinu tipa »Mikronajzer« mlevenje i klasiranje materijala vrši se istovremeno pod dejstvom komprimovanog vazduha ili pregrijane vodene pare pod pritiskom od 6—35 ata. Finoća mliva samlevenog materij-

jala zavisi od brzine proticanja struje vazduha ili pare, od konstrukcije uređaja, odnosno dimenzija cevi (komora) odvoda istrošenog vazduha, razmera mlaznice, snabdevanja mlinova vazduhom, kao i pritiska komprimovanog vazduha.

Istrošeni vazduh odnosi 10—15% fine frakcije samlevenog materijala, koji se naknadno odvaja pomoću ciklona i filter komora sa vrećicama.

Mlinovi tipa »Mikronajzer« imaju osnovne dimenzije: prečnik komore za mlevenje 50 do 1.200 mm, visina komore od 25—62 mm, broj mlaznica za dodavanje vazduha ili pare 3—16, prečnik mlaznica 1,4—6 mm. Komore za mlevenje se izgrađuju iz malo-ugljeničnih čelika ili specijalno legiranih čelika, tako da se o utrošku metala ne može u praktičnom smislu govoriti, pošto je abanje metala komore teoretske vrednosti.

Za mlevenje materijala za izradu fine keramike pojedini delovi mlinova, kao mlaznice i obloge komore, grade se od veoma kvalitetnih keramičkih proizvoda: korunda, oksida cirkonijuma i drugih, čije prisustvo neće kasnije smetati samlevenom materijalu.

U tablici 3 daje se prikaz utroška energije u mlinu tipa »Mikronajzer«.

Tablica 3

Prečnik komore za mlevenje u mm	Potrošnja	
	Komprimovani vazduh m ³ /min	Vodena para kg/h
50,8	0,566	—
203,2	2,830	113,4
304,8	6,370	272,2
381,0	9,880	408,2
508,0	15,570	608,4
609,6	28,300	1.179,3
762,0	42,450	1.814,0

U tablici 4 daju se tehničko-ekonomski podaci o mlevenju nekih mineralnih sirovina u mlinu tipa »Mikronajzer«.

Tablica 4

Mineralna sirovina	Razmara čestica u mikronima		Kapacitet kg/h	Utrošak	
	Ulažni materijal	Samlev. materijal		Opšti vazduh kg/min	Specifični vazduh kg/min para
Grafit	6.730	2	80	—	680 — 8,5
Talk	840	3,5	400	—	1600 — 4,0
Barit	420	3,5	720	—	1600 — 4,0
Talk	840	6,5	720	—	1600 — 2,2
Kriolit	250	3,0	360	—	1450 — 4,0
Silika gel	420	5,5	200	30	— 9,0 —
Krečnjak	177	3,5	400	—	1600 — 4,0
Titan dioksid	150	1,0	1050	—	1800 — 1,7

U tablici 5 daju se podaci o kapacitetu i učincima mlinova sa strujnom energijom firme »Fluid Energy Processing« koji su ostvareni u industrijskoj praksi pri mlevenju nekih mineralnih sirovina.

Mlinovi strujne energije tipa »Redukcionajzer« imaju posebnu komoru za mlevenje i posebnu komoru-separator. Pri velikim brzinama od 150 m/sec, čestice prelaze ciklus mlevenja i separisanja od 1500—2.500 puta, što i omogućava dobijanje fino samlevenog materijala. Tako npr. talk se može samleti do veličine čestica od 0,5 mikrona. Takav stepen mlevenja ne može se postići ni jednom drugom vrstom uređaja za mlevenje.

Kapacitet mlinova tipa »Redukcionajzer« pri mlevenju talka do finoće mlica od 1,2 do 2 mikrona iznosi od 250—500 kg/h. Utrošak komprimovanog vazduha sa pritiskom od 8 ata iznosi 14 m³/min. Pri zagrevanju postiže se brzina vazduha od 450 m/sec.

Utrošak metala pri mlevenju

Pri drobljenju i mlevenju mineralnih sirovina postoje uglavnom dva faktora, koji direktno utiču na troškove drobljenja i mlevenja, a to su:

- utrošak energije za pokretanje mlinova
- abanje metala odnosno utrošak metala od koga je izgrađen i drobeća tela.

Utrošak energije za pokretanje mlinova daje se izrazom u kWh/toni samlevenog materijala određene finoće mliva (npr. finoća mliva 80% — 100 mikrona).

krečnjaka znatno niža. Radi toga je utrošak metala, pri mlevenju krečnjaka ili dolomita, mnogo manji nego kod mlevenja mineralne materije sa visokim sadržajem SiO_2 .

Tablica 5

Podaci o kapacitetu i učincima mlinova sa strujnom energijom firme »Fluid Energy Processing«

Vrsta materijala	Kapacitet t/h	Tip mлина	Potrebna količina komprimir. vazd. (m ³ /min) ili vodene pare (kg/h)	Radni pritisak At	Radna temperatura C°	Krupnoća ulaznog materijala meš.	Samleven proizvod		
							Ostatak na silu 325 m ³ /min	Mikrona	srednja veličina
									aproksimativna raspodela
Silicijum karbid	0,85—0,9	0808-3	2000 kg/h	14	360—400	100	1,5—2	4,5—5,5	
Volastonit	0,7—0,8	0809	33 m ³ /min	7	200—230	20	—	3—3,5	
Tvrdi talk (tremolit)	1,5—1,6	0808-3	2000 kg/h	14	385—400	8	—	1,5—1,6	
Monacitni pesak	1,0—1,1	0808	2000 kg/h	14	385—400	20	—	2—2,1	80%—2
Antracit	1,3—1,35	0808-3	1950 kg/h	14	360—400	3—4	—	3,5—3,7	92%—5
Antracit	1,7—1,85	0809	1900 kg/h	14	400—430	8	1—2	3,5—4,5	
Nefelin sijenit	1,1—1,2	0809	33 m ³ /min	7	360—400	200	—	2,5—2,6	
Nefelin sijenit	1,5—1,6	0809	1900 kg/h	14	400—415	30	—	2,5—3	
Dijatomejska zemlja	1,3—1,35	0808-3	1900 kg/h	14	360—400	4—6	—	0,42	92%—1
Silika gel	0,5—0,6	0808-3	32 m ³ /min	7	290—320	6	—	3—3,4	
Meki talk	1,3—1,35	0808-3	32 m ³ /min	7	360—400	100	—	0,8	
Boksit	0,85—0,9	0808-3	1900 kg/h	14	400—430	20—60	—	0,82	89%—2

Abanje metala, tj. utrošak metala ranije se označavao izrazom kg/toni samlevenog materijala, a sada se uvodi novi izraz sa oznakom kg/kWh. Ovakav način obeležavanja utroška metala pri mlevenju dozvoljava direktno poređenje između različitih uređaja za mlevenje, ulaza i finoće samlevenog materijala (istog ili različitog materijala odnosno sirovine).

Utrošak metala pri drobljenju i mlevenju obuhvata abanje, abraziju ili rastvaranje i gubitak pojedinih komada metala. Prosečni gubici komada metala iznose oko 60% od ukupnog utroška metala kod uređaja za drobljenje, oko 35% kod uređaja za mlevenje sa kuglama i šipkama i oko 20% kod uređaja za mlevenje sa valjcima.

Abrazivna moć kvarca i drugih silikatnih materijala je veća nego što je abrazija upotrebljenog metala po metalu, dok je kod

Utrošak metala kod mokrog mlevenja je nekoliko puta veći nego kod suvog mlevenja. Gvožđe se rastvara u vodi kao $\text{Fe}(\text{OH})_2$ i pri tome se unosi vodonik u pulpu razlaganjem H_2O . Utrošak metala se znatno povećava mlevenjem u kiseloj sredini, naročito kada je vrednost pH niža od 5,5.

Mereujem je konstatovano da potencijal pulpe pri mokrom mlevenju može biti pozitivan (+) prema omotu mлина i iznosi 1/2 V. Usled ove razlike u potencijalu pulpe i tela mлина pojačava se korozija metala a s tim i utrošak metala pri mlevenju.

Kugle kao drobeća tela upotrebljene u suvom mlevenju su pokrivene rupicama i ogrebotinama, koje su u proseku od 3—5 mikrona u širini i oko 1—3 mikrona po dubini. A kugle, upotrebljene pri mokrom mlevenju, imaju glatku površinu, što ukazuje na važnost korozije prouzrokovane rastva-

ranjem, što u krajnjoj liniji znači i veći utrošak metala pri mlevenju.

Na osnovu izvršenih ispitivanja utvrđena je veza zavisnosti indeksa abrazivnosti do-tičnog materijala i utroška metala i to u relaciji:

$$2,3 A_t = \text{lb/kWh}$$

U tablici 6 daje se prikaz pojedinih mernih vrednosti abrazivnosti na nekim mineralnim sirovinama.

Tablica 6

Materijal	n	s	W _t	P	A _t
Krečnjak	9	2,70	11,7	—	0,0320
Dolomit	5	2,70	—	—	0,0160
Magnezit	3	3,00	—	—	0,0783
Kvarcit	3	2,70	17,4	—	0,7751
Granit	11	2,72	16,6	14,630	0,3880
Šljunak	4	2,68	15,4	12,950	0,2879
Teški sulfidi	10	3,56	11,4	12,000	0,1284
Ruda Cu	24	2,95	11,7	12,700	0,1472
Hematit	7	4,17	8,5	13,450	0,1647
Magnetit	2	3,70	13,0	—	0,2217

gde je:

n — broj prosečnih proba

s — prosečna specifična težina materijala

W_t — prosečni radni indeks

A_t — prosečni indeks abrazivnosti

P — prosek mikrona.

Korelacija između indeksa abrazivnosti i radnog indeksa je veoma slaba, iako bi se mogla očekivati neka veća zavisnost. Indeks abrazivnosti je parametar efikasnosti tvrdoće materijala na trenje pri vrednosti tvrdoće 500 Brinell-a, a radni indeks je parametar otpornosti na lomljenje materijala.

Utrošak metala pri mokrom mlevenju kod mlinova sa šipkama je za 15—40% veći nego kod mlinova sa kuglama. Utrošak metala pri drobljenju sa valjcima je oko 2 puta veći nego kod kružnih i čeljusnih drobilica. Utrošak metala kod drobilica je za

oko 75% veći nego kod mlinova pri suvom mlevenju.

Sve ove konstatacije su dokazane eksperimentalnim putem i proverene u industrijskoj praksi. Na osnovu ovih podataka može se konstatovati, da je najmanji utrošak metala kod mlinova sa suvim mlevenjem, što je veoma važno radi troškova mlevenja, a posebno radi kvaliteta samlevenog materijala, jer je prisustvo metala (gvožđa) nepoželjno a u pojedinim slučajevima i štetno.

Vazdušni klasifikatori i separatori

Vazdušnom klasifikacijom naziva se podela materijala u vazdušnoj struji na nekoliko klasa krupnoće. Aparati koji koriste klasifikaciju zrna u vazdušnom toku, a primenjuju se za odvajanje neželjenih primesa, ako se ove razlikuju po specifičnoj težini ili veličini zrna, nazivaju se vazdušnim separatorima.

Vazdušni separatori i klasifikatori se dele na dve osnovne grupe: mehanički vazdušni separatori sa zatvorenim kretanjem vazduha i ugrađenim ventilatorom unutar uređaja i protočni separatori i cikloni, koji koriste vazdušni tok iz samostalnog ventilatora van separatora.

Vazdušni klasifikatori se primenjuju za razdvajanje fino samlevenog materijala sa česticama manjim od 0,1 mm i manje tj. u onom slučaju kada za klasifikaciju ne mogu da se koriste sita sa odgovarajućim mrežama. Vazdušni klasifikatori se naročito upotrebljavaju, kada materijal treba zagrevati, pošto zagrejani vazduh istovremeno služi i za klasifikaciju materijala.

Postoji znatan broj raznovrsnih konstrukcija vazdušnih klasifikatora i separatora, a uglavnom se mogu razlikovati sledeći tipovi:

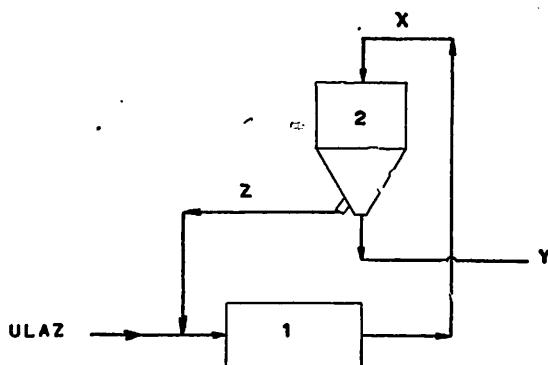
— gravitacioni klasifikatori sa horizontalnim kretanjem vazduha

- gravitacioni klasifikatori sa ulaznim vazdušnim tokom u centralni deo aparata
- krivolinijski-inercioni klasifikatori
- spiralni protočni klasifikatori
- mehanički klasifikatori, koji vrši grubo klasiranje dejstvom centrifugalne sile
- protočni mehanički klasifikatori.

Kapacitet separatora uglavnom zavisi od veličine čestica koje treba odvajati, njihove specifične težine, veličine odnosno konstrukcije aparata kao i intenziteta toka vazdušne struje.

Vazdušni separatori u većini slučajeva rade neprekidno u zatvorenom krugu mlin-vazdušni separator. Da bi se proračunao kapacitet vazdušnog separatora potrebno je znati sledeće podatke o materijalu, koji se usitnjava i klasira tj. koji kruži u neprekidnom ciklusu. Ako uzmemo da je:

- X — ulazni materijal u separator (tona)
- Y — finalni proizvod-samleveni materijal (tona)
- Z — jalovina-povratni materijal iz vazdušnog separatora (tona)
- A — % finog materijala u ulazu X
- B — % finog materijala u jalovini Z
- C — % finog materijala u finalnom proizvodu Y.



Sl. 1 — Šema rada mlin — vazdušni separator u zatvorenom ciklusu
1 — mlin sa kuglama; 2 — vazdušni separator; X — ulaz u vazdušni separator; Y — finalni proizvod (samleveni materijal); Z — jalovina — povratni materijal iz vazdušnog separatora.

Fig. 1 — Mill-air separator operation flowsheet in a closed circuit.

Onda se pod izrazom »% finog« podrazumeva težinski udeo čestica do zahtevane granice krupnoće.

Kako se u praksi primenjuje više tehničkih šema rada mlin — vazdušni separator, dat je prikaz šeme koja se najčešće primenjuje (sl. 1). Posmatrajući šemu posle izvršenog analitičkog proračuna toka kretanja materijala, mogu se izvesti formule za proračun pojedinih elemenata i kapacitet vazdušnog separatora.

Ako se vrednost Y izračunava prema vrednostima X, A, B, C dobija se niz jednačina:

$$Z = X - Y$$

$$Y + Z = X$$

Posle zamene za Z dobija se:

$$Y + (X - Y) = X$$

Ako se izvrši proračun, koliko ima procenata fino samlevenog materijala u pojedinim proizvodima koji kruže, tj. ako se izmnože vrednosti $A \cdot X$, $C \cdot Y$, $B \cdot Z$ i zamene u datim jednačinama dobija se:

$$CY + B(X - Y) = AX$$

$$CY + BX - BY = AX$$

$$CY - BY = AX - BX$$

$$Y(C - B) X(A - B)$$

Iz ove jednačine može se dobiti izraz za X i Y:

$$Y = \frac{X(A - B)}{(C - B)} \quad (1)$$

$$X = \frac{Y(C - B)}{(A - B)} \quad (2)$$

Ako je

$$Z = X - Y$$

a znamo da Z zavisi od efikasnosti odvajanja u vazdušnom separatoru i odnosa količine ulaznog materijala prema količini finalnog samlevenog proizvoda, efikasnost

odvajanja u vazdušnom separatoru može se prikazati formulom:

$$E = \frac{C \cdot Y}{A \cdot X} \quad (3)$$

Ako sa R označimo odnos ulaznog materijala u vazdušni separator i finalnog proizvoda iz vazdušnog separatora dobija se izraz:

$$R = \frac{X}{Y} \quad (4)$$

Ukoliko se dalje izvrši zamena u formuli (3) dobijenim vrednostima za X i Y formulama (1) i (2) dobija se sledeća formula za efikasnost u vazdušnom separatoru:

$$E = \frac{C(A - B)}{A(C - B)} \quad (5)$$

Isto tako, ako se u formuli (4) izvrši zamena vrednostima iz formula (1) i (2) dobija se:

$$R = \frac{(C - B)}{(A - B)} \quad (6)$$

Daljom transformacijom navedenih šest formula mogu se izvesti formule koje se mogu praktično iskoristiti:

$$B = \frac{AC(1 - E)}{C - A \cdot E} \quad (7)$$

$$R = \frac{C}{AE} \quad (8)$$

$$X = \frac{CY}{AE} \quad (9)$$

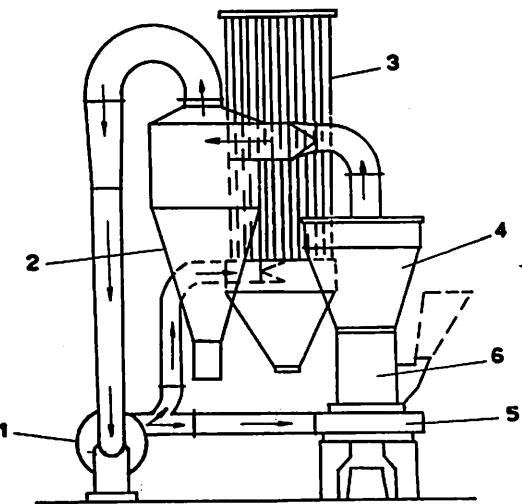
$$Y = \frac{AXE}{C} \quad (10)$$

Na osnovu izvedenih i prikazanih formula može se vršiti proračun količina i kvaliteta materijala koji se odvaja u vazdušnom separatoru.

Zaključak

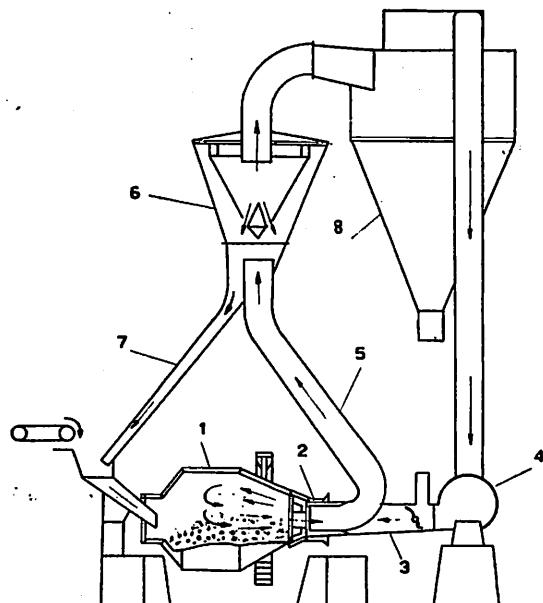
Prema iznetim podacima u dosadašnjem izlaganju može se zaključiti da postoji više tehnoloških postupaka suvog mlevenja mi-

neralnih sirovina i da je kod svih zajedničko to, što u zatvorenom ciklusu rade i uređaj za mlevenje i uređaj za klasiranje semevenog materijala.



Sl. 2 — Šema rada mlina „Raymond” (zatvoren ciklus).
1 — ventilator; 2 — ciklon; 3 — filter komora sa vrećicama; 4 — prolazni vazdušni separator; 5 — vazdušni kolектор; 6 — radni prostor mlina.

Fig. 2 — „Raymond” mill operation flowsheet (closed circuit).



Sl. 3 — Šema rada mlina sa kuglama (sa pneumatskim transportom)
1 — konični mlin sa kuglama; 2 — otvor za pražnjenje mline; 3 — specijalna mlaznica; 4 — ventilator; 5 — cev za odvod materijala; 6 — vazdušni separator; 7 — cev za povratni materijal; 8 — ciklon za samleveni proizvod.

Fig. 3 — Ball Mill operation flowsheet (with pneumatic transport).

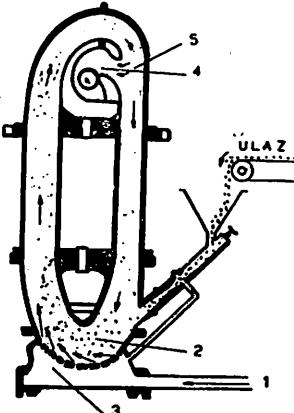
U industrijskoj praksi našli su najveću primenu mlinovi sa kuglama, a zatim mlinovi sa valjcima za mekše materijale. Poslednjih nekoliko godina u SAD je veoma raširena primena mlinova sa strujnom energijom. Posmatrano u celini, problem suvog mlevenja i klasiranja samlevenog materijala iz naših nalazišta nemetalnih mineralnih sirovina, a na osnovu podataka iz literature i podataka o izvršenim ispitivanjima na pojedinim mineralnim sirovinama, može se smatrati da postoje, uglavnom, tri mogućnosti prilaska ovom problemu:

- suvo mlevenje mekih nemetalnih mineralnih sirovina (talk, pirofilit, kreida, kaolin) u mlinovima sa valjcima, koji rade u zatvorenom krugu sa protičnim vazdušnim klasifikatorom (sl. 2)
- suvo mlevenje srednje tvrdih i tvrdih mineralnih sirovina u mlinovima sa kuglama, koji rade u zatvorenom krugu sa vazdušnim klasifikatorima (sl. 3)
- suvo mlevenje svih nemetalnih mineralnih sirovina u mlinovima sa strujnom energijom, kada se traži visok stepen finoće mliva samlevenog materijala do 5, 3 ili pak i do 1 mikron (sl. 4).

Izbor uređaja za suvo mlevenje treba da se vrši na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja, koji su provereni poluindustrijskim probama. Od posebnog je značaja da se pri tome utvrde:

- uticaj fizičko-hemijskih osobina mineralne sirovine na kapacitet mašina i uređaja u zavisnosti od finoće mliva samlevenog materijala
- utrošak energije za mlevenje (kWh/t) mineralne sirovine do potrebne finoće mliva
- utrošak metala tj. obloga mлина i drobećih tela, izraženo u kg/kWh za svaku pojedinu sirovinu
- uticaj vrste i tipa mašine i uređaja na kvalitet i finoću mliva samlevenog materijala.

Na osnovu toga može se zaključiti da suvo mlevenje nemetalnih mineralnih sirovina ima veoma široku primenu za usitnjavanje-mlevenje materijala za potrebe pojedinih grana industrije. U poslednje vreme uvođenjem novih tehnoloških postupaka u pojedine grane industrije, ukazuje se još veća potreba za suvim mlevenjem nemetalnih mineralnih sirovina, pošto se zahteva da materijal bude suv i usitnjen do ispod 10 mikrona.



Sli. 4 — Šema rada mлина sa strujnom energijom.
 1 — ulaz za komprimirani vazduh ili vodenu paru; 2 — komora za mlevenje; 3 — mlaznice; 4 — otvor za gotov proizvod i fluid; 5 — klasifikator.

Fig. 4 — Fluid energy mill operation flow-sheet.

SUMMARY

Dry Grinding of Non-metallic Raw Minerals

D. Ivanković, min. eng. — M. Čeh, min. eng.*)

Dry grinding of non-metallic raw minerals is performed in special grinding plants. Both machines and equipment which are used for this purpose are also of a special

*) Dipl. ing. Dragorad Ivanković, viši stručni saradnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.
 Dipl. ing. Miomir Čeh, stručni saradnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

construction. Thus dry grinding and air separation are specific in respect to the other ore dressing problems.

Having in mind dry grinding and air separation needs in Yugoslavia, this paper deals with basic data of dry grinding, where emphasis is put on grinding of raw minerals required in ceramic industry, fillers, chemical industry and as insecticides. The required particles fineness of ground material for the above mentioned industries is usually 99% minus 60 microns, and in some cases it is necessary to obtain the fineness of 99% minus 45 microns, so that the participation of particles under 10 microns must be as high as possible (40—60%). The chemical industry requires the fineness of 90% minus 10 microns with the determined quantity of extra fine particles of 1, 2, 3 and 5 microns.

Mills' classification is given in this paper with the special pointing on the calculation for tube mills. The operation of fluid energy mills (Jet Mills) is given in detail. The paper also treats operation of separators, as well as calculation used for working out of both quality and quantity of the product.

Literatura

- Akunov, V. I., 1957: Sovremennye vibracionye izmelčiteli bez meljuščih tel. — Promstrojizdat, Moskva.
- Bulavin, I. A., 1962: Mašiny dlja proizvodstva tonkoj keramiki. — Mašgiz, Moskva.
- Bulavin, I. A., Sapožnikov, A. J., 1951: Mašiny i aparaty silikatnoj promyšlenosti (II). — Promstrojizdat, Moskva.
- Bulavin, I. A., Silenok, C. G., 1959: Mašiny dlja proizvodstva stroiteljnyh materialov. — Mašgiz, Moskva.
- Catlin, A. W.: Formulas Applicable to Air Separation. — Reprinted from Rock Products.
- Fuerstenau, D. W., Sullivan, D. A., 1961: Size Distributions and Energy Consumption in Wet and Dry Grinding. — Trans. amer. inst. mining, New York.
- Ottley, D. J., 1962: Size Reduction a Symposium. — »Min. Mag.« 106.
- Taggart, A. F., 1945: Handbook of Mineral Dressing, Wiley.
- Taggart, A. F., 1951: Elements of Ore Dressing, Wiley.
- Comminution, Mine Quarry Engng. 24 (1958) 1.



Elementi beskontaktnih logičkih kola u automatici rudničkih postrojenja

(sa 11 slika)

Dipl. ing. Ljubisav Petrović

Iako se o opštim problemima i značaju automatike, kako u društvenom tako i ekonomskom pogledu, dosta pisalo, stručno, tj. tehničko razmatranje problema automatizacije specifičnih pogona još uvek je potrebno.

Ukazacemo na neke konkretnе prednosti koje se dobijaju uvođenjem beskontaktnih logičkih elemenata u pomoćnim i upravljačkim strujnim kolima rudničkih postrojenja.

Automatizacija pojedinih rudničkih postrojenja utiče na:

- povećanje sigurnosti u radu procesa i postrojenja;
- cenu uređaja;
- dimenzije uređaja;
- vek trajanja uređaja.

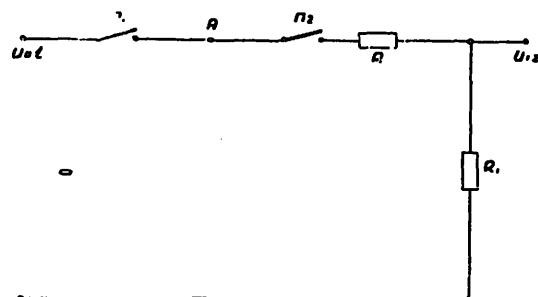
Postavljanje strogih tehničkih propisa u elektrifikaciji pa, prema tome, i u automatici rudničkih postrojenja, uslovilo je korekcije pojedinih parametara kod već realizovanih klasičnih rešenja relejne automatike. Ovim se, pre svega, želelo povećanje sigurnosti u radu automatizovanih procesa.

Sva rešenja su, uglavnom, išla u dva pravca. Prvo, da se svi električni spojevi i kontakti zatvore u masivne razvodne baterije, a drugo, da se po cenu komplikovanja električnog kola dodaju novi takozvani sa-mosigurnosni elementi. Kod prvog slučaja treba razlikovati dve stvari, tj. da li se radi o spoju kablova za distribuciju električne snage, o čemu se ovde ne govori, ili o spojevima pomoćnih strujnih kola i njihovo-vezi sa mernom aparaturom i instrumentima kao i pokretnim kontaktima koji se nalaze na relejima i služe za otvaranje i zatvaranje strujnih krugova. Ovi kontakti zahtevaju naročitu pažnju. Pokazalo se je, da svaki kontakt, bilo da je fiksno mesto račvanja strujnih kola, ili da je pokretan kao što je slučaj kod releja koji ima ulogu električnog prekidača, predstavlja potencijalnu mogućnost za pojavu električne varnice koja može da izazove požar, eksploziju ili katastrofu u rudniku, a naročito tamo gde su veće koncentracije zapaljive prašine i gasova.

Ovom problemu se zadnjih godina u svetu poklanja velika pažnja. Razvijene su po-

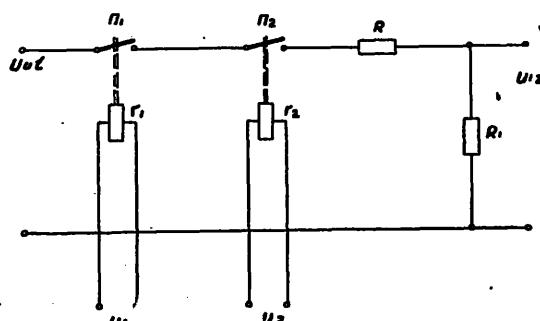
sebne statističke metode pomoću kojih se određuje verovatnoća paljenja gasova i prahine u jamama u zavisnosti od jačine struje u provodnicima, struje kratkog spoja i pojave električne varnice. Za nas je važna činjenica, da verovatnoća pojave katastrofe u rudničkoj jami raste sa brojem priključnih mesta odnosno učestalošću pojave električne varnice. Sa druge strane, broj priključnih mesta raste sa brojem ugrađenih elemenata. Jedna druga analiza pokazuje da mogućnost za ispadanje uređaja iz eksploracije eksponencijalno raste sa brojem ugrađenih elemenata.

Kao što je već navedeno, sva rešenja data u okviru klasične automatike išla su u pravcu povećanja zapremine zaštitnih elemenata i komplikovanja električnog kola. A šta su ona dalje donela? Upotreboom samosigurnosnih elemenata povećao se broj priključaka, ali je s tim povećana verovatnoća



Sl. 1 — I — kolo.

