

3 BROJ
68 GOD

RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES
BULLETIN DES MINES
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ
BERGBAUZEITSCHRIFT

IZDAVAC: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIA
STAMPARIJA: »DNEVNIK«, GAJEVA 15, NOVI SAD



3 BROJ
68 GOD

RUDARSKI GLASNIK

B U L L E T I N O F M I N E S
B U L L E T I N D E S M I N E S
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л
BERGBAUZEITSCHRIFT

GLAVNI UREDNIK

BULJAN prof. ing. VLADIMIR, Rudarski institut, Beograd

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

AHČAN dr ing. RUDOLF, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana
ANTIC dipl. ing. MILAN, Mašinski fakultet, Beograd
BLAŽEK dipl. ing. ALEKSANDAR, v. savetnik, Beograd
COLIĆ dipl. ing. DRAGOMIR, Industrijsko-energetski kombinat, Kostolac
DRAŠKIĆ dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
DULAR dipl. ing. SLAVKO, Udruženje jugoslovenskih železara, Beograd
GLUŠČEVIĆ prof. ing. BRANKO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
IVANOVIĆ dipl. ekon. KOSTA, pred. »Jugometal«, Beograd
KUN dipl. ing. JANOŠ, Rudarski institut, Beograd
MAKAR dipl. ing. MILIVOJ, Rudarski institut, Beograd
MALIĆ prof. dr ing. DRAGOMIR, Tehnološki fakultet, Beograd
MARKOVIĆ dr ing. STEVAN, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
MARUNIĆ dipl. ing. ĐURA, Rudarski institut, Beograd
MILUTINOVICIĆ prof. VELIMIR, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
MITROVIĆ dipl. ing. DRAGOLJUB, Rudarski institut, Beograd
MITROVIĆ dipl. ing. MIRA, Rudarski institut, Beograd
NOVAKOVIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd
OBRADOVIĆ dipl. ing. PETAR, Rudarski institut, Beograd
PERIŠIĆ dr ing. MIRKO, direktor Rudarskog instituta, Beograd
PETROVIĆ dipl. geol. VERA, Rudarski institut, Beograd
SIMONOVICIĆ dipl. ing. MOMČILO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
SPASOJEVIĆ dipl. ing. BORISLAV, savetnik, Beograd
STOJANOVIĆ prof. ing. DRAGUTIN, Mašinski fakultet, Beograd
TOMAŠIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd
VELIČKOVICIĆ prof. dr ing. DUŠAN, Mašinski fakultet, Beograd
VESOVIĆ dipl. ing. MILAN, Mašinski fakultet, Beograd

S A D R Z A J**INDEX***Eksplotacija mineralnih sirovina*

PROF. ING. NIKOLA NAJDANOVIĆ — DIPL. ING. RADMILO OBRADOVIĆ

<i>Neka pitanja optimalne visine etaža odlagališta jalovine površinskih otkopa lignita Kolubarskog i Kosovskog basena</i> — — — — —	5
<i>Einige Fragen zur Optimalhöhe der Kippenstrossen der Braunkohlentagebaue des Kolubara</i> — — — — —	19

DIPL. ING. ANTON M. KOCBEK

<i>Značenje glavnih faktora koji utiču na gravitacijski hidraulički transport</i> — — — — —	20
<i>The Significance of Main Influential Factors on the Hydraulic Gravitational Transport</i> — — — — —	30

Priprema mineralnih sirovina

DIPL. ING. MIRA MITROVIĆ

<i>Ispitivanje mogućnosti taloženja čvrstih čestica u otpadnoj vodi koja nastaje u procesu sušenja lignita Kosovo po postupku »Fleissner«</i> — — — — —	31
<i>Untersuchungen der Niederschlagungsmöglichkeiten des während des Trocknungsprozesses der Braunkohle Kosovo nach Fleissner-Verfahren anfallenden Abwassers</i> — — — — —	48

DR ING. FILIP ŠER — DIPL. ING. ALEKSANDAR STOJŠIĆ

<i>Koncentracija nikla iz lateritskih ruda putem segregacije i flotacije</i> — — — — —	49
<i>The Nickel Concentration from Lateritic Ores by Segregation and Flotation Process</i> — — — — —	57

DR ING. FILIP ŠER — DIPL. ING. PREDRAG BULATOVIĆ —
DIPL. ING. MILAN MILOŠEVIĆ

<i>Flotiranje hromita anjonskim kolektorima u bazičnoj sredini, bez prethodnog odmuljivanja pulpe</i> — — — — —	58
<i>Anionic Flotation of Chromite in an Alkaline without Preliminary Desliming</i> — — — — —	62

Ekonomika

DR ING. DEJAN MILOVANOVIC

<i>Neka pitanja ekonomike metaličnih mineralnih sirovina zemalja svetskog socijalističkog ekonomskog sistema</i> — — — — —	63
<i>Some Problems of Economy in Metallic Minerals Emerging in the Countries of World Socialistic and Economical System</i> — — — — —	76

Dipl. Ing. SLOBODAN IVOŠEVIC

<i>Svetska trgovina železnih ruda i kretanje cena</i>	— — — — —	77
<i>Iz istorije rudarstva</i>		
<i>DR VASILIJE SIMIĆ</i>		
<i>Još nekoliko biografskih podataka o rudarima Srbije (II deo)</i>	— — —	89
<i>Nova oprema i nova tehnička dostignuća</i>	— — —	92
<i>Kongresi i savetovanja</i>	— — — — —	106
<i>Prikazi iz literature</i>	— — — — —	107
<i>Bibliografija</i>	— — — — —	110
<i>Obaveštenja</i>	— — — — —	114

Eksplotacija mineralnih sirovina

Neka pitanja optimalne visine etaža odlagališta jalovine površinskih otkopa lignita Kolubarskog i Kosovskog basena

(sa 6 slika)

Prof. ing. Nikola Najdanović — dipl. ing. Rадmило Обрадовић

Iskustva sa odlaganjem jalovine na površinskim otkopima u našoj zemlji pokazala su, da se kod nas kao jalovina pojavljuje glinoviti materijal, zatim laporac, pesak i stenoviti materijal. Glinoviti materijal i laporac su vrlo osjetljivi na dejstvo površinskih i atmosferskih voda, usled kojih se njihove fizičke karakteristike mogu jako menjati i u velikoj meri uticati na stabilnost odlagališta.

S druge strane, stalno povećanje dubine površinskih otkopa, koje sada kod nas dostižu već preko 100 m, a u inostranstvu i više stotina metara, zahteva povećanje visina odlagališta jalovine, dobijene površinskim otkopavanjem, kako bi se raspoložive površine terena za izradu odlagališta iskoristile do najveće moguće mere, s tim da kako radne tako i završne kosine odlagališta odgovaraju uslovima mehanizacije i stabilnosti.

Zbog vrlo brzog razvoja radova na površinskim otkopima kod nas poslednjih godina nisu se mogle koristiti optimalne visine odlaganja, što je imalo znatnog uticaja na ekonomičnost radova na površinskim otkopima.

Optimalna visina etaža odlagališta predstavlja ujedno i optimalno korišćenje odlagača. Prema doskorašnjim podacima o tehnologiji odlaganja bagerima i odlagačima sa trakom u Kosovskom i Kolubarskom ugljenom basenu, nije korišćena optimalna visina odlaganja pri zadovoljavajućem korišćenju odlagača, već se kapacitet odlaganja koristio u velikoj meri klizanjem jalovine. Ovakvim načinom odlaganja postiže se normalni rad samo dotle, dok konfiguracija terena omogućuje klizanje. Međutim, takvo odlaganje nije optimalno u pogledu stabilnosti etaža odlagališta i korišćenja kapaciteta odlagača.

U cilju određivanja optimalne visine etaža odlagališta pri našim uslovima, Rudarski institut u Beogradu pristupio je proučavanju ovog problema i došao do izvesnih konstatacija i zaključaka, koje ćemo ovde izložiti.

Visina etaže odlagališta zavisi od više faktora, među kojima su najvažniji: vrste mehanizacije na odlaganju, fizičko-mehaničke osobine jalovine, reljef terena za odlaganje, hidrogeološke prilike osnove odlagališta, nosivost tla osnove odlagališta, klimatski uslovi, tehnologija odlaganja.

Vrste mehanizacije na odlaganju

Visina etaže odlagališta na kojima se kao mehanizacija za odlaganje upotrebljavaju buldozeri manja je od visine etaže gde se odlaganje vrši bagerima, što zavisi i od fizičkih karakteristika jalovine. Kod jalovine sa ne-povoljnim fizičkim karakteristikama za buldozere ova visina je oko 10 m, a sa povoljnim do 15 m.

Visina etaže na kojima se odlaganje vrši bagerima dreglajnima i kašikarima kreće se od 15 do 30 m (izuzetno i više — USA), a kod mašina za odlaganje dostiže pri povoljnim uslovima i do 50 m.

Pregled visina etaža odlagališta za pojedine vrste mašina i vrste jalovina dat je u tablici 1.

Izbor tehnologije odlaganja

Na izbor tehnologije odlaganja jalovine utiču više faktora, kao što su njene fizičko-mehaničke osobine, vrsta odlagača i maksimalni kapacitet površinskog otkopa.

Tablica 1

**Visina etaža odlagališta u zavisnosti
od načina odlaganja i vrste jalovine**

Mehanizacija za odlaganje	Visina etaža odlagališta u metrima		
	čvrsta stena	trošna meka stena	stena
Bageri dreglajni i kašikari	40	30	15
Odlagači	—	50	30

Dosadašnji rezultati rada na površinskom otkopavanju ukazuju na to, da svaki tip bagera na otkopavanju i odlaganju daje druge osobine materijala. Bager kašikar daje vrednosti zapreminske težine, rastresitosti itd. različite od bagera dreglajna, glodara i vrednog čara za isti materijal u odnosu na vrednost u neporemećenom stanju. Ozbiljnija kompletan ispitivanja u tom cilju kod nas nisu još vršena. Osim toga, brzina napredovanja radne etaže duž fronta, takođe, utiče na postojanost osobina otkrivenog materijala, a u odlagalištu konkretno na njegovu stabilnost.

Osim toga, nastaju velike teškoće kada se sa više etaže otkopa formira jedno odlagalište, pri čemu način i brzina transporta smeši jalovine, kao i dužina puta, mogu znatno da izmene fizičke osobine jalovine koja dolazi u odlagalište.

Uzimajući sve to u obzir, na osnovu niza analiza, može se dobiti srednja vrednost materijala koji treba odložiti i na osnovu toga proučavati parametre odlagališta, izvršiti izbor mašina i odrediti tehnologiju odlaganja.

Drugi faktor, koji ima uticaja na izbor tehnologije odlaganja, je nominalni kapacitet otkopa. Za date količine proizvodnje uglja i otkrivke, prema ekonomskim uslovima, određuje se vrsta mehanizacije.

Dosadašnja iskustva na odlaganju ukazala su na potrebu primene lako pokretnih postrojenja, koja nisu vezana za kolosek; već malim specifičnim opterećenjem od 0,5 do 0,8 kp/cm² opterećuju planum odložene jalovine.

Uslovi za određivanje optimalnih visina etaža odlagališta

Velike količine jalovine na površinskim otkopima lignita koji se već nalaze u eksplataciji, koje se deponuju u spoljna i unutrašnja odlagališta, predstavljaju problem od čijeg pravilnog rešenja zavisi ekonomičnost

eksploatacije. Ovaj problem se postavlja svugde u površinskim otkopima, ali je naročito značajan kod nas, s obzirom na pretežno glinoviti sastav otkrivke na površinskim otkopima. Nerešavanje ili rđavo rešavanje problema optimalnih visina etaža na odlagalištima može nameti velike štete i zastoje u eksplataciji površinskih otkopa, među kojima kao najglavnije navodimo sledeće:

— deponovana jalovina pod uticajem atmosferskih padavina brzo se deformiše, obrazujući pri tom velike neravnine, gde se skuplja površinska voda koja prezasićuje glinovitu masu, usled čega se ona dalje deformiše, teče i ostaje potpuno bez unutrašnjeg otpora i sa minimalnom nosivošću.

— Usled prijema velikih količina vode od strane vrlo porozne mase jalovine, voda koja se zadržava u njenim porama u šupljinama predstavlja rezervoar, odakle stalno prodire u tlo podloge odlagališta, raskvašuje ga, smanjuje njegovu otpornost i vrlo često izaziva klizanje tla podloge, ugrožavajući naseљa, objekte ili obradive površine u blizini.

— Nepravilno formirane etaže odlagališta ne mogu dostići veće visine, jer se još za vreme samog odlaganja ruše i otkidaju, što je česta slika na nepravilno formiranim odlagalištima. Zbog toga se teren određen za odlagališta nedovoljno iskorišćuje, te je često potrebna veća oprema, što može znatno da poskupi i često i uspori eksplataciju.

— Zbog nepravilno formiranih etaža, na njihovom planumu postoje velike neravnine i ulegnuća, a zbog jake raskvašenosti tlo planuma ima malu nosivost i ne može da primi opterećenje transporta jalovine preko planuma. U takvim slučajevima, koji su kod nepravilno formiranih etaža odlagališta redovni, potrebna su naročita osiguranja koja poskupljuju eksplataciju. Najčešće se u ovakvim slučajevima radi sistem dva reda ukrštenih pragova na koji se postavlja kolosek jalovine (slika 1).

— Često se smatra da se u unutrašnjim odlagalištima može deponovati jalovina bez preduzimanja ma kakvih mera osiguranja njihove stabilnosti, nabacujući odloženi materijal, koji se tek po dostizanju nivoa okolnog terena poravna. Zbog toga se u odloženim masama pojavljuju klizanja i tečenja jako raskvašene i vodom prezasićene jalovine, ali se tome ne pridaje neki značaj, već se preko skliznutih i tekućih masa i dalje deponuje nova jalovina.

Na slici je dat detalj unutrašnjeg odlagališta polja D Kolubarskog basena uglja, gde je usled nepravilne tehnologije odlaganja došlo do uništavanja dela unutrašnjeg odlagališta na tom otkopu.

Zbog svega toga, potrebno je da se pitanje odlagališta na površinskim otkopima pravilno reši, kako bi se zadovoljili uslovi ekonomične i nesmetane eksploatacije. Ovi uslovi su sledeći:

— sposobiti prirodno tlo koje treba da primi odlagalište za velika opterećenja na-sutih etaža.

Izuvez kompaktnih stena koje mogu primiti velika opterećenja, sva druga stišljiva tla imaju ograničenu nosivost, koja zavisi od fizičkih osobina tla i stanja njegove vlažnosti. Međutim, kako postoji interes da se površina odlagališta racionalno iskoristi u što je moguće većoj meri, tj. da visina odlagališta bude što veća, to se time prirodno tlo opterećuje znatno većim opterećenjem nego što može da izdrži. Tako, na primer, ako je ukupna visina odlagališta 50 m, računajući zapreminsku težinu jalovine $1,6 \text{ Mp/m}^3$, pritisak odlagališta na tlo iznosiće:

$$p = 50 \text{ m} \times 1,6 \text{ Mp/m}^3 = 80 \text{ Mp/m}^2 = \\ = 8,0 \text{ kg/cm}^2$$

Nijedno prirodno glinovito tlo ili slično u površinskom sloju ne može da izdrži opterećenje veće od $2-3 \text{ kg/cm}^2$, te bi opterećenje od $8,0 \text{ kp/cm}^2$ prouzrokovalo deformaciju prirodnog tla i rušenje celog odlagališta. Iz toga proizilazi, da bi visina odlagališta odnosno pojedinih etaža bile ograničene nosivošću prirodnog tla osnove odlagališta. Međutim, postoji mogućnost da se poveća nosivost osnove odlagališta preduzimanjem naročitih mera u njemu. Ove mere se sastoje u dreniranju tla, čime se ono isušuje, povećava njegova nosivost i sprečava pojava deformacije prirodnog tla, omogućavanjem isticanja vode iz pora pod opterećenjem odlagališta i time isključenjem pojave napregnute porne vode.

Pod esiti način odlaganja jalovine u etažama, tako da svaka etaža bude u stanju da primi i nosi opterećenje etaže koja će doći iznad nje. Jedna od osnovnih mera u tom cilju je da se rad na odlagalištu jalovine organizuje i sprovodi tako, da se omogući lako, brzo i efikasno zbijanje jalovine u etažama odmah po odlaganju i spreči uticaj atmosfer-

skih padavina i površinskih voda na odloženu masu. Međutim, ovo zbijanje jalovine treba vršiti pomoću transportnih sredstava u toku prevoza jalovine, koja se planski izvodi, kako bi se dobar deo zbijanja odložene jalovine u etažama obavio pod njihovim opterećenjem.

Preduzimanje ovih mera zahteva poznavanje fizičkih karakteristika materijala jalovine i proračun optimalne visine etaža na bazi tih karakteristika.



Sl. 1 — Transport jalovine na koloseku sa dva reda ukrštenih pragova, koji su morali biti postavljeni zbog male nosivosti planuma etaže odlagališta.

Abb. 1 — Abraumtransport auf den Gleisanlagen mit zwei kreuzweise gelegten Schwellenreihen, die wegen geringer Planumtragfähigkeit der Kippenstrosse gelegt werden, mussten.

Odlaganje jalovine u etaže proizvoljnih visina imalo bi za posledicu ili prekoračenje najveće moguće visine od koje se teže mogu održati u stabilnosti, ili nedovoljno korišćenje ove visine, što bi u jednom i drugom slučaju bilo na štetu ekonomičnosti eksploatacije.

Optimalna visina etaže u odlagalištima zavisi od nosivosti podlage, fizičkih karakteristika odložene jalovine, primenjene mehanizacije i brzine odlaganja. Ona se može odrediti na osnovu proučavanja nosivosti prirodnog tla i mera za njenu popravku, zatim na osnovu proučavanja nosivosti i uslova stabilnosti etaža od nasute jalovine.

Postoji bitna razlika u visinama unutrašnjih i spoljnjih odlagališta.

Unutrašnja odlagališta se rade sa ograničenom opštom visinom, koja ide do kote poslednje etaže površinskog otkopa — do površine terena i sa velikom visinom etaža, do maksimalne visine 50 m. Ako se odložena jalovina nasipa odlagačima u velike gomile, bez planiranja i preduzimanja mera za odvodnja-

vanje odložene mase, fizičke karakteristike jalovine znatno se pogoršavaju, naročito zbog dejstva atmosferske vode. Zbog toga se na unutrašnjim odlagalištima često pojavljuju klizanja i tečenja jako raskvašene i vodom prezasićene odložene jalovine, ali se na to ne obraća nikakva pažnja, već se preko skliznuttih masa dalje odlaže jalovina. Posledice takvog rada su jasno vidljive na završenim unutrašnjim odlagalištima do nivoa prвobitnog terena, koja su postala uglavnom zasejane površine i trpe velika, neravnomerna i dugotrajna sleganja.

Spoljnim odlagalištima obraća se veća pažnja. Ona se radi u manjim visinama etaža, ali sa većim opštim visinama odlagališta, planiranjem odložene jalovine i nabijanjem. Nabijanje se obično vrši opterećenjem prevoznih sredstava koja transportuju jalovinu, pri čemu se transport podešava tako, da se násute etaže ravnomerno i na celom planumu depone je opterećuju. Pošto je prostor određen za spoljna odlagališta jalovine redovno ograničen, to se odlaganje prethodno proučava, i visine etaža određuju prema fizičkim osobinama jalovine. Pri tome se postavljaju sledeća dva uslova koja treba zadovoljiti:

— da se postigne najveća moguća opšta visina odlagališta i time do maksimuma iskorišćiti prostor određen za spoljno odlagalište,

— da se osigura trajna stabilnost odlagališta, bez pojave klizanja i otkidanja odložene mase.

Odlagališta na postojećim površinskim otkopima

Površinski otkopi A i B Kolubarskog basena nalaze se iznad nivoa podzemnih voda, dok je polje D ispod kote 120 u nivou podzemne vode. Pri eksploataciji polja A i B nije bilo nikakvih teškoća sa podzemnom vodom, dok se za polje D očekuje problem odvodnjavanja podzemne vode kada se sa eksploatacijom dospe ispod kote 120.

U polju A, gde se prestalo sa eksploatacijom 1965. godine, krovinske naslage sastoje se iz glinovitog materijala; a u južnom delu polja ima pojava šljunka sa vodom, koja je mogla da se ocedi.

U polju B razlikuju se dva horizonta krovinskih naslaga i to: gornji horizont koji sadrži žutu glinu, sivo-žuti glinoviti pesak u obliku sočiva sa vodom i plavu peskovitu glinu, i donji horizont sa raznbojnim glinama

i sivo-plavom masnom glinom. Voda iz sočiva peska pri formiranju etaža cedila se i prouzrokovala kretanje masa u površinskom otkopu.