Fig. 1 — I circuit.



Sl. 2 — Relejno I—kolo.

Fig. 2 — I circuit of the relay.

ispadanja uređaja iz eksploracije, a sa druge strane, ukupna zapremina zaštitne baterije nužno je porasla i ne samo da je povećala cenu uređaja, već je zauzela dragocen rudnički prostor. Prema tome, uporedo sa popravljanjem jednih parametara kola, došlo je do pogoršanja drugih. Mada mehanički čvrsta zaštita povećava ukupnu težinu, ali ne i zapreminu, ipak se danas ona naumeće kao jedino rešenje u zaštiti od mehaničkih udara i eksplozije gasa u razvodnim baterijama. Ovaj vid zaštite zadržće se i u sledećim rešenjima, ali sa drastično smanjenom zapreminom. U okviru reljene automatičke tu nije ništa bitnije moglo da se izmeni. Međutim, danas, korišćenjem beskontaktnih elemenata stvari su se temeljno izmenile.

Upotrebom beskontaktnih strujnih kola rešavaju se ne samo već navedeni problemi nego i niz drugih, koji dovode do poboljšanja parametara celokupnog uređaja, kao što je smanjenje vremenske konstante, povećanje brzina reakcije i uprošćenje šema strujnih kola.

Uporedna analiza će najbolje ukazati na tehničke i ekonomске prednosti beskontaktnih strujnih kola nad kontaktanim. Zato izaberimo jedan konkretan zadatak. Neka se pomoću dva nezavisna prekidača u jednom prostom strujnom kolu dobija signal u obliku napona na izlazu pod uslovom da na ulazu postoji napon.

Kolo pomoću koga može da se realizuje ovaj zahtev prikazano je na sl. 1.

Na izlazu se pojavljuje signal samo ako su u isto vreme zatvoreni prekidači Π_1 i Π_2 . Tada kroz otpornike R i R_1 protiče struja, a na izlazu se pojavljuje napon U_{iz} . Ako se zatvori samo prekidač Π_1 , tačka A se nalazi pod naponom ali kroz kolo ne protiče struja, jer je prekidač Π_2 otvoren. Ako je, pak, otvoren prekidač Π_1 a prekidač Π_2 zatvoren, onda se tačka A ne nalazi pod naponom i kroz kolo takođe ne protiče struja, te na

izlazu nema signala (napon na izlazu je pad naponu na otporniku R_1).

Uzmimo sada, da se prekidači zatvaraju preko pomoćnih strujnih kola koji se u kontaktnoj automatici rešavaju uvođenjem releja. Tada su Π_1 i Π_2 normalno otvoreni kontakti pomoćnih releja r_1 i r_2 . To znači, da bi se zadatok, prikazan na sl. 1, mogao da reši ovim putem, treba ugraditi dva releja, kako je to prikazano na sl. 2.

Da bi se za navedeni slučaj obezbedilo prisustvo napona na izlazu, tj. da je $U_{l_z} \neq 0$, potrebno je aktivirati r_1 i r_2 iz posebnih izvora, pošto je zadatok zahtevao nezavisno zatvaranje prekidača odnosno kontakta. Dovođenjem napona U_1 aktivira se reles r_1 usled čega se zatvara kontakt Π_1 . Isto izlaganje važi i za Π_2 .

Prema tome, samo dok postoji jednovremeno prisustvo napona na U_1 i U_2 , tj. dok su istovremeno zatvoreni kontakti Π_1 i Π_2 postojaće signali na izlazu, odnosno izlazni napon U_{l_z} .

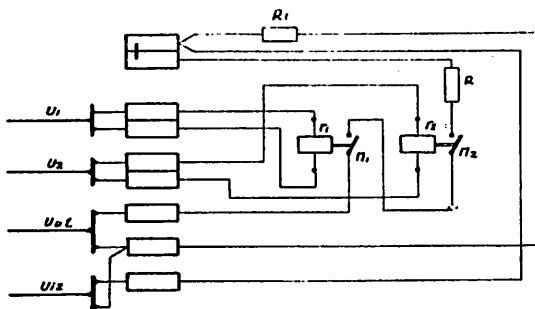
Da bi se realizovalo ovakvo strujno kolo treba, osim releja r_1 i r_2 , obezbediti dva naponska izvora U_1 i U_2 za upravljanje reljima, kao i prisustvo napona na ulazu U_{ul} . Kao što se na sl. 2 vidi, tu postoje tri nezavisna strujna kruga.

Ako se za tehničku realizaciju ovoga kola koriste pomoćni releji tipa PR_g proizvod »Iskra« — Kranj, tonda je za svaki reles sa kućištem i podnožjem potreban prostor: $35 \times 47 \times 73 \text{ mm}^3$, ili za oba relesa oko 240 cm^3 . Kako cena jednog relesa ovoga tipa iznosi najmanje 5.500.— dinara to ne računajući ostale pomoćne elemente (provodnike, otpornike i dr.) ukupna cena ovog relejnog prekidača iznosi 11.000.— dinara.

I pored toga što ova vrsta relesa ima kućište od polistirola, u kome se nalaze pokretni kontakti, tako da pojavi električne varnice manje snage ne može da izazove požar ili eksploziju, potrebno je iz drugih

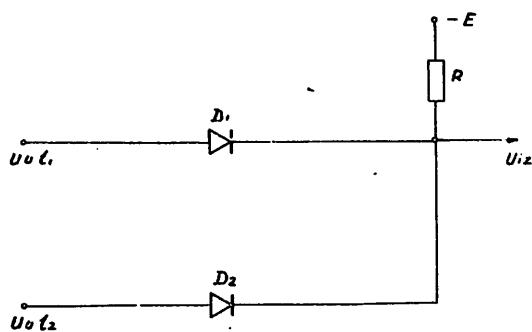
razloga oba relesa postaviti u razvodne baterije. Prvo, sam polistirol nije dovoljno zaštitno sredstvo od požara, i drugo, podnožje relesa ima veći broj priključnih kontakta na kojima može da se pojavi električna varnica, pošto se pojedini ili svi kontakti nalaze pod naponom.

Vek trajanja ovoga tipa relesa zavisi od više faktora. To su: vek trajanja kontakta, koji zavisi od opterećenja, tj. od snage upravljačkog kola; zatim, od vrste struje, tj. da li je upravljačka struja jednosmerna ili naizmenična; i na kraju, od učestalosti uklapanja glavnog strujnog kola (koje se zatvara preko kontakta Π_1 i Π_2 — sl. 2). U toku normalne eksplatacije reles tipa PR_g ne sme da ima više od 3.000 uklapanja na sat. Sa druge strane, ukupan broj uklapanja relesa kreće se od 100.000 do 1.000.000, i stoji



Sl. 3 — Montažna šema relejnog I-kola.

Fig. 3 — I circuit of the realy erecting scheme.



Sl. 4 — Poluprovodničko I-kolo.

Fig. 4 — Semiconducting I circuit.

približno u obrnutoj сразмери са snagом главног струјног кола. За кола са наизменичном струјом, према подацима из фабричког каталога, опсег промене ове снаге креће се пribližno од 0 VA до 2 kVA. За средњу snagu opterećenja (снага главног струјног кола) тј. за 1 kVA највећи број уključivanja је око 110.000 те се максималним рејзимом рада од 3.000 уključivanja на сат век trajanja releja ограничава на svega 37 часова.

Iako je наведени slučaj у неку руку екстреман и сасвим се ретко догађа у нормалној техничкој практици, он ипак указује на минималну временску експлоатацију помоћног releja за изабрану snagu уključivanja. Ако се оба releja у струјном колу на сл. 2 користе са frekvencijom од 100 уključivanja на дан, тј. у све три радне смене (24 часа) што је mnogo bliže практици, онда ће ukupan

век trajanja releja бити 3,7 година, подразумевajući да је главно струјно коло оптрећено средњом snagом од 1 kVA.

У пројектним задацима, нарочито оним где се захтева daljinsko komandovanje, дужина каблова знатно утиче не само на цену коштанаја већ у специјалним случајевима и на темелјну промену радних услова, услед пада напона у каблу. Погледајмо шта захтева струјно коло на сл. 2, у вези избора кабла. На сл. 3 приказана је монтажна електрична схема овога кола.

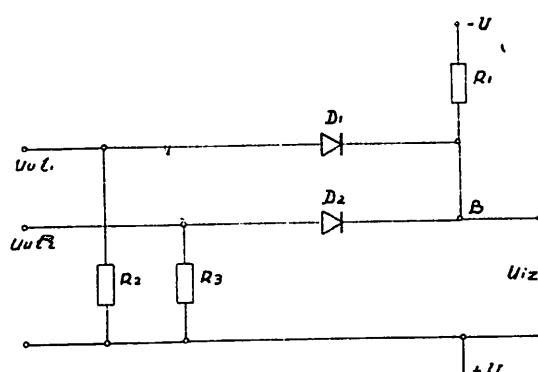
Као што се вidi, за ово коло су потребна два dvožilna i jedan trožilni kabl sa zajedničkim проводником на улазу и излазу или четири dvožilna kabla, како би се на тај начин улаз и излаз потпуно одвојили.

На крају, да видимо још две особине помоћног releja типа PRg. Отпор затвореног контакта није већи од $10 \text{ m } \Omega$, тако да је пад напона на kontaktima при протicanju максималне dozvoljene struje od 5 A свега 50 mV. Potrošnja овог releja iznosi oko 2,8 W.

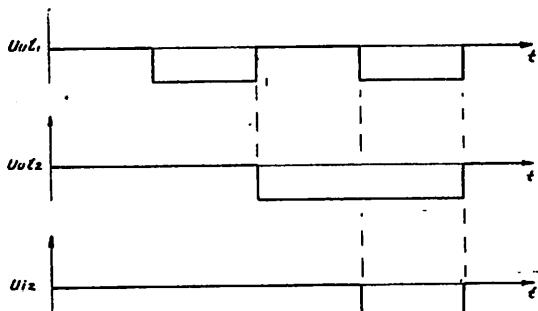
Izlazni napon односно сигнал на излазу струјног кола, приказаног на сл. 1, који се добија по затварању прекидача Π_1 и Π_2 , може да се оствари и помоћу једног другог tzv. бесkontактног прекидачког кола, које је приказано на сл. 4, или njegovog модификованог вида који се чешће примењује у практици које је приказано на сл. 5.

Струјно коло на сл. 5 (или 4) функционише на sledeći начин: ако се на улаз струјног кола дovede negativan napon U_{ul1} који је по апсолутној вредности већи од негативног напона у тачки B, тј. од напона батерије U на излазу из струјног кола, неће бити сигнала. Исто ће бити, ако се овај napon priključi на U_{ul2} (под условом да на U_{ul1} нема сигнала).

Медутим, ако се на оба улаза U_{ul1} , i U_{ul2} дovedu напони, који одговарају наведеном услову, онда ће се на излазу струјног кола појавити сигнал.



Sl. 5 — Poluprovodničko I—коло са два otpornika.
Fig. 5 — Semiconducting I circuit with two resistances.



Sl. 6 — Vremenski dijagram I—коло.
Fig. 6 — Time diagram of I circuit.

Treba naglasiti da se otpornici moraju tako proračunati da je $R_1 \gg R_2$, $R_2 = R_3$, a da diode D_1 i D_2 imaju identične karakteristike. Ovi uslovi su nužni da bi se potencijal tačke B održao praktično na istom nivou, kada provodi jedna ili obe diode. Na sl. 6 prikazana je, zavisnost promene signala napona na izlazu strujnog kola od promene napona na ulazu u funkciji vremena.

Kao što se vidi, na izlazu iz strujnog kola pojavljuje se napon samo onda, ako u isto vreme postoje naponi na oba ulaza, koji odgovaraju već navedenim uslovima.

Ovako tehnički realizovanim strujnim kolom, čiji je zadatak postavljen još na sl. 1, dobijaju se, kako u tehničkom tako i u ekonomskom pogledu, znatne prednosti u odnosu na strujno kolo sa prekidačima upravljanim preko kontaktnih releja (sl. 2). Ako se kao kontakti prekidači koriste germanijumske slojne diode AY 230 proizvodi Ei — Niš, čija je cena 2.650 dinara po komadu, i otpornici proizvod RI ili »Iskra«, onda je ukupna cena ovog kola ne računajući cenu provodnika i otpornika 5.300 dinara.

Kao što se vidi, cena poluprovodničkog tzv. »I«-kola je za oko 50% niža u odnosu na »I« kolo realizovano pomoću releja tipa PRg. Što se tiče zapremine koju zauzima poluprovodničko kolo, pri izboru navedenih dioda i otpornika, potreban je prostor od oko 35 cm^3 , što je za oko 6,5 puta manje u odnosu na rešenje kontaktnim relejima. U pogledu ukupnog vremena eksploracije, tj. veka trajanja uređaja, poluprovodnički elementi imaju praktično neograničeno vreme trajanja pod normalnim uslovima rada (oko 15 godina) tako da i ovo upoređenje sa reljnim kolom daje prednost rešenju pomoću poluprovodnika.

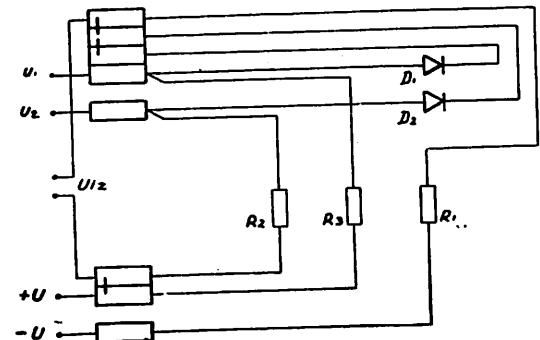
Otpor germanijumske diode u propusnom smeru iznosi oko $0,03 \Omega$, te je za struju od 5 A pad napona na diodi manji od 0,5 V. Kao i u prvom slučaju i kod poluprovodnič-

kog rešenja prikazanog na sl. 5 pomoću montažne električne šeme može da se ustanovi broj i vrsta potrebnih kablova za slučaj daljinskog komandovanja. Montažna šema za poluprovodničko »I«-kolo prikazana je na sl. 7. Očigledno je da su potrebna samo 3 dvožilna kabla, te se i na taj način postiže ušteda u odnosu na relejno rešenje (oko 500 do 1.000 dinara po metru kabla, zavisno od vrste).

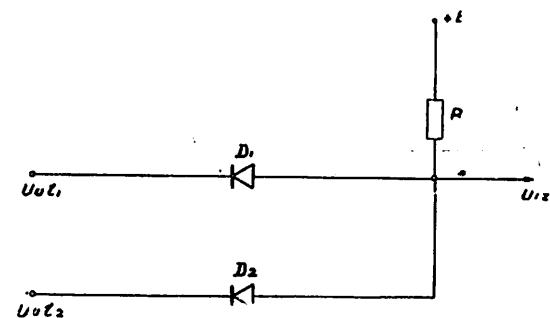
Kako poluprovodnički elementi nemaju posebnih strujnih krugova, ukupna potrošnja poluprovodnice diode uslovljena je samo padom napona na diodi pri direktnoj polarizaciji, i nešto je veća od reda veličine gubitaka snage na kontaktima releja.

Svi navedeni parametri prikazani su uporedno na tablici 1.

Iz šeme na sl. 5 vidi se da je strujno kolo sa poluprovodničkim diodama električ-



Sl. 7 — Montažna šema poluprovodničkog I—kola.
Fig. 7 — Semicconducting I circuit erecting scheme.



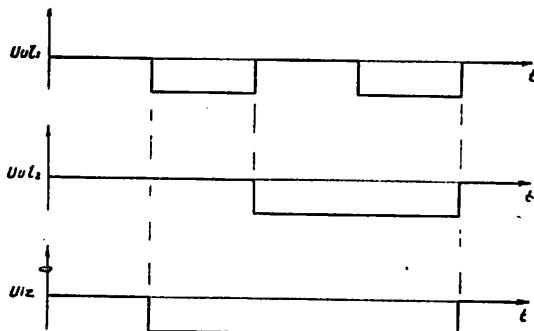
Sl. 8 — ILI—kolo.
Fig. 8 — ILI circuit.

ki jedinstveno i da sadrži samo pet elemenata (dve diode i tri otpornika), dok kolo na sl. 2 ima šest elemenata (dva tela releja, dva otpornika i dva kontakta), koji se smatraju slabim mestima električnih uređaja. To znači, da je za kolo prikazano na sl. 2 verovatnoća ispadanja iz eksploatacije veća nego kod kola prikazanog na sl. 5.

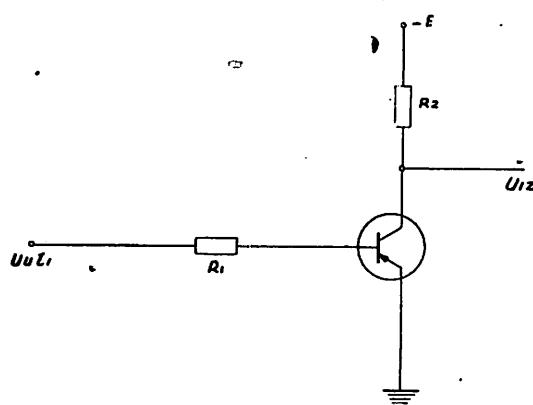
Tablica 1

Cena	Vreme trajanja godina	Dimen-zije, m ³	Pad napona	Kabl	Potrošnja, W
Relej			2 x 2 i 50 mV na 1 x 3 kontaktu ili 4 x 2		
11.000	3,5	240			2,8
Polupro-vodnik					
5.300	15	35	0,5 V	3 x 2	0,75

Navedeni primer, i pored toga što predstavlja sasvim uprošćen slučaj, nije i ne



Sl. 9 — Dijagram ILI-kola.
Fig. 9 — Diagram of ILI circuit.



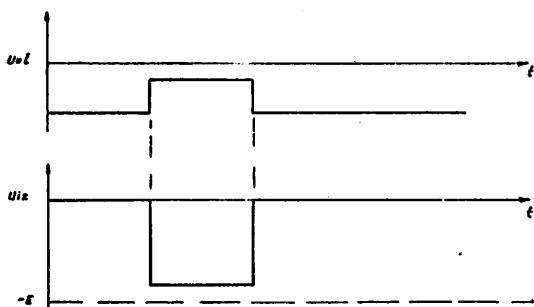
Sl. 10 — Sema tranzistorskog NE-kola.
Fig. 10 — Scheme of transistor HE circuit.

može da bude merilo za sagledavanje opštih prednosti beskontaktnih elemenata nad reejnim. Međutim, i ostala rešenja koja mogu da se pojave i koja se već pojavljaju kod automatizacije rudničkih postrojenja pokazala bi sličnu sliku. Sada se u sasvim skromnim razmerama priprema nekoliko projekata za laboratorijska ispitivanja onih problema koji su jednostavniji, a često se susreću pri automatici rudničkih postrojenja.

Kada uslovi budu sazreli, za svako konkretno rešenje biće priložena uporedna analiza sa do sada rešenim slučajevima pomoću kontaktne automatike. Treba očekivati da će ova rešenja najpre biti data za automatizaciju pumpnih stanica a zatim za transportere.

Praktično korišćenje teoretskih rezultata logičke algebre, nastalo je još u eri širokog korišćenja kontaktnih (relejnih) elemenata u pomoćnim glavnim strujnim kolima za upravljanje, regulaciju i automatizaciju. Fundamentalne teoretske postavke ove matematičke discipline date su i razvijale su se potpuno nezavisno od stanja i razvoja elektrotehnike. Još tačnije, istorijski se ranije javlja Bulova algebra, iz koje se tek kasnije razvija algebra logičkih kola, od pojave prvih konstruktivnih elemenata za realizovanje ovih kola tj. prekidača, releja, i danas široko razvijenih beskontaktnih elemenata izrađenih na bazi poluprovodnika i ferita.

Kao i ostale matematičke discipline tako i matematička logika ima svoje aksiome, de-



Sl. 11 — Dijagram NE-kola.
Fig. 11 — Diagram of NE circuit.

finicije teoreme i algoritme, i operiše za sada sa ograničenim brojem funkcija, koje su date obično kao: dizjukcija, implikacija, ekvivalencija, konjukcija, funkcija Šefera i funkcija Dagera.

Pomoću ovih osnovnih funkcija i drugih koje su iz njih izvedene operiše se u matematičkoj logici. Za praktično izvođenje i realizovanje električnih kola u okviru problematike upravljanja i automatičke u osnovi služe tri-prosta električna kola.

To su »I«-kolo; »ILI«-kolo i »NE«-kola.

Strujno kolo prikazano na sl. 1 zove se u algebri logičkih kola »I«-kolo. A osim nje, koriste se i druga osnovna kola, to su »ILI« kolo, »NE«-kolo, i druga koja su iz ovih izvedena.

Šema »ILI«-kola prikazana je na sl. 8.

Kada ni na jedan ulaz ovoga kola nije doveden napon, na izlazu takođe nema signala, jer su obe diode »zatvorene« ($U_{ul_1} = 0$, $U_{ul_2} = 0$, $U_{iz} = 0$). Ako se na jednu ili drugu tačku ulaza dovede negativan impuls, dioda u odgovarajućoj grani reaguje i na njenom izlazu pojavljuje se, takođe, negativan signal. Na izlazu iz kola se pojavljuje sig-

nal i kada se na oba ulaza dovedu negativni potencijali. Signal na izlazu je i u ovom slučaju negativan. Promene napona u funkciji vremena na ulazu i izlazu kola prikazane su na dijagramu sl. 9.

»NE«-kolo se obično formira pomoću tranzistora. Jedna varijanta »NE«-kola prikazana je na sl. 10.

Ovo kolo radi na sledeći način: ako se na ulaz dovede potencijal zemlje ili pozitivan napon, tranzistor je zatvoren i na njegovom izlazu (U_{iz}) javlja se pojačan negativan signal. Obratno, ako je na ulazu priključen negativan napon, na izlazu nema signala.

Zavisnost napona na ulazu i izlazu »NE«-kola u funkciji vremena prikazana je na sl. 11.

Ovim kolima, kao i drugim koja su iz njih izvedena, mogu da se reše mnogi problemi u automatici rudničkih postrojenja. Treba naglasiti da se pomoću različitih poluprovodničkih ili uopšte beskontaktnih elemenata mogu da realizuju različiti stepeni automatizacije. O ovim i nekim konkretnim problemima biće reči u jednom od sledećih članaka.

SUMMARY

Elements of Contactless Logical Circuit in Automation of Mining Plants.

Lj. Petrović, el. eng.*)

Application of contactless semiconductive elements offers a range of advantages in relation to contacting elements in automation generally and separately in automation of mining plants. That is revealed beside the others in: greater safety operation, lower price, smaller consumption, smaller dimensions, longer life, simplified

*) Dipl. ing. Ljubisav Petrović, saradnik Zavoda za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd.

electric scheme and fewer number of elements. In case of remote comand (control), cables with hewer number of strands are used. A simple »I« circuit case is mentioned as an illustration, so that on actual example, corresponding features of contacting and contactless solutions could be compared.

L i t e r a t u r a

- Bunjko, V. A., 1962: Rudničnaja telemehanika i svjaz' — Gosgorethizdat.
- Ivanova, O. N. i dr., 1964: Sinzet elektronnyh shem diskretnogo dejstvija. — Izdateľstvo »Svjaz'«.
- Reljnik, M. A., 1961: Iskrobezopasnye sistemy i aparaty šahtnoj telefonoj svjazi. — Gosgortehizdat.
- Katalog za poluprovodnike RI — Niš — 1963.
- Katalog »Iskra« — Kranj za pomoćne releje PR.



Istaknuti rudari Srbije

1. Jevrem Gudović

Dr Vasilije Simić

U više navrata pisao sam, kako su ne-slavno prošla u rudarstvu Srbije prva četverica školovanih rudara: Đorđe Branković, Stevan Pavlović, Vasilije Božić i Stevan Đuričić. Međutim, sledeća četvorica, školovana uglavnom u Frajbergu, digla su se veoma visoko u državnom životu Srbije. Ona su bili ne samo stručnjaci u rudarstvu već i geolozi, graditelji prvih železničkih pruga; jedan od njih bio je matematičar i mehaničar i ospivao je Srpsku akademiju nauka. Drugi su zastupali državne interese u međunarodnim pregovorima. U državnoj službi dostigli su najviša zvanja. Trojica su bili i ministri, neki i po više puta, držeći uvek stručne resore.

Jevrem Gudović (1835—1900)

Bio je veoma ugledna ličnost u rudarstvu Srbije, iako je u njemu delovao isključivo kao administrator. Inženjerskim poslovima, tako reći, nije imao prilike da se bavi. Na rudarske studije otišao je septembra meseča 1855. godine, kad su nade u rudarstvo zemlje, i pored dotadašnjih neuspeha, bile još velike. Kad se vratio sa studija, rudarstva u Srbiji nije više ni bilo. Država je napustila rad u Majdanpeku, jedinom rudniku u zemlji. Senjski ugljenokop radio je u to vreme povremeno zbog vatre u jamama i veoma nepovoljnog transporta uglja, koji se tada još merio okama a prevozio volov-

skim kolima čak do Kragujevca. Kad je mladi Gudović zatražio službu, u rudarstvu Srbije bili su takoreći bez posla i četvorica prvih rudara, šemnički đaci Branković, Božić, Pavlović i Đuričić. I dobio je mesto u administraciji, kao i drugi inženjeri, pre i posle njega. Samo sa tom razlikom, što iz nje nije više nikada izašao. Morao se, hteo ili ne, kao inženjer početnik, baviti administracijom i tako je, kako to lepo veli njegov mlađi drug M. Marić za naše prve rudarske inženjere, »po kancelarijama malo po malo svoju struku« zaboravio.

Jevrem je rođen u selu Lukavcu, nedaleko od Valjeva 1835. godine. Njegov otac Pavle školovao se svojevremeno u Valjevu o trošku kneza Miloša. U 1828. godini bio je pisar kod prote Matije Nenadovića, zatim je služio kao sreski pisar i sreski načelnik. Mladi Gudović je osnovnu školu učio u Brankovini i Valjevu, gimnaziju u Šapcu (4 razreda) i Beogradu, završivši je 1852. godine. Za vreme školovanja u Beogradu stanovao je kod Stevana Pavlovića, rudarskog inženjera i sekretara rudarskog odeljenja. Upisao se je na licej i slušao najpre filozofiju, a zatim je prešao na prirodoslovno odeljenje i završio ga 1855. godine.

Drugu godinu liceja svršio je sa uspehom: moralna bogoslovija i teorija slovesnosti — odličan; fizika, hemija, jestestvena istorija, narodna ekonomija, finansije i francuski jezik — vrlo dobar; geometrija — do-

bar. Aprila meseca 1855. godine prijavio se za državnog pitomca i uputio je ministarstvu prosvete molbu:

Visokoslavno Počećitelstvo Prosveštenija!

S koncem meseca Junija ove godine svršavam jestestvoslovne nauke u liceju ovdašnjem, a između sviju slušani predmeta najveću naklonost imao sam i sad imam za Državne nauke, pa kako nema višeg zavedenja u otečestvu da bi se i dalje u tom usavršavati i izobražavati mogao, rad sam, počem i jezike Francuzki i Nemački u toliko već znam, da prevoditi i razumeti mogu, u strane zemlje nekoliko godina otici i sebi obširnija znanja nabaviti, kako bi posle bolje na polzu otečestva raditi i dejstvovati kadar bio. No budući da mi sobstvena sredstva za postizanje ove celji oskudevaju i moj otac u stanju nije, da bi me izdržavati mogao, tako urazumivši za blagorodnu nameru Visokog Praviteljstva našeg, da će neke od Licejski učenika šiljati u strane države na izučavanje pojedini struka nauka, zato ovim povodom i prilikom i dolazim s najvećom pokornošću umoliti Visokoslavno Počećitelstvo Prosveštenija, koje svaki napredak naroda i vospitanje mladi ljudi pred očima ima i to brižljivo na srcu nosi, da bi ono izvolilo i meni tu milost učiniti kako bi i ja na stranu otici i predpomenutim naukama odati se mogao; no pri tom ako Visokoslavno Počećitelstvo za shodno nađe i na drugu koju nauku poslati me, ja ču rado primiti i svakad gledati i jedinstvenu celj pred očima imati, da usugubivši trud, dostojan se pokažem onog blagodejanja, koje bi Visoko Praviteljstvo na mene izliti blagovolilo, a i o dosadanjem uspehu mom neka izvoli Visokoslavno Počećitelstvo uveriti se iz svideteljstva prošle školske godine ovde priloženog.

S najvećom nadeždom očekujući uspeha od ove ponizne molbe moje, prebivam

Visokoslavnog Počećitelstva

Najpokorniji sluga

Jefrem Gudović

Slušatelj III god. Jestestvoslovija

16. Aprila 1855. god.
u Beogradu

DA Min. prosv. 1855, f II. br. 8

Iako je želeo da studira »državne nauke«, a ako ne ove, onda »koju drugu nauku«, izabran je za rudarskog pitomca, zajedno sa Jovanom Jakovljevićem. Ministarstvo finansija bilo je za sebe rezervisalo tri stipendije po 350 talira godišnje, od kojih su dve bile za rudarstvo i jedna za šumarstvo.

Na studijama u Frajbergu Gudović je bio solidan učenik. Jula 1857. godine bio je podneo »10 komada svideteljstva o uspehu uče-

nja predmeta, iz koji se vidi, da isti Gudović osobito dobro uspeva«. Na drugome mestu čitamo da on »po podnošenim svideteljstvima svako prizrenije Praviteljstva zasluguje«. Kao marljivom studentu knez A. Karađorđević odobrio je 70 talira da u letu, za vreme odmora, ode do Harca i Liježa »gdi se kao što se navodi, posle englezki, najbolji gvozdeni majdani naode, koje će on pregledati«. Kako Gudoviću tehničke nauke nisu ležale na srcu, on je još za vreme studija osobitu pažnju poklonio pravnoj strani rudarstva. Iz jedne njegove ocene iz 1862. godine čitamo da je »na akademiji u Frajbergu u Kr. Saksoniji tehničko-rudne nauke uopšte, a posebno pravo i zakonoznanje rudno stekao«. Po svršetku studija znao je nemački, francuski i latinski jezik.