Materijal otkrivke polja B je heterogenog sastava i sastoji se, uglavnom, iz gline sa prelazom u prašinastu glinu, peskovite gline i peskovite ilovače.

Povlate naslaga u polju D razlikuju se od onih u poljima A i B. U ovom delu basena preovladaju peskovite gline, šljunkoviti peskovi i šljunkovi različitog granulometrijskog sastava i različitih debeljina, dubine i prostiranja. Prečnici zrna peskova kreću se od 2—0,2 mm, a šljunkova od 2—20 mm.

Peskovito-šljunkovite naslage, koje leže iznad dna potočnih dolina, obično ne sadrže značajne količine podzemnih voda, jer su u dolinama već drenirane.

Podzemne vode u polju D akumulirane su u peskovito-šljunkovitim naslagama koje se nalaze ispod potočnih dolina. Ove naslage sadrže podzemne vode pod hidrostatičkim pritiskom. Podzemne vode nalaze se ne samo u krovinskim naslagama, već i u podinskim, a prisustvo vode u ovim naslagama dovodi do nestabilnosti i slabe nosivosti, što će uticati na tehnološki proces otkrivanja i odlaganja.

Jalovina iz površinskog otkopa polja A odlagana je u odlagalište »Bobije« i »Veliko Polje«, iz polja B u »Zapadno odlagalište«, »Štrmovo«, »Radevica« i »Turija« kao i u unutrašnje odlagalište, a iz polja D odlaže se u »Pešten« i »Jaruće«. Izuzev odlagališta »Turija«, čiji kapacitet je oko 30.000.000 m³ jalovine, ostala odlagališta su manjeg kapaciteta i približno jednaka.

Odlagalište »Veliko Polje« je podinsko i nalazi se južno od polja A. Idejnim projektom predviđeno je da se na ovom odlagalištu odloži 2.500.000 m³ jalovine u dve etaže ili 3.750.000 m³ u tri etaže sa dubinskim odlaganjem. Završni ugao kosine odlagališta određen je da bude 9° 30' odnosno nagib kosine 1:6. Osnova odlagališta je u nagibu koji se kreće od 4° do 14°.

Odlagalište »Turija«

Teren namenjen odlagalištu je, uglavnom, horizontalan u dolini reke Turije, minimalni nagib prirodnog tla u pravcu reke Turije je 2° 10' a maksimalni 3° 30'.

Prostor određeni za deponiju ima oblik polukruga sa poluprečnikom oko 1000 m, a po-

deljen je na dve lepeze sa obrtnim prostorom u centru polukruga. Na površini od 1,500.000 m² projektom je predviđeno da se smesti oko 30,000.000 m³ čm sa odlaganjem otkopane mase u dubinskom odlaganju od 16 m i visinskog od 15 m. Ukupna visina ovog odlagališta predviđena je da bude oko 30 m po završenom odlaganju.

Geološkim istražnim bušotinama u polju »Turija« utvrđeni su slojevitost i sastav tla, prema kojima se tlo u površinskom delu sastoji iz gline debljine sloja 5,0—9,7, ispod kojeg se redaju slojevi peska ili peska sa šljunkom, gline, šljunka i proslojka ugljevite gline.

Geomehaničke karakteristike podlage prikazane su u tablici 2.

Odlaganje jalovine vršeno je odlagačem za dubinsko i visinsko odlaganje tipa

$$As = \frac{1000}{47} = 18$$

U prvoj fazi vršeno je dubinsko odlaganje sa visinom etaže 16,0 m.

Kod navedene visine, dok se materijal koji se odlaže sastojao od gline i ilovače, dozalo je do cepanja i odronjavanja odlagališta, jer se kosina nagiba prilikom odlaganja formira pod strmijim uglom nego što to stabilnost iz proračuna zahteva. Da bi se za odlagač stvorila dovoljna širina planuma od koloseka do ivice kosine, radio je u spregnutom radu jedan bager i tako je dobijeno jedno stabilno telo nasipa po kome se odlagač sigurno kretao.

Promenom materijala u otkrivci, znatniji udio peskovitih masa poboljšao je uslove odlaganja te je visina etaže povećana na 25 m, a osim toga, predviđeno je i odlaganje jalovine iz otkopa polja D u drugoj visinskoj etaži takođe visine 25 m.

S obzirom da je površina terena u početnoj fazi formiranja bila u padu od 2° i 3°, to je pre početka odlaganja na osnovu odlagališta izvršeno krčenje vegetacije i preora-

vanje nagibnih površina. Kasnije, kada je prirodno tlo imalo horizontalan položaj i visina kote dostigla 20—25, izostalo je ovakvo premanje slobodnih površina osnove odlagališta.

Odvodnjavanje površinskih voda i ocedivanje atmosferskog taloga vršeno je obodnim i poprečnim kanalima. Posebni radovi na odbrani od površinskih voda nisu vršeni, izuzev prethodne regulacije reke Turije. Tokom rada na odlagalištu bilo je pojava pukotina na prostoru od ivice kosine odlagališta na 2—3 m od bagerskog koloseka. Ove pukotine prispuju se zatezanju u masi glinaste jalovine pri vrhu kosine.

Analiza poprečnih preseka odlagališta po godinama pokazuje sledeće:

— Odlagalište sa visinom 10 m imalo je: 1960. god. nagib 27°; 1961. nagib 25°; 1962. nagib 24° 30'.

— Odlagalište sa visinom 19 m imalo je: 1960. god. nagib 10°; 1961. nagib 11°, 1962. nagib 6°.

— Odlagalište sa visinom 22,7 m imalo je: 1960. godine nagib 5° 30'; 1961. nagib 7° 30'; 1962. nagib 5° 30'.

— Odlagalište sa visinom 25,7 m imalo je: 1960. nagib 7° 30', a 1962. nagib 5° 30'.

— Odlagalište sa visinom 16 m imalo je nagib 1967. 9° i 18°.

— Odlagalište sa visinom 20 m imalo je nagib 1967. 9° i 14°.

— Odlagalište sa visinom 22 m imalo je nagib 1967. 21°.

Bočni nagibi odlagališta u letnjem periodu imaju veći ugao nagiba od ugla u zimskom periodu. Međutim, i jedan i drugi imaju relativno male vrednosti zbog tehnologije rada sa samoklizanjem materijala niz kosine.

Odlagalište »Peštan«

Odlagalište je ravničarsko u dolini reke Peštan, koja je u 1961. godini regulisana na lokaciji odlagališta, tako da je ceo tok ove delimično regulisane reke izvan odlagališta.

Tablica 2

Zapreminska težina u Mp/m ³	Prirodna vlažnost w %	Ugao unutrašnjeg trenja	Kohezija c kp/cm ²
Prirodno vlažna γ	Suva γ d	22°15'—24°20'	0,25—0,27
1,81—1,96	1,55—1,57	24,2—26,6	

Geološkim istražnim bušotinama u polju »Peštan« konstatovan je sledeći sastav tla: površinski sloj sastoji se iz gline različite debljine, koja se kreće od 4,8 do 8,0 m ispod površine terena, zatim sloja šljunka debljine 1,8—4,7 m. Posle toga se redaju proslojek ugljevite gline, sloj uglja, pesak i drugi slojevi.

Geomehaničke karakteristike tla osnove odlagališta posle regulacije reke Peštan date su u tablici 3.

Na odlagalištu Peštan odlažu se dve različite vrste jalovine u pogledu njihovih fizičkih karakteristika i to na I etaži u visini od 8 m glinoviti pesak, a na II etaži u visini oko 10 m peskovita glina. Obe etaže rade se bez nožičnih kupa sa slobodnim formiranjem kosina.

Glinoviti pesak, koji sadrži frakciju 0,002 mm 3%, predstavlja vrlo dobar materijal za odlaganje, i dobro se zbijja pri odlaganju pod opterećenjem odlagača bez ma kakvog posebnog zbijanja. Pri odlaganju formira se i drži kosine etaže pod nagibom od 40°.

Odlaganje se vrši pomoću bagera sa kašicom marke »ŠKODA«.

Visina I etaže od 8 m nije određena prema fizičkim osobinama materijala jalovine, s obzirom na koje bi ta visina mogla biti znatno veća, nego je uslovljena visinom nadvožnjaka na ulazu u odlagalište »Peštan« u čijem nivou je površina planuma I etaže.

Peskovita glina koja sadrži frakciju 0,002 mm 12% odlaže se pomoću visinskog odlagača dreglajna. Pri odlaganju formira se slobodna kosina, pod uglom nagiba od 35° prema horizontali, ali se pri jačem raskvašenju usled padavina ova kosina deformiše zbog veće sadržine glinovitih čestica, koje bi zbog znatne raskvašenosti prouzrokovale smanjenje unutrašnjeg otpora tla.

Osmatranjem za vreme rada utvrđeno je, da je jalovina koja se odlaže dreglajnom znatno rastresitija od one, koja se odlaže kašikicom, zbog toga što dreglajn više rastvara jalovinu pri odlaganju.

Odlagalište »Polje B«

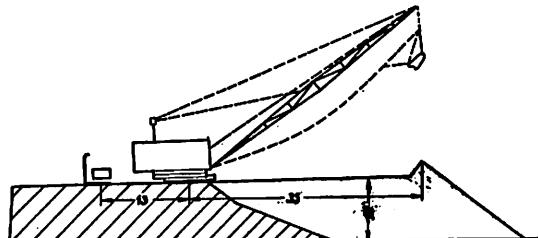
U toku 1967. godine izvršeno je odlaganje oko 25% jalovine iz površinskog otkopa u unutrašnje odlagalište. Visine odlagališta bile su 14 i 18,6 m, nagib kosine 21° odnosno 31°.

Međutim, pošto je direktno odbačena polovina u polje B zatravala ugljeni sloj, to je ova jalovina morala ponovo biti odbačena radi otkrivanja ugljenog sloja i odložena, tako da je dobijena kosina unutrašnjeg odlagališta suprotnog nagiba, pa se njena nožica ugljenog sloja dodiruje.

Ovakav način odlaganja ima nedostatak da jalovina usled klizanja ugrožava otkop uglja, zbog čega je potrebno ostaviti slobodan prostor između obe nožice, u zavisnosti od fizičkih osobina jalovina i vrste primenjene mehanizacije na odlaganju.

Odlagališta na površinskom otkopu Kosovskog basena uglja

U Kosovskom basenu uglja postoje dva površinska otkopa i to: „Dobro Selo“ i „Bećačevac-Grabovac“. Prvi koristi dva spoljna odlagališta na severnoj i južnoj strani u predelu starog korita reke Sitnice, drugi, takođe, dva i to: „Dreničko“ u blizini Drenice i „Šume“ na padini brda prema dolini reke od koje je dosta udaljeno.



Sl. 2 — Odlaganje na severnom jalovištu u suvom periodu.

Abb. 2 — Das Absetzen auf der Nordkippe während der Regenwetterperiode

Tablica 3

Geomehaničke karakteristike tla osnove odlagališta Peštan posle regulacije istoimene reke
Odlagalište »Polje B«

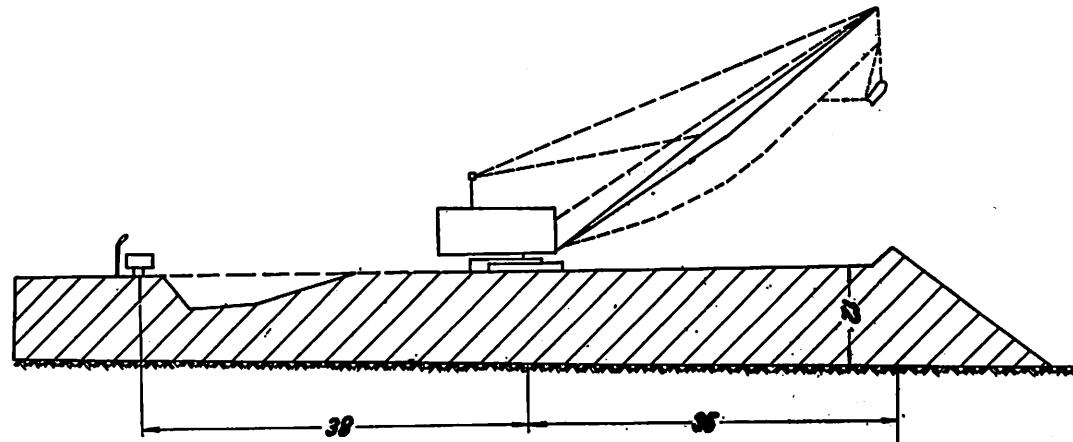
Mp/m ³	Mp/m ³	w %	c kp/cm ³
1,0—2,08	1,37—1,74	16—11,9	24°00'—26°15'

Severno odlagalište je ravničarskog tipa sa približnom površinom od oko $3,10^5$ m². Odlaganje jalovine vrši se bagerom dreglajnom EŠ-4/45, koji odlaže samo u dubinskom radu.

Na slici 2 i 3 prikazane su različite tehnologije odlaganja bagera u suvom odnosno kišnom periodu. Kod deponovanja se koristi samoklizanje jalovine, koja se vrši ponekad samo površinski, a ponekad klizanje zahvata jalovinu i u većim dubinama.

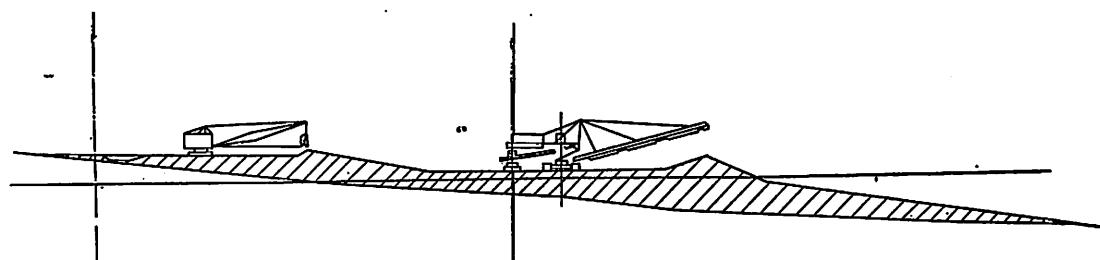
Tehnologija odlaganja je ista kao i kod deponovanja na severnom jalovištu, tako da bager dreglajn stoji na sredini između koloseka i ivice odlagališta. Visina etaže gornjeg jalovišta iznosi oko 10 m.

U toku 1965. i 1966. godine došlo je do pojava pukotina i otkidanja mase jalovine na planumu donje etaže, na kojoj se kreće odlagač i to na delu između dopremne trake i ivice kosine donje etaže, pri čemu je masa



Sl. 3 — Odlaganje na severnom jalovištu u kišnom periodu.

Abb. 3 — Das Absetzen auf der Nordkippe während der Regenwetterperiode



Sl. 4 — Odlaganje na južnom odlagalištu.

Abb. 4 — Absetzen auf der Südkippe.

Južno odlagalište ima prosečan pad 6°—7° i površinu oko $6,0 \cdot 10^6$ m². Prvobitno se odlaganje vršilo kamionima, zatim bagerom EŠ-4/40, a kasnije mašinom za odlaganje ARs-B. 2500.50 sa dopremom jalovine pomognući transportne trake. Na slici 4 data je sadašnja tehnologija odlaganja, iz koje se vidi da se u toku odlaganja ne formira predetaža u cilju stabilizacije kosine.

skliznula naniže. Ovo se pripisuje uticaju površinske vode pri nožici gornje etaže, koja se tu skupljala a nije oticala (slika 4).

Dreničko odlagalište je ravničarsko, ali sa nepovoljnim fizičkim karakteristikama tla i visokim nivoom podzemne vode, koju zbog blizine reke Drenice nije moguće znatnije spustiti bez regulacije reke na većoj dužini. Zbog toga je nosivost podlage mala, a visina

odlagališta ograničena. Prijemni kapacitet je oko $1,000,000 \text{ m}^3$ čvrste mase.

Odlaganje se vrši bagerom dreglajnom EŠ-5/45 u dve faze, tj. dubinsko i visinsko odlaganje.

Odlagalište „Šume“ podeljeno je u 4 sektora A, B, C i D na kome treba da se smesti oko $47,000,000 \text{ m}^3$ čvrste mase. Odlaganje je predviđeno odlagačem ARs-2500 \times 60 sa transportom jalovine transporterima sa gumenim trakama.

Tehnologija odlaganja uslovljena je konfiguracijom terena, kapacitetom otkopavanja, fizičko-mehaničkim karakteristikama jalovine i dr. i nije identična po svim sektorima (na primer: za sektor A predviđeno je odlaganje u radijalnom radu sa nasipanjem jalovine u dubinskom delu).

Za sektor B predviđen je paralelan rad na odlaganju sa nasipanjem jalovine u dubinskom i visinskom radu.

Proračunom stabilnosti radnih kosina etaža dobijen je nagib kosine $1:1,5$ za $H = 15,0$. Međutim, pošto ne postoji nikakvo iskustvo u pogledu ponašanja jalovine na stabilnost na nagnutom terenu sa predloženom tehnologijom odlaganja, predviđene su dve varijante nasipanja i to: odlaganje u bloku sa izradom predetaža i bez nje.

Određivanje optimalnih visina etaža odlagališta

Optimalna visina odlagališta je ujedno i optimalno korišćenje odlagača. Prema podacima sadašnje tehnologije odlaganja bagerima i odlagačima sa trakom u Kosovskom i Kolubarskom ugljenom basenu, ne koristi se optimalna visina odlaganja pri zadovoljavajućem korišćenju odlagača, već se kapacitet odlaganja postiže korišćenjem klizanja jalovine. Ovakvim načinom odlaganja postiže se normalan rad samo dotle, dok konfiguracija terena omogućuje klizanje. Međutim, takvo odlaganje nije optimalno u pogledu stabilnosti i punog korišćenja kapaciteta odlagača.

U cilju određivanja koeficijenta sigurnosti jalovinskih etaža pristupilo se proračunu stabilnosti kosina za fizičko-mehaničke karakteristike jalovine koja se odlaže na određeno odlagalište. Osim toga, visina etaža i nagib kosine za date karakteristike jalovine ispitane su pod pretpostavkom, da se odlagač pri vrhu kosine kreće na dovoljnem odslojanju iza vrha kosine, tako da njegovo opterećenje

nema znatnog uticaja na stabilnost kosine. Kritični položaj odlagača za stabilnost kosine je onaj, kada se odlagač nalazi na granici kritične klizne površine za usvojeni koeficijent sigurnosti. U tom slučaju, sigurnost kosine etaže smanjena je za vrednost odgovarajućeg momenta P_{xa} oko centra rotacije 0, koji se dodaje momentu sručuće sile RT usled sopstvene težine tla oko istog centra rotacije ($a =$ = odstojanje od osovine odlagača do centra rotacije).

Odlagalište »Turija«

Proračun stabilnosti kosina etaža odlagališta izvršen je po modifikovanoj švedskoj metodi i to za slučajevе:

- bez kohezije i bez opterećenja odlagača
- bez kohezije i sa opterećenjem odlagača
- sa kohezijom i bez opterećenja odlagača
- sa kohezijom i sa opterećenjem odlagača za visine etaža $H = 10, 15$ i 20 m i nagibe kosina $1:2, 1:3$ i $1:4$.

Karakteristike jalovine date su u tablici 4.

Tablica 4
Fizičke karakteristike jalovine za proračun stabilnosti

Jalovina	Rastresito stanje	Zbijeno po Proctoru
ϕ^0	130	150
$c \text{ kp/cm}^2$	0,00	0,35
$\gamma \text{ Mp/m}^3$	1,44	1,66

Stabilnost kosine izražene preko koeficijenta sigurnosti n data je u tablici 5.

Prema usvojenom kriterijumu za stabilnost etaža, koeficijent sigurnosti je za stalne kosine $n = 1,3$, a za radne kosine $n = 1,1 — 1,3$. Iz toga proizilazi, da je etaža za visinu $H = 10 \text{ m}$ izrađena od glinovitog materijala nestabilna za sva tri usvojena nagiba i za rastresito stanje jalovine, kako sa opterećenjem odlagača tako i bez njega, a da su etaže od istog materijala, ali zbijenog po Proctoru, stabilne za nagibe kosina $1:3$ i $1:4$, dok su bez opterećenja odlagača stabilne i za nagib $1:2$.

Sa opterećenjem odlagača, etaža sa nagibom kosine $1:3$ je racionalnija ($n = 1,49$) nego sa nagibom $1:4$ ($n = 1,69$).

Za visinu $H=15$ m i nagibe 1:3 i 1:4 kosina je stabilna, a za zbijenu jalovinu s tim što je za nagib 1:4 neracionalna ($n = 1,93$) itd.

Povećanje visine etaže i nagiba kosine moguće je za slučaj izrade predetaže, koja će

Tablica 5
Koefficijenti sigurnosti etaže odlagališta »Turija«

U tom stanju:	Zbijeno po Proctoru Mp/m ²	Visina etaže H (m)	Najmanji koefficijent sigurnosti za n nagibe etaže		
			1:2	1:3	1:4
c=0 P=0			0,44	0,80	1,07
c=0 P=97 t			0,17	0,49	0,64
c=3,5 P=0	10		2,21	2,86	2,98
c=3,5 P=97 t			0,90	1,49	1,69
c=0, P=0			0,49	0,80	1,07
c=0, P=97 t		15	0,33	0,54	0,85
c=3,5 P=0			1,90	2,08	2,60
c=3,5 P=97 t			1,16	1,57	1,93
c=0, P=0			0,49	0,82	1,03
c=0, P=97 t			0,37	0,62	0,93
c=3,5 P=0	20		1,52	1,95	2,27
c=3,5 P=97 t			1,14	1,50	1,91

poslužiti kao oslonac u nožici kosine etaže i doprineti povećanju stabilnosti. U tom cilju ispitana je stabilnost etaže odlagališta visine $H = 15$ m nagiba kosine 1:1,73; 1:2 i 1:2,5 sa prethodno nasutom predetažom visine $h = 3,0$ m i nagibima 1:1,73; 1:2 i 1:2,5.

U ovom ispitivanju su usvojene srednje vrednosti fizičkih karakteristika jalovine:

$$\varphi = 19^\circ \quad 20' \quad c = 0,1 \text{ kp/cm}^2$$

Prema modifikovanoj švedskoj metodi, koefficijent sigurnosti n dat je u tablici 6.

Izradom predetaže od $h = 3,0$ m može se povećati visina etaže odlagališta od 10 na 15 metara.

Saniranjem podlage odlagališta „Turija“ nosivost se može poboljšati, tako da ukupna visina odlagališta može biti 60 m odnosno 4 etaže po 15 m.

Tablica 6

Vrednosti koefficijenta sigurnosti za različite nagibe kosina

Predetaža	Koefficijent sigurnosti n		
	1:1,73	1:2	1:2,5
1:1,73	1,1	—	—
1:2	—	1,42	—
1:1,5	—	—	1,8

Severno i južno odlagalište površinskog otkopa „Dobro Selo“

Proračun stabilnosti izvršen je uporedo metodom Felleniusa, Moslov-Stefanova i modifikovanom švedskom metodom sa izradom predetaže i pod pretpostavkom da klizna površina zahvata samo jalovinu tj. da ne zalazi u osnovu odlagališta.

Za proračun smo usvojili najnepovoljnije vrednosti fizičkih karakteristika jalovine:

$$\tan \varphi = \mu = 0,25 \quad c = 0,8 \text{ MPa} \quad \gamma = 1,73 \text{ MPa/m}^3$$

kao i to, da se u toku odlaganja odlagač nalazi na odstojanju od 35 m od ivice etaže, odnosno izvan zone uticaja najnepovoljnijeg kliznog kruga.

Dobijene vrednosti koefficijenta sigurnosti prikazane su u tablici 7.

Iz dobivenih rezultata se vidi, da je za nagib kosine 1:2 etaže stabilna samo za visinu $H = 10$ m, dok je za ostale visine od 15 i 20 m etaže nestabilna. Pri tom, kod metode odlaganja sa predetažom povećava se koefficijent sigurnosti od $n = 1,17$ na $n = 1,33$ tj. povećanje iznosi 13%.

Za nagib kosine 1:3 stabilne su etaže visine $H = 10$ i 15 m, dok je etaže visine $H = 20$ metara nestabilna. I u ovom slučaju koefficijent sigurnosti se povećava izradom predetaže i to kod etaže $H = 10$ m za 40%, a za $H = 15$ m do 20%.

Za nagib kosine 1:4 etaže je stabilna za sve tri visine, pri čemu se izradom predetaže koefficijent sigurnosti povećava za $H = 10$ m 44%, za $H = 15$ m 38% i za $H = 20$ m 28%.

Ovi rezultati odnose se na metodu Felleniusa.

Upoređujući rezultate dobijene po ovoj metodi sa rezultatima dobijenim po metodi Maslov-Stefanova proizilazi, da su nagibi kosina po metodi Maslov-Stefanova veći od na-

giba po metodi Felleniusa. Po ovoj poslednjoj metodi za etaže odlagališta i to za visinu etaže $H = 10$ m je nagib 1:2,1; za visinu $H = 15$ m nagib 1:2,6, za visinu $H = 20$ m nagib 1:3,2.

Tablica 7
Vrednosti koeficijenta sigurnosti po različitim metodama

Nagib 1:n	Visina H (m)	Koeficijent sigurnosti n po			Procentualno povećanje koeficijenta sigurnosti sa izradom predetaže, %
		Felleniusu	Svedskoj metodi sa predetažom visine 2:1 nagiba 1:2	Maslov-Stefanov kosina je stabilna za nagibe	
1:2	10	1,17	1,33	1:2,1	13,0
	15	0,95	1,04		9,0
	20	0,83	—		
1:3	10	1,36	1,90		40,0
	15	1,19	1,42	1,26	20,0
	20	1,18	—		
1:4	10	1,62	2,33		44,0
	15	1,42	1,96		38,0
	20	1,37	1,75	1,32	28,0

Odlagalište »Dreničko« i »Šume«

Za proračun stabilnosti kosine etaže odlagališta usvajamo prosečne srednje vrednosti fizičko-mehaničkih karakteristika izoraka jalovine:

- ugao unutrašnjeg trenja $\varphi = 20^\circ$
- kohezija $c = 0,1 \text{ kp/cm}^2$

Ove karakteristike usvojene su za proračun stabilnosti kosina etaže odlagališta po modifikovanoj švedskoj metodi, metodi Lomisea i Konečnog.

Ispitivanje stabilnosti je izvršeno za različite visine i nagibe etaže i dobijene vrednosti koeficijenta sigurnosti date su u tablici 8.

Analizirajući opšti pregled koeficijenta sigurnosti u tablici 8, i ako usvojimo kao kriterijum da je kosina stabilna za $n \geq 1,10$ dolazimo do sledećih zaključaka:

- za nagib 1:1,5 kosina je stabilna samo za visinu etaže $H = 10$ m, na osnovu sve tri metode i to sa vrlo bliskim koeficijentima sigurnosti, koji se kreću u granicama $n = 1,18$

Tablica 8

Koeficijenti sigurnosti za različite nagibe i visine etaže odlagališta

Red. broj	Nagib 1 : m	Visina H (m)	Koeficijent sigurnosti po			Procentualna odstupanja vrednosti koefic. sigurnosti od Felleniusa	Odstojanje klizne površine od vrhe kosine u metrima po			
			Felleniusu	Konečnom	Lomi-seu		po Konečnom	po Lomi-seu	Felleniusu	
1.	1:1,5	10	1,18	1,19	1,17	+0,85	-0,85	2,70	1,70	2,30
2.	1:1,5	15	0,98	0,97	1,00	-1,02	+2,04	4,40	2,70	2,90
3.	1:1,5	20	0,91	0,92	0,92	1,10	+1,10	5,40	3,40	1,80
4.	1:1,5	30	0,73	0,83	0,75	+13,60	+2,74	8,80	0,40	3,40
5.	1:2	10	1,25	1,56	1,40	+24,8	+12,00	3,50	0,90	2,40
6.	1:2	15	1,24	1,25	1,20	+0,81	-3,22	5,60	1,40	2,60
7.	1:2	20	1,20	1,18	1,12	-1,66	-6,67	6,30	1,80	2,40
8.	1:2	30	1,19	1,13	1,01	-5,04	-15,12	15,60	2,80	3,00
9.	1:2,5	20	1,40	1,46	1,30	+4,28	-7,14	8,00	0,80	2,20
10.	1:2,5	30	1,31	1,27	1,21	-3,08	-7,63	13,40	1,40	1,60
11.	1:2,5	40	1,23	1,24	1,17	+0,81	-4,87	0,00	1,00	0,00
12.	1:3	10	2,00	2,14	1,18	+7,00	-10,00	6,70	po kosini	2,20
13.	1:3	20	1,72	1,89	1,52	+9,87	-11,60	14,00	po kosini	3,00
14.	1:3	30	1,54	1,49	1,40	-3,25	-5,84	15,00	po kosini	3,30
15.	1:3	40	1,37	1,26	1,35	-9,00	-7,00	0,00	po kosini	0,00

— Koeficijent sigurnosti n manji u % od koeficijenta sigurnosti dobijenog po Felleniusu

+ Koeficijent sigurnosti n veći u % od koeficijenta sigurnosti dobijenog po Felleniusu

po metodi Felleniusa, 1,19 po Konečnom i 1,17 po Lomiseu. Za sve ostale visine $H = 15$, $H = 20$ i $H = 30$, kosina je nestabilna sa koeficijentima sigurnosti koji ne odstupaju mnogo među sobom.

— Za nagib 1:2 kosina je stabilna po svima metodama za visinu $H = 10$ m, $H = 15$ m i $H = 20$ m, dok je za visinu $H = 30$ m stabilna po metodi Felleniusa i Konečnog, a po Lomiseu je nestabilna.

— Za nagib 1:2,5 kosina je stabilna po svima metodama sa različitim koeficijentom sigurnosti za ispitane visine etaža $H = 20$ m, $H = 30$ m i $H = 40$ m, pri čemu se vrednosti n po Felleniusu i Konečnom dosta dobro slazu, dok su po Lomiseu manje za sve tri visine od onih po drugim dvema metodama.

— Za nagib 1:3 kosina je stabilna po svima metodama i za sve ispitane visine $H = 10$ m, $H = 20$ m, $H = 30$ m i $H = 40$ m, sa različitim koeficijentom sigurnosti. Pri tome su koeficijenti sigurnosti po Konečnom za visinu $H = 10$ m i $H = 20$ m veće nego po Felleniusu, dok su za $H = 30$ i $H = 40$ m manje. Po Lomiseu su vrednosti koeficijenta sigurnosti manje nego po dvema prethodnim metodama za sve visine etaža.

U istoj tablici data su procentualna odstupanja vrednosti koeficijenta sigurnosti po metodama Konečnog i Lomisea, u odnosu na metodu Felleniusa. Iz ovog upoređenja vidi se da najveće odstupanje za visinu etaže $H = 10$ m i nagib kosine 1:2 iznosi 24,8% po Konečnom, a 12,0% po Lomiseu, najmanje 1,1% po Konečnom za visinu $H = 20$, i nagib 1:1,5 odnosno 2,04% po Lomiseu u korist stabilnosti. S druge strane, najveće odstupanje vrednosti koeficijenta sigurnosti za visinu $H = 20$ m i nagib kosine 1:3 je po Lomiseu 11,60% a po Konečnom 9,0%. Međutim, postoje i takva odstupanja, koja su za istu visinu etaže i isti nagib kosine po Konečnom u korist, a po Lomiseu na štetu stabilnosti i obratno.

P r i m e r: nagib kosine 1:2, $H = 20$ m, odstupanje po Konečnom iznosi 9,87%, a po Lomiseu 11,6%, u odnosu na koeficijent sigurnosti n po Felleniusu.

U pogledu odstojanja kritične klizne površine od vrha kosine postoje vrlo znatne razlike, pri čemu su po Felleniusu ova odstojanja po pravilu znatno veća, nego po drugim dvema metodama i dostižu do 15 m. Po metodi Konečnog kritične klizne površine javljaju se vrlo blizu vrha kosine i dostižu naj-

više do 3,40 m, a u pojedinim slučajevima pojavljuju se i na samoj kosini.

Metoda Lomisea daje, takođe, mala odstojanja kritične klizne površine od vrha kosine do 3,40 m, ali se klizne površine ne pojavljuju na kosini.

U pogledu toka kritične klizne površine postoje, takođe, znatna odstupanja, pri čemu su najdublje klizne površine po Felleniusu, a najpliće po Konečnom.

Upoređenje postignutih visina i nagiba kosina odlagališta na terenu i dobijenih proračunima

Odlagalište »Veliko Polje«

Ovo odlagalište je jedno od prvih na površinskom otkopu u Kolubarskom basenu uglja, a odlagana je jalovina koja je dobijena iz otkrivke polja A. Fizičko-mehaničke karakteristike ove jalovine nisu dobijene laboratorijskim geomehaničkim ispitivanjem niti su vršeni proračuni stabilnosti kosina odlagališta, već je prema iskustvu projektom određen ugao završne kosine $90^\circ 30'$, odnosno nagib kosine 1:6.

Pregledom na terenu konstatovano je, da se odložena jalovina iz krovinske naслage sastoji od glinovitog materijala, sa pojavom šljunka, čiji sastav nije ispitani geomehanički. Prema podacima merenja na odlagalištu, utvrđeno je da su postignuti sledeći nagibi stabilne radne kosine odlagališta:

U 1958. godini

Visina etaže 15,0 m ugao nag. $\beta = 80^\circ$, nagib 1:7
Visina etaže 10,0 m ugao nag. $\beta = 70^\circ$, nagib 1:8
Visina etaže 12,5 m ugao nag. $\beta = 230^\circ$, nag. 1:2,3
Visina etaže 10,0 m ugao nag. $\beta = 330^\circ$, nag. 1:1,5

U 1959. godini

Visina etaže 10,0 m ugao nag. $\beta = 290^\circ$, nag. 1:1,8
Visina etaže 10,0 m ugao nag. $\beta = 300^\circ$, nag. 1:1,7
Visina etaže 16,0 m ugao nag. $\beta = 24^\circ 30'$, 1:2,2
Visina etaže 16,0 m ugao nag. $\beta = 300^\circ$, nag. 1:1,7

U 1960. godini

Visina et. 20,0 m ugao nag. $\beta = 140^\circ 30'$, nag. 1:3,9
Visina et. 17,0 m ugao nag. $\beta = 140^\circ 30'$, nag. 1:3,9
Visina et. 25,0 m ugao nag. $\beta = 160^\circ 30'$, nag. 1:3,4
Visina et. 17,0 m ugao nag. $\beta = 120^\circ 30'$, nag. 1:4,7

U 1961. godini

Visina et. 17,0 m ugao nag. $\beta = 140^\circ 30'$, nag. 1:3,9
Visina et. 30,0 m ugao nag. $\beta = 110^\circ 00'$, nag. 1:5
Visina et. 26,0 m ugao nag. $\beta = 160^\circ 30'$, nag. 1:3,4
Visina et. 20,0 m ugao nag. $\beta = 130^\circ 00'$, nag. 1:4,3

Iz ovih podataka proizilazi, da su u početku odlaganja rađene vrlo blage kosine odlagališta, nagiba 1:7 i 1:8, u duhu projekta, koji je predviđao nagib 1:6. Međutim, u toku daljeg rada na odlaganju dokazalo se, da se kosine mogu održati pod znatno većim nagibom, koji se kretao u granicama od 1:1,5 do 1:5 u zavisnosti od godišnje sezone u kojoj je vršeno odlaganje i od sastava jalovine.

Odlagalište »Turija«

Na ovom odlagalištu odlagana je jalovina iz površinskog otkopa polja B i za visinu etaže $H = 16$ m proračunat je ugao nagiba $\alpha = 14^\circ$, odnosno nagib kosine 1:4.

Za vreme odlaganja formira se kosina pod radnim uglom oko 36° — ovaj ugao je privremeni i posle izvesnog vremena, a naročito ako je vreme kišovito ili materijal vlažan, dolazi do klizanja kosine i do obrazovanja blažeg ugla. U navedenim preseцима na ravničarskom odlagalištu formiraju se različiti završni uglovi kosina.

Kod visine 10,3 m ugao kosine približno je isti u 1960, 1961. i 1962. godini i iznosi približno 24° , odnosno nagib kosine 1:2,25.

Kod visine 19 m vidimo razliku u uglovima po pojedinim godinama. U 1960. godini ugao nagiba kosine iznosio je 11° , u 1961. 10° , a u 1962. godini 6° .

Kod visine 22,7 m uglovi nagiba kosine bili su u 1960. $5^\circ 30'$, u 1961. $7^\circ 30'$, a u 1962. godini $5^\circ 30'$. Iz toga proizilazi da i kod visine etaže $H = 22,7$ m postoji razlika u nagibima kosina slično kao i kod etaže visine $H = 19$ m.

Kod visine etaže 25,7 m, ugao kosine bio je 1961. godine $7^\circ 30'$, a u 1962. godini $5^\circ 30'$.

Upoređujući ove rezultate dolazimo do sledećih zaključaka:

— kod visine 10 m ugao kosine iznosi 24° ili 1:2,25; kod visine 19 m u 1960. i 1962. godini iznosio je 10° i 11° , a u 1962. godini 6° .

Ugao 24° ukazuje na činjenicu, da kod etaže odlagališta visine 10 m dolazi do samoklizanja, a da se kod visine etaže 19 m i 22,7 m pojavljuje samoklizanje, što se pripisuje fizičkim osobinama jalovine i većoj visini etaže odlagališta.

Dalja osmatranja odlagališta u 1965. godini pokazala su, prema profilima, da je za prosečnu visinu odlagališta $H = 25$ m postignut prosečan ugao nagiba kosine 14° , odnosno nagib 1:4, pri kome se etaža odlagališta

održala u stabilnosti. Prema tome, na odlagalištu Turija, za odloženu jalovinu od glinovitog materijala iz otkrivke polja B može se zaključiti, da je optimalna visina odlagališta $H = 25$ m, sa nagibom kosine 1:4.

Odlagalište »Peštan«

Na ovom odlagalištu odlaže se jalovina iz polja D i to na prvoj etaži visine 8 m glinoviti pesak, a na drugoj etaži visine oko 10 m peskovita glina.

Proračunom stabilnosti kosina etaže odlagališta određen je nagib kosine etaže od glinovitog peska 1:1,4 ($\beta = 35^\circ$), a etaže od peskovite gline 1:1,65 ($\beta = 31^\circ$), za visinu etaže $H = 10$ m, sa koeficijentom sigurnosti $n = 1,2$ u oba slučaja.

Merenjem na terenu utvrđeno je, da su kosine formirane pod nagibom za I etažu od glinovitog peska 1:1,2 ($\beta = 40^\circ$), a za II etažu od peskovite gline 1:1,4 ($\beta = 35^\circ$). Iz toga proizilazi da proračunati nagibi kosine odgovaraju stvarnosti.

Međutim, pošto je usvojeno da visina I etaže od 8 m pri odlaganju bude u nivou nadvožnjaka na ulazu u odlagalište „Peštan“, a visina II etaže od 10 m uslovljena kapacitetom bagera dreglajn, to se date visine etaže ne mogu smatrati optimalnim, već se kao optimalna može usvojiti visina $H = 20$ m, za obe etaže, s tim, što je nagib kosine od glinovitog peska 1:1,7 ($\beta = 30^\circ$), a nagib peskovite gline 1:2 ($\beta = 26^\circ$).

Severno i južno odlagalište na površinskom otkopu »Kosovo«

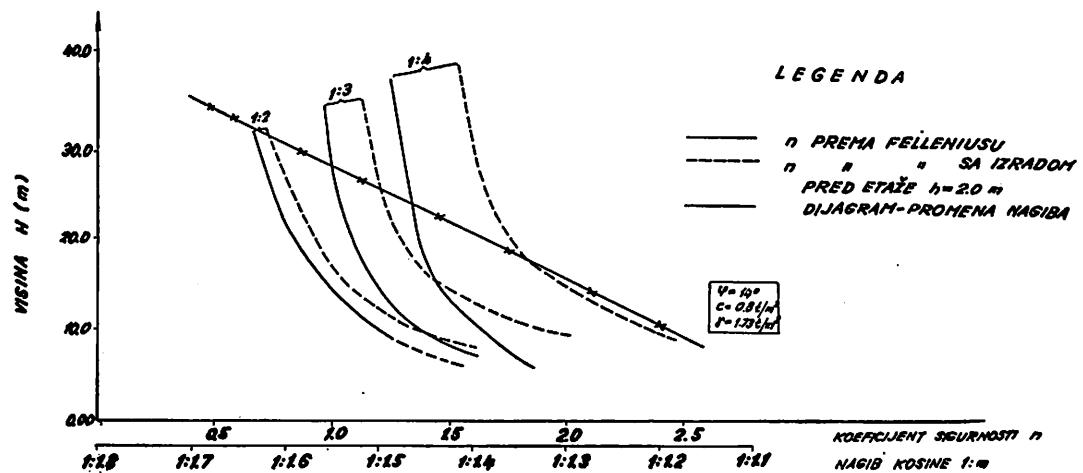
Stabilnost kosina odlagališta je proračunata za visine $H = 10, 15$ i 20 m i nagibe kosina 1:2, 1:3 i 1:4, a koeficijenti sigurnosti su dati u tablici 7.

Na osnovu dobijenih rezultata proračuna stabilnosti kosina izrađeni su dijagrami promene nagiba kosine i koeficijenta sigurnosti u zavisnosti od visine odlagališta (sl. 5) iz kojih proizilazi da se povećanjem visine odlagališta smanjuje nagib kosine i koeficijent stabilnosti kosina znatno se poboljšava. Tako se za etažu visine $H = 15$ m dobija isti koeficijent sigurnosti $n = 1,43$, za kosinu nagiba 1:4 bez predetaže, a 1:3 sa predetažom.