Rudarsku akademiju završio je uletu 1859. godine, ali nešto zbog porodičnih prilika, a nešto zbog prakse po nemačkim rudnicima i topionicama, službu je počeo tek 2. septembra 1860. godine zvanjem izvanredniog arhivara; 21. maja iduće godine učvršćuje se u arhivarskom zvanju, a pored toga stiče i dva nova: protokoliste i registratora u rudarskom odseku ministarstva finansija, čiji je šef bio Đorđe Branković. Na ovom poslu, koji je vršio marljivo i uspešno, tako da je dobio dobre ocene i zaslužio unapređenje, ostao je do februara 1862. godine. Tada je došlo do nekog nerazumljivog pomeranja između policijske i rudarske struke. Vasilije Božić »državni upravitelj« Majdanpeka premešten je u Negotin za pomoćnika načelnika okruga krajinskog. Na njegovo mesto u Majdanpeku premešten je Mata Krainić, pomoćnik podrinskog okružnog načelstva. Istim ukazom Jevrem Gudović je postavljen za pomoćnika »upraviteljstva« u Majdanpeku. Na ovome položaju Gudović je ostao do avgusta 1868. godine, kada je postavljen za privremenog upravitelja Majdanpeka, vršeći u isto vreme i policijsku vlast u gradu, jer je upravnik Majdanpeka imao rang okružnog načelnika. Smrću Đorđa Brankovića upražnjeno je mesto rukovodioca rudarstva u Srbiji i Gudović, kao najstariji rudar (Božić je tada služio u policiji) postavljen je 1870. godine za privremenog sekretara rudarskog odeljenja II klase u Beogradu.

O Gudovićevoj delatnosti u Majdanpeku nema nikakvih podataka. Preduzeće je u to vreme radilo povremeno. Francusko društvo, njegov prvi vlasnik, nije ni imalo nameru da radi ozbiljno. Zatim je došlo do kraha preduzeća, pa kratkotrajne državne uprave, dok najzad Majdanpek nije prešao u ruke engleskog kapitala. Gudović je u Majdanpeku bio predstavnik države u preduzeću, gledajući samo šta se radi.

Upravu nad rudarstvom u Srbiji Gudović je uzeo u vreme, kad ono kod srpske vlade nije imalo ugleda ni u privredi zemlje značaja. Državna inicijativa u rudarstvu bila je kompromitovana slomom preduzeća u Majdanpeku, neuspeshom u senjskom ugljenokopu i mlitavim, neodlučnim radom na otvaranju olovnih rudnika u Podrinju. Ali ni privatna inicijativa nije zabeležila uspeha. U 1870. godini Majdanpek je držalo englesko društvo i plaćalo državi po ugovoru 360 dukata godišnje za ustupanje rudnika. Prihodi od proizvodnje bakra bili su neznatni. Drugi privatni rudnik u Kučajni je takođe stagnirao. Vlasnici su bili uložili u preduzeće više od 80.000 dukata, a ono nije moglo da radi, jer nije bilo rude. Država je od Kučajne primala samo regalni danak, po ugovoru ducat od rudnog polja. Nisu ostvarene nade ni vlasnika podgorskih rudnika, da otvore rudnik i izgrade topionicu bakra. Nije se proslavila ni Srpska banka u Senju. Sem nabrojanih rudnika koji u to vreme nisu skoro ništa proizvodili, bilo je u Srbiji još dva isključiva prava istraživanja (Josifa Štajnlehnera i Cene Lillovića u srežu ključkom) i 15 prostih. Ukupni izdaci države u rudarstvu za 1869. godinu iznosili su:

Rudarski referent u Beogradu	9.600	gr. por.
Upravnik Majdanpeka	9.106	" "
Pomoćnik upravnika	5.456	" "
Dva služitelja	2.016	" "
Sveštenik	3.775	" "
Nastojnik šumarski	3.175	" "
Nastojnik oknarski	3.175	" "
Nastojnik dobara	3.175	" "
2 pandura konjanika za šumu	2.880	" "
4 momka šumarska	4.032	" "
4 čuvara fabrike	3.456	" "
4 oknara	4.032	" "
Opravka i održavanje zgrada i rudnika	10.000	" "
Za potrebe škole	720	" "
Dodatak praktikantima za furaž	200	" "
S v e g a		64.023 gr. por.

Uzevši upravu rudarstva Srbije u ruke, Gudović nastoji da nizom poduhvata oživi rudarstvo u zemlji. Među najvažnije svakako spada otvaranje rudnika i izgradnja postrojenja za preradu olovne rude u Podrinju. Između 1870. i 1873. godine otvoreni su rudnici olova na planini Jagodnji, a u Krupnju je podignuta topionica olova. U Kučajni je došlo do promene vlasnika. Iz porodice Hofman rudnik je prešao u ruke braće Brajt i radovi su oživeli, iako ne za dugo. U kučajskom (senjsko-resavskom)



Jovan Gudović

ugljenom basenu dobija istražna prava prvo srpsko akcionarsko društvo za eksploraciju uglja (Resavska rudarska družina). U 1873. godini pozvao je Gudović nekog stručnjaka iz Pruske, da potraži sona ležišta u Srbiji.

Sačuvan je spis sa nazivom »Zapisnik mesta u Srbiji, u kojima se razne rude i kopovi nalaze«. Zapisnik je pisan Gudovićevom rukom i u njemu je pomenuto 27 mineralnih pojava u Srbiji. To je svakako sve što se znalo o mineralnom bogatstvu zemlje, izuzev poznatih rudnika, koji su kao takvi bili registrovani. Kao što ćemo kasnije videti nakon dve godine broj poznatih rudnih pojava je udvostručen. Kako ovaj »Zapisnik« ima karakter pregleda poznatih mineralnih pojava u Srbiji polovinom 1873. godine to ga ovde objavljujemo u celini.

ZAPISNIK
mesta u Srbiji, u kojima se razne rude i kopovi
nalaze 1872. godine
pisao
Jefrem Gudović
Načel. rud., odel.

Tekući br.	Datum, godina i akt zvanični	Ruda ili kop	Mesto, okrug, srez	Primedba
1		Anlimon	Kostajnik, Podrin. Radev.	Odobreno istraživanje
2		Olovo	Avala, Beograd, Vračar
3		Mrki ugalj	Kostolac, Požarevac
4		Ugalj mrki	Rečica, Požarevac
5		Ugalj kam.	Mustapić, Požarevac
6		Ugalj	Senje, Čuprija
7		Ugalj	Milivo, Čupriški
8		Ugalj	Dobro, Požar.	
9		Ugalj	Golubac, Lešnica, Vuković, Snegotin Srpc, Požarev. okrug	Odobreno istraživanje
10		Ugalj	Brnjica, Čežava Dvorište, Stupanj, Požarev. okrug	Odobreno istraživanje
11		Ugalj	Koviliča, Podrin.	
12	26-II-1872 RNo 625	Olovo, 82% olova i 0,07 srebra	Badnjevo, u Jošanič. srez okr. Kruševac	Od užičkog Načista našao Pavle Buljukčić iz Užica
12		Ugalj		Melnjica i Kladurovo okr. Požar.
13		Ugalj		Ripanj i Beli Potok okr. Beograd.
14		Ugalj		Trešnja na pntu, Kragujevac okr. Beograd.
15		Ugalj		Donji Milanovac okr. Krajinski
16	1871 god. RNo 413	Ugalj		Selo Šaludovac, mesto Veliki Paprak kod Paraćina
17	1871 god. RNo 283	Ugalj		Bela Reka i okr. u srezu Zaičarskom mesto Golaja
18	1871 god. RNo 225	Ugalj		Bukorovac okr. Kragujevac mesto potok Kopotina
19	1871 god. RNo 272	Ugalj		Osovље u selu Rajkovcu i Pripač u selu Vlaška okr. Beogradski
20		Ugalj		Liksar kod Brze Palanke, Grabovice i Recice okr. Krajin.
21		Ugalj		Radenka u selu Dubokoj okr. Požarev.
22	RNo 526, 1872	Ugalj		Orešac u srezu Banjskom okrugom Aleksinačkog
23	RNo 512 1872	Ugalj		Mesto Suvaja u ataru sela Kričevište Vira sreza Boljev. okr. Crnorečkog
24	26-I-1873 RNo 52	Sumpor sa gipsom		Valakonja na mestu „Crveni Breg“ u okrugu Crnorečkom
25	2/4 873 RNo 157	Grafit		Kruševica, ispod plan. Stola u Karanov. srezu okr. Cačanskog
26	RNo 331/72	Bakarne (srebro sadžav. rude)		Krivelj (ispod Crnog Vrha) u okr. Crnorečkom
				Našao Đorđe Vasilije oknar iž Majdanpeka i Naum Jovanović trgovac iz Kruševaca. Sadrži 7–8% bakra i 0,06–0,07% srebra

Godina 1874. bila je naročito plodna raznovrsnim poduhvatima u rudarstvu. Razgovori o izgradnji železničke pruge kroz Srbiju nalazili su se u odlučujućoj fazi. Sve raspoložive rudarske snage bile su zbog toga usredsređene na detaljnije upoznavanje važnijih ležišta mineralnih sirovina u Srbiji. Feliks Hofman dobio je nalog »da senjski ugljeni predeo prouči u cijeli polaganja i ograničenja rudnog prostora, proučavanja onamožnijih geoloških prilika i topografskog premerenja, kako bi se potom sastavio plan na kome bi rudni prostor ograničen bio«. Hofmanovim ispitivanjima 1874. godine pokazana je prava vrednost kučajskog ugljenog basena, koja se dотле nije ni našlučivala. Hofman je rezerve uglja ocenio na 2,7 milijardi tonā.

Iste godine ispitali su planinu Rudnik Klierić i Hofman. Blagodareći njihovim ispitivanjima saznala se prava istina o Rudniku: tamo ima dosta ruda, ali su siromašne. Ovom prilikom Klierić i Hofman su ispitujući produženje olovno-cinkove formacije sa Rudnika u pravcu severa, skrenuli pažnju na kosmajska, ripanjska i avalska rudišta, kao bogatija i značajnija od rudničkih. Uz to su obratili pažnju ministarstvu na velike količine olovnih troski na kosmajskim rudištima, koje bi se dale ponovo pretopiti.

Odmah zatim Gudović i Hofman pregledali su avalska i ripanjska rudišta, pa je prvi, kao načelnik rudarskog odeljenja, predložio ministru finansija, da se ceo teren između Kosmaja i Avale »detaljno od stručnih ljudi prouči sa strane rudarsko-geološke«. On je osim toga predložio, da se otvore olovno-cinkova rudišta na Avali i u Ripnju, zašta je za prvo vreme potrebno 2000 dukata. Ponovo je skrenuo pažnju ministru na kosmajsku trosku. Gudovićev predlog je samo delimično usvojen. Ministarstvo finansija naložio je Ljubomiru Klieriću 1875. godine, da izračuna količine troski na kosmajskim rudištima i prouči stare radove i rudne pojave oko njih. Klierić je ovaj posao obavio i konstatovao da na kosmajskim troskištima ima nešto preko milion tona troske sa 5,17% olova i 37 g/t srebra. U to vreme troska je predstavljala vrednost 24,290.000 dinara. Dve godine kasnije (1877) ministarstvo finansija pokušalo je, oglasom

preko Srpskih novina, da nađe kupca za ovu trosku, ali bez uspeha. Na isti način pokušalo je 1874. godine da izda u zakup i ugljenokop u Dobri.

Krajem 1874. godine stanje u rudarstvu Srbije bilo je sledeće: u Senju je država otkopavala ugalj a u Podrinju vadila i topila olovnu rudu. Osim toga, prema rudarskom zakonu zadržala je sebi pravo da sama radi na dobranskom ugljenokopu, Avali, Ripnju, Rudniku, Kopaoniku i još na nekim mestima. U privatnim rukama nalazio se Majdanpek, čija je proizvodnja za ovu godinu iznosila svega 327 tona bakra i Kučajna, u kojoj je radilo 250—300 radnika. Osim ova dva objekta engleski kapital imao je u svojim rukama podgorske rudnike, gde je rad takođe oživeo. Kostolački ugljenokop ustalio je svoju proizvodnju a nova povlastica za »obdelavanje kamenog uglja« pod imenom »Porečko-rečki rudnik« izdata je u okolini Donjeg Milanovca. Iz izveštaja ministarstva finansija za 1874. godinu (pisao ga J. Gudović kao načelnik rudarskog odeljenja) čitamo:

»Od nekoliko godina amo, naročito od kako se radi na tome, da se kroz našu zemlju železница sagradi, naš preduzimački svet, polzujući se pravima, koja mu zakon rudarski daje, počeo je obraćati pažnju na istraživanje ruda i kopova, osobito na kameni ugljen. U tečaju prošle godine izdano je raznim licima:

a odobrenja za prosto istraživanje	46
b produženje starim prostim odobrenjima	8
v odobrenja za isključivo istraživanje	2
g produženje starim isključivim odbrenjima	6

svega 62 odobrenja u raznim mestima, kao što to ovaj spisak pokazuje.«

U kakvom se stanju nalazilo rudarstvo u Srbiji prvih godina Gudovićevog načelnikovanja pokazaće nam najbolje prihodi od regalnih taksa, koji su iznosili po godinama:

1869. god.	5.810	groša por.
1870. „	8.144	„ „
1871. „	11.032	„ „
1872. „	10.724	„ „
1873. „	2.093	„ „

Za 1873. godinu regalni danak je mali, jer Majdanpek nije bio uplatio svoj ideo, koji je za ovu godinu iznosio 10.080 groša por.

Godine 1878. došlo je do novih podstrek u ispitivanju tla u Srbiji i novih poduhvata u rudarstvu. Kosmajske troske ustupljene su društvu »Štajnlehner, Frajnd i drug« u zakup po ceni od 25 para za centu. Posle završenog srpsko-turskog rata i Berlinskog kongresa, po čijim je zaključcima Srbija bila dužna da izgradi železničku prugu kroz zemlju, J. Gudović kao načelnik rudarskog odeljenja predložio je vlasti

»geološko-rudarska ispitivanja onih rudnih mesta koja u najbližoj okolini železničke pruge leže i u njenu oblast padaju. Celj ovih ispitivanja bila bi ta, da izbliže doznamo vrednost pojedinih rudničkih objekata, a naročito gvožđa i fosilnog goriva«.

Predlog je usvojen i određena je stručna komisija, u koju su ušli Gudović, Klerić, Hofman i Mašin. »Ona ima u zadatu da svoj posao osim u granicama stare Srbije rasprostre i na novu Srbiju, gde se nalaze rudnici i topionice gvožđa«.

Sjeseni 1878. godine Gudović, Klerić, Hofman i Mašin proputovali su novooslobodenim krajevima, i o rezultatima promatrana podneli 1879. godine »Izveštaj Gospodinu Ministru Financije o rudarstvu u oslobođenim predelima«. Neposredno posle putovanja država je pokušala u sopstvenoj režiji, da nastavi sa proizvodnjom gvožđa na Vlasini, pod rukovodstvom Svetozara Mašina.

Vratićemo se ponovo na delatnost Gudovića kao državnog službenika. On je tek 1872. godine imenovan načelnikom rudarskog odeljenja III klase. To je, u stvari, prvo imenovanje Srbinu načelnikom odnoso rukovodiocem rudarstva u Srbiji. Na ovome mestu Gudović je proveo punih 8 godina, do oktobra 1880. godine, kada je postao ministar građevina u kabinetu Milana Piročanca. U vlastu je ušao, kako veli Slabdan Jovanović, po želji kneza Milana, jer je »bio zet Stevče Mihailovića, i preko njega knez je mislio održavati veze sa Stevčom i sa liberalima od 1858. godine«. Gudović je, međutim, smatrao sebe u vlasti stručnjakom, inženjerom i kao takav je i delovao. Kao ministar građevina stekao je neospor-

nih zasluga za izgradnju prve državne železnice u Srbiji. Ma kako neobično izgledalo, dva naša rudara osobito su zaslужna za gradnju prve pruge u Srbiji, a oba su radili kao politički ljudi — ministri. Manojlo Marić kao ministar građevina doneo je još 1875. godine zakon o izgradnji železničke pruge »od Beograda do Aleksinca i dalje do granice«. Gudović je, posle izvesnog koljenja, zajedno sa Čedomiljom Mijatovićem, ministrom finansija, u ime srpske vlade potpisao famoznu »opštu konvenciju« sa Generalnom unijom (Bontuom) o izgradnji moravske pruge. U isto vreme u Beču je drugi rudarski inženjer, Manojlo Marić, zaključio i potpisao konvenciju između Srbije i Austrougarske o obavezama Srbije, da o svom trošku izgradi železničku prugu a most preko Save zajedno sa Austrougarskom. Gudović je kao ministar građevina doneo zakon o izgradnji pruge Beograd—Niš, Niš—Vranje, Niš—Pirot i Velika Plana—Smederevo. On je bio ministar kad je uletio 1881. godine počela da se gradi železnička pruga. Na položaju ministra građevina ostao je do 9. marta 1882. godine, kada je podneo ostavku, jer se nije složio, da se građenje pruge u Srbiji, posle pada Generalne unije, poveri nekoj drugoj inostranoj firmi. Kao inženjer smatrao je, da sami možemo graditi železničku prugu, samo treba zaključiti zajam u inostranstvu. Posle toga, u novembra 1882. godine Gudović je postavljen za upravnika prve klase Uprave fondova, što je u to vreme bilo zavidno visoko zvanje.

Kao ministra građevina Grudovića vidi-mo i 1884. godine, kada je 20. avgusta predata saobraćaju prva državna pruga u Srbiji. Svečanom otvaranju pruge prisustvovao je i knez Milan i tom prilikom odlikovao je Gudovića ordenom Takovskog krsta I stepena za zasluge oko izgradnje pruge.

Gudović je u dva maha bio i ministar narodne privrede. On je, u stvari, prvi ministar ovog resora, osnovanog krajem 1882. godine. Tako je opet postao vrhovni rukovodilac rudarstva, jer je iste godine rudarsko odeljenje iz ministarstva finansija preneto u ministarstvo narodne privrede. Aprila 1885. godine prestao je biti ministar, a sledeće godine je kraljev poslanik u narodnoj skupštini u Nišu. Poslednju dužnost u državnoj službi obavio je Gudović u Pa-

rizu 1889. godine, kada je bio predsednik odbora naše izložbe. To je ona poznata izložba, na kojoj je naročito dokumentovano prikazano rudarstvo u Srbiji. U jesen iste godine Gudović je penzionisan. Više se nije vraćao u službu već se kao penzioner bavio rudarskim i ekonomskim pitanjima. Previđao je dosta iz poljoprivredne struke a i sam je pisao u listu »Težak«. Gudović je jedan od osnivača »Rudarskog udruženja«, osnovanog 1895. godine. On je njegov prvi potpredsednik a 1897. godine i predsednik. U isto vreme je i predsednik »Rudarskog odbora« u rudarskom odeljenju. Umro je 5. aprila 1900. godine. Prilikom pogreba u crkvi bio je prisutan i bivši kralj Milan.

Kao što je u početku naglašeno, Gudović se uopšte nije bavio praktičnim rudarstvom. On je istina nekoliko godina proveo na rudniku u Majdanpeku, ali samo kao državni kontrolni organ kod francuskog odnosno engleskog društva, zakupaca rudnika. Ni docnije, dok je vodio rudarsko odeljenje u Beogradu, ne vidimo ga na nekom ozbilnjijem inženjerskom poslu u rudarstvu. Za vreme njegovog načelnikovanja trasirana je železnička pruga kroz Srbiju. U to vreme rudarsko odeljenje opsedali su raznovrsni ljudi, počev od crkvenih velikodostojnika i kneževih namesnika pa do sitnih špekulanta. Svaki je hteo da dobije kakvo rudarsko pravo, pa da ga posle unovči. Ova načezda na rudarska prava, davana prema zakonu od 1866. godine pobudila je Gudovića, da 1875. godine izradi »Predlog za izmenu rudarskog zakona« i da ga kao načelnik rudarskog odeljenja ozakoni 21. jula 1877. godine. Dopunjeni su paragrafi 2,33 i 97 Rudarskog zakona, naročito u pogledu starih troski, jer je država u to vreme htela da izda u najam kosmajska troskišta olovnih ruda. Ovim je izmenama rudarski zakon osetno poboljšan.

S obzirom na pretežno administrativni rad u rudarstvu, Gudović je veoma malo pisao o našim rudištima i rudarskim pitanjima, iako je imao prilike za to, više nego makoji drugi rudarski stručnjak. Namjeravao je istina da piše o Majdanpeku, dok je još tamo bio sa službom. M. Đ. Milićević u »Putničkim pismima« veli: »Milo mi je što mogu ovde javiti da g. Jef. Gudović, koji se od više vremena nahodi u Majdanpeku, sprema sastav jedan o tome rudniku, koji

će ga osvetliti sa svake strane«. No spis o Majdanpeku nije se pojavio ni do 1882. godine. Po Gudovićevim rečima, »Opis Majdanpeka i njegovih rudnika« nalazi se još u rukopisu, ali će se uskoro stampati. Do sada još nigde nisam naišao na ovaj spis.

Od Gudovićevih štampanih radova koji se odnose na rudarstvo poznati su mi ovi:

1. Pitanje o Majdanpeku. Srbija, dnevni list. 1868. br. 29—30. Članak je potpisana sa G. Nesumnjivo je Gudovićev, jer je on u to vreme služio u Majdanpeku.

2. Odgovor novosadskoj Zastavi o senjskom ugljenokopu. Srpske novine za 1873. godinu br. 247. Članak je bez naslova i nepotpisana. To je ispravka rudarskog odeljenja odnosno načelnika Gudovića.

3. Izveštaj rudarskog odeljenja po struci rudarskoj 1874. godine. Srpske novine za 1874. godinu br. 273—278. Izveštaj je štampan i kao separat.

4. Izveštaj o starim rudnicima ispod Avalе i njene okoline Gospodinu Ministru Finansija. Beograd 1875. Srpske novine i separat.

5. Nekoliko reči o važnosti rudarstva u pogledu državno-privrednom, a naročito u vezi sa železnicom. Srpske novine 1878. godine, br. 189.

6. Rudarstvo u Srbiji u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Napisao po J. O. Merhu 1876. godine Jefr. P. Gudović. Srpske novine za 1882. godinu br. 241—243 i Glasnik ministarstva finansiјa I, 1882. god. str. 267—269 i 284—286.

7. zajedno sa Klerićem, Hofmanom i Mašinom: Izveštaj Gospodinu Ministru Financije o Rudarstvu u oslobođenim predelima. Glasnik min. finansiјa 1883, god. II, str. 76, 91, 107, 119, 139, 153.

8. Poziv na parisku svetsku izložbu. Uputstvo kako da se spremaju primerci rudarski i topionički za izložbu. Srpske novine za 1888. godinu, str. 156/7. Izašlo je posle toga više puta.

Gudović je pokušao da sarađuje i u srpskom učenom društvu, podnoseći početkom 1872. godine članak za štampu pod naslovom »Upliv zemljinog stroja za život čovekov, prevod od Kote«. To je svakako neko popularno predavanje Gudovićevog profesora geologije u Frajbergu Bernarda Kote.

Za vreme Gudovićevog rukovođenja rudarstvom potrebno je istaći ove napretke:

- organizovana je u zemlji rukovodeća rudarska ustanova — rudarsko odeljenje;
- organizovana je državna proizvodnja olova u Podrinju, koja se kasnije proširila i na proizvodnju antimona;
- utvrđena je prvi put vrednost kučajskog (senjsko-resavskog) ugljenog basena;
- ispitana je planina Rudnik i napravljeni predlozi za njeno rudarsko otvaranje;
- ispitana su rudišta Avale, Ripnja i Kosmaja i utvrđena ekonomска vrednost olovnih troski;
- otkrivene su oolitske gvozdene rude od Topčidera do Ralje;
- otkrivene su i ispitane gvozdene rude Venčaca i Crnoga Vrha kod Jagodine;
- ispitani su u geološko-rudarskom pogledu novooslobodeni krajevi i ponovo organizovana proizvodnja gvožđa oko Vlasine;
- otkrivene su bakarne rude u borskom rudarskom basenu.

Jevrem Gudović je pozitivna pojava u našem rudarstvu. Obnovio je rudarsko odeljenje i postavio mu dalekosežan delokrug, počev od geoloških ispitivanja pa do pravnog regulisanja mineralno-sirovinske baze i njenog korišćenja. Imajući za saradnike zista sposobne inženjere: Hofmana, Marića, Klerića i Mašina, mogao je sa njima organizovati svestrano ispitivanje zemlje, prvi put u obnovljenoj Srbiji.



Elektronska automatika kolosječnog transporta u rudnicima

(sa 17 slika)

Dipl. ing. Ivan Brlek

Uvod

U rudnicima sa podzemnim radom, transport je u svakom slučaju problem koji je teško odijeliti od cijelokupnog proizvodnog procesa. Zahтjev, da se izvoz na površinu centralizira u maksimalno mogućoj mjeri, ograničava gomilanje saobraćajnica i u njima transportne opreme do te mjere, da savladavanje proizvodnje već od 3.000 tona na dan na više traži povećanje kapaciteta i brzina transportnih sredstava.

Kod kapaciteta od 150 tona/sat prilikom korišćenja gumenih traka traži se već brzina od 1,2–1,3 m/sek, tako da, ako želimo povećanje kapaciteta, treba znatno povećati bilo širinu bilo brzinu trake. U svakom slučaju, za rad pod zemljom, nepovoljno je i jedno i drugo.

Poseban značaj ima dužina transportnog puta s obzirom da je u našoj zemlji malo rudnika kod kojih se mogu saobraćajnice većih dužina izgraditi tako povoljno, da funkciranje kontinuiranog transporta bude bespriječljivo. Savladavanje krivina se rješava prilično uspješno novijim dostignućima u transportnoj tehnici, ali je to najčešće skopčano sa vrlo visokim investicionim ulaganjima i privredne organizacije takva rješenja nerado prihvataju.

Rješavanje podzemnog transporta ponovo je izdještvovalo prihvatanje kolosjeka, jamskih kolica i lokomotivske vuče. Nije tome davno, kako su lokomotive stizale pod same otroke i vršile funkciju sabirnog transporta do glavnih saobraćajnica. Bile su to male lokomotive sa pogonom na komprimirani zrak, a ponegdje i sa motorima sa unutrašnjim sagorjevanjem. Razvoj tehnike kontinuiranog transporta u obliku raznih vrsta grabuljara, člankastih transporteru i gumenih traka suzile su primjenu kolosječnog transporta samo na glavne, zbirne saobraćajnice. U nizu rudnika kontinuirani transport dosije i na površinu, pa često i u samu separaciju.

Zahvatanja većih masa supstance i znatno povećanje dnevnih kapaciteta, vraća kolosječnom transportu važnost i daje mu prednost pred kontinuiranim transportom.

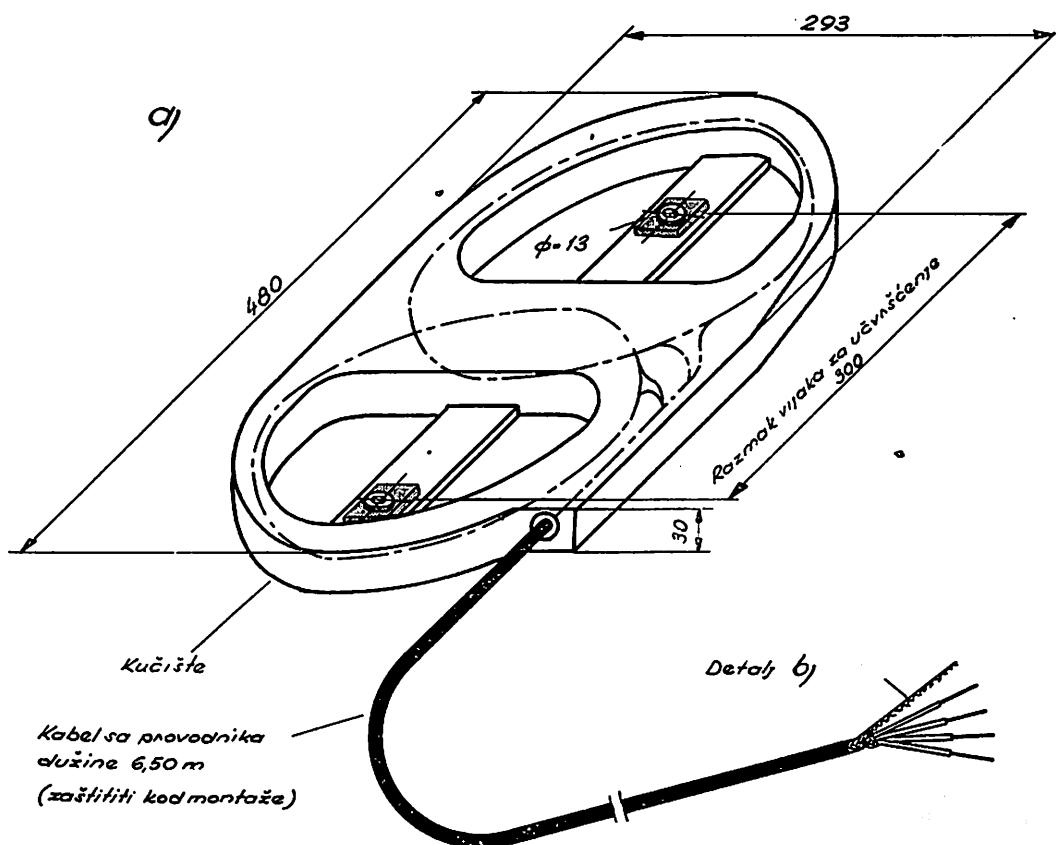
U svakom slučaju, kolosječni transport gubi mnogo od svog klasičnog oblika i dobiva posve nove kvalitete. U prvom redu nestaje čovjek kao neposredni rukovalac pri ranžiranju, utočaru, istovaru, formiranju vozne kompozicije itd. Jamska kolica nisu više »kolica« sadržine 500, 750 ili 1100 litara, nego giganti od 6–12 m³, nosivosti do 10 tona korisnog tereta. Prijevoz ovih kompozicija vrše lokomotive do 300 KS brzinom 25–30 km/sat po kolosjeku širine 1000 mm.