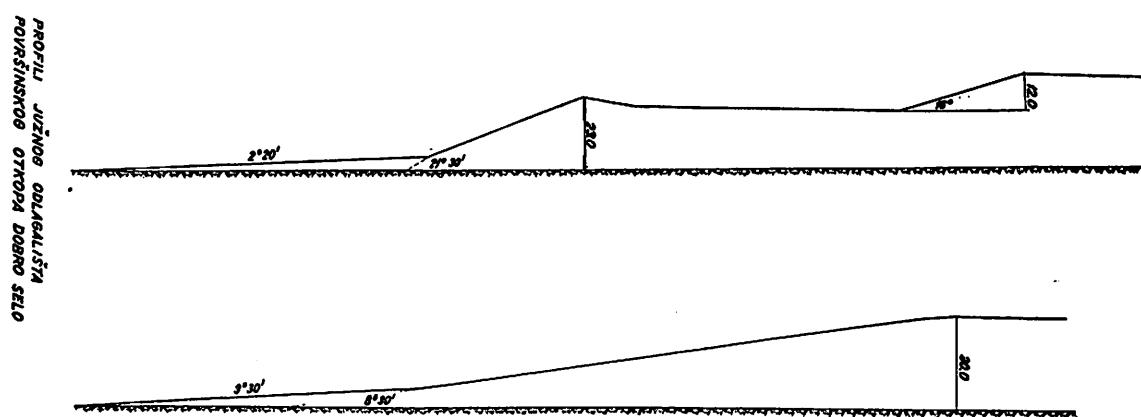
Isto tako, iz dijagrama proizilazi da bi za veće nagibe kosina etaža trebalo raditi predetaže veće visine $h = 2-10$ m; u tom slučaju bi se dobili veći koeficijenti sigurnosti.

Merenjem nagiba kosina odlagališta na terenu za vreme odlaganja na južnom odlagalištu „Dobro Selo“ u mesecu maju 1965. go-

dine utvrđeno je da se predviđeni nagibi kosina etaže ostvaruju sa izvesnim odstupanjem i to:



Sl. 5 — Dijagram promene nagiba i koeficijenta sigurnosti u zavisnosti od visine etaže.
Abb. 5 — Diagramm der Böschungswänderung und des Sicherheitskoeffizienten in Abhängigkeit von der Strossenhöhe



Sl. 6 — Profili južnog odlagališta površinskog otkopa »Dobro Selo«.
Abb. 6 — Profile der Südkippe des Tagebaues »Dobro Selo«

— za visine odlagališta 26 m odnosno 24 m, ugao nagiba kosine je $11^{\circ} 30'$, odnosno nagib kosine 1:5, dok je proračunom stabilnosti kosine etaže visine 20 m dobiten nagib 1:4;

— za visine odlagališta 30 m, 23 m i 20 m uglovi nagiba kosine su $16^{\circ} 30'$, $21^{\circ} 30'$ i $8^{\circ} 30'$. Međutim, zbog prekoračenja visine etaže i tehnologije rada sa samoklizanjem odloženog materijala u svim ovim slučajevima formirali su se pri možici etaže vrlo blagi nagibi kosine i to pod uglom od 4° , $2^{\circ} 20'$ i $3^{\circ} 30'$ na velikoj dužini od 55 m, 100 i 110 m;

— na drugoj etaži odlagališta iznad prve visine II etaže su 8 m, 14 m, 10 m i 12 m, a uglovi nagiba kosine $9^{\circ} 30'$, $15^{\circ} 30'$, $10^{\circ} 00'$, $20^{\circ} 30'$ i $16^{\circ} 00'$, dok su proračunom dobijeni uglovi nagiba za visinu etaže $h = 10$ m, $\beta = 26^{\circ}$ a za $h = 15$ m $\beta = 18^{\circ} 30'$.

Iz toga proizilazi da proračunati nagib kosine 1:4 ($\beta = 14^{\circ}$) za visinu etaže odlagališta $h = 20$ m odgovara stvarnom nagibu kosine koja se formira pri odlaganju. Odstojanja, koja su utvrđena merenjem na odlagalištima, proizilaze usled prekoračenja visine etaže preko 20 m i zbog tehnologije rada sa samoklizanjem koje nepovoljno utiče na stabilnost kosine etaže odlagališta.

Međutim, za kosine II etaže visine 8, 10, 12 i 14 m merenjem su dobijeni znatno blaži

nagibi nego proračunati, što znači da se za datu jalovinu i način odlaganja dreglajnom smanjenjem visine etaža ne mogu dobiti znatno povoljniji uglovi nagiba kosine.

Pregled optimalnih visina etaže odlagališta dat je u tablici 9.

Iz toga proizilazi zaključak, da se visina etaže $H = 20$ m sa nagibom kosina 1:4 ($\beta = 14^{\circ}$) može usvojiti kao optimalna visina etaže.

Isto tako proizilazi da se izradom predetaže mogu postići veći nagibi kosina etaže odlagališta.

Usvojene fizičke karakteristike jalovine za pojedina proračunavanja predstavljaju sva kako najmerodavnije vrednosti krovinskih naslaga pomenutih površinskih otkopa, jer su rezultati veoma skromnog i po našem mišljenju nedovoljnog broja ispitanih uzoraka, tako da izvedeni zaključci imaju svoju ograničenost u pogledu primenljivosti. Međutim, smatramo da i ovakav početak prikupljanja podataka i pokušaj interpretacije predstavlja izvestan napredak u pogledu upoznavanja radne sredine na našim najvećim površinskim otkopima.

Nesumnjivo je, da će sledeći pokušaj analize stabilnosti i upoređenja sa stanjem na odlagalištima doneti bolje i tačnije zaključke,

Tablica 9

Optimalne visine etaže odlagališta

Odlagališta	Vrsta odlagališta	Vrsta		Optimalna visina etaže odlagališta	Nagib kosine etaže 1 : m	Ugao nagiba	Koefficijent sigurnosti
		jalovina	podloga				
Veliko Polje	padinsko	glinoviti mat. sa šljunkom	—	20	1:4	14°	1,50
Tunija	ravničarsko	glinoviti materijal	—	25	1:4	14°	1,91
Peštan	ravničarsko	glin. pesak pesk. glina	—	20 20	1:1,7 1:2	30° 26°	1,2
Severno i južno odl.	ravničarsko	glinovita	glinovita	20	1:4	14°	1,37
Drveničko	ravničarsko	glinovita	glinovita	20	1:2	26°	1,20
Šume	padinsko	glinovita	glinovita	20	1:2,5	22°	1,40

jer ćemo pokušati da sistematskim prikupljanjem podataka i većim brojem analiza utvrdimo za već usvojenu i novu tehnologiju otkopavanja i odlaganja više parametara. Samim tim dobićemo i realnije vrednosti naših proračuna stabilnosti kosina odlagališta.

Sledeći proračun treba da posmatra odloženu jalovinu i mehanizaciju kojom se odlaže kao jedinstven sistem u procesu proračunavanja stabilnosti i da dà tačnu metodologiju određivanja pretprostora odlagača od ivice kosine.

ZUSAMMENFASSUNG

Einige Fragen zur Optimalhöhe der Kippenstrossen der Braunkohlentagebaue des Kuluvara — und Kosovobeckens

Prof. ing. N. Najdanović — Dipl. ing. R. Obradović*)

Zwecks Bestimmung der Optimalhöhe der Abraumkippen in den Tagebauen wurden im Bergbauinstitut in Beograd Böschungsstandfestigkeitsberechnungen auf einigen der grössten Tagebaue in unserem Lande durchgeführt; danach wurden durch Beobachtungen während des und nach dem durchgeföhrten Verkippen die tatsächlich erreichten Abraumstrossenhöhen und die Böschungsneigungen nachgeprüft.

Alle Berechnungen und Beobachtungen wurden für toniges Abraummateriale, welches für Braunkohlentagebaue in unserem Lande charakteristisch ist, durchgeföhrert.

Durch den Vergleich der gewonnenen Ergebnisse wurde festgestellt dass die Berechnungen der Abraumstrossenböschungen der Wirklichkeit entsprechen, besonders in den Fällen wo eine grössere Anzahl von Mustern des tonigen Materials genommen wurde, d. h. wenn physikalische Charakteristiken des Abraums, bestimmt durch Laboruntersuchungen, representativ für denselben waren.

Ausserdem haben diese Untersuchungen erwiesen, dass durch geeignete Massnahmen, wie Vorkippen und Massnahmenenergieführung zur Erhöhung der Bodenträgfähigkeit des Kippengrundes grössere Optimalhöhen der Strossen und grössere Höhen der ganzen Kippe erreicht werden können.

L i t e r a t u r a

Godišnji izveštaji i Studije optimalnih visina etaže na odlagalištima jalovine na površinskim otkopima u godinama 1962—1965. Dokumentacija Rudarskog instituta u Beogradu.

*) Dipl. ing. Nikola Najdanović, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu
Dipl. ing. Radivoj Obradović, viši stručni saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd

Značenje glavnih faktora koji utiču na gravitacijski hidraulički transport

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Anton M. Kocbek

Uvod

U hidrauličkom transportu čvrsta tala se prenose suspendovana u transportnom fluidu ili ih fluid pokreće po dnu transportnog sredstva. Hidraulička mešavina se može kretnati pod dejstvom energije koja se dovodi u sistem, ili se, pak, troši energija koju sám sistem već poseduje, dakle potencijalna energija. Kod prve vrste transporta polazna i završna tačka su međusobno nezavisne, dok kod druge vrste polazna tačka mora biti na višem potencijalnom nivou, ali zato u njoj nema nikakvog dodatnog pritiska, izuzev atmosferskog.

Gravitacijski hidraulički transport je znatno stariji od potisnog, ali mu je, ipak, područje upotrebe srazmerno usko. On se primenjuje za zasipavanje jama, kod zamuljivanja požara u rudnicima i za odvoz svih vrsta otpadaka na jalovišta, deponije, u taložne basene ili čak u tekuće vode.

Mada se gravitacijski transport upotrebljava već dugo vremena, ipak je mlađi potisni transport, kroz horizontalne i vertikalne cevovode, poznatiji. U tehničkoj literaturi ili priručnicima ne mogu se naći jedinstvene formule, pa čak ni uzastopni niz formula, kojim bi se naučno, ili bar empirijski, određivali parametri gravitacijskog strujanja kroz cevi. Ova činjenica je paradoksalna, ako se uzme u obzir napredak koji je postignut u mnogim mlađim tehničkim granama.

Principi gravitacijskog transporta dvofaznih mešavina

Kod potisnog transporta energetski bilans predstavlja samo drugostepeni faktor, jer se

u sistem uvek mogu uključiti ili jače pumpe ili povećati njihov broj. Kod gravitacijskog transporta energetska bilans predstavlja osnovni polazni uslov koji mora biti ispunjen. Radi toga je proračun gravitacijskog transporta obrnut u svom redosledu i ima drugu metodologiju od proračuna potisnog transporta. Kod potisnog transporta se određuju svi hidraulički parametri, na njihovoj osnovi se izračunava potrošnja energije i tek onda se biraju pumpe sa motorima koji odgovaraju potrošnji.

Kod gravitacijskog transporta se prvo odredi raspoloživa energija E_r , a tek onda se utvrđuje potrošnja energije E_p . Kod određivanja potrošnje treba uzeti u obzir mnoge međusobno zavisne pojedinačne parametre. Kod svih ovih proračuna mora biti, dakle, ispunjen polazni uslov:

$$E_r \geq E_p \quad (1)$$

Raspoloživu energiju određuju dva faktora: geometrijski raspored polazne i završne tačke, kao i specifična težina strujeće mešavine. Ovde se neće ulaziti u analizu pojma specifične težine mešavine. Ona će se uzeti onako, kako aproksimativno najbolje odgovara u najvećem delu slučajeva. Specifična težina mešavine γ_m je onda:

$$\gamma_m = \frac{V_s \cdot \gamma_s + V_w \cdot \gamma_w}{V_s + V_w} \quad (2)$$

Time je određena raspoloživa energija gravitacijskog transporta kao:

$$E_r = H \cdot \gamma_m \quad (\text{kN/m}^2) \quad (3)$$

Jednačina (3) je izražena u jedinicama pritiska. Za dalje proračune je, pak, mnogo prikladnija jedinica „mVS“. Onda jednačina (3) dobija sledeći oblik:

$$E_r = \frac{\gamma_m}{\gamma_w} \cdot H \text{ (mVS)} \quad (3-1)$$

Visina H predstavlja vertikalnu razliku između polazne i završne tačke cevovoda.

Utrošena energija se utvrđuje Bernoulli-jevom formulom. Opšta formula za razliku između dve tačke glasi:

$$\frac{v_1^2}{2g} \gamma_m + p_1 + h_1 \gamma_m = \frac{v_2^2}{2g} \gamma_m + p_2 + h_2 \gamma_m + h_r \gamma_m \quad (4)$$

Ova jednačina se može uprostiti, u datom primeru, time, što se smatra da mešavina polazi od mirovanja, dakle $v_1=0$. Dalje se može uzeti da je $p_1=p_2$. Pored toga je $h_2 \gamma_m=0$, jer je mešavina stigla u tački h_2 na najniži nivo koji se može iskoristiti. Tako jednačina dobija sledeći oblik:

$$h_1 \gamma_m = \frac{v_2^2}{2g} \gamma_m + h_r \gamma_m \quad (5)$$

Leva strana jednačine (5) predstavlja raspoloživu energiju, a desna strana potrošnju energije do tačke 2. Prvi sumand desne strane je izraz energije za ubrzanje mešavine, a drugi sumand prikazuje zbir energije koja se utrošila u cevi na savlađivanje svih otpora, tj. linijskih i lokalnih otpora. Linijske otpore prouzrokuje trenje čvrste i tečne faze o zidove cevi, trenje između tečne i čvrste faze, kao i trenje u samoj tečnosti (viskoznost). Lokalne otpore predstavljaju kolena, suženja, spojevi cevi i sl.

Ako ne bi postojali otpori, mešavina bi se kretala brzinom slobodnog padanja, zavisno od ugla kretanja. Radi stalnog postojanja otpora, u cevi se formira brzina kretanja kod koje se utroši na njihovo savlađivanje baš sva raspoloživa energija. Kao raspoloživa energija može se posmatrati ona iz jednačine (3), ako je ispunjen uslov da se mešavina dodaje u količini i na način da se može iskoristiti sva raspoloživa visinski stub. Ako se doda preveliko mešavine, onda se koristi samo deo stuba, a po delu cevovoda mešavina teče kao

po otvorenom žljebu, dakle ne ispunjava čitav presek cevi.

Pored navedenog uslova treba ispuniti i drugi, naime strujanje mešavine je moguće samo onda, ako je visinski stub dovoljno velik da se formira brzina, veća od kritične brzine za postojeće uslove. Kritičnom brzinom se smatra ona brzina, kod koje se čestice nalaze u tečnosti u obliku suspenzije. Ova brzina se često naziva i graničnom brzinom.

Linijski otpor se ranije određivao Darcyjevim obrascem:

$$h_r = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \text{ (m)} \quad (6)$$

Ukoliko bi se mogao pravilno odrediti koeficijent otpora λ , ovaj obrazac bi mogao isto tako dobro poslužiti kao i kod strujanja same tečnosti. Pošto linijski otpor zavisi od dužine, Darcyjev obrazac se može pisati i u obliku

$$i = \frac{h_r}{L} = \frac{\lambda \cdot v^2}{D \cdot 2g} \quad (6a)$$

gde „i“ označava hidraulički pad.

Međutim, već iz Darcyjeve formule za hidraulički pad se vidi, da on zavisi od više faktora od kojih su mnogi čak međusobno zavisni, kao npr. »v« i »D«, »λ«, i »v«, te »λ« i »D«. U cilju bar delimičnog pregleda, prikazane su sledeće zavisnosti glavnih faktora.

Prečnik cevi D

$$D = f_1 (V_m, H, d) \quad (7)$$

Kritična brzina c

$$c = f_2 (D, d, C_v, \gamma_s, \eta, U, w, \alpha) \quad (8)$$

Brzina strujanja v

$$v = f_3 (D, i, h_s, \gamma_m, V_m) \quad (9)$$

Hidraulički pad i

$$i = f_4 (D, d, v, \epsilon, C_v, \gamma_s, \eta, U, w, \alpha) \quad (10)$$

Navedene zavisnosti prikazuju poteškoće kod određivanja pojedinih hidrauličkih parametara. Funkcionalne zavisnosti su tolike i tako različitog dejstva, da postaje jasno radi čega nije bilo moguće stvoriti formulu kojom bi ove zavisnosti bile tačno obuhvaćene i naučno definisane.

Kao što je ranije pomenuto, u stvarnosti se, pod pritiskom stuba u cevima, formira brzina kod koje otpori baš apsorbuju svu rapsoloživu energiju. S obzirom da kod gravitacijskog transporta važe svi osnovni hidraulički principi kao i kod svakog drugog hidrauličkog transporta, onda se navedeni zadaci mogu rešavati isključivo metodom postepenog približavanja. U cilju unošenja određenog reda i olakšavanja ovog komplikovanog postupka, koji iziskuje vrlo mnogo računanja, nastojaćemo da klasifikujemo pojedine uticajne faktore. Takva klasifikacija treba da olakša pregled važnosti pojedinih faktora i da ukaže odakle treba početi u metodi približavanja.

Klasifikacija uticajnih faktora

Kod pregleda brojnih faktora koji utiču na pojedinačne hidrauličke parametre, kako se to vidi iz obrazaca (7), (8), (9) i (10), moguće je i logično, da se oni razvrstaju u tri osnovne grupe i to:

- poznati faktori ili faktori koji se mogu odrediti
- promenljivi po volji projektanta i
- zavisno promenljivi.

Ovačka klasifikacija izgleda logična za projektovanje, jer određuje neki red pojedinih radnji. Za svaki konkretan primer se mogu prvo utvrditi poznati faktori i onda celishodno birati nezavisno promenljivi, kako bi se na kraju metodom postepenog približavanja odredili zavisno promenljivi faktori.

Poznati faktori ili faktori koji se mogu odrediti

Kao takvi mogu se posmatrati sledeći faktori:

- fizičko-mehaničke osobine čvrste i tečne faze (specifična težina čvrste i tečne faze, viskoznost fluida, krupnoća zrna i granulometrijski sastav, brzina taloženja i koeficijent taloženja i dr.);
- geometrija postrojenja (položaj polazne i završne tačke, razlika visina, dužina cevovoda, nagibi pojedinih delova cevovoda, ugao generalnog pada i sl.);
- kvalitet provodnika (materijal, način izrade i hraptavost cevi i način montaže).

Ova klasifikacija, jasno, ne može biti nepromenljiva. Svakako je moguće da u pojedinačnim primerima određeni faktori prelaze u druge grupe. Tako se može poneki put kod projektovanja zasipnog postrojenja birati čak materijal, čime jasno sve fizičke osobine prelaze u grupu promenljivih po volji projektanta. Ako se ne može birati materijal, može se katkad birati krupnoća zrna, naročito granulometrijski sastav. Tada, takođe, deo faktora prelazi u grupu promenljivih. Slično bi se moglo, delimično, utvrditi i za grupe „geometrija postrojenja“ i „kvalitet provodnika“.

Međutim, čak i u primeru gde navedeni faktori prelaze u drugu grupu, njihova osobina određljivosti, ipak, u osnovi ostaje. U tom primeru oni se izaberu, a tim i odrede, tako da ovački eventualni prelazi ne smetaju mnogo suštini klasifikacije. U najslabijem primeru, za svaki sistem je moguće svrstati sve faktore u navedene tri grupe, a samim tim je projektant izradio povoljnije uslove za dalji rad.

Promenljivi faktori prema potrebi projektanta

Među ove faktore mogu se svrstati sledeći razredi:

1. prečnik cevi i njegove promene duž cevovoda,
2. koncentracija mešavine, odnosno njena specifična težina,
3. krupnoća i granulometrijski sastav,
4. geometrija postrojenja (položaj polazne stanice, izravnjanje trase i potpuno iskorisćenje visinskog stuba).

Pošto se u određenom slučaju može desiti da faktori navedeni pod 2, 3 i 4 prelaze u grupu poznatih faktora, onda projektantu ostaje samo jedan faktor kojim treba da reguliše čitavo postrojenje. Posao projektanta je utoliko lakši ukoliko se više uticajnih faktora može svrstati u grupu promenljivih faktora.

Zavisno promenljivi faktori

Među ove faktore mogu se ubrojiti svi preostali, koji se menjaju u zavisnosti od prve ili druge grupe, ili, čak, zavisno sa prvom i drugom zajedno. Takvi faktori su:

- brzina strujanja,
- kritična brzina,
- količina protoka,
- hidraulički pad,
- režim strujanja i
- indeks sigurnosti rada postrojenja.

Rad projektanta

Pregledom klasifikacije faktora koji utiču na učinak postrojenja za gravitacijski transport, vidi se da projektantu ostaje samo mali deo instrumenata, kojima treba da proračuna i podesi sistem, kako bi rad postrojenja bio optimalan. Analiza mogućih uticaja projektanta pokazuje, takođe, da njegovi instrumenti imaju veoma različito dejstvo u pogledu jačine uticaja.

Prečnik cevi nalazi se uvek u isključivom domenu projektanta i jedino njeovo ograničenje predstavlja uslov

$$D > 3d_{100} \quad (11)$$

Prečnik cevi je neuporedivo najjači instrument kojim raspolaže projektant. Od njezinog zavise svi funkcionalno promenljivi faktori, mada u različitoj meri. Brzina strujanja i količina protoka se menjaju sa kvadratom prečnika, kritična brzina sa kvadratnim korenem, hidraulički pad skoro sa petom potencijom, indeks sigurnosti sa kvadratnim korenem, a režim strujanja u odsecima. Jasan je, da se ovim parametrom mora projektant služiti kao osnovom, da mora biti jako obazriv u njegovom određivanju i da ostali faktori, kojima on raspolaže, mogu imati samo podređeno, korektivno značenje.

Kod određivanja prečnika može se poneki put postići vrlo dobar rezultat tim, što se prečnik menja duž trase, zavisno od njene geometrije. Prema pravilu, prečnici su na početku trase najveći i smanjuju se prema izlazu, ukoliko je već potrebno da budu različiti. Proširivanje prečnika duž trase može biti, u određenim uslovima, čak štetno. Radi toga je bolje uzeti, umesto proširenja, čitav taj deo trase sa jedinstvenim srednjim prečnikom. Proširenje na delovima trase koji su u padu može prouzrokovati negativne pritiske u cevi.

Koncentracija mešavine ima daleko manje značenje od prečnika cevi. U određenim primerima se projektant može po-

služiti ovim faktorom samo jednostrano. Ako mešavina dolazi do gravitacijskog sistema cevima, potisnim transportom, onda projektant praktično može samo da je razblaži vodom, a samo izuzetno da poveća koncentraciju. U većem delu primera koncentracija se uzima kao određena. Od nje zavise: kapacitet postrojenja, hidraulički otpori, brzina strujanja, kritična brzina i troškovi za vodu. Koncentracija zavisi od specifičnih težina čvrste i tečne faze i njihovih količina. U hidrauličkom transportu se obično primenjuje zapreminska koncentracija C_v u računskim, a kod izražavanja gustine, težinska koncentracija C_T . One se određuju kao:

$$C_v = \frac{V_s}{V_s + V_w} \quad (12)$$

$$C_v = \frac{\gamma_m - \gamma_w}{\gamma_s - \gamma_w} \quad (13)$$

odnosno

$$C_T = \frac{G_s}{G_s + G_w} \quad (14)$$

$$C_T = \frac{\gamma_s (\gamma_m - \gamma_w)}{\gamma_m (\gamma_s - \gamma_w)} \quad (15)$$

a njihov međusobni odnos je određen

$$C_T = C_v \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (16)$$

Uticaj koncentracije je jako različit. Prema nekim autorima u određenom području hidraulički otpor se sasvim malo menja po rastom koncentracije, dok se raspoloživa energija kod hidrauličkog transporta time znatno povećava. Dijapazon koncentracije se kreće od čiste tečnosti do kritične koncentracije, gde prestaje normalna mogućnost transporta.

Krupnoća zrna i granulometrijski sastav mogu se, takođe, samo redno birati, dok su najčešće određeni bilo procesom dobijanja ili zahtevom potrošnje. Krupnoća zrna utiče na brzinu taloženja, a time i na kritičnu, odnosno radnu brzinu, kao i na hidraulički pad. Na hidraulički pad može imati naročit uticaj sastav pojedinih frakcija, u prvom redu količina frakcije ispod 0,1 mm. Tačke ili sitnije frakcije obrazuju tešku tečnost što znatno olakšava transport krupnijih frakcija.

Geometrija postrojenja se, takođe, može samo izuzetno koristiti, pod uslo-

vom da je prethodno određena najpovoljnija trasa. Ako je moguće, povišavanjem ili smanjivanjem početne tačke, može se povećavati ili smanjivati raspoloživa energija, menjati brzina strujanja i hidraulički padovi.

Obično se ostavlja projektantu da odredi najpovoljniju trasu, ali i ovo nije uvek moguće, naročito kod hidrauličkog zasipavanja. Tamo se, naročito u rudnicima uglja, moraju koristiti postojeći putevi.

Od svih instrumenata, kojima raspolaže projektant, jedino prečnik cevi ima sveobuhvatno značenje. Potvrda za ovo se nalazi u jednačinama (8), (9) i (10). Iz njih se vidi da od prečnika cevi zavise svi ostali faktori, a već je prikazano da su ove zavisnosti veoma različite i da se kreću od $(D_1/D_2)^{0.5}$ do $(D_1/D_2)^5$.

Projektantski postupak

Kao što se vidi kod principa gravitacijskog transporta, projektantski postupak je ovde obrnut prema redosledu proračuna potisnog transporta. U stvari, metodologija proračuna treba da se kreće prema sledećim tačkama:

— Prvo se odredi visinska razlika H između polazne i završne tačke, zatim najpovoljnija koncentracija, a iz nje se dobija prema jednačini (13) specifična težina mešavine. Ovi elementi su dovoljni da se prema jednačini (3—1) odredi raspoloživa energija E_r .

— Izabere se preliminarni prečnik cevi i za njega odredi kritična brzina. Preliminarna brzina strujanja mora biti za 10 do 30% veća od kritične. Ukoliko ova brzina pokazuje suviše nizak ili paš, suviše visok kapacitet doziranja, onda se prečnik odmah menjaju u odgovarajućem pravcu.

— Sada se mora primeniti metod uzastopnog približavanja. On se sastoји u tome, da se pomoću jednačina za hidraulički pad, koje su poznate kod linijskog transporta, za prihvaćeni prečnik, brzinu, granulometrijski sastav i specifičnu težinu čvrste i tečne komponente odredi ukupna energija, koja bi se utrošila u cevovodu. Ukoliko se trasa sastoju od različitih prečnika, onda se mora, za svaki ovakav odsek, posebno odrediti pad pritiska. Osnovu ovakvog obračuna čini jednačina (5). Pošto leva strana jednačine predstavlja ras-

položivu energiju prema jednačini (3), onda se sada, umesto izraza na levoj strani, stavlja znak za utrošenu energiju E_p .

— Ukoliko se pokaže da je $E_p > E_r$, ovo je znak da transport takvom brzinom nije moguć, jer su otpori veći od raspoložive energije. Dakle, cevovod neće moći da prihvata količinu mešavine, koja bi uslovljivala takvu brzinu strujanja. U sledećem približavanju treba smanjiti brzinu u računu, ali pri tome se može postupati na taj način samo tako dugo, dok je ispunjen uslov:

za pesak

$$v > 1,1 c \quad (17-1)$$

za srednje krupni materijal

$$v > 1,2 c \quad (17-2)$$

i za jako krupni materijal

$$v > 1,3 c \quad (17-3)$$

Ako se na ovaj način ne postigne ravnoteža, onda se dalje može menjati koncentracija i tražiti ponovo ravnotežu. Kada se ni takvim postupkom ne uravnoteži sistem, onda treba povećati prečnik na jednom delu ili na čitavoj trasi.

U primerima gde su na trasi različiti prečnici, posebno treba proveriti odnos brzine i kritične brzine kod najvećih prečnika. Ovo je naročito važno zbog toga, što porastom prečnika brzina opada drugom potencijom, a kritična brzina, masuprot tome, raste kvadratnim korenom prečnika.

— Ukoliko se pokaže da je $E_p < E_r$, onda ovo znači da određeno doziranje ne bi ispunilo sav stub sve do polazne tačke, već da bi ovakvom količinom strujala mešavina u gornjem delu cevovoda kao po žljebu, dakle, sa slobodnom površinom. U tom primeru treba povećati doziranje i zajedno s tim brzini, sve dok se ne uspostavi ravnoteža. Ukoliko bi se za takav postupak doziranje moralо povećati iznad količina kojima se raspolaže, onda naravno treba smanjiti prečnik na delu trase ili, čak, na čitavoj trasi.

— Postupak približavanja treba sprovođiti tako dugo dok se ne ispunе sledeća dva uslova:

$$E_r > E_p \quad (18)$$

i

$$E_r < 1,01 E_p \quad (19)$$

Uместо uslova (18) i (19) može se, takođe, usvojiti kriterij, s obzirom na moguću tačnost proračuna, da se uzastopno približavanje može završiti kad je ispunjen uslov (20):

$$|E_r - E_p| \leq 0,01 E_r \quad (20)$$

dakle, kada je apsolutna vrednost razlike između raspoložive i utrošene energije manja od 1% raspoložive energetike. Pored određene netačnosti u proračunima, ovaj uslov je dovoljan i zbog ranijeg uslova koji je izražen u (17) i koji svakako pruža veću rezervu.

— Za proračun hidrauličkog pada postoji do danas više formula koje su dali različiti autori. Vrednosti, koje se dobiju formulama različitih autora, mogu se prilično razlikovati međusobno. Međutim, što su tačnije određeni polazni parametri, to su, po pravilu, razlike manje. Od brojnih autora, ovde će se navesti samo nekoliko njih, i to u prvom redu autori onih formula, koje su u praksi pokazale da se najviše približuju stvarnim vrednostima.

Formula Duranda i Condoliosa

$$\frac{i_m - i_w}{C_v \cdot i_w} = 81 \left[\frac{g D(s-1)}{v^2 \cdot \sqrt{C_D}} \right]^{1,5} \quad (21)$$

Formule Newitta i njegovih saradnika

Ako mešavina struji kao homogena suspenzija tj. ako je radna brzina veća od prelazne brzine v_{t1}

$$v_{t1} = (1800 \cdot g \cdot D \cdot w)^{0,333} \quad (22)$$

onda je

$$\frac{i_m - i_w}{C_v \cdot i_w} = (s-1) \quad (23)*$$

Ako je radna brzina manja od v_{t1} a veća od v_{t2} , tj. za heterogenu suspenziju

$$v_{t2} = 17 w \quad (23)*$$

onda je

$$\frac{i_m - i_w}{C_v \cdot i_w} = 1100 (s-1) \frac{g D w}{v^3} \quad (24)$$

Ako je radna brzina manja od v_{t2} , a veća od kritične brzine, prema Durandu

$$v_{t3} = c = F_L [2 g D(s-1)]^{0,5} \quad (25)$$

onda je

$$\frac{i_m - i_w}{C_v \cdot i_w} = 66 \cdot (s-1) \frac{g D}{v^2} \quad (26)$$

Formule Smoldireva

Za sitno disperznu mešavinu

$$i_m = i_w [1 + C_v (s-1)] + k_1 C_v (s-1) \frac{w^2}{v^2} - \delta^0 \quad (27)$$

Za krupno disperznu mešavinu

$$i_m = i_w + k_2 \frac{(s-1) \cdot C_v \cdot \sqrt{\delta_0 \cdot w}}{v \cdot D_0} \quad (28)$$

- Pored navedenih formula mogu se isto tako primeniti formule Jufina, Siljina, Kobernika i dr.
- Da bi proračuni o hidrauličkom padu bili bar donekle sigurni, potrebno je da postoje rezultati opitnog ispitivanja u laboratoriji ili na terenu. Tek onda se može odrediti, koja od već navedenih formula za hidraulički pad daje najtačnije rezultate, ili je, čak, potrebno tražiti formule drugih autora. Ukoliko laboratorijska ili terenska ispitivanja ni-

^{*}) Jednačina (23) se može upotrebiti samo za zrna koja imaju veću brzinu taloženja od 0,05 m/s kod manjih specifičnih težina, odnosno veću od 0,10 m/s kod viših specifičnih težina (napomena autora).

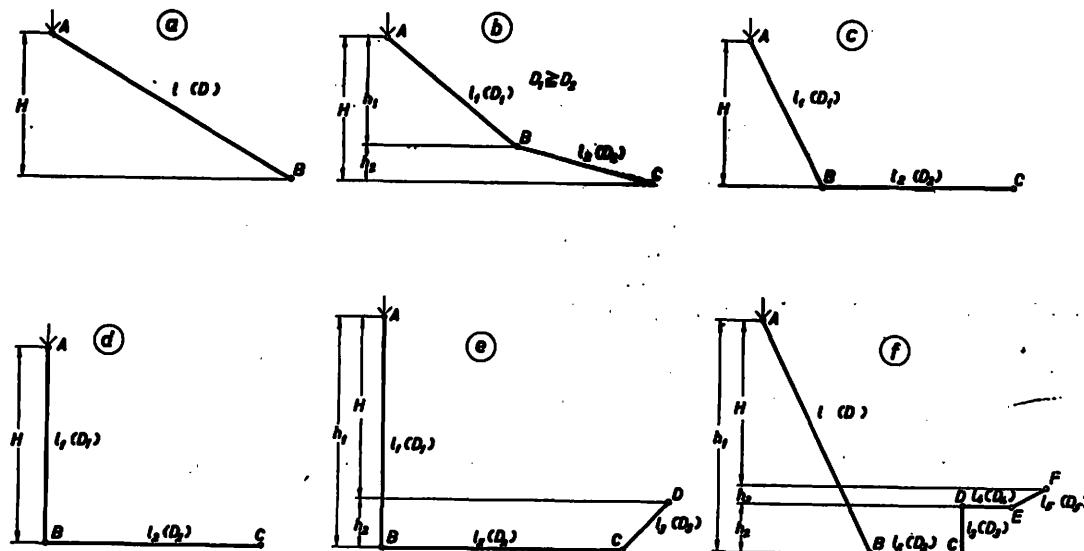
su moguća, onda je potrebno bar dobro ispitati materijal koji se transportuje, kako bi se dobili sigurni prolazni parametri. Hidraulički pad, koji se dobija kao završni rezultat i koji ispunjava uslov (20), treba proračunati formula ma više autora.

- Proste geometrijske rasporede (slika 1) nije potrebno dalje ispitivati, ako su pozitivno prošli kroz sve već navedene tačke. Međutim, kompleksni raspored (slika 2) se mora neizostavno proveriti

pumpe, kod gravitacijskog transporta je početni pritisak ravan nuli. Kontrola za svaki uzastopni par tačaka (x i y) sprovodi se primenom formule:

$$p_y = p_x + (h_x - h_y) \frac{\gamma_m}{\gamma_w} + (L_x - L_y) i \quad (29)$$

Kao što pokazuje formula (29), u njoj nisu uzeti u obzir ni gubitak pritiska radi ubrzanja mešavine, kao ni lokalni otpori. Obično se ovo može tolerisati,



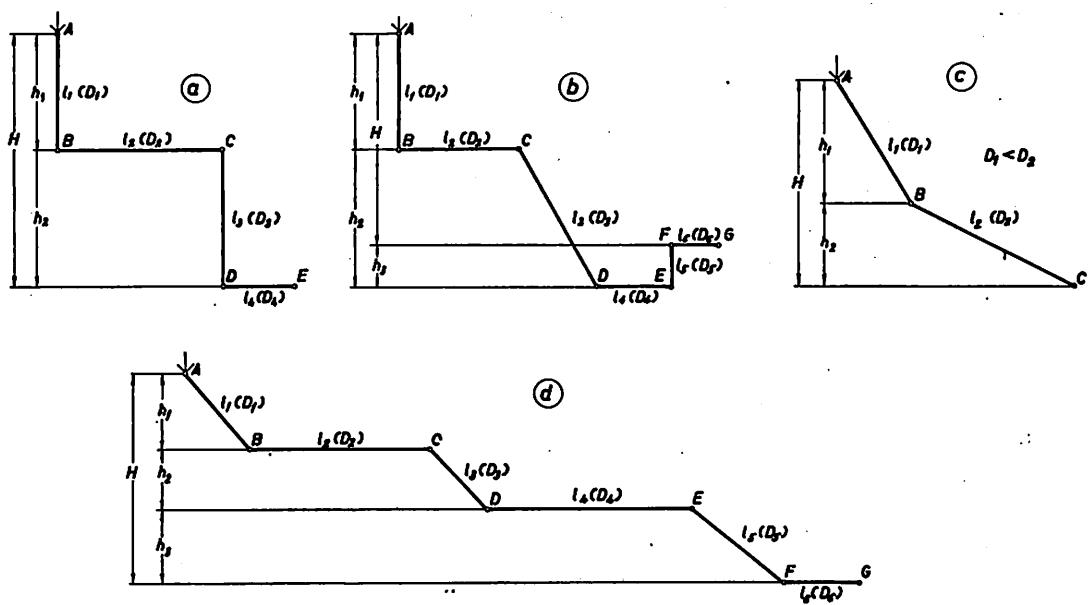
Sl. 1 — Prosti gravitacioni sistemi
Fig. 1 — The simple patterns of gravitational pipelines

s obzirom na pad pritiska duž cevovoda. Osnovno je pravilo, da pritisak u cevi ne sme biti ni u kojoj tački negativan. Negativan pritisak znači usisavanje a ono je samo teoretski moguće do 10 mVS, i to još uz uslov da je cevovod potpuno neprobojan. Negativni pritisak u cevi redovno znači začepljavanje. Postoje dva načina za kontrolu pritiska duž trase cevovoda: računski i grafički.

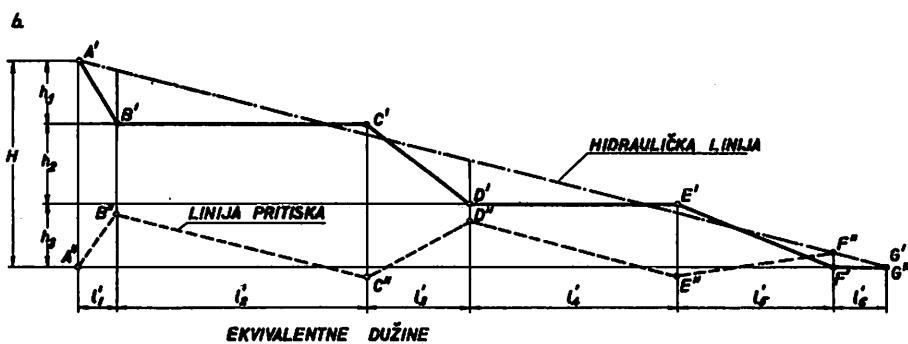
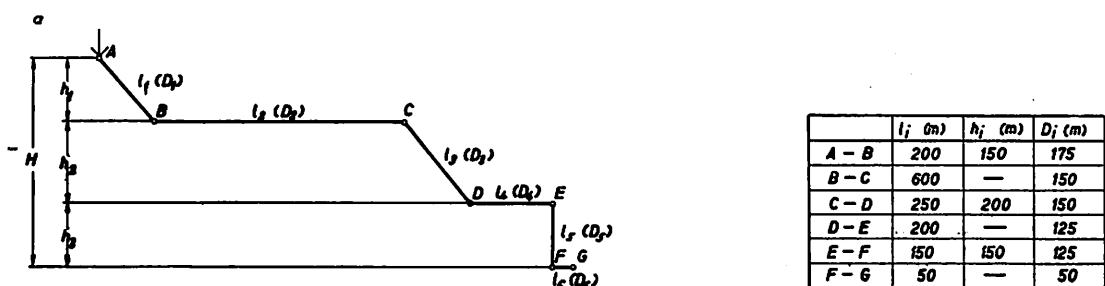
- Kod računske kontrole pada pritiska trasa se podeli na odgovarajući broj odseka i kontrola počinje od ulaza. Dok u linijskom transportu na početku cevovoda vlada pritisak koji stvaraju

jer kod brzina do 5m/s, zavisno od specifične težine mešavine, brzinska visina je manja od 2 mVS. Međutim, ukoliko su brzine veće onda treba i ovaj faktor uzeti u obzir, kao i lokalne otpore, ukoliko trasa ima mnogo krivina. Pritisak p se izražava ovde u mVS.

- Grafička kontrola pritiska je preporučljivija, jer se time ujedno, bar do neke mere, kontroliše raniji računski postupak. Kontrola se sastoji u tome da se nacrti hidraulički profil cevovoda (slika 3). Osnovu crtanja hidrauličkog profila sačinjavaju dva pravila:



Sl. 2 — Kompleksni gravitacijski sistemi.
Fig. 2 — The complex patterns of gravitational pipelines.