Nezamisljivo je, da bi se ovakovim kompozicijama na udaljenost 4–5 km moglo upravljati klasičnim načinom prebacivanja skretница, davanjem svjetlosnih signala ručnim svjetiljkama, otvaranjem i zatvaranjem zračnih vrata i slično. Sigurno je da bi bila umanjena željena brzina i iskoristivost takve opreme, a pomoćno osoblje vezano za transport bi poraslo u nedogled.

Jedno od vrlo dobrih rješenja kolosječnog transporta nalazi se u jami La Houve bazena Lorraine u Francuskoj, gdje se sa svega 162 vagona sadržine 12 m³ i 4 lokomotive od po 300 KS savladava godišnja proizvodnja od 1,5 milijuna tona.

Obavljanje ovog transporta, uključujući utočar i istovar vagona, automatizirano je. Projekat i izvedbu automatizacije izvršila je firma Westinghouse koja je relativno samostalna tvornica u Francuskoj i ima sa firmom Westinghouse Air Brake iz USA samo financijske veze.

Tvornica u Francuskoj specijalizirana je za izradu signalnih rješenja. Osobito su interesantna rješenja baš kod podzemnog kolosječnog trasporta o čemu ćemo u nastavku opširnije govoriti.

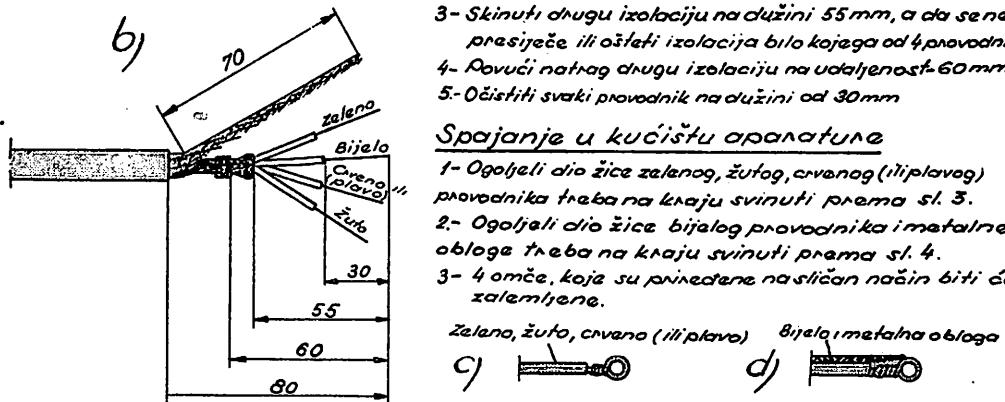


Skidanje izolacije na kraju kabela

- 1- Skinuti prvu izolaciju na dužini od 80 mm.
- 2- Otvoriti metalnu oblogu na dužini od 70 mm.
- 3- Skinuti drugu izolaciju na dužini 55 mm, a da se ne presiječe ili ošteti izolacija bilo kojega od 4 provodnika.
- 4- Povući natrag drugu izolaciju na udaljenost 60 mm.
- 5- Očistiti svaki provodnik na dužini od 30 mm.

Spajanje u kućištu opalatune

- 1- Ogoljeli dio žice zelenog, žutog, crvenog (ili plavog) provodnika treba na kraju svinuti prema sl. 3.
- 2- Ogoljeli dio žice bijelog provodnika i metalne obloge treba na kraju svinuti prema sl. 4.
- 3- 4 omče, koje su priredene na sličan način biti će zategnjene.



Sl. 1 — Elektronski detektor u obliku omče tipa „C“.

Napomenuli smo, da je upravljanje kolosječnim transportom velikih dužina i kapaciteta nemoguće zamisliti klasičnim neposrednim djeđovanjem čovjeka. Veće udaljenosti i brzine postavljaju zahtjeve koji premašuju mogućnosti ljudske reakcije i ljudske odluke, svojim zakašnjavanjem mogu da prouzrokuju udese i neefikasnost ovako glomazne organizacije gdje treba prebaciti 2–5 tona tereta u minutu.

Smatramo da će biti od interesa da prikažemo dva uređaja firme Westinghouse koji služe za automatizaciju podzemnog kolosječnog transporta, a mogu da posluže i za rješavanje još nekih rudarskih transportnih problema. Radi se o:

- detektoru Proxiwest T 60 i
- elektronskom pozicioneru.

Detektor Proxiwest T 60

Proxiwest je uređaj za detekciju metalnih masa za koje nije bitno da li su magnetične ili ne, pod uvjetom da objekt ima minimalnu debljinu 1 mm i površinu od 60×60 cm.

Kompletan uređaj za detekciju metalnih masa sastoji se od pedale, omče, hermetički zatvorenog sanduka sa aparaturom i releja, te eventualno jednog bloka za napajanje potrebnom energijom.

Detektorska se pedala sastoje od dva namotaja i spojnog kabla sa četiri žile. Oba su namotaja sjeđinjena u cjelinu tako da komplet ima oblik osmice. Pedala tipa »C« prikazana je na sl. 1, na kojoj su između ostalog dati i detalji pripajanja na kućište aparature.

Pedala se ugrađuje na približno paralelnu ravnicu sa onom po kojoj se kreću metalne mase, a maksimalan razmak između pedale i metalne površine ne smije biti veći od 40 cm.

Da bi se detekcija uspješno obavljala u blizini pedale ne smije biti nikakvih drugih metalnih masa ni stalno ni povremeno. Ukoliko je prisutnost metalnih masa neophodna, radi potpune efikasnosti uređaja, treba da budu što dalje i da su što manje.

Hermetički zatvoreni sanduk, koji je na sl. 2 i 3 prikazan u dvije verzije, zatvoren i otvoren, sadrži u sebi elektronske strujne kruge (tranzistore, kondenzatore itd.) i eventualno osjetljivi relj, koji može da bude i posebno montiran.

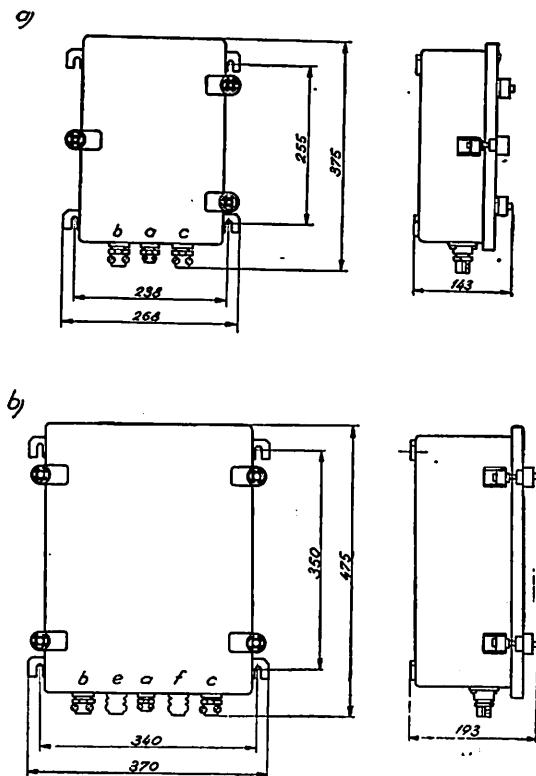
Blok za napajanje sektora na kome je uvedena detekcija metalnih masa nije neophodan, ukoliko postoji izvor istosmjerne struje napona 16 V sa tolerancijama $\pm 4\%$.

Aparatura je u sanduku učvršćena elastično na amortizerima da bi se sruzbile vibracije.

Ukoliko je relj postavljen izvan sanduka otpor kabla koji ga povezuje sa elektronskim strujnim krugovima ne smije da bude veći od 60 om. Osim toga, da bi se izbjegle parazitske indukcije, koje bi mogle poremetiti funkcioniranje sklopa, ovaj vod mora da bude samostalan, tj. ne smije da se nalazi uz ostale vodove za istosmjernu ili izmjeničnu struju.

Princip rada detektora Proxiwest T 60

Dva elektromagneta za zatvaranje, koji su vrlo pokretljivi, zajedno sa pedalom i tranzistorom formiraju sistem koji može da oscilira približnom učestalošću od 10 kc/sek. Na sl. 4 prikazana je principijelna šema ovog elektronskog oscilatora.

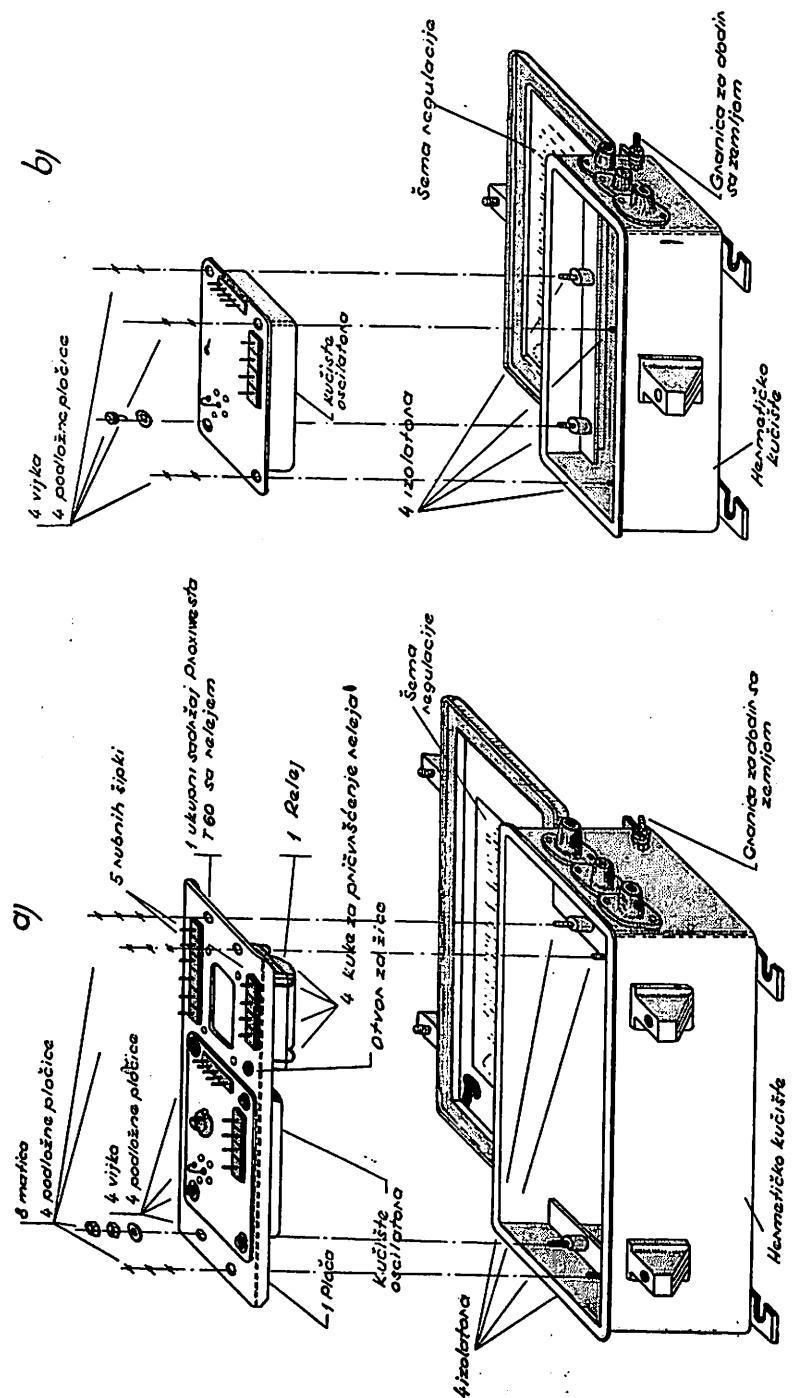


Sl. 2 — Hermetički zatvoreni sanduk za kućišta aparatura
a) za samo kućište
b) za kućište zajedno sa reljem.

S obzirom na važnost elektronskog detektora, uređaj mora da bude potpuno siguran, odnosno da i u slučaju kvara efikasno djeluje. Stoga, prema uvjetima pod kojima detektor treba da radi, mogu zavisno od vrste spoja pedale sa kućištem aparature da se dobiju dva načina djelovanja, kao što je prikazano na sl. 5.

Prvi se način djelovanja odvija tako, da se oscilacije normalno održavaju, a nailazak metalne mase u polje aparature prekida oscilacije. Na isti način, kvar bilo kojeg porijekla, također izaziva prekid oscilacija. U oba se slučaja prekidanje oscilacija ostvaruje isključivanjem jednog od reljeva, koji se upotrebljava za osiguranje rada aparature.

Drugi način funkcioniranja sistema ima suprotno djelovanje, tj. oscilacije se javljaju samo pri prolazu metalne mase u blizini pedale, te izazivaju uzbudjivanje reljeva.



Sl. 3 — Kućišta aparature Proxitest T 60
a) zajedno sa reljem — b) sa posebnim reljem u ormariću.

Prvi način funkcioniranja može se praktično prikazati npr. prisustvom jamskih kolica pred zračnim vratima koja izazivaju reagiranje relaja isto kao i kvar u sistemu.

Montaža i uvjeti primjene detektora Proxiwest T 60

Prilikom montaže hermetički sanduk sa uređajima mora da bude postavljen vertikalno, tako da je dio sa brtvljima okrenut prema dolje. Sve otvore koji nisu u upotrebi treba pažljivo zatvoriti.

Pedala se učvršćuje na drvene pragove unutar kolosjeka. Ako su tračnice učvršćene na metalne pragove, ove pragove treba zamijeniti drvenim na ukupnoj dužini 2–3 m na obje strane od pedale. Pedalu, koja se učvrsti na srednjem pragu treba zaštитiti od mehaničkih udaraca nekim nemetalnim materijalom. Kako je već napomenuto, da bi se dobila maksimalna osjetljivost, pedala treba da bude smještena što je moguće dalje od bilo kakvih metalnih masa. Raspoloženje kompletног uređaja za detekciju na kolosjeku u jamskoj saobraćajnici prikazan je na sl. 6 i 7.

Treba naglasiti da se mjesto montaže odabere na relativno suhom mjestu.

Na slikama je prikazana i omča za stabilizaciju koja je načinjena od kabla sa izoliranim bakrenom žicom minimalnog presjeka 10 mm^2 . Otpor ovog kabla ne smije da pređe $0,05 \text{ om}$. Omča treba da obuhvata pedalu. Spajanje treba izvršiti vrlo pažljivo zavarivanjem na pedalu. Proizvođač zahtijeva strogo pridržavanje naznačenih dimenzija, ako želimo efikasno smanjiti promjene u osjetljivosti aparature uslijed vibriranja kolosjeka.

Pedala se normalno izrađuje sa priključnim kablom dužine 6,5 m, koji se prema situaciji može skratiti, ali ne ispod 3,5 m. Predviđena je mehanička zaštita priključnog kabla duž praga pomoću dva U profila, a na dijelu prema sanduku, pomoću metalne cijevi. Normalno je, da treba izbjegavati bilo kakav kontakt između kabla i mase kolosjeka ili zemlje.

Masu kućišta aparature treba najpažljivije uzemljiti; proizvođač naročito insistira na kvalitetu spoja sa zemljom, da bi se dobila dobra stabilnost u regulaciji.

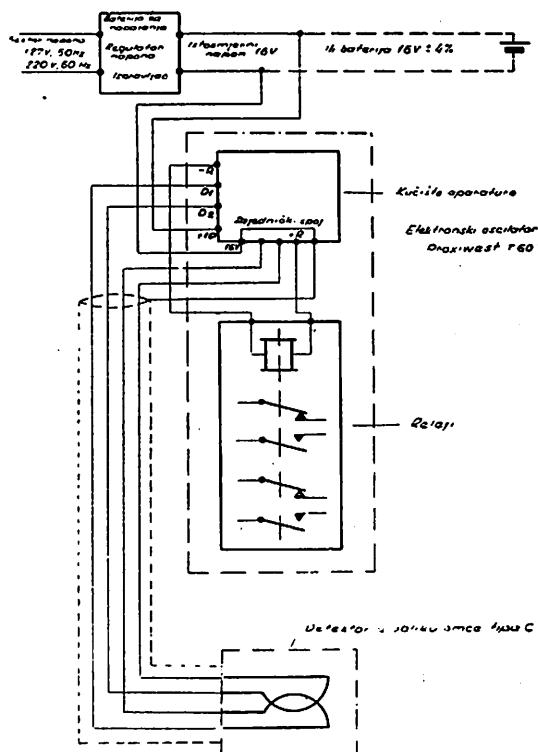
Kolosjek, u principu, ne garantira stabilan i siguran spoj sa zemljom.

Nakon što je izvedena montaža omče za stabilizaciju i postavljena električna veza između pedale i kućišta elektronske aparature i nakon što je priključen relaj, pristupa se pokusnom stavljanju u pogon. Želja je proizvođača, da se ovo pokusno stavljanje u pogon izvrši u prisustvu stručnjaka firme.

Proizvođač također preporučuje, da se prije stavljanja aparature pod napon provjere svi spojevi, a posebno spoj sa izlaznim relejom. Na unutarnjoj strani poklopca kućišta aparature nalazi se šema regulacije koju dajemo na slici 8.

Poslije podešavanja regulacije treba obratiti pažnju da se isključi potenciometar.

Ukoliko se pojave neke nepravilnosti u funkcioniranju uređaja, potrebno je ponovno ispitati regulaciju prema šemi na sl. 8. Kadakad uređaj nesigurno radi zbog slabo provedenih

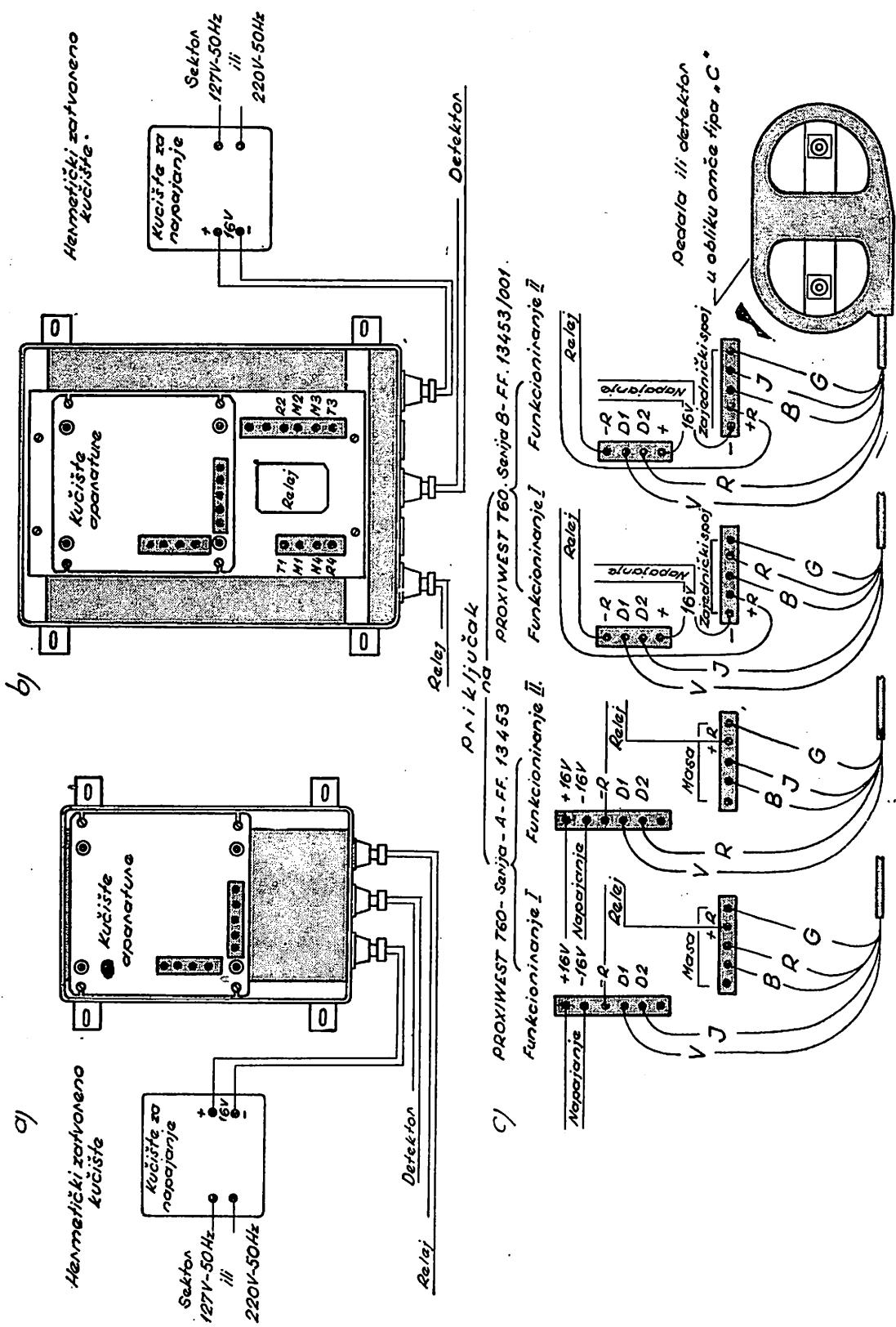


Sl. 4 — Principijelna šema.

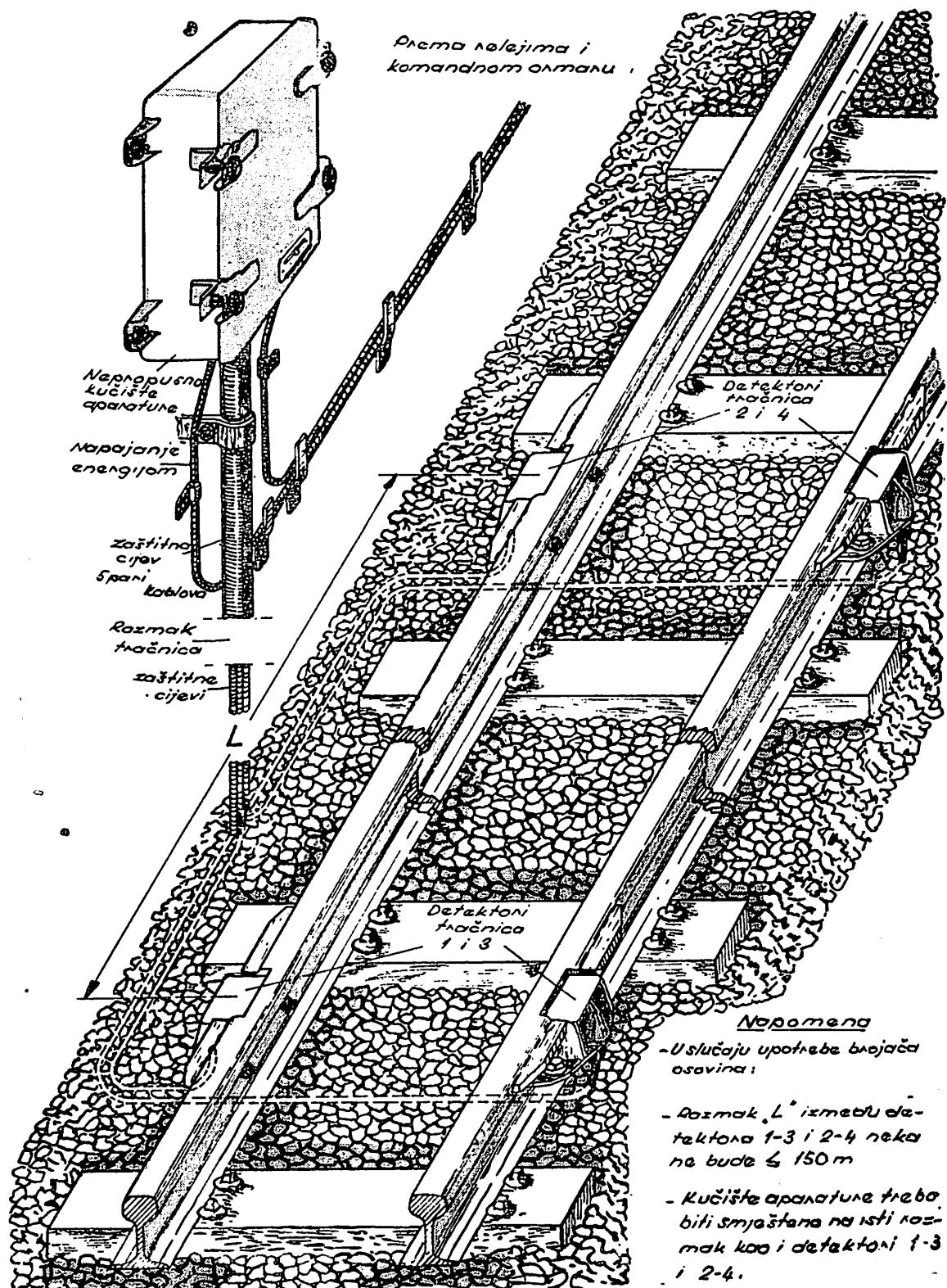
spojeva, koje također treba povremeno prokontrolirati. Napon od 16 V na ulazu u Proxiwest T 60 može da varira najviše $\pm 4\%$, a veće odstupanje napona od ove vrijednosti može da bude uzrok nepravilnosti u normalnom funkciranju. Konačno i stanje pedale za detekciju utiče na ispravnost rada uređaja, pošto i nešto jači udarac može da oštetи pedalu i da je time onesposobi za pravilan rad.

Primjeri za primjenu detektora Proxiwest T 60

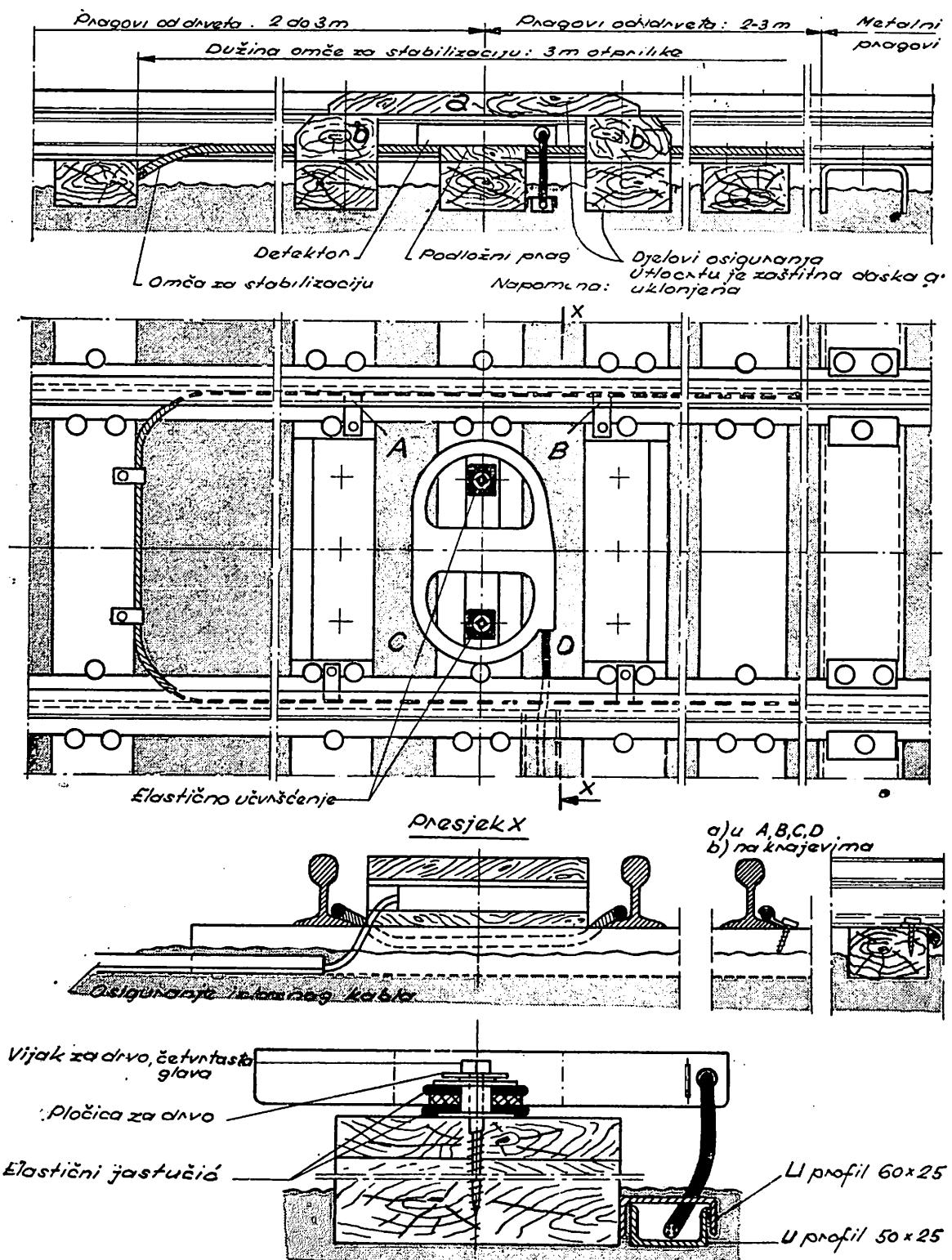
Najčešći primjeri primjene detektora Proxiwest T 60 su na kolosječnom transportu za detekciju prolaza ili prisutnosti metalnih vozila (sl. 9), za automatsko otvaranje zračnih vrata (sl. 10) i za detekciju prolaza koševa ili skipova u rudničkim okнима.