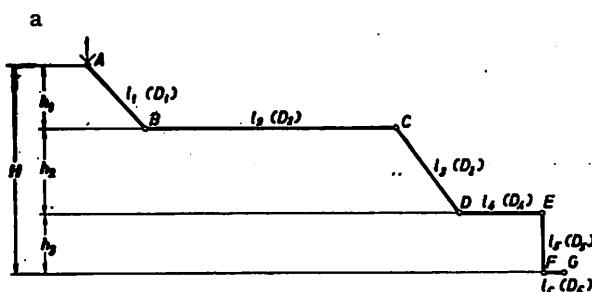
Sl. 3 — a) geometrijski profil; b) hidraulični profil.
Fig. 3 — a) the geometric profile; b) the hydraulic profile.

- visinske razlike ostaju nepromjenjene, dakle, prihvataju se sa geometrijskog profila trase,
- na ordinatu se nanose ekvivalentne dužine pojedinih odseka trase kao l'_i . Ekvivalentne dužine se određuju formulom

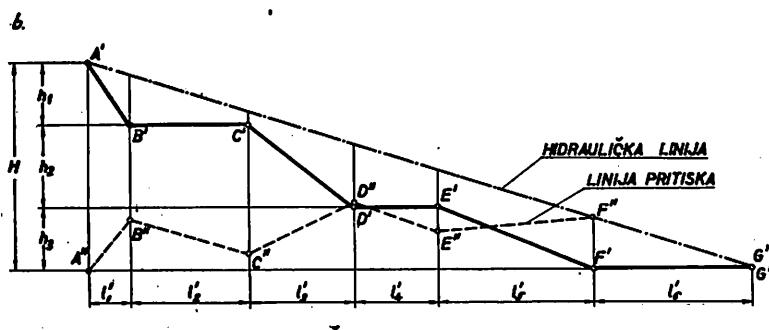
$$l'_i = \left[\frac{D_k}{D} \right]^5 \cdot l_i \quad (30)$$

Kada se ovako nacrtava hidraulički profil trase i kada se na istom crtežu spoje polazna i završna tačka tako da se dobije hidraulička

U drugom primeru je gravitacijski transport moguć i odvijaće se prema proračunu, ako je ovaj pravilno postavljen. Takav primer pokazuje slika 4. Kao osnova za sliku 4 uzet je namerno isti geometrijski profil kao što je prikazan za sliku 3. Jednu promenu predstavlja zamena prečnika cevi na odsecima trase B—C, D—E i F—G. Time je ujedno dat jedan od dokaza za ranije tvrđenje da prečnik cevi ima presudno značenje i da se njime može služiti projektant kao sredstvom za otisklanjanje mnogih nedaća.



	l_i (m)	h_i (m)	D_i (m)
A—B	200	150	175
B—C	600	—	175
C—D	250	200	150
D—E	200	—	150
E—F	150	150	125
F—G	50	—	50



Sl. 4 — a) geometrijski profil; b) hidraulični profil.
Fig. 4 — a) the geometric profile; b) the hydraulic profile.

linija, onda je moguće da se hidraulički profil i hidraulička linija međusobno presecaju na dva ili više mesta (slika 3), ili pak, leži hidraulička linija potpuno iznad profila (slika 4). U prvom primeru se može konstatovati da gravitacijski transport nije moguć prema projektovanim osnovama, jer bi postojali negativni pritisci u onim delovima cevovoda gde se hidraulička linija nalazi niže od hidrauličkog profila. Takav primer je prikazan na slici 3. Kod tačaka C' i E' dobiju se negativni pritisci.

Navedenim postupkom projektant je, u stvari, završio teoretski deo posla. Kada su ovako obrađeni parametri gravitacijskog transporta, onda se može prići dimenzionisanju polazne i završne stanice, određivanju načina polaganja cevi, predviđanju debljine zidova cevi, potrebnoj zaštiti od mraza, antikorozivnoj zaštiti itd. Međutim, navedeni postupci nisu više predmet ovog članka, kao što ovde nisu postavljena pitanja o samoj mogućnosti hidrauličkog transporta s obzirom na osobine materijala, obezbeđenje transporta pred hidrauličkim udarima i dr.

Zaključak

Cilj ovog članka je da se sakupe i razvrstaju u logičan poredak pojedina saznanja o gravitacijskom hidrauličkom transportu kako bi mogla poslužiti projektantu takvih postrojenja. Posebno su istaknuti oni faktori, koji se u praksi često pogrešno primenjuju. Iz pojedinih razmatranja izvođena su pravila, koja treba projektant da uzima u obzir, da se ne bi potkrale principijelne greške u samom postavljanju i razrešavanju problema.

Razrađeni postupak je primenljiv za sve vrste gravitacijskog hidrauličkog transporta. U cilju uprošćavanja prilično zamršene međusobne zavisnosti pojedinih faktora, u kratkim crtama je označen njihov uticaj. Ali ovaj razlog ujedno navodi, ne samo projektanta ovakvih postrojenja već takođe i operativca, da nastoji da se postupak dalje uprosti.

Za ovakvo uprošćenje postoje naročiti razlozi kod hidrauličkog zasipavanja, gde bi obračun pojedinih trasa iziskivao mnogo vremena. Kod rudnika metala otkopi često menjaju visinu, a kod rudnika uglja se najčešće

stalno skraćuju horizontale pojedinih hodnika, dok cevi ostaju ili se samo povremeno upotrebljavaju različiti prečnici, a osobine zasipne mešavine se samo retko menjaju, i to još jedino koncentracija mešavine.

Navedeni primeri pokazuju da je moguće da se izrade, na osnovu razmatranja datih u ovom članku, tablice, kojima se znatno može uprostiti rad i skratiti postupak obračuna. Najviše dolaze u obzir tablice iz kojih se može direktno čitati hidraulički pad u zavisnosti od brzine i koncentracije mešavine. Ukoliko je koncentracija nepromenljiva, a postoje različiti prečnici, onda se mogu sastaviti tablice za hidraulički pad u zavisnosti od brzine i prečnika cevi.

Moguće je još veće pojednostavljenje procesa obračuna, ako se sastave nomogrami. Međutim, da sastavljanje i upotreba nomograma ne bi bili suviše komplikovani, postoji uslov, da treba što više promenljivih da postanu stalne (npr. specifična težina čvrste komponente, granulometrijski sastav i sl.), a da se ostale promenljive ne kreću u suviše velikom dijapazonu.

Značenje simbola

- c ... kritična brzina (m/s)
CD ... koeficijent položenja
CT ... težinska koncentracija (decimalni broj)
Cv ... zapreminska koncentracija (kao decimalni broj)
d ... prečnik zrna (m)
dsr ... srednji prečnik zrna
 d_{10}, d_{50} ... prečnik zrna koji se dobija kod odgovarajućeg postotka na kumulativnoj krivimi analize sejanja
D ... prečnik cevi (unutrašnji) (m)
D_k ... prečnik s kojim se upoređuju ostali prečnici
- $$D_0 \dots \text{u formuli Smoldireva; } D_0 = \frac{D}{D_{st}} = \frac{D}{0,1}$$
- E_p ... potrošena energija u cevovodu (kp/m²; mVS)
E_r ... raspoloživa energija u sistemu (kp/m²; mVS)
f₁, f₂, f₃ ... funkcija
F_L ... koeficijent u formuli Duranda
g ... gravitacija (9,81 m/s²)
G_s, G_w, G_m ... težina čvrste, tečne komponente i mešavine (kp/s)
h_r ... otpori u cevi (m)

- h_s ... stvarno iskorisćena visina stuba (m)
H ... visinska razlika (m)
i ... hidraulički pad (mVS/m)
k₁, k₂ ... koeficijenti u formulama Smoldireva
l₁ ... dužina odseka cevovoda (m)
L ... dužina cevi (m)
p ... pritisak (kp/m²)
- (s — 1) ... oznaka za $\frac{\gamma_s - \gamma_w}{\gamma_w}$
U ... koeficijent neravnometnosti krupnoće zrna
 $\frac{d_{50}}{d_{10}}$
- v ... radna brzina (m/s)
v_{t1}, v_{t2}, v_{t3} ... prelazne brzine (m/s)
V_s, V_w, V_m ... zapremina čvrste faze, tečne faze ili mešavine (m³)
w ... brzina položenja (m/s)
α ... nagib cevovoda (°)
ε ... hrapavost zidova cevi (m)
η ... dinamička viskoznost (kps/m²)
γ_s, γ_w, γ_m ... specifična težina (kp/m³) čvrste faze, tečne faze ili mešavine
λ ... koeficijent otpora
 $D_0 = \frac{D}{dsr}$ (u formuli Smoldireva)

SUMMARY

The Significance of Main Influential Factors on the Hydraulic Gravitational Transport

A. Kocbek, min. eng.*)

The paper points out a search how the main factors, needed by a designer of a gravitational hydraulic transportation plant, are to be defined, determined and used in a correct procedure of their calculation. The author shows that all influential factors might be classified in the following three groups:

- (a) known factors,
- (b) alterable factors by the designer,
- (c) variable factors which depend on and vary with other alterable and/or variable factors.

Regarding to that classification only few factors are at the disposal of the designer and he has to be very careful in their use. There are listed and analysed the factors pertaining to each of groups, shown the influence exerted by them on the transportation results, displayed the complete success of calculation, as well as indicated the control proceedings, including the hydraulic profile and pressure head along the pipeline.

Literatura

- Adamek, R., 1962: Proračun produktivnosti i određivanje parametara tehnologije zasipavanja jamskih prostorija. — GIG, Katowice.
- Bruck, S., 1967: Hidraulička. — Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
- Condolios, E., 1964: Transport hydraulique des matériaux solides en conduites — Mimes, 18 (1963), 107 str. 281—287, 18 (1964) 109 str. 451—458, 19 (1964) 110 str. 37—43.
- Govier, G. W., Charles, M. E., 1961: The Hydraulics of the Pipeline Flow of solid-liquid Mixtures. — The Engg., I, 44, 8 str. 50—57
- Fritzsche, C. H., 1962: Bergbaukunde. II tom, 10 izd., str. 391—394.
- Jogwich, A., 1965: Strömungsversuche mit Kohle-Wasser Suspensionen als Beitrag zur Berechnung der hydraulischen Kohlenförderung. — Glückauf-Forschungshefte, 26, 1 str. 43—52.
- Kocbek, M. A., 1966: Uticaj prečnika cevi na efekat hidrauličkog zasipavanja. — Rudarski glasnik br. 3, 5, str. 41—52.
- Kocbek, M. A., 1967: Kritičko poređenje određivanja hidrauličkog pada pri strujanju dvo fazne mešavine. — Rudarski glasnik, broj 6 str. 23—40.
- Koch, L., 1962: Solids-carrying Pipelines. — Engg. and Min. J., 10.
- Kurbatov, A. K., Smoldirev, A. E., 1966: Ekspериментальные исследования гидравлического транспорта различных руд. — Горный журнал, 6 стр. 26—29.
- Michalzik, A., 1962: Kritischer Vergleich von Berechnungsmethoden für Spülversatzbetriebe. — Bergbautechnik 12, 3, str. 127—132.
- Mostkov, M. A., 1963: Prikladnaja gidromehanika. — Gosenergoizdat, Moskva.
- Newitt, D. M., 1955: Hydraulic Conveying of Solids in Horizontal Pipes. — Trans. Inst. Chem Eng., vol. 33, str. 93.
- Nurok, G. A., 1959: Gidromehanizacija gornih rabot. — Gosgontehizdat, Moskva.
- Prandtl, L., 1958: Führer durch Strömungslehre. — Braunschweig, F. Wieweg.
- Smoldirev, A. E., 1961: Truboprovodnyj transport. — Gosgontehizdat, Moskva.
- Spivakovskij, A. O., 1962: Gidravličeskij i pnevmatičeskij transport na gornyh predpriyatiyah. — Gostehizdat, Moskva.
- Trajanis, V. V., Pšeničnjik, I. D., 1962: Issledovanie tečenija v trubah vajazko-plastičnyh ugodnyh suspenzij i hidrotransporta v nih kuskovogo uglja. — Institut gor. d. im. A. A. Skočinskogo, Moskva.
- The Transportation of Solids in Steel Pipelines — Colorado School of Mines Research Found., Golden, Colorado, 1963.

*) Dipl. ing. Anton M. Kocbek, viši stručni saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

Ispitivanje mogućnosti taloženja čvrstih čestica u otpadnoj vodi koja nastaje u procesu sušenja lignita Kosovo po postupku „Fleissner“

(sa 1 šemom)

Dipl. ing. Mira Mitrović

Uvod

U Rudarsko-energetsko-hemijskom kombinatu Kosovo, Obilić — Priština izgrađeno je postrojenje za sušenje lignita po postupku „Fleissner“, kapaciteta 125 t/h rovnog uglja, klase $-200+30$ mm. Postrojenje je isporučila i montirala austrijska firma „Alpine“, Zeltweg, 1966. god.*)

U procesu sušenja po pomenutom postupku nastaje oko $56 \text{ m}^3/\text{h}$ otpadne vode. Kvalitet dobijene otpadne vode je takav, da se ova, shodno postojećim zakonskim propisima (Pravilnik o opasnim materijama koje se ne smeju unositi u vode; „Službeni list“ br. 3 od 19. I 1966. god.) ne sme puštati u vodotokove.

Firma „Alpine“ je za mehaničko čišćenje ove vode izgradila troetažni zgušnjivač tipa „Dorr“, čelične konstrukcije i kapaciteta oko $100 \text{ m}^3/\text{h}$ otpadne vode. Zgušnjivač ima oblik cilindra, čija visina iznosi 6 m i prečnik (\odot) baze isto 6 m. Bistrenje vode se sprovodi u tri etaže tako da ukupna površina bistrenja iznosi oko 85 m^2 .

U zgušnjivač se uvodi otpadna voda čija temperatura iznosi oko 87°C i koja sadrži $8-23 \text{ g/l}$ čvrstih čestica. Otpadna voda se sakuplja u toku procesa sušenja u jedan sabirnik, površine oko 31 m^2 koji se nalazi ispod kote 0,00 postrojenja za sušenje lignita. Iz sabirnika se otpadna voda otprema u troetažni zgušnjivač pomoću muljnih pumpi.

Za taloženje čvrstih čestica isporučilac uređaja je predvideo kreč, čija potrošnja treba da se kreće u količini od $1-2 \text{ g/l}$ otpadne

vode. Upotreba kreča treba da se odvija u vidu pulpe krečnog mleka (1 kg kreča rastvoren u 8 l otpadne vode). Uz troetažni zgušnjivač isporučilac opreme je izgradio i uređaje za rastvaranje kreča, mešanje i doziranje krečnog mleka u zgušnjivač. Kreč, isporučen u prahu, se rastvara u toploj otpadnoj vodi koja se dovodi od zgušnjivača u dva rezervoara tzv. kacama, čelične konstrukcije. Ove kace se nalaze jedna pored druge i imaju svoje uređaje za mešanje i pumpe za cirkulaciju tečnosti. Rad na proizvodnji krečnog mleka se izvodi tako da se, dok se iz jedne kace krečno mleko odvodi u zgušnjivač, u drugoj kaci priprema nova šarža krečnog mleka. Uz uređaje je ugrađen i automatski signalni uređaj „truba“, koji obaveštava o momentu i trajanju doticanja otpadne vode u zgušnjivač.

Preliv zgušnjivača — izbistrena otpadna voda — treba da ima oko 280 mg/l čvrstih čestica i visoku vrednost za pH (oko 12). Izbistrena voda odlazi na dalji tretman. Zgusnuti mulj — odvod koncentrata zgusnute sirovine iznosi $10-20\%$ od količine otpadne vode koja ulazi u ovaj zgušnjivač. Zgusnuti mulj se skuplja pomoću ručica pokretnog grabuljara po dnu etaža i gura ka centru zgušnjivača, odakle se odvodi pomoću muljne pumpe i cevovoda u betonirane basene taložničke dimenzije ($50 \times 10 \times 2,5 \text{ m}$) čije zapremine i površine treba da omoguće ravnomerno punjenje, ocedivanje i pražnjenje ovih. Prelivna voda ovih basena odlazi preko poljane u reku Sitnicu. Mulj, zgusnut u pomeđutim basenima prema datom režimu punje-

*) Savezni fond za finansiranje naučnih delatnosti učestvovaо je u finansiranju ovih istraživanja.

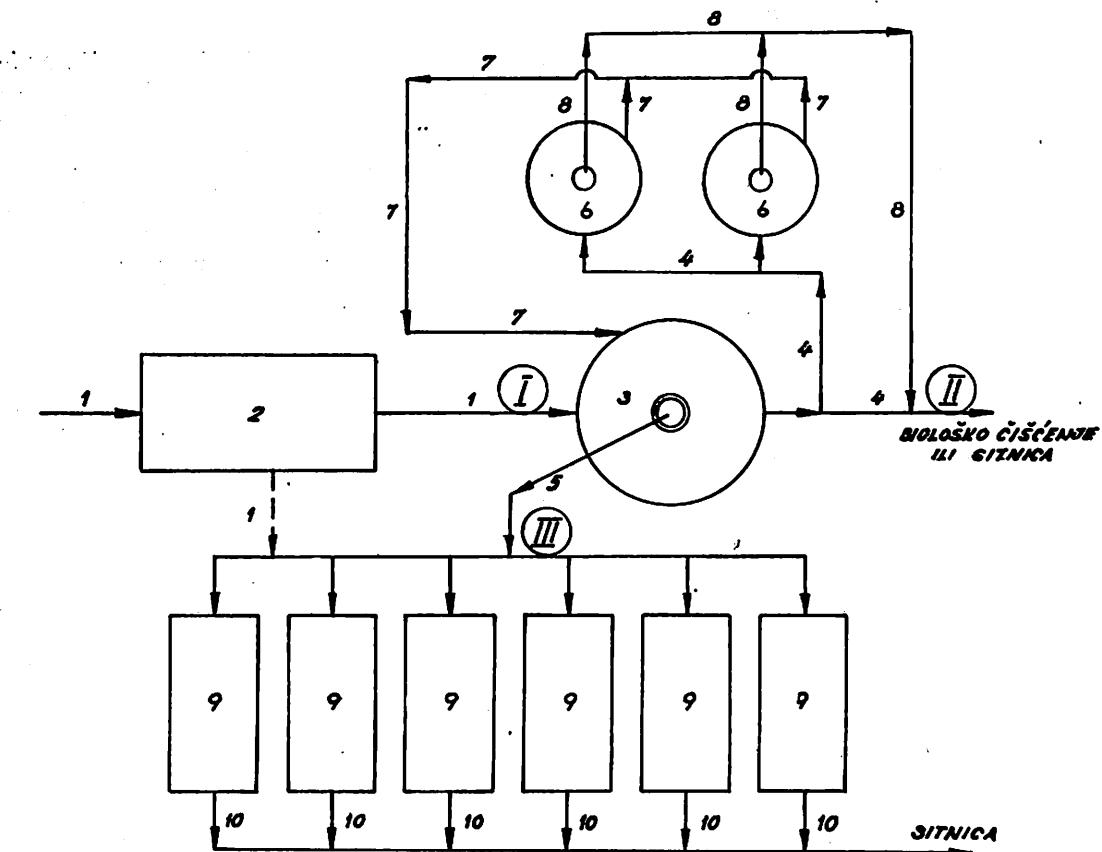
nja, se nakon 48 dana sušenja prazni, transportuje i odlaže na deponiju (vidi šemu mehaničkog čišćenja otpadnih voda datu na slici 1).

Za dalje čišćenje izbistrenih otpadnih voda (iz zgušnjivača i basena taložnika) kupljeno je kod francuske firme „Degremont“, Pariz, postrojenje za biološko tretiranje. Postrojenje je isporučeno i montirano 1966. god., a sastoji se iz uređaja za sledeći tretman:

- predaeraciju
- prolaz preko biološkog (bakterijskog) filtra
- mešanje industrijskih voda i fekalija

- rastvaranje i dodavanje sredstava za ishranu bakterija
- biološko čišćenje u kombinovanom basenu tipa „Degremont“
- sekundarno biološko čišćenje u kombinovanom basenu tipa „Degremont“
- zgušnjivanje mulja.