Sl. 5 — Priklijčak kućišta za napajanje detektoru tipa "C" i strujnog kruga na kućište (aparature G — metala obloga; V — zeleni vodič; B — bijeli vodič; R — crveni (ili plav) vodič).



Sl. 6 — Detekcija prolaza jamskih kolica u rudnicima.



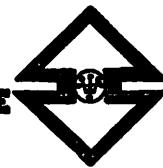
Sl. 7 — Montaža detektora.

PROXIWEST

T 60

Cie des freins et signaux

WESTINGHOUSE



RADNI NAPON : izvor od 16V (24%)

Područje 127V ili 220V 50Hz posredovanjem baterije sa napajanjem
OGRANCI - Napajanje i detektor u obliku omče tipa C : prema stanju Šemi

prema ograničima provodnika u kućištu dobiju se dva funkcioni ranja:

Funkcioni ranje I - pod releja Funkcioni ranje II - izbodenje relaja } Metalna ploča je u blizini detektora u obliku omče.

Regulacija : Nakon što je izvršeno grananje voda za signalizaciju (na pl. sijalica + izvor) između dva kontaktta relaja radi se regulacija po toku na zadržanom stajalicama.

Funkcioni ranje I:

$U = 127V \text{ } 50Hz \text{ ili } U = 16V \text{ ...}$

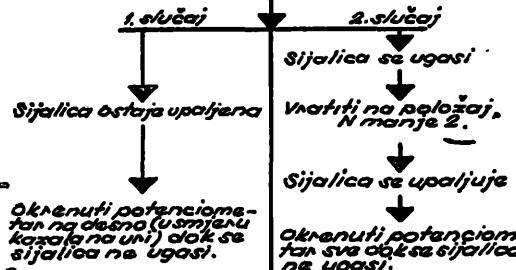
Staviti jezićac na poziciju 1.
Potencijometar u položaj 0
(u cilju vrtnje suprotnom kazala na un)

Sijalica se upaljuje :

Stavljanje jezićca postepeno u položaj 2-3-4-5. Zauzaviti na prvoj poziciji N koja dopušta gorenje sijalice.

Vratiti na poziciju N manje 1. Sijalica se upaljuje.

Staviti ploču iznad detektora na udaljenost $D = 40\text{cm}$. Udaljenost D redovno je između gornje metiline ploče u odnosu na detektor i njegovu gorenju površinu.



Udaljenost D, kod koje se sijalica upaljuje (uzbujivanje relaja) treba biti: $D \leq 45\text{cm}$

KONTROLA
skloniti ploču: svjetiljka se poli
primaknuti ploču (za napajanje so.)

a) U = 80V (sektor 127V)
U = 160V (sektor 220V)
ili 15,4 V
svjetiljka se gasi ako je D_c
jednak ili manji od 45 cm.

b) U = 135V (sektor 127V)
U = 280V (sektor 220V)
ili 16,6 V
svjetiljka se gasi ako je D_c
jednak ili manji od 35 cm.

$U = 127V \text{ } 50Hz \text{ ili } U = 16V \text{ ...}$

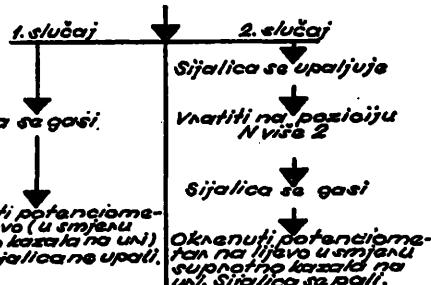
Staviti jezićac na poziciju 5.
Potencijometar u max. položaju
(u cilju vrtnje u smjeru kazala na un)

Sijalica ostaje ugašena

Stavljati jezićac postepeno na pozicije 4-3-2-1. Zauzaviti na prvoj poziciji N koja dopušta uključivanje sijalice.

Vratiti na poziciju N više. Sijalica se gasi

Staviti ploču iznad detektora na udaljenost $D_c = 40\text{cm}$.



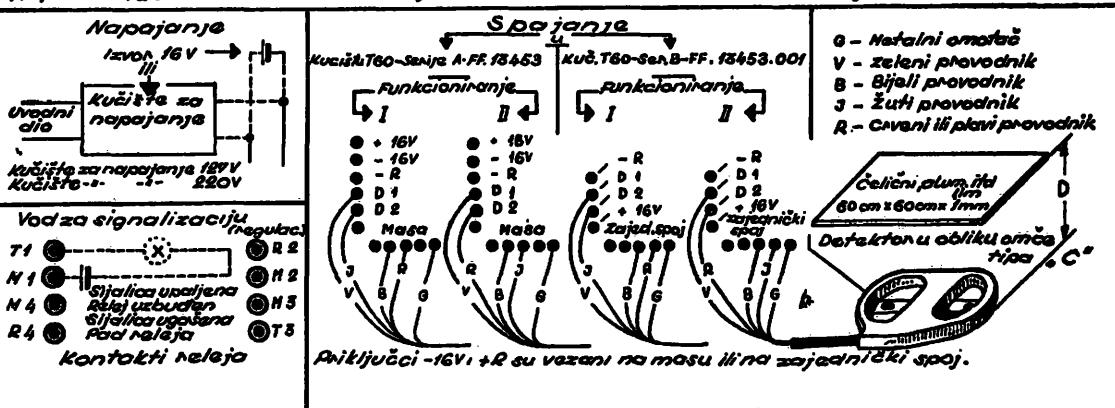
Udaljenost D_c , kod koje se sijalica gasi (pod relaja) treba biti jednako ili veća od 45cm.

KONTROLA
skloniti ploču: svjetiljka se gasi
primaknuti ploču (za napajanje so.)

a) U = 80V (sektor 127V)
U = 160V (sektor 220V)
ili 15,4 V
svjetiljka se poli ako je D_c
jednak ili manji od 45 cm.

b) U = 135V (sektor 127V)
U = 280V (sektor 220V)
ili 16,6 V
svjetiljka se poli ako je D_c
jednak ili manji od 35 cm.

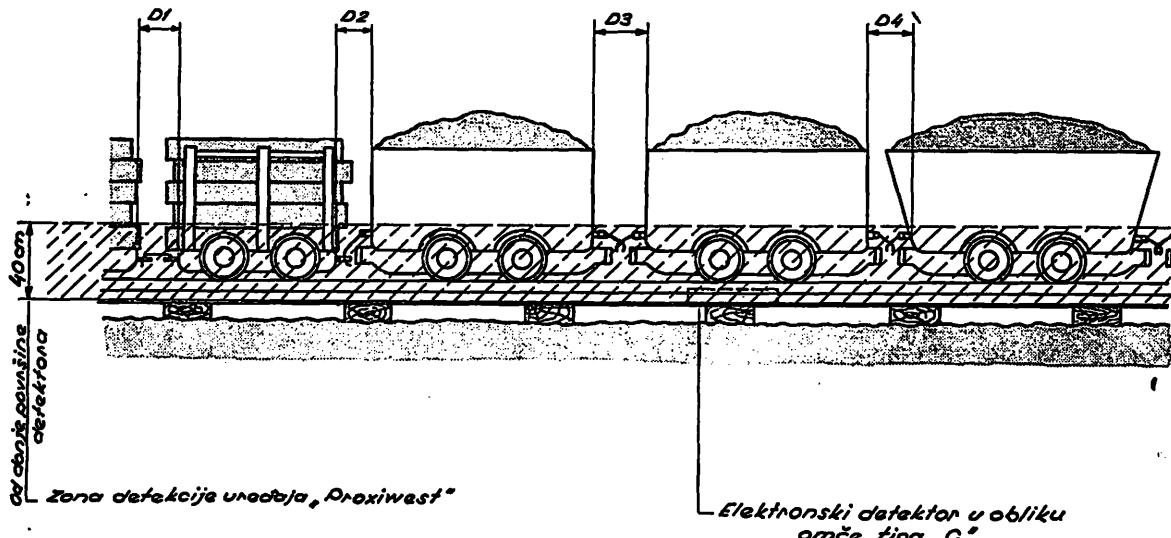
Napomena :- Ne zaboraviti isključiti potencijometar posle regulacije



Zona detekcije iznosi 40 cm. Da bi se dobila kontinuirana detekcija, razmak između dvaju vozila ne smije da pređe 40 cm. Ukoliko ovaj uvjet ne može da bude ispunjen, može se donekle pomoći usporavanjem repetitora releja detektora.

Primjena Proxiwest T 60 kod dvostrukih zračnih vrata u rudnicima sa strogim režimom zračenja zbog revira sa većom koncentracijom opasnih eksplozivnih plinova može da odigra

Komplet elektronskog pozicionera sadrži 4 detektora vezanih u parove i učvršćenih na vanjskoj strani tračnica, zajedno sa kablom dužine 6,5 m. Elektronski organi sa tranzistorsima smješteni su u kućištu koje se može hermetički zatvoriti (sl. 11). Stabilizirani relj je također sastavni dio aparature koja se priključuje na izvor istosmjerne struje napona 16 V. Izvor struje prema potrebi može da bude zajednički za više aparatova.



Sl. 9 — Razmještaj jamskih kolica. Da detekcija bude stalna potrebno je da D_1 , D_2 , D_3 ili D_4 budu < 40 cm.

značajnu ulogu, naročito ako se kroz ta vrata odvija intenzivan transport. Sl. 10 prikazuje razmještaj kompleksnog uređaja, kao i način njegovog funkcioniranja za izmjenično otvaranje i zatvaranje I i II zračnih vrata.

Kod rudarskih okana primjena uređaja Proxiwest T 60 omogućuje automatiziranje otvaranja vrata na navozištu i odvozištu, kao i automatsko stavljanje u pogon uređaja za istovar ili utovar koševa ili skipova. Da bi uređaj funkcionirao u potpunosti, u ovom se slučaju postavlja zahtjev da metalni dio koša ili skipa prolazi u udaljenosti između 20—25 cm od detektora sa pedalom.

Elektronski pozicioner

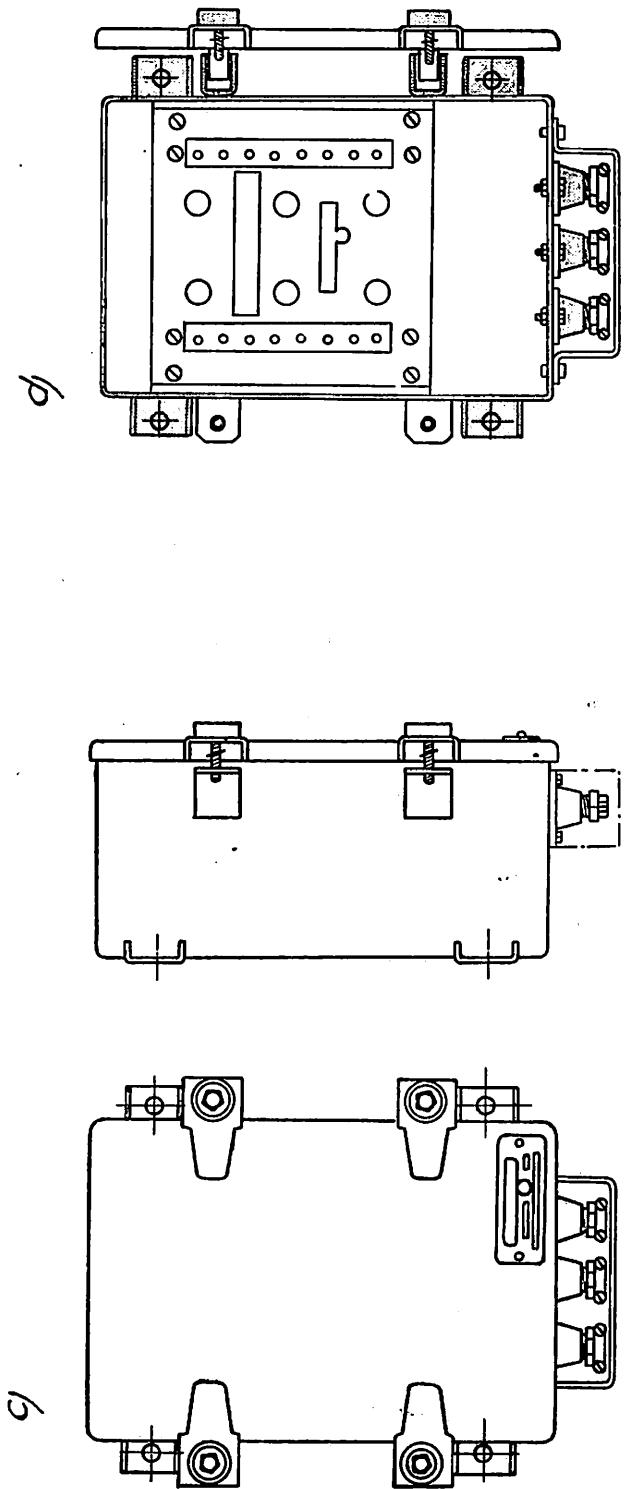
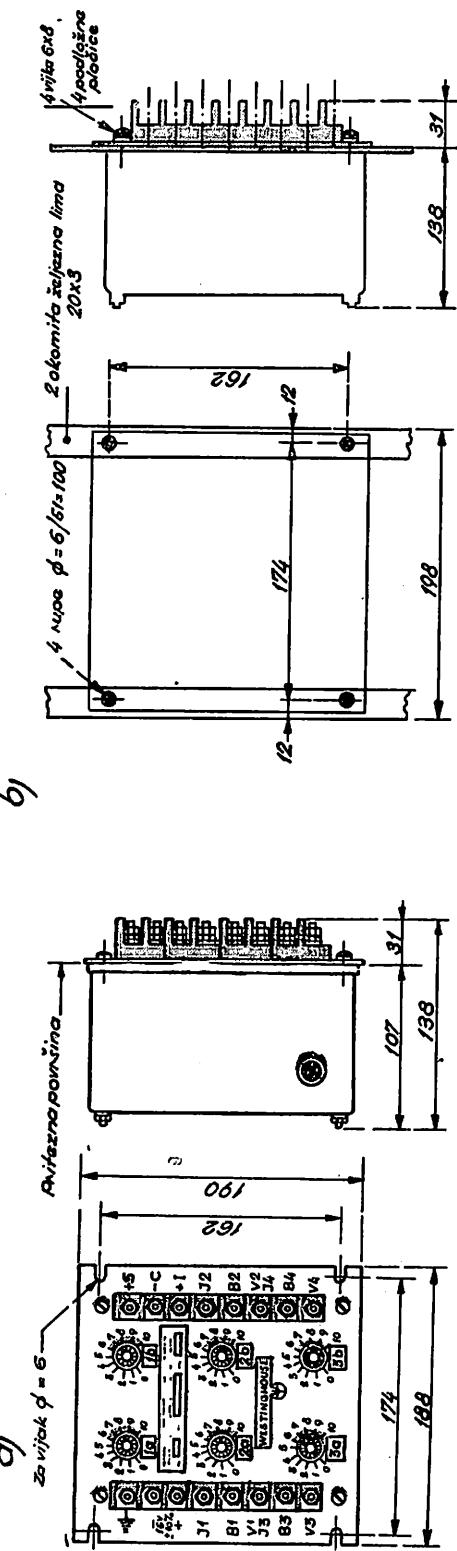
Ovaj elektronski uređaj dopušta da se bez ikakvog električnog kontakta dobiju obavještaja o prolazu prve osovine jednih jamskih kolica ili čitavog vlaka na jednom ili dva mesta kolosjeka na kojima su postavljene dvije grupe detektora.

Princip funkcioniranja elektronskog pozicionera

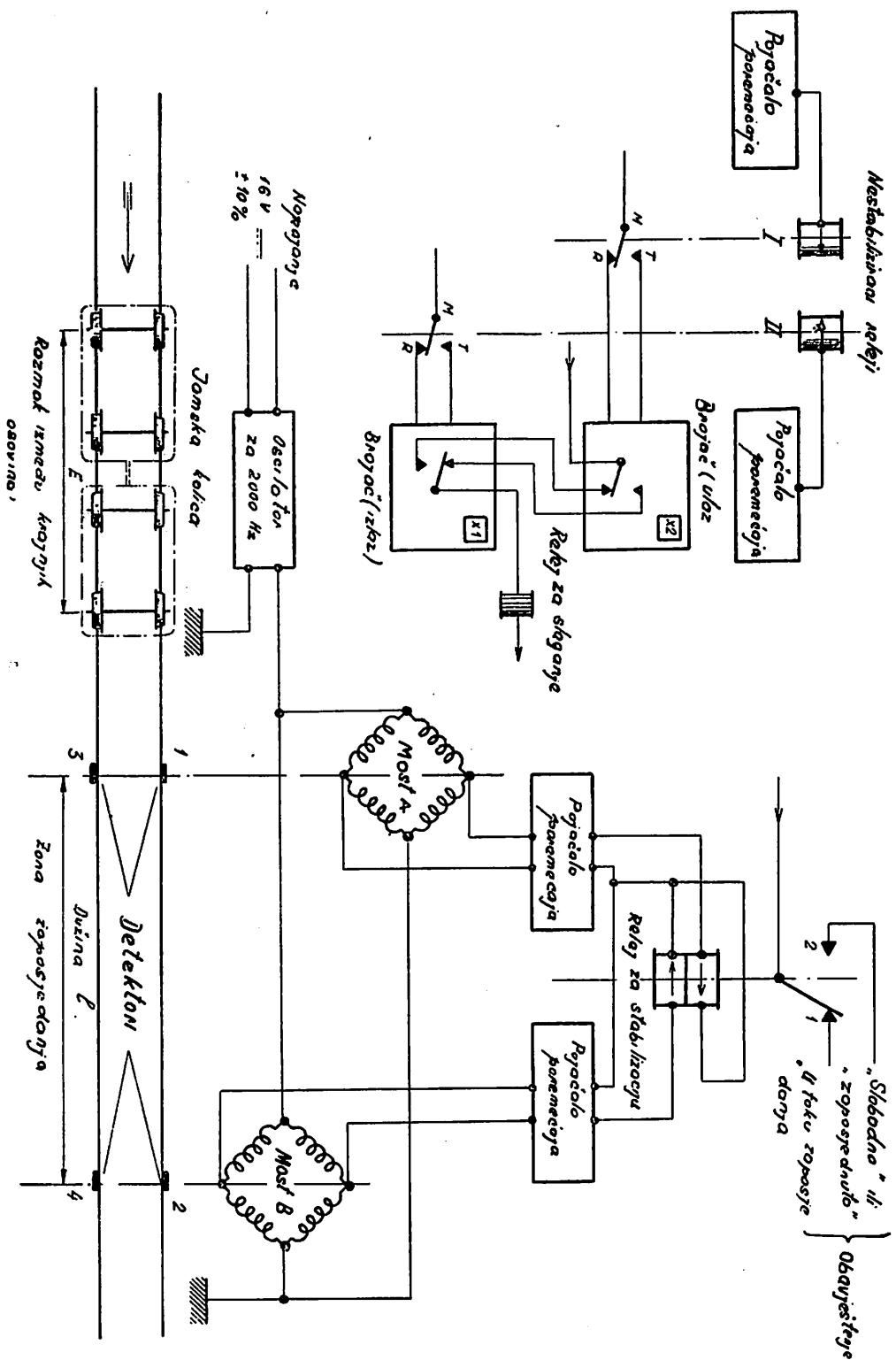
Tranzistorski oscilator napajan iz izvora istosmjerne struje 16 V sa tolerancijom $\pm 10\%$ proizvodi učestalost od 2.000 Hz i spojen je na dva uravnutežena mesta A i B (sl. 12). Svaki je most povezan sa po jednim parom detektora raspoređenih tako da istovremeno otkrivaju po dva kotača iste osovine. Na sl. 12 vidi se veza mesta A sa detektorima 1 i 3, te mesta B sa detektorima 2 i 4.

Ako se grupa jamskih kolica kreće po kolosjeku u smjeru naznačenom strjelicom, kada prva osovina pređe iznad para detektora 1 i 3, most A na odgovarajući način ispadne iz ravnoteže. Dobivena energija se u pojačalu pojača i djeluje na stabilizirani relj, tj. relj se isključi (kontakt u 1) i ostane u toj poziciji.

Prolaz slijedećih osovina preko detektora 1 i 3 učvrsti ovaj položaj pod uvjetom da dužina »1« zone zaposjedanja bude veća od razmaka »E« krajnjih osovina.



Sl. 11 — Elektronski pozicioner jastnih kolica
a — kućište aparature; 6 — kućište aparature montirano u ormanu; c — kućište aparature montirano u nepropusnom kućištu; d — neposredno kućište otvorno.



SI. 12 — Duzina 1 E.

Prolazom prve osovine preko detektora 2 i 4 ispada iz ravnoteže most B i djeluje na promjenu položaja releja koji se ponovno vraća u početni položaj, a slijedeće osovine taj položaj učvrste (kontakt na 2).

Nakon toga može ponovno započeti ulaz nove grupe jamskih kolica u zonu zaposijedanja.

Ukratko, odnosi između kontakata releja i položaja jamskih kolica dati su na tablici 1.

Tablica 1

Kontakti releja	Položaj grupe jamskih kolica
Položaj 1	Jamska kolica ulaze u zonu zaposijedanja; prva osovina nije aktivirala detektore 2 i 4
Položaj 2	Jamska kolica su pred ulazom u zonu zaposijedanja; prva osovina još nije aktivirala detektore 1 i 3, ili Jamska kolica su u zoni zaposijedanja, a prva je osovina aktivirala detektore 2 i 4.

U momentu, dakle, kada prva osovina aktivira bilo detektore 1 i 3, bilo detektore 2 i 4, položaj jamskih kolica je potpuno definiran. Znači da se ovim dvojema pozicijama, odnosno sa ova dva položaja releja, može regulirati automatski utovar, kočenje, prebacivanje skretnica itd.

Uvjeti za upotrebu elektronskog pozicionera

Uredaj je predviđen da funkcioniра pod naponom od 16 V sa korekcijom do $\pm 10\%$ istosmjerne struje. Utrošak po uređaju iznosi 160 mA. Za provođenje električne struje kod ovog uređaja može poslužiti i tračnica (npr. kod električne vuče).

Oprema i uređaji smješteni u kućištu aparature dopuštaju normalan rad kod temperature okoline koja se kreće između -20° i $+45^\circ$ C.

Montaža elektronskog pozicionera

Na svakom paru tračnica, paralelno na obje tračnice, sa vanjske strane se montira po par detektora, koji ograničavaju ulaz i izlaz zone zaposijedanja jamskih kolica. Prikaz rasporeda dijelova aparature i mesta montaže dat je na sl. 13.

Razmak između dva para detektora na kolosjeku ne treba da bude manji od 150 m. Kućište aparature treba postaviti u sredini razmaka između parova detektora da bi se dobio jednak otpor u kablovima prema obim grupama detektora.

Razvod električne energije je prikazan na „sl. 14.

Da bi se postigla optimalna osjetljivost, preporučuje se, da se podešavanje uređaja izvrši prema uputstvima na sl. 15.

Prema sl. 16 treba provjeriti da li relej ima uspješno uzbudivanje i kontrolirati osjetljivost koja treba da odgovara datoj krivulji.

U toku praktičnog rada elektronskog pozicionera važan je parametar maksimalna brzina prolaza jednih kolica ili kompozicije više jamskih kolica preko pružnih detektora. Za sada je ova brzina ograničena na oko 30 km/sat.

Smještaj detektora ima veliki utjecaj na funkcioniranje uređaja. Ako detektori nisu ispravno postavljeni, releji neće djelovati pri prolazu osovine. U tom slučaju treba detektore premjestiti na bolje mjesto i ponovno ih postediti.

Elektronski pozicioner kao brojač jamskih kolica

U praksi se elektronski pozicioner kombinira sa brojačem, čime se omogućuje odbrojavanje prolaza kotača na ulazu i izlazu ograničene zone. Pomoću dvije grupe detektora registrira se da li se na dijelu kolosjeka nalaze jemska kolica ili cijela kompozicija ili je kolosjek slobodan.

Izvedba elektronskog pozicionera, kada funkcioniра kao brojač jamskih kolica, identična je kao u slučaju prolaza kroz zonu zaposijedanja, s tom razlikom što su ugrađena dva releja, koji nisu stabilizirani i čiji je zadatak da aktiviraju sistem za brojanje. Raspored releja i brojača prikazan je na lijevoj strani sl. 12.

Prisutnost metalne mase na detektorima 1 i 3 uzbudjuje relej I, koji se isključuje u momentu kada metalna masa nije više prisutna na detektorima 1 i 3.

Prisutnost metalne mase na detektorima 2 i 4 uzbudjuje relej II, koji se također isključuje kada metalna masa nije više prisutna na detektorima 2 i 4.

Sema na sl. 17 prikazuje način spajanja detektora sa elektronskim pozicionerom kada služi kao brojač osovine. Ako se pojave teškoće oko podešavanja, koje treba provesti kao što smo prije naveli, treba prije svega pronaći minimalni napon pomoću voltmetra za izmeničnu struju čiji je otpor $R \geq 500$ om na 1 voltu.

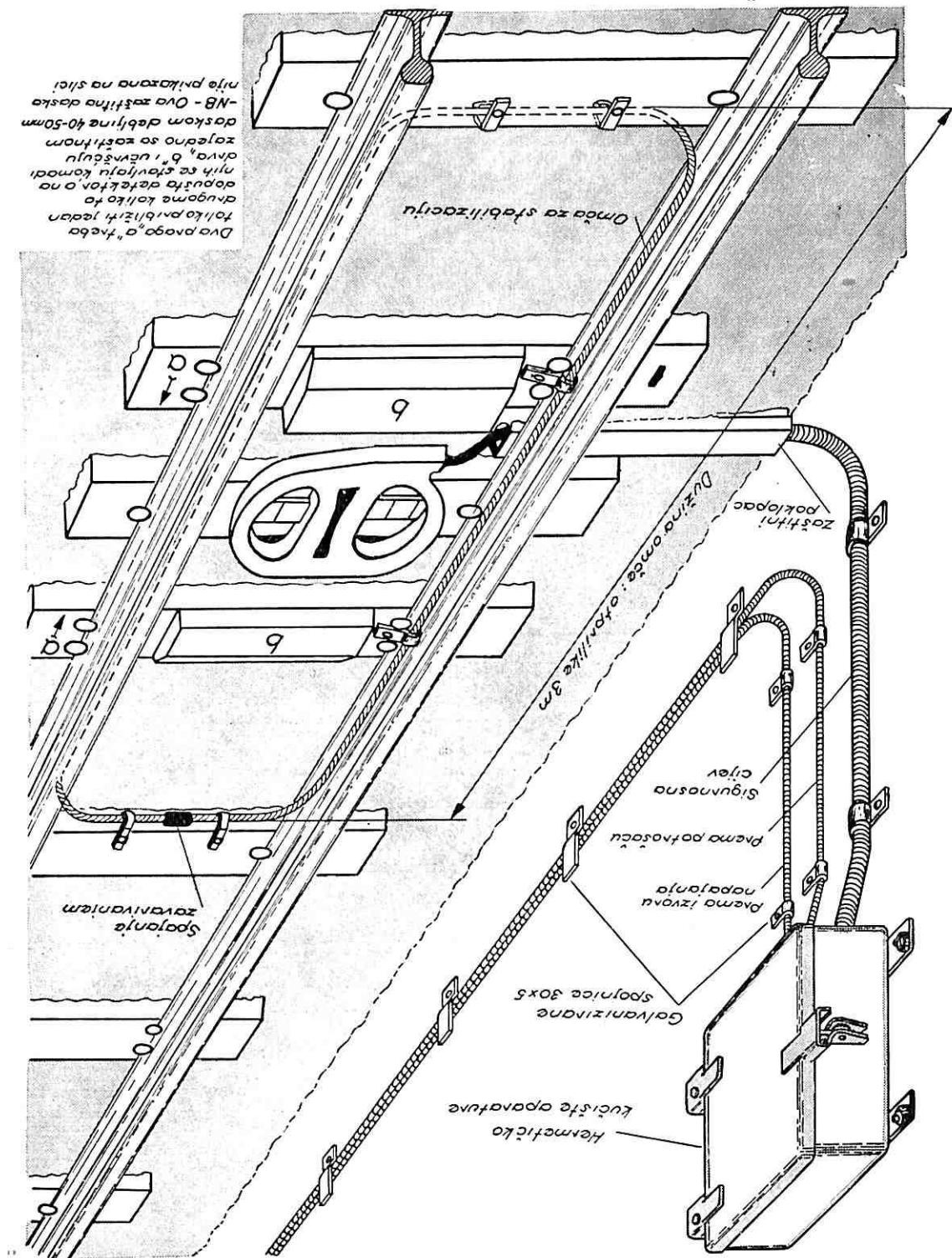
Primjene elektronskog pozicionera kao brojača

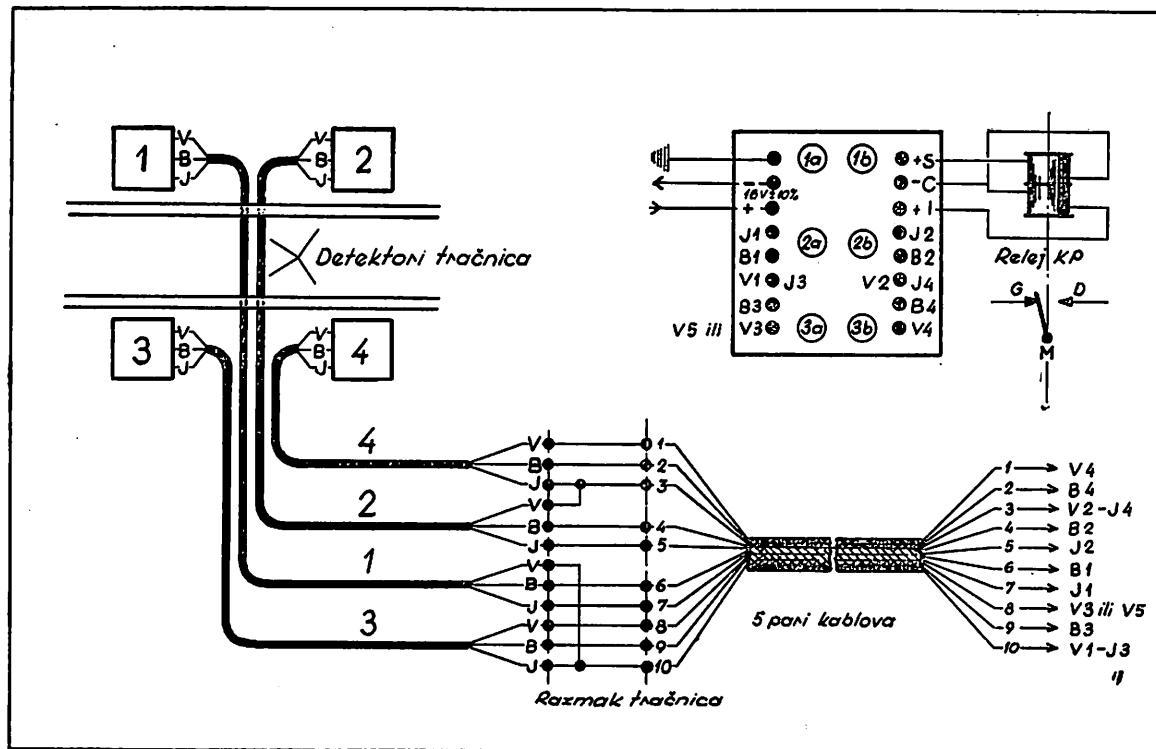
Relej I prikazan na sl. 12 uzbudjuje se prolazom osovine na ulazu jedne zone i povezan je sa brojačem koji je nazvan »ulaz«.

Relej II je na sličan način povezan sa brojačem koji se nalazi na izlazu iz zone i ima naziv »izlaz«.

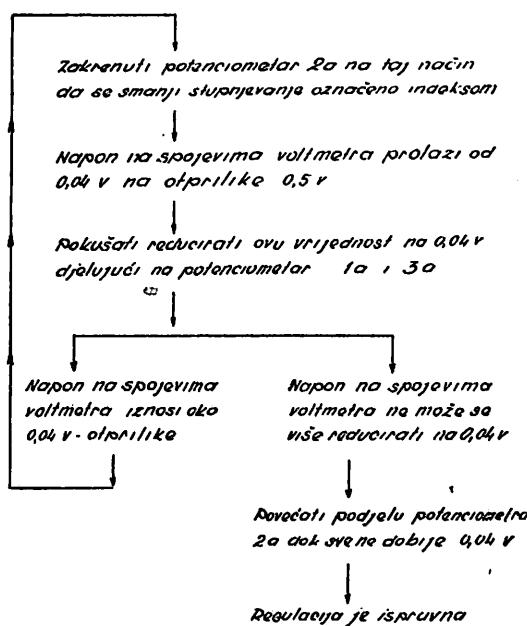
Sl. 13 — Elektroniski pozicioner jamsklik kolica. Montaza.

Svinca kolosjele: 60-100 cm





Sl. 14 — Elektronski pozicioner jamskih kolica. Razvod.



Sl. 15 — Šema napona 0, 04 V na spojevima voltmetra.

Kotači jednog vlaka jamskih kolica odbrojavaju se na ulazu i na izlazu te zone. Zona nije slobodna, dok odbrojani broj na izlazu nije identičan broju odbrojanom na ulazu. Ako postoji skladnost obaju brojeva, releji skladnosti se uzbude. Po potrebi, moguće je nadomjestiti sistem od dva brojača sistemom brojač — brisač.

Sistem elektronskog pozicionera sa brojačem može se korisno primijeniti za automatiziranje razvrstavanja jamskih kolica na zakrčenim kolosjecima, za kontrolu punjenja na tovarištima, kao i za kontrolu pokretanja i zaustavljanja izvjesnih uređaja i pogurivača.

Ako se spoji još sa nizom releja, elektronski pozicioner može da posluži za opredjeljivanje smjera prolaza jamskih kolica. U stvari, svaki detektor pozicionera pod utjecajem prolaza metalnih predmeta na malim razmacima izaziva poremećaj u odgovarajućem mjestu. Ovo je svojstvo iskorишćeno u tehniči automatizacije za brojanje i otkrivanje predmeta u pokretu.

Zaključak

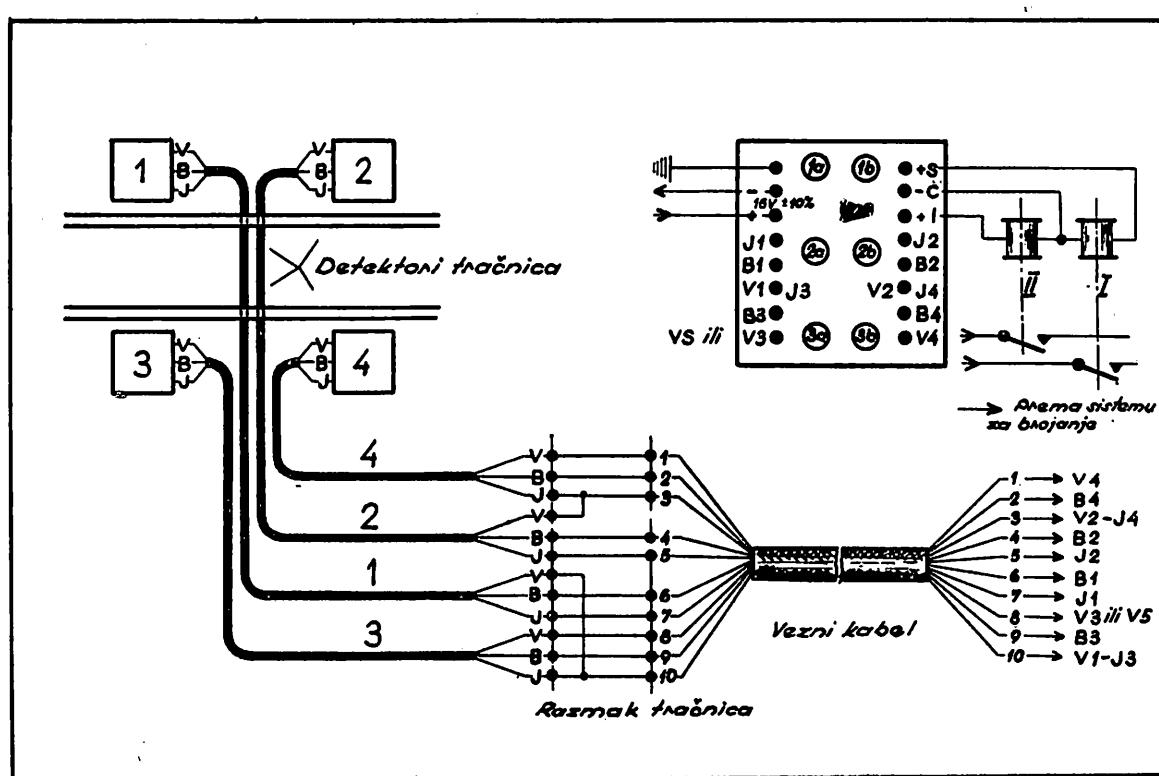
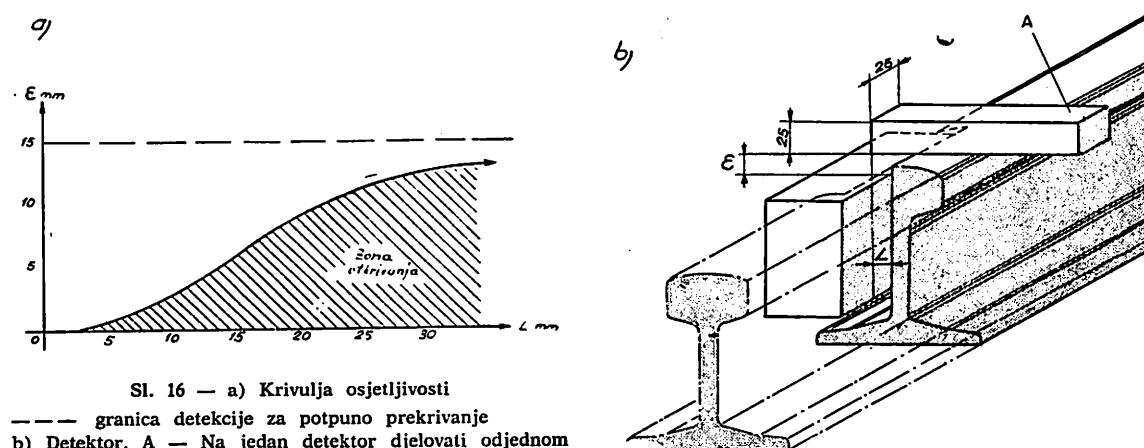
Upotreba navedenih elektronskih uređaja pri automatiziranju transporta u rudnicima je bez sumnje od velike važnosti za smanjenje radne snage, a s tim i troškova. Ne dolazi u obzir

samo ukoliko se transport odvija na veće udaljenosti i ukoliko treba savladati veće kapacitete. Automatiziranje samo radi automatike ne dolazi u obzir, jer se postiže suprotni efekat, poskupljuje se ono što je već skupo.

Opc̄a težnja da se skrati radno vrijeme, a povećaju lični dohoci, zahtijeva koncentraciju proizvodnje po količini, tj. da se kapaciteti povećavaju uz smanjenje radne snage. U takvim

uvjetima dolazi do potrebe za uvođenjem automatike.

Uvođenje automatike povlači najčešće za sobom potrebu i opsežnih rekonstrukcija, tako da svaki rudnik, koji želi da uvede novu elektronsku automatiku mora pažljivo da analizira i mogućnosti rekonstrukcije do te mjere da i automatika bude iskorišćena i ekonomski opravdana.



Kongresi i stručna putovanja

Održavanje sednica I radne grupe Internacionallnog biroa za mehaniku stena i Kolokvijuma iz mehanike stena u ruderstvu, Beograd, 1965.

U toku maja ove godine u Beogradu su održane sednice I radne grupe za terminologiju Internacionallnog biroa za mehaniku stena i Kolokvijum iz mehanike stena u ruderstvu, po završetku rada pomenute radne grupe. Ova manifestacija međunarodne naučne saradnje ostvarena je na inicijativu Internacionallnog biroa za mehaniku stena, a u vezi višegodišnje saradnje Rudarskog odseka Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu i Rudarskog odeljenja Fakulteta za prirodne nauke i tehnologiju u Ljubljani sa pomenutom naučnom organizacijom.

Sednice I radne grupe

Sednice I radne grupe za terminologiju Internacionallnog biroa za mehaniku stena održane su od 17. do 20. maja u jednoj od sala za konferencije Srpske akademije nauka i umetnosti. Na sednicama je učestvovalo 17 inostranih gostiju, članova ove radne grupe odnosno njihovih zamenika iz Francuske i Belgije u ime francuske jezične grupe i iz Demokratske Republike Nemačke i Savezne Republike Nemačke u ime nemačke jezične grupe, u kojoj sarađuje i jugoslovenski član iz Beograda. Članovi ruske jezične grupe i članovi engleske jezične grupe nisu mogli prisustvovati ovim sednicama, pa su dostavili svoje pismene predloge.

Sednicu je otvorio predsednik I radne grupe, prof. dr ing. F. Mohr. Dnevni red sednica obuhvatilo je referat sekretara radne grupe o dosadašnjem radu na izradi *Internacionallnog leksikona iz mehanike stena u ruderstvu*, na kome od 1960. godine rade nemačka, ruska, francuska i engleska jezična grupa. Rad na izradi ovog leksikona na četiri najrasprostranjenija evropska jezika nalazi se u pretposlednjoj fazi i sastoji se u koordinaciji predloženih definicija pojmove iz mehanike stena s naročitim obzirom na ruderstvo. U izradi predloga do sada su najviše postigle nemačka i ruska jezična grupa. Glavna tačka dnevnog reda bila je definicija mehanike stena i srodnih nauka, mehanike tla i mehanike čvrstih stena, kao i mehanike fundiranja, inženjerske geologije i hidrogeologije. Na sednici su prodiskutovani pismeni predlozi svih članova radne grupe, koje je svaki član, prema ranije dostavljenom upitniku, pripremio za diskusiju. U odsustvu članova ruske i engleske jezične grupe, pretreseni

su njihovi pismeni predlozi. Pretresana je 'takođe šema klaustalske naučne grupe (Rudarska akademija, Klaustal) i frajberške naučne grupe (Rudarska akademija, Frajberg) u pogledu jedinstvenog naziva nauke koja bi obuhvatila mehaniku stena u ruderstvu i mehaniku tla i mehaniku čvrstih stena u građevinarstvu, pošto sve ove nauke imaju mnogo zajedničkog i pored specifičnih elemenata, uslovljenih problemima struke.

U vezi definicije mehanike stena usvojen je nešto izmenjeni predlog prof. Mohra, po kome je mehanika stena u ruderstvu definisana kao nauka o fizičko-mehaničkom ophođenju stenske mase pod uticajem stalnih ili promenljivih sila, koje potiču od susednih stenskih masa ili od tehničkih radova. Isto tako je usvojen predlog frajberške naučne grupe, po kome treba da je geomehanika naziv za nauku koja obuhvata mehaniku stena u ruderstvu (ili rudarsku mehaniku stena) i mehaniku tla i mehaniku čvrstih stena, pretežno u građevinarstvu. Prema predlogu definicije nemačke radne grupe geomehanika je nauka, koja se bavi mehaničkim procesima u zemljinoj kori koji nastaju usled spoljašnjih uticaja (ruderstvo i ostale tehničke delatnosti, kao gradnja vodojaža, tunelogradnja, fundiranje). Obe definicije će biti još prodiskutovane unutar I radne grupe i na predstojećem 7. međunarodnom sastanku Internacionallnog biroa za mehaniku stena, novembra ove godine.

Ostale tačke dnevnog reda sednica odnosile su se na dalje zadatke I radne grupe, kao i na prihvaćeni predlog Rudarsko-geološkog fakulteta, Potkomiteta za mehaniku stena i podzemne radove JNKVB i Saveza rudarskih, geoloških i metalurških inženjera i tehničara Srbije da završetak sednica I radne grupe u Beogradu bude obeležen jednim kolokvijumom iz mehanike stena u ruderstvu.

Kolokvijum iz mehanike stena u ruderstvu

Kolokvijum iz mehanike stena u ruderstvu održan je 21. maja u prostorijama Saveza društava rudarskih, geoloških i metalurških inženjera i tehničara Srbije u Beogradu.

Prvi referat »Povodom dolaska u Beograd članova Internacionallnog biroa za mehaniku stena« podneo je prof. Kobiška, koji je ukratko govorio o saradnji između dva naša rudarska fakulteta odnosno odeljenja sa Internacionallnog birom za mehaniku stena pri Nemačkoj akademiji nauka u Berlinu, DRN i o usvojenoj praksi da se sednice radnih grupa Biroa održavaju naizmence u zemljama stalnih saradnika ove naučne međunarodne ustanove, pri čemu su članovi radnih grupa gosti dotične zemlje saradnice.

U drugom referatu »Značaj Internacionallnog biroa za mehaniku stena za dalji razvoj mehanike stena u ruderstvu« prof. dr ing. G. Bilkenroth, član Nemačke akademije nauka i predsednik ovog Biroa, istakao je da je Biro, u stvari, naučni centar za mehaniku stena u ruderstvu, u kome je već okupljen veliki broj

saradnika iz raznih zemalja koji se svake godine sastaju u Lajpcigu. Prema tome, ovi međunarodni sastanci nisu kongresi sa velikim brojem učesnika, već plenum namerno ograničenog broja stručnjaka i naučnih radnika koji rade na unapređenju mehanike stena. On je dalje izložio da u okviru Internacionalnog biroa za mehaniku stena, pored I radne grupe za utvrđivanje pojmove iz mehanike stena, postoji II grupa za tehniku geomehaničkih merenja pod zemljom, III radna grupa za ispitivanje mehaničkih osobina stena i IV radna grupa za analitičku mehaniku stena. Kao primer delatnosti Biroa naveo je okvirne teme, koje su do sada obrađivane na međunarodnim sastancima u Lajpcigu, a koje se uvek unapred određuju da bi saradnici mogli pripremiti svoje referate, saopštenja i diskusiju. Okvirna tema za 1965. godinu je »Mehanika jamskih udara«.

Prof. dr ing. G. Mohr, u trećem referatu »Cilj budućih istraživanja u mehanici stena« izneo je karakteristične zadatke kojima se mehanika stena bavi u rудarstvu, s naročitim osvrtom na podzemne radove, i kratak pregled metoda kojima se koristi mehanika stena pri svojim istraživanjima u rудarstvu. Posebno, u pogledu cilja budućih istraživanja, istakao je da mehanika stena ne sme biti nauka radi nauke, nego da služi u praktične svrhe. Od prvog stepena saznanja — analize treba da se prede na sintezu raspoloživih podataka, njihovo razjašnjavanje i uopštavanje, pošto elegantna matematička rešenja ne predstavljaju uvek i najuspješnije rešene praktične probleme. Mehanika stena je pružila već mnogo pomoći rudarskom inženjeru u praksi, ali može još i više. Pored podataka koje mehanika stena pruža rudarskom praktičaru za unapređenje tehnike i ekonomike, ona je od velike važnosti i za bezbednost rada.

U četvrtom i poslednjem referatu, »Osnovni problemi mehanike stena«, dr. ing. K. H. Höfer, naučni sekretar Internacionalnog biroa za mehaniku stena i direktor Instituta za bezbednost rudnika u Lajpcigu, podukao je probleme određivanja opterećenja i nosivosti stenske mase, kao i izbor »modela« za analitičko tretiranje stenske mase kao tri glavna problema mehanike stena. Sva tri problema moraju se razmatrati u vezi jedan s drugim. Po pitanju vremenih metoda za određivanje opterećenja i nosivosti stenske mase osvrnuo se je i na dva pravca u savremenoj mehaničkoj steni. Dok istraživač jednog pravca, pored terenskih ispitivanja, nastoje da u laboratoriji ustanove zakonomernosti u vezi fizičko-mehaničkog ophođenja stena, istraživač drugog pravca u mehaničkoj steni zastupaju nedovoljno dosledno gledište da su jedino merodavni »krupni ogledi« na stenskim masama. Na kraju je istakao važnost izbora pravilne »modelske« predstave o stenskoj masi pri analitičkim rešavanjima gornjih problema, kao i o vrstama modela koji su se u novije vreme razvili u ovu svrhu od prvobitnog Hukovog modela elastičnog tela, Njutnovog modela viskozne tečnosti i Sen Venanovog modela plastičnog tela.

Usled sprečenosti članova ruske i engleske jezične grupe da prisustvuju sednicama I radne grupe Internacionalnog biroa za mehaniku stena, izostali su na kolokvijumu referati prof. dr Kuznecova iz oblasti ispitivanja na modelima od ekvivaletnog materijala, prof. dr Averšina o razvoju proučavanja pojave jamskih udara i prof. dr Protodakonova mlađeg iz oblasti laboratorijskog ispitivanja tehničkih osobina stena i mineralnih sirovina.

Prof. ing. M. Antunović Kobliška

Prikazi iz literature

Autor: Gorn, S. L. i dr.

Naslov: Registratori intenzivnosti zračenja (Registers of intensity of radiation) (izlučenje)

Izdavač: Atomizdat — Moskva, 1965, str. 301, sl. 60.

Nuklearna zračenja su poodavno izašla iz okvira laboratorijskih ispitivanja a njihova primena u nauci i tehnici svakim danom postaje sve veća i obimnija.

Aparatura neophodna za merenje i registrovanje zračenja nije jednostavna i u suštini predstavlja sintezu elektronike, teorije električnih kola, precizne mehanike i mehanike fluida.

Proces merenja u nuklearnoj tehnici stoji u direktnoj vezi sa transformacionim parametrima zračenja. Karakteristične vrednosti zračenja su intenzitet i energija. Primarna funkcija

merne aparature je da ove veličine izrazi u obliku odgovarajućih električnih veličina i to najčešće kao impuls (struje ili napona).

Da bi moglo prema potrebi da se dalje upravlja ovim električnim impulsima neophodno je izvršiti pogodno talasno uobičajenje signala i dati mu poželjnu polarizaciju. Zato su uređaji za ovu namenu tako izrađeni da se na njima vidno odvajaju tri različita bloka i svaki od njih ima strogo definisanu ulogu. To su: detektori zračenja, zatim diskriminator, čija je funkcija da izvrši selekciju dobijenih signala a delimično treba da obavi ulogu talasnog uobičajenja i da dovede signal u željeni polaritet i na kraju, deo bloka u kome se vrši registrovanje signala.

Nuklearna elektronika pokazuje tendenciju brzog razvoja zahvaljujući, pre svega, tehnologiji poluprovodnika. U stvari, za poslednjih nekoliko godina instrumentacija, koja se koristi u nuklearnom zračenju znatno je dobila u preciznosti merenja, sniženoj ceni koštanja, većoj sigurnosti u radu i boljoj mehaničkoj čvrstoći

zahvaljujući sve široj upotrebi tranzistorских i magnetnih elemenata, kao i tunelskih dioda. S tog aspekta autor prilazi izlaganju ove važne gradi za tehničku upotrebu.

U knjizi je data koncizna sinteza savremenih tehničkih dostignuća u ovoj oblasti. Upućuje tehničare i konstruktore u izbor elektronskih blokova i pretvarača za registrovanje nuklearnih zračenja za konkretnе uslove merenja kao i vrstu radijacije.

Posebno poglavje pripada građi koja upućuje čitaoca u nove mogućnosti tehničke primene zračenja. To su najšire oblasti mašinske konstruktorske tehnike, procesa upravljanja, hemijskih merenja u građevinskoj tehnici, a naročito u oblasti mineralogije, geologije i rудarstva.

Lj. P.

Autor: pod redakcijom Vdovenka, V. M.
Naslov: Spektroskopske metode u hemiji kompleksnih jedinjenja (Spektroskopičeskie metody v himii kompleksnyh soedinenij)
Izdava: »Himija« — Moskva, 1964, str. 265, sl. 96.

Razvoj hemije poslednjih nekoliko decenija uslovljen je dobrom delom razvojem fizike a posebno fizike atomskega jezgra. Prvi vesnik koji je mogao detaljnije da nam kaže šta se događa u atomu i molekulu, a samim tim i o nekim hemijskim reakcijama, bio je elektron. Međutim, ova sičušna čestica nije mogla neposredno da saopštava šta se događa u atomu. To su mogle da učine samo manifestacije elektrona, kada on usled spoljašnjih ili drugih energetskih faktora prelazi sa jedne svoje stacionarne orbite na drugu. Pri ovom procesu emitiše se odgovarajući energetski kvant. Kao elektromagnetski fenomen ovaj proces može spektroskopski da se registruje.

Ova publikacija predstavlja zbornik studija i članaka iz oblasti spektroskopskih metoda u hemiji kompleksnih jedinjenja.

Kako sam redaktor kaže u uvodu, spektroskopske informacije su veoma važne, zato što oscilacije a zatim elektronska i mangentna rezonantna pojava u spektru predstavlja u suštini način registrovanja elementarnih akata uzajamnog delovanja između ispitivane supstance, u ovom slučaju određenog hemijskog jedinjenja sa elektromagnetskim ili magnetnim poljem. Energetski spektri koji proizilaze iz ovih interakcija određuju na svoj način specifičnu mogućnost za upoznavanje strukture i fine materijalne gradi molekula u sklopu kompleksnih hemijskih jedinjenja.

Spektralna analiza zahvaljujući pouzdanim teoretskim osnovama daje mogućnost kako za kvantitativna tako i kvalitativna istraživanja. Obimni radovi u ovoj oblasti dali su solidnu bazu da se ovom proverenom metodom izdiže iz okvira laboratorijskih istraživanja, da bi se svestrano primenila u industrijske svrhe.

Obimna grada u ovoj knjizi podeljena je prema prirodi tretiranog materijala. U prvom

i drugom delu knjige izložen je materijal koji govorci o najširem korišćenju elektromagnetskih spektara, koji su povezani sa elektronskim i oscilatornim prelazima. Osim toga, u prvom delu objašnjava se primena spektrofotometrije za određivanje strukture karakterističnih konstanti stabilnih kompleksnih jedinjenja.

Posebno mesto zauzima analiza apsorpcionih spektara. U drugom delu ispituju se mogućnosti korišćenja infracrvenog dela spektra za ove svrhe. U poslednjem delu knjige raspravlja se o osobinama spektra nuklearne magnetne rezonacije. Ova metoda je prilično mlađa pa se o njenim stvarnim osobinama ne zna još dovoljno pouzdano, radi čega se i dalje vrše brojna laboratorijska ispitivanja.

Lj. P.

Autor: Vasiljevsk, M. N.
Naslov: Asinhroni pogon rudničkih transportnih mašina (Asinhronyj privod šahtnyh pod'emnyh mašin) III izdanje
Izdavač: »Nedra« — Moskva, 1965, str. 447, sl 211.

Asinhroni električni pogon zahvaljujući specifičnim električnim i mehaničkim parametrima, kao i nekim posebnim konstruktivnim odlikama, doveo je do jednostavnih i jeftinih rešenja u kolima za električna pokretanja. Zahvaljujući opsežnim radovima našeg naučnika Nikole Tesle omogućeno je jednostavno prikazano i ekonomično rešenje za električni pogon uvođenjem danas tako raširenih asinhronih električnih mašina. Jednostavnija konstrukcija, koja je usledila pojmom asinhronih motora u odnosu na jednosmerne motore, koji su do tada dominirali u električnom pogonu, unela je između ostalog i promene nekih karakteristika elektromotora. To su: promena broja obrata, kao i promena nastala u regulaciji brzine, a zatim polazni momenat itd.

Primena asinhronih električnih motora u pogonima rudničkih postrojenja zahteva je neke specifične izmene u njihovoj konstrukciji. Ovi problemi nisu jednostavni i pred projektante je bio postavljen obiman i težak zadatak. Neki od njih su rešeni, a veći broj i dan danas očekuje podesno rešenje. Upotreba motora sa reduktotorom je samo polovично rešenje.

Za potrebe transporta u rudnicima usled postojanja nekih specifičnih okolnosti zahtevane su nove konstruktivne odlike u konstrukciji asinhronih motora. Nije jednostavno postići brzinu u opsegu 0,5—0,8 m/sek, za relativno kratak vremenski interval od 3—5 sek.

Poseban problem predstavlja pitanje dostizanja gornje granice aktivne snage asinhronih motora, mada je konstruktorima pošlo za rukom da proizvedu asinhroni motor čija je snaga oko 4000 kW.

Dosadašnja praksa je pokazala da su za pogon rudničkih transportnih mašina asinhroni motori sa faznim rotorom i aktivno regulisanim otporom u kolu rotora najpogodniji. Ovako rešenje sugerirano je posebnim zahtevima, da se takvim sistemom pogona omogući regulacija mehaničkog momenta elektromotora i to pri određenom opterećenju i brzini obrtanja ro-

tora. Izložena građa izašla je iz formata udžbenika i na izvesnim mestima poseduje formu priručnika. Specifične odlike za projektovanje asinhronih motora u rudničkom transportu unele su posebne proračune za kompenzaciju reaktivne snage.

Prema izboru građe, načinu izlaganja i traženja podesnih i optimalnih uslova rada elektromotora, knjiga je prikladna za projektovanje, izbor opreme za pomoćna stručna kola odnosno za upravljačka stručna kola elektromotora i njihovo uključivanje u opšti sistem automatičke rudničkih postrojenja.

Naročita je pažnja posvećena specijalnim sredstvima upravljanja, koji se koriste u asinhronom pogonu, kao što je dinamičko kočenje, napajanje strujom niske učestalosti i sl.

Kao posebno poglavje zauzimaju mesta gde se diskutuje o upotrebi nove opreme. To su: malogabaritni reversori (preklopke za promenu smera obrtaja), tečni reostati, pretvarači učestalosti i sl.

Zato je knjiga podesna za projektante rudničkih postrojenja a takođe i za ostale stručnjake koji rade na montaži, održavanju i eksploataciji električnih uređaja rudničkih transportnih mašina.

Lj. P.

Autor: Grečuhin, V. V.

Naslov: Geofizičke metode ispitivanja ugljenih bušotina (Geofizicheskie metody issledovaniya ugolnykh skvazin)

Izdavač: »Nedra« — Moskva, 1965, str. 468, sl. 168.

Da bi se sa najmanje materijalnih ulaganja moglo da sazna o naslagama uglja u pojedinim rudničkim rejonima razvile su se za poslednjih pedeset godina različite geofizičke metode. U osnovi, svaka od njih bazira na nekom poznatom fizičkom fenomenu. Sada bi mogle sve razrađene metode da se približno grupišu prema sledećim fizičkim pojavama: termičke (temperaturne), električne, magnetne, radioaktivne (nuklearne).

Autor je dao knjizi vid udžbenika, tako da je način prilaženja problemu, izložena građa i metodologija zadржala ovu formu od početka do kraja. Na taj način knjiga je dobila u sistematicnosti kao i u većoj jasnoći izložene građe,

a da uz to ništa nije izgubila u svom egzaktnom obliku.