Ispitivanja čiji se rezultati iznose imala su za zadatak da utvrde optimalne uslove taloženja čvrstih čestica, kao i da ukažu na najefikasnije sredstvo za sedimentaciju, budući da taloženje mehaničkih nečistoća u otpadnoj vodi pomoću kreča, kako se to predviđa u već



Sl. 1 — Sema mehaničkog čišćenja otpadnih voda nastalih u postrojenju za sušenje lignita Kosovo po stupku »Fleissner«
 1 — otpadna voda iz procesa sušenja; 2 — sabirnik za otpadnu vodu u zgradi postrojenja za sušenje; 3 — zgušnjivač tipa »DORR« (troetažni); 4 — izbistrena voda; 5 — zgusnuti mulj; 6 — kace za pravljenje krečnog mleka; 7 — krečno mleko; 8 — odvod posle čišćenja kaca za krečno mleko; 9 — baseni taložnici;
 10 — preliv basena taložnika
 I, II, III — mesta uzimanja uzoraka

Abb 1 — Schema der Abwasserkklärung welches im Trocknungsprozess der Braunkohle Kosovo nach dem Verfahren Fleissner entsteht
 1 — Abwasser aus dem Trocknungsprozess; 2 — Abwasserbehälter im Gebäude der Kohlentrocknungsanlage; 3 — Eindicker (DORR) mit drei gleichartigen Klärkammern; 4 — Geklärtes Abwasser; 5 — Ablaufender Dick-schlamm; 6 — Mischbottiche zur Kalkmilcherzeugung; 7 — Kalkmilch; 8 — Ableitung nach der Mischbot-tischenreinigung; 9 — Absetzbecken; 10 — Überlauf der Absetzbecken
 I, II, III — Stellen der Probenahme.

opisanim izgrađenim postrojenjima, ne daje kvalitet izbrisane vode (pH i sadržaj čvrstih čestica) koji iziskuje tehnološki proces dalje biološkog tretiranja. Naime, prema postupku firme „Degremont“ vrednost pH u izbrisanoj vodi ne sme biti veća od 8 ni manja od 6,5 a sadržaj čvrstih čestica u ovoj treba da je praktično nula.

Osobine otpadne vode

Količina otpadne vode:

- istisnuta voda $0,519 \text{ m}^3/\text{t}$ suš. uglja
- kondenzatna voda $0,22 \text{ m}^3/\text{t}$ suš. uglja
- ukupna izmerena količina $0,741 \text{ m}^3/\text{t}$ suš. uglja.

Kvalitet otpadne vode:

- boja tamno smeđa
- mutnoća neprozirna
- miris neprijatan, karakterističan za vodu koja nastaje u procesu „Fleissner“
- temperatura (t^0) 87^0
- pH vrednost 7,6
- sadržaj čvrstih čestica (105^0) g/l 8,0 ($10,0$ — $23,0$)
- sadržaj pepela u čvrstim česticama (105^0)/% 46,0
- analiza pepela:

Sastojci	%
SiO ₂	28,13
Fe ₂ O ₃	6,19
Al ₂ O ₃	3,57
CaO	49,84
MgO	3,43
SO ₃	6,84
P ₂ O ₅	0,18
TiO ₂	0,16
Na ₂ O	1,05
K ₂ O	0,28
Reakcija	bazna

Topljivost pepela (oksidaciona atmosfera)

Početak sinterovanja	920^0
Tačka omekšavanja	1170^0
Tačka polulopte	1380^0
Tačka razlivanja	1400^0

— granulometrijski sastav čvrstih čestica:

Veličina zrna mm	Udeo %	Σ Udeo %	Pepeo (105^0) %
— $0,4 + 0,3$	0,03	0,03	
— $0,3 + 0,2$	0,67	0,70	
— $0,2 + 0,1$	39,87	40,57	
— $0,1 + 0,0$	59,43	100,00	
— $0,4 + 0,0$	100,00		46,0

— srednji prečnik zrna 0,09 mm

— mineralni sastav čvrstih čestica:

U navedenim klasama čvrstih čestica utvrđeni su sledeći mineralni sastojci: ugalj (ugljeviti škriljac i pirit), karbonatna masa (CaCO_3), gips i neznatne količine kvarca. Ovi sastojci se javljaju u svim klasama zrna, ali u različitim procentualnim težinskim odnosima. Kao karbonatna masa označene su pojave kalcita, kriptokristalaste mase i ostaci fosilnih ljušturica. Ugalj se sastoji od humušnog detritusa nižeg ranga, ugljevitog škriljca i gelificiranog drvenastog tkiva.

Mineralni sastojci: (u čvrstim česticama) %	Veličina zrna			
	$0,4 + 0,3$ mm	$0,3 + 0,2$ mm	$0,2 + 0,1$ mm	$0,1 + 0,0$ mm
Ugalj	88	80	79	44
Kalcijum karbonatna masa	10	18	19	54
Gips	1,5	2	1,5	1,5
Kvarc	0,5	trag	0,5	0,5
	100,0	100,0	100,0	100,0

Ugalj se javlja u vidu najsitnijih do najkrupnijih čestica, potom dolazi kalcijum karbonat. Ostali minerali su zastupljeni samo u najsitnjim česticama.

- ukupni suvi ostatak (105^0) mg/l 11200
- suvi ostatak uparavanjem filtrata (105^0) mg/l 2000
- gubitak žarenjem suvog ostatka (dobivenog uparavanjem filtrata) na 600—650 0 mg/l 200
- ostatak žarenja suvog ostatka (dobivenog uparavanjem filtrata) na 600—650 0 mg/l 1200
- sadržaj katjona i anjona u filtratu otpadne vode mg/l

Ca	70,5	Na	158,0
Mg	16,5	K	4,0

Tablica 1

Pregled veličina nekih važnih parametara u ispitivanim uzorcima otpadne vode

Fe	0,89	SO ₃	nema
HCO ₃	268,0	SO ₄	110,9
CO ₃	nema	Cl	156,0
OH	nema	HSiO ₃	164,6
		P	trag
— ukupni fenoli mg/l	200—400		
— isparljivi fenoli mg/l	100—150		
— H ₂ S mg/l	110		
— CO ₂ slobodni mg/l	trag		
— CO ₂ ukupni mg/l	193	1	8,9
— isparljivi amonijak mg/l	19,0	2	10,8
— vezani amonijak mg/l	23,0	3	11,8
— ukupni amonijak mg/l	42,0	4	22,2
— slobodan hlor mg/l	nema	5	16,7
— ukupni azot mg/l	34,6	6	32,9*
— isparljive organske kisevine mg/l	350	7	26,0
— huminske kisevine mg/l	400	8	32,3
— katram mg/l	25		
— ulje mg/l	40		
— aldehidi mg/l	35		
— ketoni (aceton) mg/l	57		
— utrošak kalijumpermanganača (KMnO ₄) mg/l	6000—8000		
— materije koje se bromuju mg/l	1598—1830		
— stepen oksidabilnosti mg O ₂ /l	1750		
— rastvorni kiseonik mg O ₂ /l	nema		
— Biohemijačka potrošnja kiseonika (BPK ₅) mg O ₂ /l	6000—1350		

Opiti taloženja čvrstih čestica

Uzoreci za ispitivanje

Eksperimentalni rad na utvrđivanju optimalnih uslova taloženja i na iznalaženju najpovoljnijeg sredstva za taloženje mehaničkih nečistoća u otpadnoj vodi bio je vrlo obiman i odvijao se u dužem periodu vremena.

Za taj rad su uzimani redovno sveži reprezentativni uzorci otpadne vode. Na ovim uzorcima su uvek pre opita taloženja određivani sledeći parametri: temperatura, vrednost pH, sadržaj čvrstih čestica i sadržaj pepela u čvrstim česticama. Podaci o kvalitetu ispitivanih uzoraka otpadne vode su dati u tablici 1.

Podaci iz tablice pokazuju da kvalitet uzorka otpadne vode, upotrebljenih za opite taloženja čvrstih čestica, odgovara osobinama otpadne vode koje su ranije detaljno prikazane.

Uzorak	Temperatura	pH			Čvrste čestice, g/l	Pepel u čvrstim česticama % (105)
		Lakmus papir	pehametar	Huminske kisevine, mg/l		
1	86	7,1	7,4	—	8,9	29,7
	90	7,2	7,5	—	10,8	53,4
	84	7,2	7,4	—	11,8	38,1
	86	7,2	7,4	—	22,2	34,9
	91	7,5	8,0	—	16,7	47,2
	82	7,7	7,9	490	32,9*	26,0
	80	7,8	7,9	400	18,7	32,3
	84	7,6	7,95	270	8,34	45,9

Veličina čvrstih čestica kod svih uzoraka:
— 0,4 + 0 mm

* Visok sadržaj čvrstih čestica, jer je bilo pocepano siće u autoklavu.

Laboratorijski opiti taloženja čvrstih čestica

Način rada

Laboratorijski opiti taloženja su vršeni pomoću francuskog laboratorijskog aparata „flokulator“ sa električnim pogonom. U staklene posude, cilindričnog oblika, stavljan je po 1 litar otpadne vode. Nakon dodavanja odabranog reagensa (određene količine u „g“ ili u „ccm“ rastvora) u otpadnu vodu, mešaju se u vremenu od 3'. Pri tome mešalica ima 150 obrtaja na minut. Ukoliko su dozirana dva reagensa, onda je prvi reagens mešan 2', a po dodatku drugog reagensa mešanje je trajalo 3'. Posle toga je proces mešanja reagensa sa otpadnom vodom trajao još daljih 17', ali uz smanjenje broja obrtaja mešalice (40 obrta na minut). Po završenom mešanju tečnost je mirovala 20', a onda je posle merenja visine taloga sifoniranjem dekantirano 500 ml tečnosti.

U izbistrenoj vodi, izdvojenoj dekantiranjem, određena je vrednost pH, sadržaj čvrstih čestica, sadržaj huminskih kiselina i sadržaj pepela u čvrstim česticama. Vrednost pH je utvrđena pomoću lakmus papira i pehametra.

Opiti taloženja su vršeni odmah nakon uzimanja reprezentativnog uzorka otpadne vode odnosno na toploj vodi čija je minimalna temperatura iznosila oko 50°C.

Čvrste čestice u ovoj vodi ne mogu da se talože bez primene adekvatnih sredstava. Voda ostaje danima mutna i neprozirna, a istalože se samo krupnija zrna.

Izvedena je serija opita taloženja u kojima su dodavani različiti reagensi i flokulanti u različitim količinama. Reagensi su dodavani u čvrstom stanju (g/l) ili kao rastvori (ccm/l). Upotrebljavana su sledeća sredstva: hlorid gvožđa, sulfat gvožđa, sulfat aluminijuma, kreč, NaOH, BaCl₂, H₃PO₄, pepeo iz elektro-filtra termoelektrane Kosova, CaCl₂ Sedipur, Prästol 2850, Separan, Flokal B, Župa, „Alginate“, Flocal T-214, Flocal B, Flocal C, Flocal 280 i Superfloc 16.

Dobijeni rezultati su sredjeni u vidu tablica.

N a p o m e n a:

Opiti taloženja izvršeni pomoću hlorida i sulfata gvožđa nisu prikazani i u ovima nije određivan sadržaj čvrstih čestica, jer je taloženje bilo loše (okularni nalaz).

Opiti taloženja pomoću aluminijum sulfata (serija od 10 opita)

Reagens: aluminijum sulfat (rastvor: 100 g aluminijum sulfata u 1 litru vode; posle toga rastvor je razblažen 10 puta, što znači da je rastvor imao 10 grama aluminijum sulfata u 1 litru vode)

Rezultati: rezultati su prikazani u tablici 2.

Osvrt na dobijene rezultate

Izvedeno je 10 opita taloženja mehaničkih nečistoća pomoću aluminijum sulfata. Kod opita je menjana samo količina aluminijum sulfata i to od 10—190 mg/l. Utvrđeno je da se pomoću ovoga reagensa ne može dobiti bistra voda. Najbolji rezultati (vidi opit 7) su postignuti kod dodatka 90—130 mg/l aluminijum sulfata po 1 litru otpadne vode. Sadržaj čvrstih čestica u „izbistrenoj“ vodi je iznosio 7,4 g/l, a vrednost pH je bila (7,1) neznatno izmenjena. Svako dalje povećanje količine aluminijum sulfata nije dalo bolje rezultate. Tako je kod dodatka 190 mg/l aluminijum sulfata »izbistrena« voda i dalje sadržavala 7,22 g/l čvrstih čestica.

Iz navedenih deset opita se vidi da se dodavanjem aluminijum sulfata ova otpadna voda ne može izbistriti. Postignut je sledeći efekat taloženja:

- otpadna voda sadrži 11,8 g/l čvrstih čestica
- dekantirana („izbistrena“) voda sadrži 7,4 g/l čvrstih čestica i ima pH = 7,1

Opiti taloženja pomoću kreča (serija od 8 opita)

Reagens: kreč (dodavan je direktno u otpadnu vodu u količinama izraženim u „g“)

Tablica 2

Rezultati opita taloženja pomoću aluminijum sulfata

Broj opita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Reagens</i>										
aluminijum sulfat mg/l	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190
<i>Otpadna voda</i>										
pH										
lakmus papir	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
pehametar	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
čvrste čestice, g/l	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
<i>Izbistrena voda (dekantirana)</i>										
pH										
lakmus papir	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
pehametar	8,1	8,0	8,0	8,0	7,9	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
čvrste čestice, g/l	10,3	9,5	8,6	6,8	6,5	7,8	7,4	7,36	7,28	7,22

Osobine reagensa: domaći proizvod iz Kačanika; usitnjen je do gornje granične krupnoće 0,06 mm; sadrži 0,7% vlaže; ima rastvorljivost 32,4%.

Rezultati: sredeni u tablici 3.

Osvrt na dobijene rezultate

Izvedeno je 8 opita taloženja pomoću kreča. U opitima je menjana samo količina kreča i to od 1 do 4 g/l otpadne vode. Utvrđeno je da se pomoću kreča mogu taložiti mehaničke nečistoće u ovoj otpadnoj vodi. Izbistrena voda ima smeđu boju i sadrži 0,910 do 0,725 g/l čvrstih čestica. Pri tome se potpuno menja vrednost pH i iznosi 10,24—11,95.

Izvršeni opiti pokazuju da se pomoću kreča otpadna voda ne može potpuno izbistriti i da izbistrena voda dobija visoku (nepovoljnu) vrednost za pH. Potrošnja kreča zavisi od kvaliteta proizvoda odnosno od čistoće, krupnoće, a samim tim i od rastvorljivosti.

Postignut je sledeći efekat taloženja:

- otpadna voda sadrži 8,9 g/l čvrstih čestica
- dekantirana (»izbistrena«) voda sadrži 0,725 g/l čvrstih čestica i ima pH = 11,95.

Opiti taloženja pomoću raznih reagensa i flokulanta (serija od 15 opita)

Reagensi i flokulanti

- pepeo iz elektrofiltrala termoelektrana Koso vo (dodavan je direktno u otpadnu vodu u količinama izraženim u „g“; hemijski sastav pepela izložen je u tablici 4)
- barijum hlorid ($BaCl_2$), tehnički, dodavan je u otpadnu vodu kao 50% rastvor
- kalcijum hlorid ($CaCl_2$), tehnički, dodavan je u otpadnu vodu kao 50% rastvor
- kreč (CaO) — dodavan direktno u otpadnu vodu; krupnoća 0,06 mm; rastvorljivost 32,4%
- Sedipur; Separan; Prästol 2850 (flokulanti iz Zapadne Nemačke; dozirani su u otpadnu vodu kao rastvor 1 g/l vode)
- Flokal B, Župa (flokulant iz SFR Jugoslavije; doziran je u otpadnu vodu kao 0,7% rastvor)
- „Alginat“ (flokulator iz Francuske; doziran je u otpadnu vodu kao rastvor 1 g/l vode)
- Flocal T-214; Flocal B; Flocal C, 280 (flokulanti iz Italije; dozirani su u otpadnu vodu kao rastvor 1 g/l)

Rezultati opita taloženja pomoću kreča

Broj opita	1	2	3	4	5	6	7*)	8**)
<i>Reagens</i>								
kreč, g/l	1	2	2,5	3	3,5	4	4	4
<i>Otpadna voda</i>								
pH								
lakmus papir	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
pehametar	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
čvrste čestice, g/l	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9

**Izbistrena voda
(dekantirana)**

pH								
lakmus papir	7,6	8,3	8,6	9,0	9,3	9,8	11,2	11,8
pehametar	7,91	8,63	9,02	9,41	9,82	10,24	11,35	11,95
čvrste čestice, g/l	4,2	2,56	2,04	1,68	1,29	0,910	0,790	0,725

N a p o m e n a: x) Upotrebljen kreč čija rastvorljivost iznosi 36,4 %

xx) Upotrebljen kreč čija rastvorljivost iznosi 44,57%

— Superfloc 16 (flokulant iz Engleske; doziran je u otpadnu vodu kao rastvor 1 g/l).

Napomena: Prikazan je i opit (1) gde je taloženje vršeno bez dodatka reagensa.

Osobine reagensa

Osobine pepela iz elektrofiltrira termoelektrane Kosovo date su u tablici 4.

Tablica 4

Hemski sastav pepela iz elektrofiltrira termoelektrane Kosovo

Sastojci	%
SiO ₂	26,96
Fe ₂ O ₃	8,70
Al ₂ O ₃	6,28
CaO	38,64
MgO	5,17
SO ₃	12,58
P ₂ O ₅	0,24
Na ₂ O	0,78
K ₂ O	0,10
TiO ₂	0,40
Topljivost pepela: Temperatura razливанja (oksidaciona atmosfera)	
1315°C	

Rezultati: srednji u tablici 5.

Osvrt na dobijene rezultate

Izvedene su serije opita sa svakim pojedinačno već citiranim reagensom i flokulatorom. U ovom poglavljiju prikazani su samo najuspeliji rezultati odnosno opiti.

Utvrđeno je:

— da se ispitivana otpadna voda ne može izbistriti bez primene adekvatnih reagensa. Izbistrena (dekantirana) voda sadrži posle taloženja bez reagensa 20,8 g/l čvrstih čestica;

— da je pepeo iz elektrofiltrira termoelektrane Kosovo povoljno sredstvo za taloženje čvrstih čestica u tretiranoj otpadnoj vodi, jer izbistrena voda dobija svetlo žutu boju i sadrži 1,3 g/l čvrstih čestica. Međutim, vrednost pH izbistrene vode je visoka (10,0) i nepovoljna je u odnosu na postavljeni zadatak;

— da je kreč, takođe, povoljno sredstvo za taloženje čvrstih čestica, ali ne daje rezultate koji su postavljeni u zadatku ovih ispitivanja. Vrednost pH u izbistrenoj vodi iznosi 10,7, a sadržaj čvrstih čestica je jednak 5,0 g/l. Količina huminskih kiselina se smanjuje na 210 mg/l. Pepeo u čvrstim česticama iznosi 18,1% na 105°;

— da se pomoću barijum hlorida i kalcijum hlorida može istaložiti oko 50% čvrstih čestica u otpadnoj vodi i da se vrednost pH pri tome bitno ne menja. Sadržaj huminskih kiselina u izbistrenoj vodi se takođe smanjuje (za oko 50%) u odnosu na otpadnu vodu;

— da od svih primenjenih flokulatora najbolje dejstvo ima Superfloc 16 (engleski proizvod), potom dolaze Flocal T-214, Flocal 280, Flocal C (talijanski proizvodi) i Prästol 2850 (Zapadna Nemačka). Vrednost pH se u izbistrenoj vodi pri tome ne menja. Količina huminskih kiselina u ovoj se smanjuje za oko 50%.

Kod skoro svih opita sadržaj pepela u čvrstim česticama iz izbistrene vode je niži od sadržaja pepela u otpadnoj vodi.

Postignut je samo sledeći efekat taloženja:

Za pepeo iz elektrofiltrira TE Kosovo:

	pH	Čvrste čestice, g/l
Otpadna voda	8,0	16,7
Izbistrena voda	10,0	1,3

Za BaCl₂ i CaCl₂:

	pH	Čvrste čestice, g/l	Huminske kiseline, mg/l
Otpadna voda	7,9	18,7	400
Izbistr. voda	7,55* 7,45**	8,8* 7,7**	270* 150**

Za odabrane flokulatore (Superfloc 16 i Prästol 2850):

	pH	Čvrste čestice, g/l	Huminske kiseline, mg/l
Otpadna voda	7,9	32,9	490
Izbistrena voda	7,8* 7,85**	3,1* 5,8**	290* 280**

*) Primjenjen BaCl₂

**) Primjenjen CaCl₂

Tablica 5

Rezultati opita taloženja pomoću raznih reagensa i flokulantata

Broj opita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Količina na 1 opadne vode	—	4 g/l	2 g/l	2 g/l	2 g/l	2 g/l	4 mg/l	4 mg/l	5 mg/l	4 mg/l					
<i>Otpadna voda</i>															
huminski kiselina, mg/l	490	—	400	400	490	490	490	490	490	—	490	490	490	490	490
pH	7,7	7,5	7,8	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,2	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
lakmus papir	7,9	8,0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,4	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
pehametar	32,9	16,7	18,7	18,7	32,9	32,9	32,9	32,9	32,9	22,2	32,9	32,9	32,9	32,9	32,9
čvrste čestice, g/l	26,0	47,2	32,3	32,3	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	34,9	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0
pepeo u čvrstom česticama (1050) %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Izbistrena voda (dekantirana)</i>															
pH	7,8	9,7	7,6	7,0	10,0	7,8	7,8	7,8	7,8	8,2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
lakmus papir	7,9	10,0	7,55	7,45	10,7	7,95	7,95	7,95	7,95	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
pehametar	20,8	1,3	8,8	7,7	5,0	10,3	5,8	10,7	11,0	11,0	4,5	6,9	5,5	4,62	3,1
čvrste čestice, g/l	26,9	—	25,3	16,2	18,1	26,5	20,6	28,5	28,4	—	17,9	21,4	20,4	18,1	14,3
pepeo u čvrstom česticama (1050) %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
huminski kiselina, mg/l	490	—	270	150	210	240	280	240	260	—	270	260	330	330	290

N a d o m e n a:

- Opit 2: flokulacija povoljna; izbistrena voda ima svetlo žutu boju
 Opit 3: jakta flokulacija; voluminozan telog
 Opit 4: jakta flokulacija; suviše fine flokule
 Opit 5*: rastvorljivost kreća : 32,4%

Za kreč i bez reagensa:

	pH	Čvrste čestice, g/l	Huminske kiseline, mg/l
Otpadna voda	7,9	32,9	490
Izbistr. voda	10,7* 7,9**	5,0* 20,8**	210* 490**

*) Primjenjen $BaCl_2$

**) Primjenjen $CaCl_2$

Opiti taloženja pomoću aluminijum sulfata i flokulatora »Alginat« (francuski proizvod)

(serija od 5 opita)

Reagensi: aluminijum sulfat (rastvor: 10 g/l vode)
»Alginat« (rastvor 1 g/l vode)

Napomena: Prvo je dodat rastvor aluminijum sulfata, posle mešanja u trajanju od 2' doziran je rastvor »Alginat«.