To je i uslovilo da je prvo dat osvrt na neke opšte fizičke parametre koji definišu geološku strukturu tla. To je gustina pojedinih bitnih supstanci koje ulaze u građu i formiraju zemljinu koru kao i njihov srednji procentualni sastav zajedno sa maksimalnim opsegom ovih parametara. Samo na metode ispitivanja koje baziraju na električnim svojstvima tla dolazi više od polovine celokupne knjige. Tu su dati neki osnovni električni parametri za glavne minerale koji ulaze u sastav zemljine kore. Ovi parametri su: električni otpor, i to meren kao specifični električni otpor u omima puta metar, zatim promena specifičnog otpora u zavisnosti od promene vlažnosti (izražene u procentima); zatim zavisnost promene parcijalnih otpora u denih rastvora soli od koncentracije, gustine, specifične težine i temperature. Da bi se ovi parametri mogli realnije da upoređuju uvedena je nova fizička veličina. To je parcijalni električni otpor anizotropnih sredina.

Posebna pažnja je poklonjena prirodnoj elektrohemiskoj aktivnosti sredine. Istraživanja u oblasti ovih pojava daju nekoliko vrlo bitnih parametara neophodnih za egzaktan geofizički istraživanja. Kao dopuna ovoj pomoćnoj metodi uvodi se veštacka elektrohemiska aktivnost.

Radi proširenja slike o strukturi zemljine kore pri korišćenju mehaničkih metoda vrše se istraživanja vezana za pojavu prenosa elastičnih mehaničkih talasa.

Radioaktivne i nuklearne metode u najširem smislu nisu nove. Njihove osnove postavljene su još 1933. godine, ali tada nisu bile dovoljno razrađene za praktičnu upotrebu. Nepodesna i nepraktična aparaturna nije mogla u prvoj fazi da dozvoli širu primenu radioaktivnih zračenja (gama zraci) za geofizička istraživanja. Veći broj pokušaja koji je tada učinjen nije urođio plodom. U ovoj grupi istraživanja posebno место pripada korišćenju neutronskog snopa, koji zajedno primenjen sa drugim vrstama nuklearnog zračenja uz korišćenje savremene aparature, daje solidne i pouzdane rezultate u geofizičkim istraživanjima za procenjivanje naslaga uglja.

Lj. P.

Iz domaćih i stranih časopisa

Pettit, J.: Hidraulične mašine u rudnicima uglja sa posebnim osvrtom na instalacije, rad i održavanje. (Hydraulic Machinery in Coalmines with particular Reference to Installation, Operation and Maintenance). — »The Mining Electrical & Mechanical Engineer«, 1965, str. 45—51.

Upotreba i korišćenje hidrauličnih mašina u savremenom rudarstvu usledilo je kao posledica niza podesnih tehničkih okolnosti koje ove mašine poseduju, s obzirom na posebne zahteve koje pred njih postavljaju uslovi za rad u jamama.

Ako je potrebno da se vrši upoređivanje pojedinih karakteristika mašina koje imaju iste namene, ali poseduju različiti pogon, tj. čisto električni ili hidraulički (mada čisto hidraulički pogon ne postoji s obzirom da on najčešće

ima kao prethodni pogonski stepen elektromotor), teško bi moglo da se u najopštijem slučaju da prednost jednom ili drugom. Specifični radni i uopšte geofizički uslovi koji vladaju u jami određuju u suštini izbor i vrstu pogona a u skladu sa ostalim tehničkim namenama radi celishodnijeg rešenja i dobijanja optimalnih rezultata. Uvek postoje činjenice koje određuju prevashodno primenu električnog odnosno hidrauličnog pogona, kao i one činjenice koje su protiv njihove upotrebe.

U članku je dat najpre opšti prikaz o osnovnim fizičkim problemima na kojima bazira rad hidrauličnih motora, a posebno su obrađeni statički i kinematicki odnosno dinamički uslovi rada.

S obzirom da hidraulične pumpe predstavljaju životno bilo u radu hidrauličnih mašina, njima je poklonjena posebna pažnja sa naročitim osvrtom koji vladaju u specijalnim radnim uslovima diktiranim specifičnim rudničkim zahtevima, a posebno u teškim rudničkim jama.

Jedan bitan faktor u radu hidrauličnih mašina za rudničke potrebe je izbor fluida odnosno podesan izbor ulja kao pomoćnog pogonskog sredstva u radu ovih motora. Ovaj podatak je često od presudnog značaja s obzirom na temperaturne uslove i viskozitet ulja, tako da se pomoću ovih parametara znatno utiče na rad hidrauličnog motora.

U teškim rudničkim uslovima specijalno u jama sa visokom temperaturom i znatnim prisustvom agresivnih voda, upotreba hidrauličnih motora je znatno otežana a često i nemoguća. Ovom problemu autor pridaje veliki značaj i vrši klasifikaciju motora prema radnim i fizičkim uslovima koji vladaju u konkretnoj jami.

Kao posebno poglavje u primeni ovih mašina tretira se slučaj hidrauličnog pogona pri transportu uglja kroz jame a naročito u projektovanju, montaži i održavanju hidrauličnih podgrada. Što se tiče hidrauličnog transporta kod većeg broja stručnjaka ne postoji jedinstveno mišljenje o podesnom izboru prenosnika i hidrauličnih ventila. Takođe se posebno diskutuje o problemu takozvanog hidrotransporta. Problemi hidraulične podgrade naišli su po svoj prilici na jedinstvenu ocenu kod većeg broja eksperata, tako da su oni pod savremenim okolnostima i ekonomični i efikasni što nije uvek slučaj sa hidrotransportom.

Ovakvi momenti zahtevali su ispitivanje posebnih fizičkih uslova kao i ekonomsku analizu u izboru opreme i tehničkog održavanja uređaja za kompleksno hidrotransportovanje.

Lj. P.

Macmillan, R. H.: Eksploracija uglja daljinskim upravljanjem u rudniku Bevencotes (Coal Mining by Remote Control at Bevencotes Colliery). — »Process Control and Automation«; 12 (1965) 8, 335—344.

Kako autor tvrdi, Bevencotes je prvi rudnik u svetu u kojem je ostvaren sistem daljinskog upravljanja u toku procesa kopanja, utovara

(lokalni transport), sortiranja i utovara uglja u železničke vagone.

Pre nego što se pristupilo realizovanju ovog sistema izvršena su prethodna geološko-rudarska istraživanja, tako da se na osnovi procena zaliha uglja, dubine sloja, njihove debljine i položaja kao i sakupljanjem ostalih podataka nužnih za eksploraciju, došlo do zaključka da bi ovakav poduhvat u eksploraciji rudnika ekonomski bio potpuno opravdan.

Uređaji, oprema, merna aparatura i ostali neophodni materijal nisu zahtevali posebne uslove i naročitu konstrukciju. Ova okolnost je dobrim delom uticala na cenu opreme ovog grandioznog i pionirskog poduhvata u rudarstvu koja je ostala u granicama ekonomičnih rešenja i bila preduslov za dalji i širi razvoj ovakve vrste eksploracije u ostalim rudnicima uglja.

Na osnovu razrađene proizvodno-ekonomske analize predviđa se da rudnik uglja u Bevencotes treba da ima godišnju proizvodnju od 1,250.000 tona uglja. Ukupne rezerve u ovom rudničkom bazenu procenjuju se na 100.000.000 tona. To znači, da kad bi se svake godine proizvodilo po 1 1/4 miliona tona, onda bi ove rezerve mogle da se eksplorisu u toku 80 narednih godina. Takođe je predviđeno da se ovim putem postigne nekoliko puta veća proizvodnja uglja po radniku u smeri, što treba dalje da dovede do brže amortizacije uloženih materialnih sredstava za realizovanje ovog sistema.

I pored toga što članak ima, pre svega, informativni karakter ipak daje mogućnost da se sagledaju neki ekonomski aspekti ovakvih poduhvata u rudarstvu u Engleskoj (a po nekim pokazateljima i u svetskom domenu).

Što se tiče tehničkih i konstruktivno-projektantskih podataka članak je prilično oskudan. Osim nabranja glavnih elemenata koji su ugrađeni na ključnim objektima u ovom sistemu daljinske komande, delimično je opisana njihova funkcija i namena. Autor samo sa nešto više fizičkih detalja opisuje analizator koji radi na principu ozračivanja uzorka mekanim snopom X-zrakova.

Pada u oči delimično bitan podatak da ovaj poduhvat kao i celokupno rešenje ovog sistema daljinske komande u eksploraciji rudnika bazira na sledećim činjenicama: iskorишćena su u najširem smislu dostignuća industrijske elektronike, savremene merne i mašinske tehnike.

To znači da je potvrđena stara teza, da nema odlučnijeg faktora u daljem napredovanju u proizvodnji uglja bez svestrane primene industrijske elektronike kao i savremene merne tehnike.

Lj. P.

Dipl. ing. Otto Fitz: Univerzalna primena bušaćih kola u rudarstvu, kamenolomima i tunelogradnji. — »Montan-Rundschau« (Sonderheft), 1965.

Razvoj bušaćih kola i njihova primena kod bušenja na površinskim otkopima i kamenolomima datira još od pre 100 godina. Velika težina opreme za bušenje otežavala je prenos, što je dovelo do primene bušaćih kola.

Autor iznosi kratak istorijat razvoja bušačeg alata i opreme do danas, kada je u upotrebi moderna lafetna bušilica za bušenje dubokih minskih rupa, u Evropi 20—30 m, a u SAD i do 80 m, sa prečnicima 57—104 mm.

U daljem izlaganju autor upoređuje bušače čekiće i bušače mašine sa bušilicama za duboke miniske rupe. Kod toga iznosi dobre i loše strane jednih i drugih, upoređujući njihove radne karakteristike. Posebno detaljno obrađuje bušača kola fabrikata Bohler tipa TKD 11/35 sa dubinskim čekićem tipa LH 75 i motorom za rotaciju ZD 24; sve ovo obrađuje i za isti tip bušačih kola ali sa bušaćom mašinom.

Lafetna bušilica TKU 11/35 — UNIVERSAL može za nepunih 10—15 minuta preći sa jedne vrste bušenja na drugu. Bušača kola tipa TKD 11/35 Z opremljena su sa dva lafeta itd.

Za praktičare koji se bave masovnim bušnjima i miniranjima data je tablica postignutih rezultata u raznim stenama, za razne dubine bušotina i prečnike bušačih kruna od 48 do 85 mm i isti iznose zavisno fizičko-mehaničkih osobina stena i aplicirane tehnike bušenja od 4 do 16 m/h.

Na kraju članka autor govori o tendencijama primene i gradnje bušačih kola u smislu: povećanja težine i snage, kao i usvajanja određenih konstruktivnih elemenata (hidraulika, sa- mohodne gusenice i dr.).

Bez obzira što članak u velikoj meri ima komercijalno-propagandni karakter isti je od vrednosti za stručnjake koji se bave ovim problemima.

J. T.

Dipl. ing. S. L. Sik: *Novi putevi u izgradnji kosih okana*. — »Montan-Rundschau« (Sonderheft), 1965.

Austrijsko preduzeće OSTU primenjuje od pre 10 godina za dubljenje kosih okana specijalni uređaj sa grajferom, kojim se ostvaruje potpuna mehanizacija rada. Njegova primena je

ekonomična za okna dubine preko 150 m. Primena pomenutog uređaja ekonomski i tehnički je opravdana i moguća i kod većeg priticanja vode za vreme dubljenja okna, pri čemu se postižu dobri učinci i najveća sigurnost. Do sada je postignut dnevni napredak od 2,5 m i to pri snažnom priticanju vode i nagibu okna do 48°.

Članak je vrlo kratak i ne iznosi dovoljno podataka ni tehničke ni ekonomске prirode, te u toj formi može imati samo informativni karakter.

J. T.

Dipl.-Kaum. G. Hess: *Električni upaljači koji ne mogu zatajiti*. — »Montan-Rundschau« (Sonderheft), 1965.

Puna sigurnost miniranja vezana je sa ekonomičnošću, što se ne odražava samo kroz troškove eksploziva i drugih sredstava za miniranje, već i u drugim oblastima kao na primer: na proveravanje, utovar, drobljenje itd. Iako su prednosti električnog miniranja poznate, treba računati i sa mogućnošću da po neki upaljač zataji, pri čemu ne treba kriviti proizvođača, pošto je to artikl masovne proizvodnje. Mogućnost zatajivanja je manja od 1 : 500.000.

Pre otpucavanja treba proveriti otpor upaljača i veza, koji ne treba da je manji od 10 om. Navode se neki primjeri iz kojih se izvlači pravilo, da otpor kola mora biti što manji. U članku je prikazano kako se rukuje Polex-upaljačima, za koje se primenjuju posebne mašine za paljenje većeg učinka. Treba stvoriti zatvoreni krug što manjeg otpora i primeniti mašine za paljenje visokog učinka. Daju se brojčani podaci za otpore pojedinih vrsta upaljača i tehničke karakteristike dinamo električnih mašina za paljenje miša.

Članak je dosta interesantan za rudarske stručnjake koji se bave ovim problemom.

M. K.

Uputstvo o pripremi članaka za štampanje

Članak treba da bude napisan kratko i jezgrovito i po mogućnosti ne treba da prelazi jedan autorski tabak (30.000 štamparskih znakova) odnosno do 20 strana otkucanih na pisaćoj mašini proredom.

Autori nose punu odgovornost za originalnost članka kao i da rad još nije objavljen u celini ili izvodu. Autor treba da pribavi saglasnost o iznošenju rezultata rada od institucije na koju se članak odnosi.

Autor treba da izbegavaju naziv stranih firmi a u članku daju samo karakteristike pojedinih mašina i uredaja.

Autor dostavlja rukopis u dva primerka, od kojih jedan mora biti original. Rukopis mora da ima marginu od najmanje 4 cm.

Ukoliko je predat tekst nečitak, sa mnogim ispravkama, ponovno prepisivanje izvršiće redakcija, a troškovi padaju na teret autora.

Strange nazive i imena treba pisati kako se pišu u originalu. Ukoliko tekst sadrži tuđa slova (grčka) treba na margini ponoviti slovo i dati mu naziv. U tekstu, tabelama i slikama treba izbegavati skraćenice.

Autori treba da dostavljaju spisak korišćene literature bez rednih brojeva, a u tekstu rukopisa navedu autora imenom i prezimenom, kao i godinu izdanja, npr. (M. Petrović, 1962). Spisak literature treba da je sređen po abecedi.

Autor treba da dostavlja potpisani rukopis sa tačno naznačenom adresom i navede ustanovu gde radi kao i svoj žiro račun odnosno odgovarajuću izjavu.

Pripremanje slika. — Crteži i fotografije se predaju zasebno. Crteži moraju biti iscrtani tušem na pausu ili finoj hartiji, po mogućству uvećani. Crteži treba, posle odgovarajućeg smanjenja, da se uklope u ove formate: $15 \times 20,5$ cm, ili $7 \times \dots n$ cm, gde n može da se kreće od $1-20,5$ cm. Ukoliko crteži nisu tehnički ispravni, autor treba da izvrši ispravku. Na svim crtežima odnosno fotografijama mora biti naznačen broj slike.

Potpise za slike treba ispisati na posebnom listu hartije (isto u duplikatu), sa odgovarajućim prevodima, ukoliko članak ima rezime.

Svaki naučno-stručni članak mora imati rezime i to:

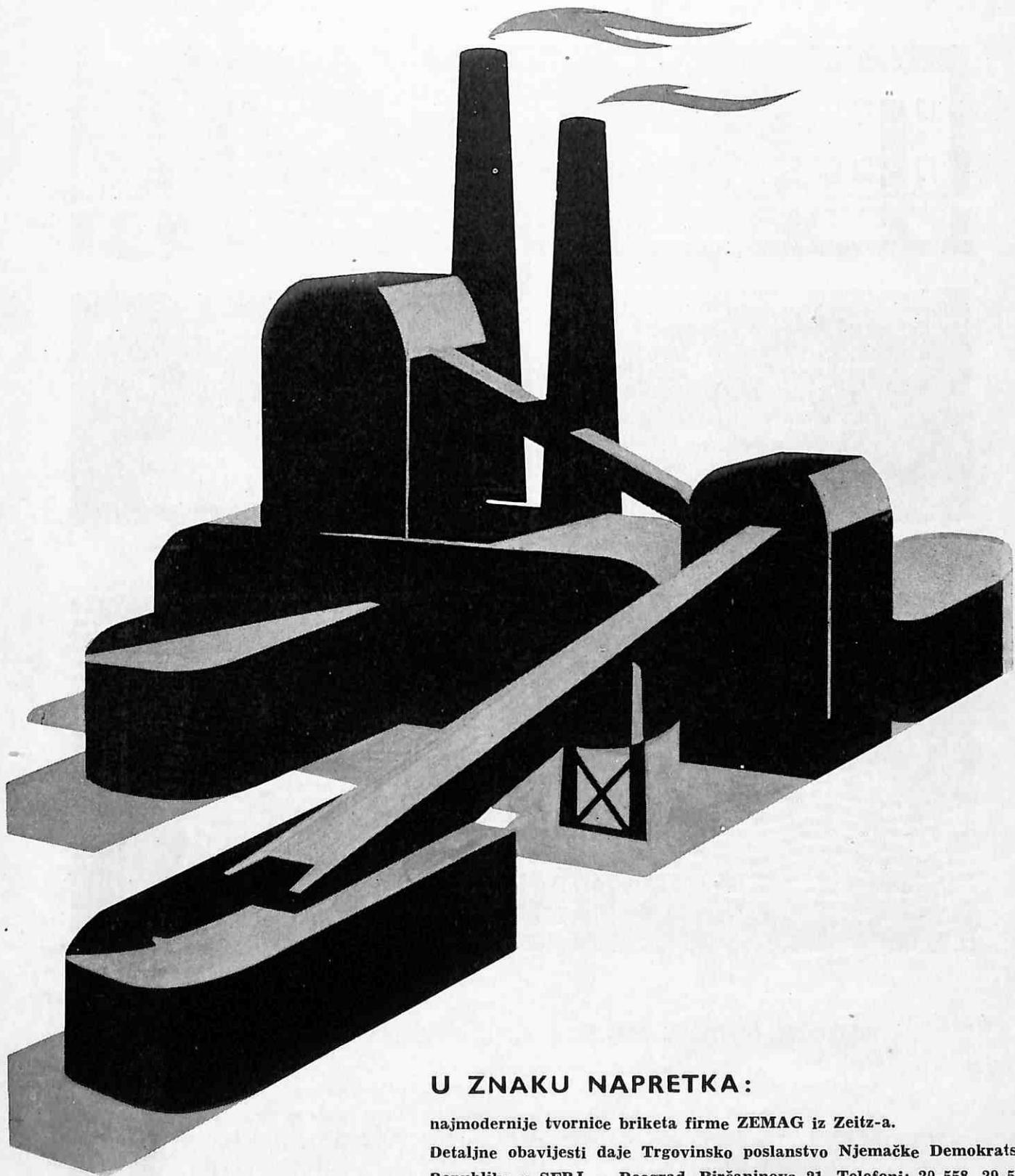
— na srpskohrvatskom jeziku, 5—10 redova otkucanih mašinom, a isti dolazi na početku članka i

— na jednom od svetskih jezika i treba da obuhvati do 2 strane. Autor može zatražiti od redakcije da izvrši prevod. Poželjno je da autor naznači na koji jezik želi da se izvrši prevod i da eventualno stručne izraze u prevodu.

Članci primljeni od strane Redakcionog odbora podležu stručnoj recenziji, autoru se dostavlja poslednja štamparska korektura. Rok vraćanja ove korekture je strogo ograničen, tj. 2 dana za Beograd i 4 dana za unutrašnjost od dana odašiljanja.

Autor dobija besplatno 15 separatova svog članka.

Uredništvo



U ZNAKU NAPRETKA:

najmoderne tvornice briketa firme ZEMAG iz Zeitz-a.

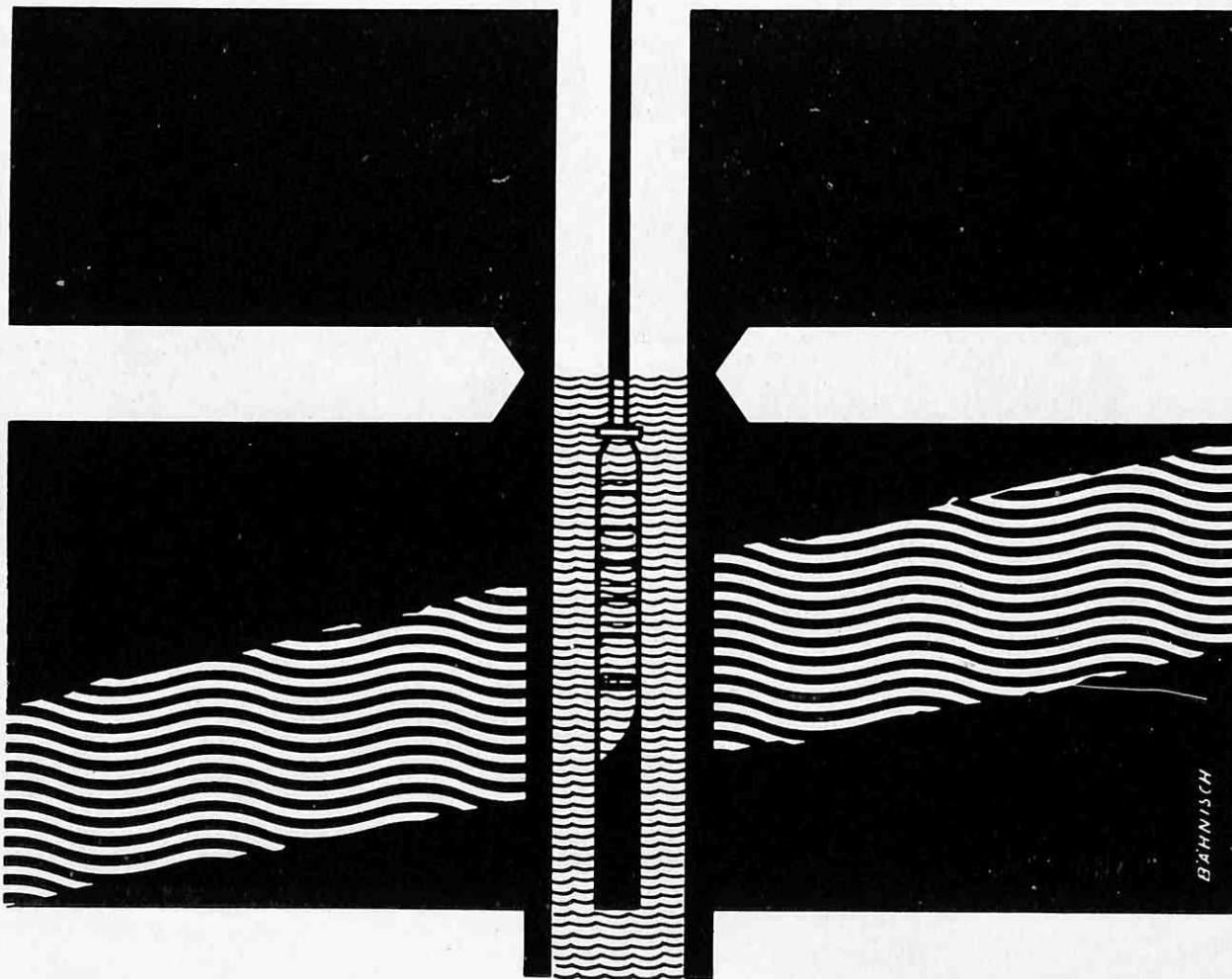
Detaljne obavijesti daje Trgovinsko poslanstvo Njemačke Demokratske Republike u SFRJ — Beograd, Birčaninova 21, Telefoni: 29-558, 29-597.

DEUTSCHER INNEN- UND AUSSENHANDEL



MASCHINEN-EXPORT

108 Berlin, Mohrenstrasse 61,
Njemačka Demokratska Republika.



PODVODNE MOTORNE PUMPE — KONSTRUKCIJONA SERIJA U

služe za ekstrakciju vode iz većih dubina s najmanjim utroškom za bunare i montažu. Lako se montiraju, nije im potrebno postolje i kućište pumpe, a rade pouzdano bez posluživanja.

Primjenjuju se za ekstrakciju pitke vode u gradovima i općinama, za opskrbu vodom industrije i poljoprivrede, za opadanje podvodnih voda i za otapanje i zadržavanje vode u rudarstvu i rovovima.

RADNE KARAKTERISTIKE: transportna količina — 40 do 630 m³/h
transportna visina do 160 m

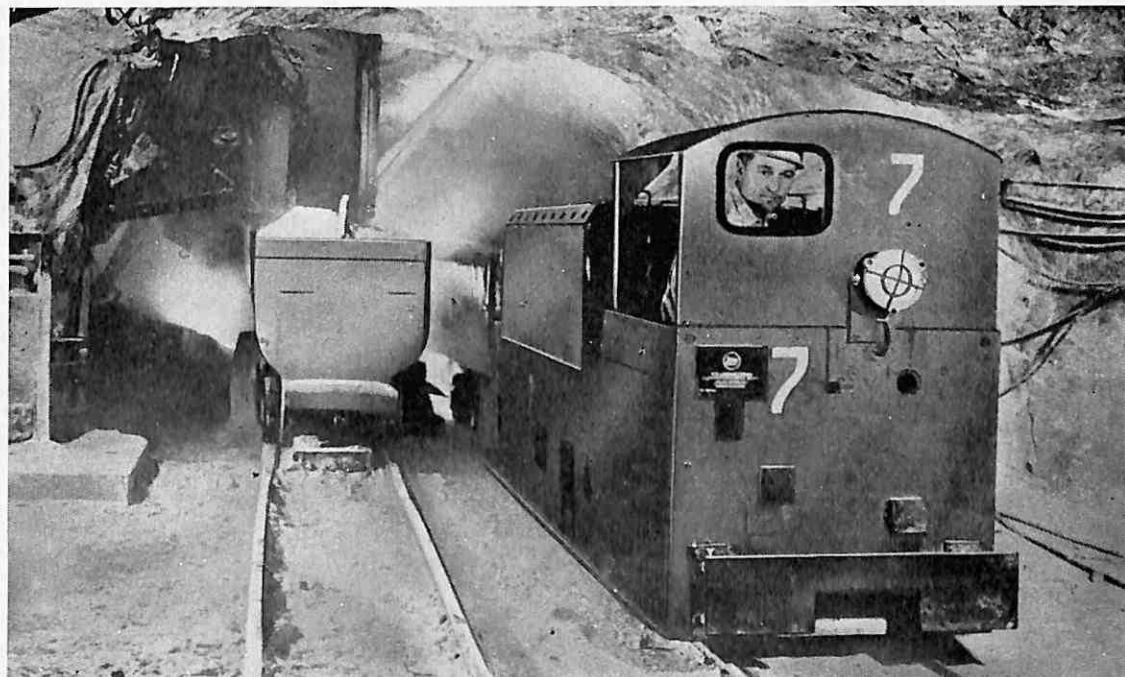


TECHNOCOMMERZ GmbH

108 BERLIN, TAUBENSTRASSE 4—6
Njemačka Demokratska Republika

BOGATSTVA ZEMLJE TREBA EKONOMIČNO ISKORISTITI

Neizmjerna bogatstva u obliku dragocjenih sirovina leže u utrobi zemlje. I mi smo sebi stavili u zadatak ekonomično vađenje i korišćenje istih na opće dobro. U pogonima VEB Lokomotivbau-Elektrotechnische Werke Henningsdorf proizvode se dvoosovinske, električne jamske lokomotive na akumulatorski pogon za primjenu u podzemnom kopu u ugljenokopima i rudnicima metala i kalija. Ove lokomotive su dokazale svoju visoku vrijednost, prema težini zadatka i kapacitetu motora, na glavnim i sporednim prugama i na prugama za eksplotaciju. Proizvodimo tri standardna tipa: EI 7, EI 8 i EI 9 sa zaštitnim uređajem protiv jamskih



plinova ili bez njega. Kod konstrukcije ovih tipova lokomotiva pazilo se na različite širine kolosjeka u rudokopima. Zahtijevajte opširnije tehničke obavijesti. Rado ćemo Vas savjetovati po svim pitanjima izvoza.

NEKI TEHNIČKI PODACI:

Tip	EI 7	EI 8	EI 9
Radna težina	12,5	6,8	4,0
Širina kolosjeka	550—700	500—650	500—600
Dužina preko odbojnika	5.400	4.060	2.700
Najveća širina	1.080	1.000	825
Najveća visina preko SO	1.600	1.400	1.260
Najmanji promjer zavoja	12.000	7.000	5.000
Učinak po satu kod	10	8,25	5,6
	2×17	2×8,5	km/h 2×4,5 kW

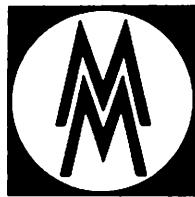
TRANSPORTMASCHINEN EXPORT · IMPORT

DEUTSCHER INNEN- UND AUSSENHANDEL · 108 BERLIN / DDR

NJEMAČKA DEMOKRATSKA REPUBLIKA

LEIPZIG

**Informacije
Kontakti
Poslovi**



6.-15. 3. 1966

Leipziški sajam ima neprispodobivu privlačnu snagu. Osim tradicije, sajam imponira svojom vitalnosti, svojom naprednosti, svojom univerzalnom mogućnosti orijentacije i kontakta uz pomoć svoje neiscrpne snage! U toku dvije posljednje dekade dobio je ovaj sajam i značajan međunarodni akcent: danas je on poznati trgovinski centar za Istok i Zapad! U Leipzigu postoji jedinstvena prilika za tehničke informacije, uspoređenje dostignuća i izmjenu iskustava. U proljeće 1965. u Leipzigu se sastalo 10.447 izlagača iz 75 zemalja i gotovo tri četvrtine milijuna posjetilaca iz 94 zemlje! Na izložbenom prostoru od ukupno 850.000 m² bilo je prikazano milijun izložaka — pregledno raspoređenih u 60 grana. Putovanje u Leipzig uvijek donosi korist. Sajamske iskaznice daje: OZEHA, Zagreb, Beograd, Rijeka, Split, Sarajevo i Skopje. Besplatne vize uz predočenje sajamske iskaznice na granici Njemačke Demokratske Republike.

LEIPZIŠKI SAJAM • TEHNIKA I ROBA ŠIROKE POTROŠNJE

Svim svojim saradnicima želi

Srećnu Novu 1966. godinu

Rudarski institut - Beograd

Bibliografski kartoni članaka

**štampanih u »Rudarskom glasniku«
i »Informaciji B« u 1965. god.**

(Kartoni, isečeni i sređeni po decimalnoj klasifikaciji — prema broju u levom ugлу gore — upotpuniće Vašu kartoteku).

532.135:626.93

Stojšić dipl. ing. Aleksandar: Prilog proučavanju uticaja reoloških osobina na potrošnju energije kod agitiranja.

„Rudarski glasnik“ br. 4 (1965), str. 10—26, sl. 13.

Reološke osobine pulpe su još uvek malo istražene. Konstatovano je da, kao i kod idealnih fluida, one nemaju uticaja na potrošnju energije kod agitiranja ako postoje uslovi turbulentnog kretanja. Ispitivan je uticaj viskoziteta na mešanje u laminarnoj zoni i diskutovani rezultati. Prethodno je ispitivan reološki karakter suspenzija i utvrđeno je da se i on menja zajedno sa promenom brzine smicanja.

338.011.1:622.3

Milutinović prof. dr Velimir: Dejstvo zakona opadajućeg prinosa u eksploataciji mineralnih sirovina.

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1965), str. 65—70, sl. 1.

Izloženo je dejstvo zakona u industriji i rudarstvu i specifičnosti njegovog dejstva u eksploataciji ležišta mineralnih sirovina.

552.524 (497.11 = 11)

Simić dr ing. Mileta: Kaolinitska glina iz Borskog rudnika.

„Rudarski glasnik“ br. 3 (1965), str. 63—68, sl. 7.

Izložena su ispitivanja vršena na poluindustrijskom proizvodu različitih frakcija i dat je kvantitativan mineralni sastav i osrvrt na raspored minerala.

518.41:622.45

Simeunović Dragomir: Metoda sukcesivne aproksimacije primenjena u prostom dijagonalnom sistemu razređenja vazduha po jami.

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1965), str. 55—58, sl. 2.

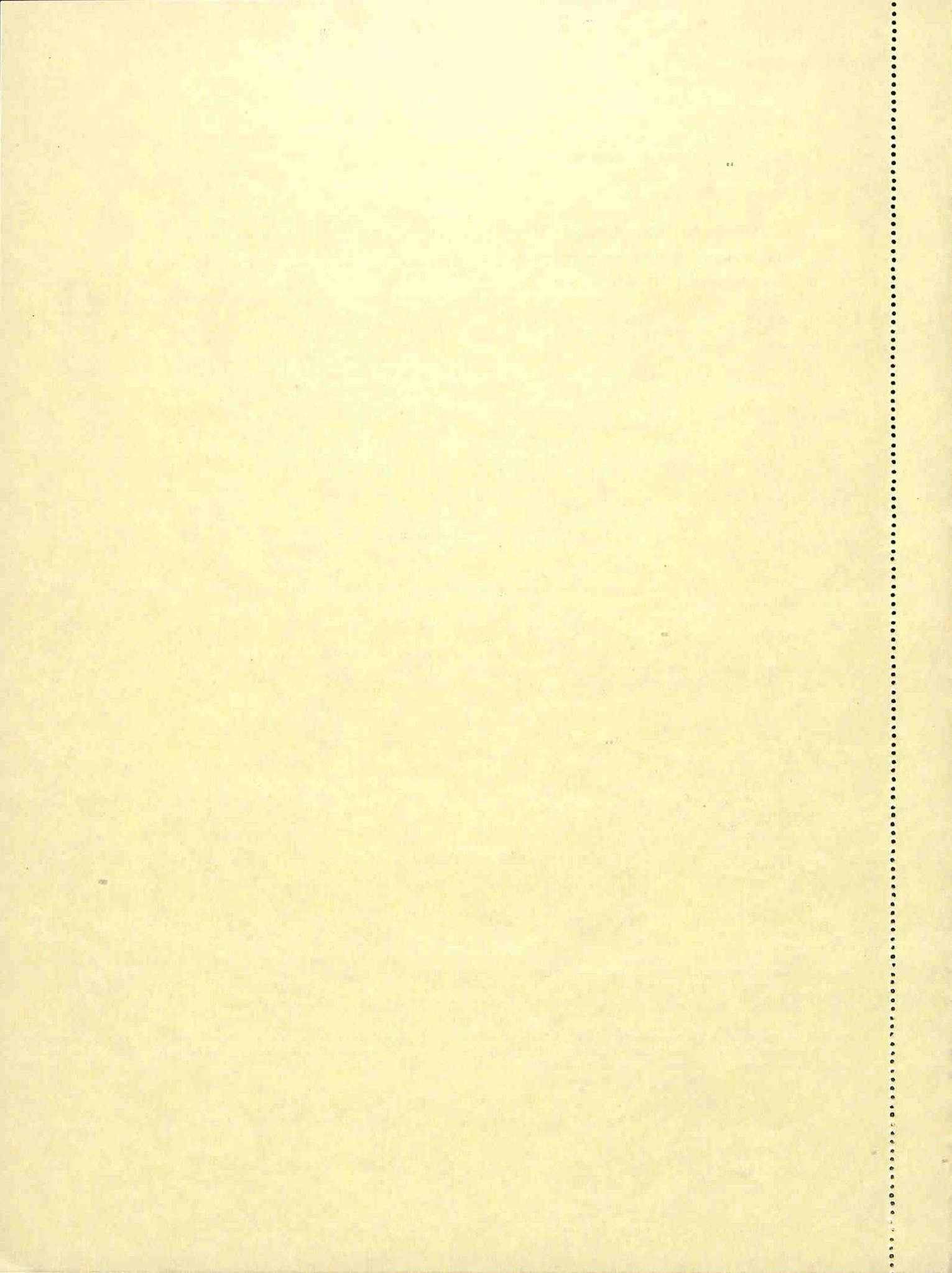
Prikazan je metod koji ubrzava proces iznalaženja približnog rešenja sistema jednačina u dijagonalnom sistemu razvođenja vazduha. Dat je konkretni primer i poređenje sa običnim načinom iznalaženja približnih rešenja koji se koriste u rudarskoj praksi.

553.43 (497.1)

Janković prof. dr ing. Slobodan: Ležišta i metalogenetske epohе bakra u Jugoslaviji.

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 45—58, sl. 2.

Dati su tipovi ležišta sa karakteristikama pojedinih jugoslovenskih ležišta i pregledom bakronosnih metalogenetskih oblasti i epoha u Jugoslaviji.



553.441/.447 (497.1)	621.3.047:622—50 Petrović dipl. ing. Ljubisav: Elementi beskontaktnih logičkih kola u automatici rudničkih postrojenja. „Rudarski glasnik“ br. 4 (1965)- str. 63—69, sl. Korišćenjem beskontaktnih poluprovodničkih ili feritnih elemenata u automatici rudničkih postrojenja dobija se veća sigurnost u radu, niža cena, manje dimenzije i veći vek eksploracije uređaja. Ako se ova kola interpretiraju pomoću stavova matematičke logike, dobijaju se rešenja sa minimalno ugrađenim elementima.
620.9 (100) (063)	621.65/.69—523:622 Petrović dipl. ing. Ljubisav: Kontaktne rešenje za automatiku vodocrpnih stanica u rudniku Poljana. „Rudarski glasnik“ br. 2 (1965), str. 59—62, sl. 5. Dato je jedno konkretno rešenje za automatiku vodocrpnih stanica pomoću reljnih kontaktnih elemenata. Kao regulator nivoa vode služi potisna cev, a svi ostali ugrađeni elementi proizvode se u SFRJ.
621.18:536.63	622 (100) (063) Mitrović dipl. ing. Dragoljub: IV međunarodni kongres rudara, London, 1965. „Rudarski glasnik“ br. 3 (1965), str. 95—96. Prikaz održanog kongresa, rada po grupama i analiza pojedinih referata. Prikaz izložbe rudarskih mašina i ekskurzije.

622—50

Pavlović prof. ing. Vasilije: Kibernetika i rudarstvo.

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 75—79.

Data je primena automatizacije u jamskoj eksploataciji sa organizacijom izvoza i tablicama količine prevezenih proizvoda u 1 smeni sa 2 kompozicije vozova i različitom veličinom sudova i visinom izvoza.

622.27:622.332 (497.11—191.2)

Weiss dipl. ing. Franc: Razvoj otkopnih metoda u rudnicima mrkog uglja „Rembas“ i probe uvođenja širokočelnog otkopavanja.

„Informacije B“ br. 33 (1965), str. 18, sl. 21.

Dati su uslovi eksploatacije, primenjene otkopne metode, analiza tih metoda, probe mehanizovanja.
Prikazana su dosadašnja iskustva sa kombajnom i perspektiva za unapređenje proizvodnje.

622.007.2 431.8 : 622 497.11

Simić dr Vasilije: Saksonski rudari i rudarska akademija u Frajbergu u rudarstvu Srbije. (Povodom dvestogodišnjice rudarske akademije u Frajbergu)

„Rudarski glasnik“ br. 3(1965), str. 85—94.

Uticaj Sasa na rudarstvo srednjovekovne Srbije i uloga rudarske akademije u Frajbergu u obnovi savremenog rudarstva u Srbiji. Frajberški rudari na našim rudnicima i rudari iz Srbije školovani u Frajbergu.

622.271:693

Damjanović prof. ing. Dragutin: Masivne konstrukcije u rudarstvu. I. Potporni zidovi.

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 37—44, sl. 19.

Dati su oblik potpornog zida i vrsta građevinskog materijala, statika i analiza opterećenja.
U analizi opterećenja obuhvaćena je sopstvena težina potpornog zida, sila zemljinog pritiska, spojnice potpornog zida na tlu i dr.

622.007.2 (497.11) (091)

Simić dr Vasilije: Istaknuti rudari Srbije. Jevrem Gudović.

„Rudarski glasnik“ br. 4 (1965), str. 71—78, sl. 1.

Život i rad jednog od prvih rudarskih inženjera u Srbiji uz prikaz ondašnjih prilika u rudarstvu.

622.271:693

Damjanović prof. ing. Dragutin: Masivne konstrukcije u rudarstvu. II. Svodovi u rudarstvu.

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1965), str. 47—54, sl. 14.

Prikazan je svod kao konstrukcija. Dat je obrazac za proračun svoda. Posebno je tretiran svod kružnog (prstenastog) preseka.

622.271:693

Damjanović prof. ing. Dragutin: Masivne konstrukcije u rudarstvu. III. Temelji.

„Rudarski glasnik“ br. 3 (1965), str. 69—78, sl. 12.

Dat je značaj temelja i masivnih konstrukcija i osnove za proračun napona ispod temelja, kao i analiza opterećenja nekih rudarskih konstrukcija. Posebno su obrađeni temelji za žičare.

622.33:622.232.4—233.18

Hajovsky prof. dr ing. Ludvik: Rezni organi mašina za dobivanje uglja.

„Rudarski glasnik“ br. 3 (1965), str. 21—30, sl. 16.

Posle određivanja čvrstoće ugljeva na pritisak i prikaza rada reznih organa mašina za dobivanje date su pojedine vrste reznih organa sa učincima i detaljnim opisom pojedinih delova.

622.271.3·622.831.001

Najdanović prof. ing. Nikola, Obradović dipl. ing. Radmilo: Komparativna analiza proračuna stabilnosti etaža površinskog otkopa i odlagališta sa uprošćenim postupkom određivanja kritične klizne površine.

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 19—36, sl. 26.

Izvršena su poređenja novih i uprošćenih metoda Konečnog i Lomisea sa klasičnom švedskom metodom Felleniusa i konstatovano je da se prve dve metode mogu uspešno primeniti kod radnih kosina etaža površinskog otkopa i odlagališta a da za stabilnost stalnih kosina treba primeniti metodu Felleniusa.

622.33:622.273.21 (100) (063)

Ahčan dipl. ing. Rudi, Đukić dipl. ing. Blažo: Međunarodna konferencija po temi „Likvidacija otkopanih područja“, Ostrava—Radvanice, 1964.

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 136—138.

Dat je pregled održanih referata (ukupno 29) o najnovijim dostignućima u eksploataciji slojeva uglja sa primenom zasipavanja. Iznet je program ekskurzija.

622.33:331.87.024.3 (063)

Ahčan dipl. ing. Rudi: Zasedanje Potkomiteta za probleme produktivnosti u rudnicima uglja pri Komitetu za ugaj EEK, Zenica, 1965. god.

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1965), str. 75.

Dat je prikaz održanog zasedanja i plan sledećeg zasedanja sa temama.

622.33:622.274.2

Radenković dipl. ing. Čedomir: Otkopavanje moćnih nagnutih slojeva uglja primenom kombinovane širokočelne i podetažne otkopne metode.

„Informacije B“ br. 34 (1965), str. 9, sl. 4.

Dat je opis kombinovanog širokočelnog i podetažnog otkopavanja sa osnovnim parametrima i normativima otkopavanja.

622.332.001.2 (497.11)

Ahčan dipl. ing. Rudi: Uticaj radne sredine na uslove eksploatacije slojeva lignita u jami Čirikovac IEK-Kostolac

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 5—18, sl. 8.

Uz definiciju pojma radne sredine date su analize osnovnih parametara radne sredine i fizičko-mehaničkih osobina uglja i gline. Analiziran je proces zarušavanja širokočelnom otkopnom metodom sa obrušavanjem uglja iz stropa.

Data je ocena otkopnog pritiska na širokom čelu.

622.7:549.623.93:622.7

Ivanković dipl. ing. Dragorad: Studija pripreme i koncentracije pirofilita iz ležišta Parsovići — Konjic i mogućnosti primene u industriji.

„Informacije B“ br. 38 (1965), str. 24, sl. 5.

Prikazan je pirofilit kao sirovina u industriji — njegova primena u industriji papira, vlastalnog materijala, keramičkoj industriji i industriji boja i lakova.

Date su analize belog i ljubičastog pirofilita i idejna šema tehnološkog procesa pripreme sirovog pirofilita, prerade i koncentracije.

622.343.002.68:553.612.001.2 (497.11—11)

Grbović dipl. ing. Miloljub, Puštrić dipl. ing. Stevan: Prethodna studija mogućnosti korišćenja jalovine andezitno-propilitizirane rude bakra — Bor u cilju dobijanja kaolinske materije.

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1965), str. 43—46.

Date su osnovne karakteristike mineralne sirovine iz koje se dobija kaolinska materija. Prikazan je proces proizvodnje i cena koštana. Tablično je dat granulometrijski sastav samlevene rude i hemijska analiza mulja.

622.70/.76:622.368.92 (497.1)

Marković dr ing. Stevan, Čeh dipl. ing. Miomir: Koncentracija jugoslovenskih barita.

„Informacije B“ br. 32 (1965), str. 22, sl. 7.

Prikazani su rezultati raznih postupaka koncentracije za sve važnije jugoslovenske rude barita.

622.344.1 (497.11) (091)

Simić dr Vasilije: Rudarstvo na olovno-cinkovom rudištu kod sela Kučajne (SI Srbija).

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 113—134, sl. 7.

Prikaz olovno-cinkovog rudišta počev od starog veka pa sve do danas sa tablicom proizvodnje rudišta i topionica po godinama i analizom ruda olova i cinka.

622.70/.76.002.65

Lešić prof. dr ing. Đura: Novi pojmovi u procesu koncentracije nekog korisnog minerala u rudi: ekstraktivni i neekstraktivni ideo minerala.

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 59—64.

Prikazan je „indeks ekstraktivnosti“ i ispitivanja na rudi bakra različitih frakcija spec. težine. Bakar je kategorisan po tipovima zrna u jalovini.

622.7.001.003

Lešić prof. dr ing. Đura: Teoretski i tovarni materijalni bilans u procesima pripreme mineralnih sirovina.

„Rudarski glasnik“ br. 3 (1965), str. 5—14, sl. 1.

Dat je prikaz teoretskog materijalnog bilansa i tovarnog bilansa utvrđenog merenjem kao i pregled mogućih grešaka u kontroli rada pogona.

Podvučena je potreba da se razlike između teoretskog i tovarnog bilansa svedu na minimum i sistematski uklone njihovi uzroci.

622.755+622.776:622.342.13

Lešić prof. dr ing. Đura: Podvodna koncentracija zlata iz rečnog zlatonosnog peska.

„Rudarski glasnik“ br. 4 (1965), str. 5—9, sl. 3.

Primena podvodnog procesa koncentracije (gravitacijom ili amalgamacijom) u rečnim zlatonosnim nanosima u kojima preovlađuje pesak. Principi i tehničke karakteristike uređaja uz ekonomsku razmatranja procesa.

622.7.002.65.003.1

Lešić prof. dr ing. Đura: Tehnološki i ekonomski efekti poboljšanja kvaliteta koncentrata u pripremi mineralnih sirovina.

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1965), str. 21—34, sl. 1.

Razmatrani su tehnološki pokazatelji kod dobivanja finalnih proizvoda i proučavane dobivene količine koncentrata olova, cinka i bakra sa različitim klasama krupnoće.

Vršena su i mikroskopska ispitivanja pojedinih frakcija.

622.765:553.324

Draškić dr ing. Đurić, Pacić dipl. ing. Zoran: Flotiranje mineraла mangana iz karbonatno-oksidnih ruda revira Vrbjansko i Kara Dere rudnog ležišta Stogovo.

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1965), str. 35—42, sl. 1.

Prikazano je kolektivno i selektivno flotiranje karbonatno-oksidnih ruda mangana.

Proces flotiranja usporava prisustvo mulja koji treba odbaciti, naročito onaj koji potiče od jalovih minerala.

622.735:622.35/.36

Ivanković dipl. ing. Dragorad, Čeh dipl. ing. Miomir: Suvo mlevenje nemetalnih mineralnih sirovina.

„Rudarski glasnik“ br. 4 (1965), str. 49—61, sl. 4.

Tretirani su problemi suvog mlevenja i vazdušnog klasiranja nemetalnih mineralnih sirovina sa klasifikacijom raznih vrsta milinova i vazdušnih separatora.

622.765:622.355.11

Marković dr ing. Stevan, Čeh dipl. ing. Miomir: Flotiranje krečnjaka za potrebe industrije cementa.

„Rudarski glasnik“ br. 4 (1965), str. 27—32, sl. 3.

Izneti su rezultati dosadašnjih ispitivanja (vršenih u svetu) na flotiranju krečnjaka, kao i rezultati flotiranja krečnjaka iz Kuvača, koji predstavlja tip krečnjaka izgrađenog od ostataka ljuštura.

622.765:622.368.92

Marković dr ing. Stevan, Čeh dipl. ing. Miomir: Primena flotacione koncentracije za rude barita.

„Rudarski glasnik“ br. 3 (1965), str. 15—20.

Dati su osnovni parametri postupka flotiranja za neke jugoslovenske rude barita.

622.765.8:66.065.2

Šer dr ing. Filip, Milošević dipl. ing. Milan: Selektivna flokulacija kao metoda koncentracije.

„Rudarski glasnik“ br. 4 (1965), str. 41—47, sl. 6.

Laboratorijskim ispitivanjima pronađen je postupak selektivnog flokuliranja, koji je primjenjen kod odvajanja korisnih minerala gvožđa od serpentinske jalovine. Jednostavnost i ekonomičnost procesa omogućuje valorizaciju siromašnih lateritskih ruda gvožđa.

622.765:66.084.002.3

Petrović dipl. ing. Ljubisav: O izboru materijala za ultrazvučne generatore pri obradi pulpe u procesu flotacije.

„Rudarski glasnik“ br. 3 (1965), str. 79—84.

Danas postoji relativno bogat izbor materijala za gradnju ultrazvučnih generatora. Međutim, pri korišćenju ultrazvučnog efekta u procesu flotacije, najpodesniji su materijali izrađeni na bazi ferrooxiva ili u najnužnijem slučaju nikla.

622.766.002.51

Marković dr ing. Stevan: Korito za koncentraciju sitnijih klasa u teškoj sredini.

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1965), str. 63—64, sl. 2.

Prikaz novog aparata sa magnetnim ispuštanjem, koji je veoma pogodan za gravitacionu koncentraciju sitnih klasa i koji može uspešno da zameni mašine taložnice sa pulsacijama na komprimirani vazduh i ciklone sa teškom sredinom.

622.765.001:622.354.3

Šer dr ing. Filip, Bulatović dipl. ing. Predrag: Flotacione karakteristike prethodno aktiviranog serpentina, koji je hidrofobiziran alifatičnim kiselinama i njihovim odgovarajućim jedinjenjima.

„Rudarski glasnik“ br. 4 (1965), str. 33—40, sl. 7.

Postupkom flotiranja u Hallimond-ovoј cevi utvrđene su osnovne karakteristike flotiranja serpentina. Primenom određene vrste kolektora, u zavisnosti od pH vrednosti rastvora, i primenom jona koji određuju potencijal površine serpentina, može se izvršiti aktiviranje iste površine, koja će u tim uslovima biti sposobna da apsorbuje jone kolektora i na takav način stvoriti hidrofoban film odnosno učini površinu serpentina sposobnom za flotiranje.

622.784:669.756.226.44

Marunić dipl. ing. Đura: Mogućnosti koncentracije oksida antimona iz šljaka kao i oksida nekih drugih metala iz sirovina koje se ne mogu koncentrisati metodom flotacije ili mokromehaničke separacije.

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 99—104, sl. 4.

Prikazan je proces segregacionog prženja sa datom opremom i samim procesom proizvodnje i šemom procesa u poluindustrijskom postrojenju rudnika Berenguela.

622.812+622.818 (497.15)

Jovanović dipl. ing. Gvozden, Ćurčić dipl. ing. Aleksandar, Ahel dipl. ing. Ivan: Rezultati izučavanja povoda za formiranje eksplozivne smeše metana i vazduha u jami „Orasi“ RMU Kakanj i tehnička rešenja sanacionih mera za otklanjanje posledica eksplozije. I deo.

„Informacije B“ br. 36 (1965), str. 24, sl. 28.

Dat je prikaz režima proveravanja jame i bilans metana, kao i karakteristike procesa sagorevanja metana. Određeno je područje eksplozije i posledice. Utvrđen je povod koji je omogućio sakupljanje opasnih koncentracija. Definisani su uslovi za dovođenje metana u područje eksplozije.

622.83 (100) (063)

Kobliška prof. ing. Milovan: 6. medunarodni sastanak Internationalnog biroa za mehaniku stena, Lajpcig, 1964.

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 138—139.

Dat je pregled održanih referata i izložen rad 4 radne grupe sa planom sledećeg sastanka.

622.812+622.818 (497.15)

Jovanović dipl. ing. Gvozden, Ćurčić dipl. ing. Aleksandar, Ahel dipl. ing. Ivan: Rezultati izučavanja povoda za formiranje eksplozivne smeše metana i vazduha u jami „Orasi“ RMU Kakanj i tehnička rešenja sanacionih mera za otklanjanje posledica eksplozije. II deo.

„Informacije B“ br. 37 (1965), str. 25.

Dat je prikaz tehničkih mera koje su sprovedene u sanacionom režimu neposredno nakon eksplozije, kao i mera sprovedenih u okviru neposredne akcije spasavanja.

622.83 (100) (063)

Kobliška prof. ing. Milovan: Održavanje sednice I radne grupe Internationalnog biroa za mehaniku stena i Kolokvijuma iz mehanike stena, Beograd, 1965.

„Rudarski glasnik“ br. 4 (1965), str. 96—97.

Dat je kratak prikaz rada sednice I radne grupe i Kolokvijuma sa referatima.

622.822.001.7

Milovanović-Vukanović dipl. hem. Branka: Osvrt na značaj poznavanja prirodnog indeksa samozapaljivosti uglja u cilju upoznavanja mogućnosti za smanjivanje endogenih jamskih požara.

„Informacije B“ br. 31 (1965), str. 14, sl. 12.

Kratak opis dostignuća u proučavanju faktora koji utiču na razvoj procesa oksidacije na niskoj temperaturi sa dobivenim rezultatima u Birou za ventilaciju RI. Uz to su dati rezultati izvršenih ispitivanja uglja iz rudnika Soko i Aleksinac.

622.831.2:622.332 (497.13)

Ahčan dipl. ing. Rudi, Milanović dipl. ing. Petar: Rezultati i interpretacija merenja jamskog pritiska u rudniku lignita Velenje.

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1965), str. 5—20, sl. 12.

Prikazani su rezultati merenja jamskog pritiska i data je metodologija rešavanja problema merenja kod otkopavanja Velenjskom otkopnom metodom. Merenja su vršena pomoću hidrauličnih sondi i Dowty stubaca u starom radu, pristupnim hodnicima i uglenom stubu.

628.3 (497.1) (063)

Mitrović dipl. ing. Mira: Jugoslovensko savetovanje o otpadnim vodama i zaštiti voda od zagadivanja, Beograd, 1964.

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 139—141.

Prikaz rada savetovanja sa održanim referatima po grupama i sugestijama za dalji rad.

662.64/.66 (100)

Simonović prof. ing. Momčilo: Ugalj u energetskoj privredi sveta i nekih zemalja.

„Informacije B“ br. 39 (1965), str. 27.

Dat je prikaz proizvodnje i potrošnje uglja kao i svetske rezerve u primarnoj energiji i fosilnim gorivima.

Posebno je prikazano stanje u Sovjetskom Savezu, Poljskoj, SAD, Demokratskoj Republici Nemačkoj, Austriji i Jugoslaviji.

656.3.011.56:622

Brlek dipl. ing. Ivan: Elektronska automatika kolosječnog transporta u rudnicima.

„Rudarski glasnik“ br. 4 (1965), str. sl. 17.

Prikaz detektora Proxiwest T 60, princip rada, montaže i primeri za primenu.

Elektronski pozicioner, princip funkcionisanja i uslovi za upotrebu.

662.814

Tošić dipl. ing. Danko: Dobijanje briketa iz sitnog kamenog uglja rudnika „Dobra Sreća“ bez upotrebe veziva.

„Informacije B“ br. 30 (1965), str. 9, 5 dijagrama.

Prikazana su stечena iskustva dosadašnjim briketiranjem sitnog uglja „Dobra Sreća“ bez veziva, rezultati laboratorijskih opita, otpornost briketa na pritisak, kvalitativne karakteristike briketa.

662.642:536:621.18

Novaković dipl. ing. Ljubomir, Antić dipl. ing. Milan, Vesović dipl. ing. Milan, Marković dipl. ing. Borisav: Uticaj pepela sa niskom temperaturom topljenja na proces sagorevanja ugljeva u ložištima kotlova i izbor pogodnih mešavina.

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 65—74, sl. 2.

Prikazana su laboratorijska i industrijska ispitivanja uglja iz rudnika Alekšinac, Banovići, Zenica i Vrdnik u kotlu sa lančanom rešetkom i kotlu sa pneumomehaničkim ubacivačem i ravnom rešetkom.

Date su karakteristike kotlova tipa „Babcock-Wilcox“, „Škoda“ i „Đuro Đaković“.

666.3.003.13 (497.15)

Pešić dipl. ing. Čedomir: Problemi proizvodnje i potrošnje glina — osvrt na gline Prijedorskog basena.

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1965), str. 105—112.

Razmatrani su problemi proizvodnje glina sa tablicom proizvodnje sirovih vatrostalnih glina u Jugoslaviji i specijalnim prikazom glina Prijedorskog basena sa visinom vatrostalnosti i vrstom primene (u %).

669.14 (100) „1961—1963”

Dular dipl. ing. Slavko: Svetska proizvodnja sirovog čelika u 1961, 1962. i 1963. godini.

„Rudarski glasnik” br. 2 (1965), str. 71—74.

Prikaz svetske proizvodnje sirovog čelika po zemljama, glavi stavnika i učešću u svetskoj proizvodnji u % 1961—1963. god.

669.21/.23:669.791.5.001.1

Čukmasov dipl. ing. Konstantin: Teorija amalgamacije plemenitih metala.

„Rudarski glasnik” br. 1 (1965), str. 81—98, sl. 9.

Prikazane su nove teorije amalgamacije zlata i srebra i njihovih legura kao i platine, sa laboratorijskim ogledima prikazanim na 17 tablica.

INDIVIDUALNA PRETPLATA ZA PUBLIKACIJE RUDARSKOG INSTITUTA

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. »Rudarski glasnik« | — 4 × godišnje — 2.400.— din. |
| 2. »Informacija B« | — 10 × godišnje — 2.000.— din. |
| 3. »Informacija C« | — 10 × godišnje — 1.000.— din. |
| 4. »Informacija D« | — 12 × godišnje — 2.400.— din. |
| 5. »Izveštaj o radu Rudarskih instituta (Beograd, Tuzla, Zagreb, Ljubljana) | — 4 × godišnje — 400.— din. |

Godišnja pretplata za sve publikacije iznosi ukupno 8.200.— din.

Svaki preplatnik na sve publikacije uživa popust od 20%, te prema tome godišnja pretplata iznosi svega 6.600.— din.

Pošaljite zahtev na redakciju publikacija: Rudarski institut — Beograd
Biro VII, Zemun, Batajnički put br. 2

TEHNIČKI REDAKTOR I KOREKTOR: M. MARKOVIĆ I M. PETROVIĆ — NASLOVNA
STRANA: A. KATUNARIĆ — SLIKA NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO
U RUDARSKOM INSTITUTU, BEOGRAD) — FOTO: S. RISTIĆ