Dalji tok rada i način rada su već prikazani.

Rezultati: sredeni u tablici 6.

Osvrt na dobijene rezultate

Kod ove serije opita otpadna voda je sadržavala znatno veću količinu čvrstih čestica 22,2 g/l, a vrednost za pH je bila približno ista (7,4).

Dobijeni rezultati su pokazali da dodatak francuskog flokulatora »Alginat«-a nema

nikakvog uticaja; naprotiv, dobijaju se i nešto lošiji rezultati u pogledu taloženja.

Bez dodatka „Alginat“-a tj. samo sa aluminijum sulfatom dobija se u „izbistrenoj vodi“ 8,12 g/l čvrstih čestica, a sa dodatkom i „Alginat“-a sadržaj čvrstih čestica iznosi 10,2 g/l (vidi opit 1 i opit 2).

Opiti taloženja pomoću kreča i flokulatora »Alginat«-a (francuski proizvod) (serija od 5 opita)

Reagens: kreč (CaO) je dodavan direktno u otpadnu vodu; „Alginat“ je doziran kao rastvor 1 g/l vode.

Rezultati: sredeni u tablici 7.

Osvrt na dobijene rezultate

Opiti su izvedeni na otpadnoj vodi čiji je sadržaj čvrstih čestica iznosio 11,8 g/l, a vrednost pH je bila 7,4.

Primena kreča nije bila efikasna. Kod potrošnje kreča od 2 g/l nisu postignuti dobri rezultati, jer je „izbistrena“ voda sadržala 4,1 g/l čvrstih čestica i imala je vrednost pH od 9,8. Može se očekivati da bi veća količina kreča dala bolje rezultate, ali bi se vrednost pH povećala što u ovom slučaju nije poželjno.

Dodavanje maksimalne količine flokulatora »Alginat«-a (5 mg/l) pored 1 g/l kreča nije dalo željene rezultate. Izbistrena voda je imala pH vrednost koja je iznosila 9,4 i sadržala 3,3 g/l čvrstih čestica (vidi opit 5).

Tablica 6

Rezultati opita taloženja pomoću aluminijum sulfata i »Alginat«-a (francuski flokulant)

Broj opita	1	2	3	4	5
<i>Reagensi</i>					
Aluminijum sulfat, mg/l (2' mešanje)	130	130	130	130	130
»Alginat«, mg/l	0	2	3	4	5
<i>Otpadna voda</i>					
pH					
lakmus papir	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
pehameter	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
čvrste čestice, g/l	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2
<i>Izbistrena voda (dekantirana)</i>					
pH					
lakmus papir	—	—	—	—	—
pehameter	7,3	7,55	7,65	7,65	7,5
čvrste čestice, g/l	8,12	10,2	10,34	10,6	10,52

Tablica 7

Rezultati opita taloženja pomoću kreča (CaO) i »Alginata«-a (francuski flokulant)

Broj opita	1	2	3	4	5
<i>Reagensi</i>					
Kreč, g/1 (2' mešanje)	0,5	1	2	0,5	1
»Alginat«, mg/1	0	0	0	5	5
<i>Otpadna voda</i>					
pH					
lakmus papir	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
pehametar	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
čvrste čestice, g/1	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
<i>Izbistrena voda</i>					
pH					
lakmus papir	7,5	9	9,5	9,0	9,0
pehametar	8,4	9,2	9,8	9,1	9,4
čvrste čestice, g/1	8,0	7,3	4,1	4,2	3,3

Kod ove serije opita nije takođe postignut neznatan sadržaj čvrstih čestica u „izbistrenoj vodi“ i nepromenjena vrednost za parametar pH.

Opiti taloženja pomoću pepela iz elektrofiltrira TE Kosovo i flokulatora »Alginata«-a — francuski proizvod
(serija od 6 opita)

Reagensi: pepeo iz elektrofiltrira TE Kosovo je dodavan direktno u otpadnu vodu; „Alginat“ je doziran kao rastvor:

1 g/l vode. Posle završenog opita, odnosno posle 20' mirovanja vode, merena je visina taloga.

Rezultati: sredeni su u tablici 8.

Osvrt na dobijene rezultate

Kod ove serije opita otpadna voda je imala pH jednako 8,0 i sadržavala je 16,7 g/l čvrstih čestica.

Izvršeni opiti taloženja trebalo je da počažu uticaj flokulatora „Alginata“-a pored pepela iz elektrofiltrira na dobijanje što kvalitetnije bistro vode i što bolje složenog taloga.

Dokazano je da se kod upotrebe 4 g pepela iz elektrofiltrira TE Kosovo i 7 mg flokulatora „Alginata“-a na 1 litar otpadne vode dobija izbistrena (dekantrana) voda koja sadrži 0,727 g/l čvrstih čestica i koja ima vrednost pH jednaku 10,0. Pri tome visina dobijenog taloga iznosi 2,55 cm i talog je dobro složen (vidi opit 6).

Opiti taloženja pomoću dva reagensa
(serija od 8 opita)

Način rada izložen je u poglavljju „Laboratorijski opiti taloženja čvrstih čestica“

Tablica 8

Rezultati opita taloženja pomoću pepela iz elektrofiltrira TE Kosovo i flokulatora »Alginata«-a (francuski proizvod)

Broj opita	1	2	3	4	5	6
<i>Reagensi</i>						
Pepeo iz elektrofiltrira, g/l (2' mešanje)	4	4	4	4	4	4
»Alginat«, mg/l	1	2	3	4	5	7
<i>Otpadna voda</i>						
pH						
lakmus papir	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
pehametar	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
čvrste čestice, g/1	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
pepeo u čvrstim česticama (1050)%	47,2	47,2	47,2	47,2	47,2	47,2
<i>Posle izvršenog opita</i>						
Visina taloga (posle 20') u cm	2,8	2,65	2,65	2,55	2,55	2,55
<i>Izbistrena voda (dekantrana)</i>						
pH						
lakmus papir	9,5	9,5	9,5	10,0	10,0	10,0
pehametar	—	—	—	—	—	—
čvrste čestice, g/1	1,236	0,986	0,712	0,908	0,732	0,727

Reagensi i flokulanti

- tehnička fosforna kiselina od 60° Bé (dozirana je u otpadnu vodu kao 10% rastvor)
- kreč (CaO) (dodavan je direktno u otpadnu vodu; krupnoća kreča: 0,06 mm; rastvorljivost kreča 32,4%)
- Flokal C (Italija); (doziran je u otpadnu vodu kao rastvor 1 g/l)
- NaOH (tehnički) (doziran je u otpadnu vodu kao rastvor 16 g/l)
- CaCl₂ (tehnički) dodavan je u otpadnu vodu kao 50% rastvor
- Prästol 2850 (Zapadna Nemačka) (doziran je u otpadnu vodu kao rastvor 1 g/l)
- Flokal B, Župa (Jugoslavija) (doziran je u otpadnu vodu kao 0,7% rastvor).

Rezultati: sredeni su u tablici 9.

Osvrt na dobijene rezultate

Izvedene su serije opita sa po dva već citirana sredstva za taloženje čvrstih čestica. U tablici 9 prikazani su rezultati od 8 najinteresantnijih opita.

Utvrđeno je:

- da se u kiseloj sredini uz dodavanje kreča ne mogu efikasno taložiti čvrste čestice u ispitivanoj otpadnoj vodi

- da se pomoću kreča i NaOH ne dobijaju zadatkom postavljeni rezultati. Izbistrena voda ima visoku vrednost za pH i sadrži dosta čvrstih čestica (5,2 g/l)
- da se upotreboom kreča i flokulatora dobijaju dobri rezultati, naročito flokulanta Prästola 2850 (opit 5). Međutim, i dalje ostaje nerešeno pitanje bazične sredine. Izbistrena voda ima 0,45 g/l čvrstih čestica i vrednost pH = 10,0
- da se pomoću kreča i CaCl₂ ne dobijaju povoljni rezultati. Izbistrena voda ima 3,9 g/l čvrstih čestica i pH = 10,0
- da najbolje od svih ispitivanih reagensa deluju na taloženje čvrstih čestica flokulatori (na primer: Prästol 2850 i flokal B, Župa) u kombinaciji sa kalcijum hloridom (CaCl₂). Zajedničko dejstvo ovih reagensa stvara dobru flokulaciju i zadovoljavajuće bistrenje. Pri tom se ne menja vrednost pH. Izbistrena voda ima pH = 7,2–7,5 i sadrži 0,163–0,290 g/l čvrstih čestica.

Prästol 2850 se ne sme zajedno dozirati i mešati sa CaCl₂ nego posebno, jer se u takvom slučaju dobijaju lošiji rezultati (vidi opit 6 i opit 8). Međutim, flokal B — Župa može da se dozira i meša zajedno sa CaCl₂ i to ne utiče na kvalitet izbistrene vode (opit 7).

Postignut je sledeći efekat taloženja:

	pH	Čvrste čestice 1/g	Huminske kiseline mg/l
Za (H ₃ PO ₄ + CaO) i (Flokal C + CaO)			
Otpadna voda	7,9	32,9	490
Izbistrena voda			
sa (H ₃ PO ₄ + CaO)	8,9	8,13	230
sa (Flokal C + CaO)	10,8	3,52	200
Za (NaOH + CaO), (CaO + CaCl ₂) i (Prästol 2850 + CaO)			
Otpadna voda	7,9	18,7	400
Izbistrena voda			
sa (NaOH + CaO)	10,4	5,2	220
sa (CaO + CaCl ₂)	10,0	3,9	310
sa (Prästol 2850 + CaO)	10,0	0,45	230
Za (Prästol 2850 + CaCl ₂) i (flokal B, Župa + + CaCl ₂)			
Otpadna voda	7,9	18,7	400
Izbistrena voda			
sa (Prästol 2850 + CaCl ₂)	7,4	0,163	250
sa (Flokal B, Župa + CaCl ₂)	7,5	0,290	145

Rezultati optisa taloženja pomoću dva reagensa

Broj optisa	1	2	3	4	5	6	7	8
Reagens	H ₃ PO ₄ (10%) + kreč (CaO)	Flokal C (1 g/l) (italija) + kreč (CaO)	NaOH (16 g/l) + kreč (CaO)	Kreč (CaO) + CaCl ₂ (za jedno doziranje)	Prištol 2850 + kreč (CaO)	Prištol 2850 + CaCl ₂ (za jedno doziranje)	CaCl ₂ + Flokal B (Jugoslavija)	CaCl ₂ + Prištol 2850 (rastvor B - Zupa stol 2850 (rastvor za jedno doziranje izmešani)
Količina na (1) otpadne vode	H ₃ PO ₄ : 2 g/l	H ₃ PO ₄ : 3 g/l	NaOH: 1 cm ³ /l	Kreč: 2 g/l	NaOH: 4 mg/l	Prištol: 4 mg/l	NaOH: 5 mg/l	NaOH: 5 mg/l
Optadna voda	lreteč: 2 g/l	lreteč: 4 mg/l	lreteč: 2 g/l	lreteč: 4 mg/l	lreteč: 2 g/l	lreteč: 4 mg/l	lreteč: 2 g/l	lreteč: 4 mg/l
Otpadna voda	huminske kiseline, mg/l	pH	huminske kiseline, mg/l	pH	huminske kiseline, mg/l	pH	huminske kiseline, mg/l	pH
lakmus papir	7,7	7,7	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
pehameter	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
čvrste čestice, g/l	32,9	32,9	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7
pepeo u čvrstim česticama (1050)%	26,0	26,0	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3
Izbistrena voda (dekanitirana)								
pH								
lakmus papir	8,9	10	10,0	9,9	9,9	7,3	7,3	7,2
pehameter	8,9	10,8	10,4	10,0	10,0	7,4	7,5	7,5
čvrste čestice, g/l	8,13	3,52	5,2	3,9	0,45	0,163	0,29	2,08
pepeo u čvrstim česticama (1050)%	34,9	14,4	18,0	14,3	3,4	2,1	1,7	9,2
huminske kiseline, mg/l	230	200	220	310	230	250	145	175

Nepomena:

Opit 5: brzo taloženje; prvo je dodat Prištol 2850 pa CaO
 Opit 6: dejstvo odlično; najbolje postignuto taloženje i bistrenje

**Opiti taloženja pomoću CaCl_2 i flokala
B, Župa, Jugoslavija
(serija od 5 opita)**

Reagensi:

- kalcijum hlorid, tehnički dodavan je u otpadnu vodu kao 50% rastvor
- flokal B, Župa, Jugoslavija (doziran je u otpadnu vodu kao 0,7% rastvor).
- CaCl_2 i flokal B, Župa su dozirani i mešani zajedno
- prvo je doziran i mešan CaCl_2 pa onda je izvršeno dodavanje flokala B, Župa
- prvo je doziran i mešan flokal B, Župa, pa posle toga dodavan je CaCl_2 .

N a p o m e n a:

U ovoj seriji opita ispitivan je uticaj redosleda doziranja i mešanja reagensa kao i uticaj količine flokulatora. Ispitano je dejstvo sledećih radnih uslova:

Rezultati: sredeni su u tablici 10.

Osvrt na dobijene rezultate

Ispitivani uzorak otpadne vode je imao pH = 7,95, a sadržavao je 8,34 g/l čvrstih čestica i 270 mg/l huminskih kiselina.

Dobijeni rezultati su pokazali:

- da kombinacija CaCl_2 i flokal B, Župa ima vrlo efikasno dejstvo na taloženje čvrstih čestica ispitivane otpadne vode;
- da se oba reagensa mogu kao rastvori dozirati i mešati zajedno sa otpadnom vodom i da ovaj način primene daje iste rezultate kao i u uslovima, kada se prvo dozira rastvor CaCl_2 pa onda rastvor flokala B, Župa. Izbistrena voda sadrži 0,110 odnosno 0,118 g/l čvrstih čestica, a vrednost pH je 7,9.
- Količina huminskih kiselina smanjuje se u izbistrenoj vodi za više od 50%. Sadržaj pepela u čvrstim česticama izbistrene vode iznosi 40,8% na 105°;
- da se ne postiže dobar efekat taloženja ukoliko se u otpadnu vodu prvo dozira rastvor flokal B, Župa pa onda rastvor CaCl_2 . Izbistrena voda ima ta-

Tablica 10

Rezultati opita taloženja pomoću CaCl_2 i flokal B, Župa, Jugoslavija

Broj opita	1	2	3	4	5
Reagensi					
CaCl_2 (g/l)	2 g/l	2 g/l	2 g/l	1 g/l	—
<i>i</i>					
Flokal B, Župa Jugoslavija	7 mg/l	7 mg/l	7 mg/l	3,5 mg/l	7 mg/l
<i>Otpadna voda</i>					
pH					
laščmus papir	7,5	7,6	7,6	7,6	7,6
pehametar	7,95	7,95	7,95	7,95	7,95
huminske kiseline, mg/l	270	270	270	270	270
čvrste čestice, g/l	8,34	8,34	8,34	8,34	8,34
Pepeo u čvrstim česticama (105%)%	45,9	45,9	45,9	45,9	45,9
<i>Izbistrena voda (dekantirana)</i>					
pH					
laščmus	7,2	7,4	7,3	7,3	7,2
pehametar	7,9	7,9	7,5	7,3	7,4
čvrste čestice, g/l	0,110	0,118	0,300	0,270	0,970
pepeo u čvrstim česticama (105%), %	40,8	41,2	39,5	39,0	35,2
huminske kiseline, mg/l	105	110	145	135	120

N a p o m e n a:

Opit 1: odlično obrazovanje pahulja; rastvori kalcijum hlorid i flokal B, Župa dozirani i mešani zajedno.

Opit 2: prvo je doziran rastvor CaCl_2 pa onda rastvor flokala B, Župa; rezultat isti kao i u opitu 1.

Opit 3: prvo je doziran rastvor flokala B, Župa pa onda rastvor CaCl_2 ; rezultati taloženja su lošiji.

- da pH = 7,5 i sadrži 0,300 g/l čvrstih čestica i 145 mg/l huminskih kiselina;
- da je za dobro taloženje čvrstih čestica ispitivanog uzorka otpadne vode potrebno 2 g CaCl₂ i 7 mg flokala B, Župa po 1 otpadne vode;
 - da primena samo flokala B, Župa nije dovoljno efikasna.

Postignut je sledeći efekat taloženja:

Za CaCl₂ i flokal B, Župa

	pH	Čvrste čestice, g/l	Huminske kiseline, mg/l
Otpadna voda	7,95	8,34	270
Izbistrena voda	7,9	0,110—0,118	105—110

Napomena:

Prednost primene CaCl₂ i flokala B, Župe je u tome što se oba reagensa proizvode u zemlji. Negativna strana CaCl₂ je u tome što može da ima koroziono dejstvo.

Industrijski opiti taloženja čvrstih čestica

Opšti deo

Izvedena su dva industrijska opita taloženja mehaničkih nečistoća u otpadnoj vodi koja nastaje u procesu sušenja lignita Kosovo po postupku „Fleisser“. Opiti su izvršeni u postrojenju koje je opisano u „Uvodu“ ovog članika i čiji je šematski prikaz dat na slici 1.

U „Uvodu“ je izložen takođe i tehnološki proces izdvajanja (taloženja) mehaničkih nečistoća iz otpadne vode.

Opiti su izvedeni u toku normalnog rada (jedne grupe autoklava) pogona za sušenje lignita Kosovo i trajali su po dve radne sменe odnosno po 14h. U toku opita uzimani su svakih 30' srednji uzorci otpadne vode, izbistrene vode i zgusnutog mulja.

Kod industrijskog opita taloženja čvrstih čestica pomoću kreča, u uzetim uzorcima su određivani samo pH, sadržaj čvrstih čestica (g/l) i sadržaj pepela u čvrstim česticama. Detaljnija ispitivanja dobijenih proizvoda nisu vršena, budući da je izbistrena voda imala visoku vrednost za pH.

Za industrijski opit taloženja čvrstih čestica pomoću CaCl₂ i flokala B (7%) — Župa pripremljeni su odvojeno rastvori ovih reagensa. CaCl₂ je rastvaran u kacama za pripremu kreča. Flokal B (7%)-Župa se nalazi u prodaji kao želatinozna masa i vrlo se teško rastvara. Ovaj flokulant je rastvaran u laboratoriji u posebnim sudovima sa mešalicama. Oba reagensa su dodavana zajedno u otpadnu vodu, a kroz postojeće kace za pripremu kreča. Na uzetim uzorcima su izvršena detaljnija ispitivanja kvaliteta.

Uz prikaz rezultata izvršenih ispitivanja dati su i podaci o ceni i potrošnji pojedinih reagensa po m³ otpadne vode odnosno po toni sušenog lignita.

Industrijski opit taloženja čvrstih čestica pomoću kreča

Reagens: kreč (CaO); domaći proizvod iz Kamenika (krupnoća: — 0,06+0 mm; sadrži: 0,7% vlage; ima rastvorljivost 32,4%; cena 0,25 N. din. po kg)

Rezultati: sredeni su u tablici 11.

Osvrt na dobijene rezultate

Rezultati industrijskog opita taloženja su potvrdili rezultate laboratorijskih ispitivanja, odnosno pokazali su da se mehaničke nečistoće u otpadnoj vodi, mogu taložiti pomoću kreča u otpadnoj vodi, koja nastaje u procesu sušenja lignita po postupku „Fleissner“.

Dobijena izbistrena voda sadrži 0,420 g/l čvrstih čestica, ima žuto-smeđu boju i vrednost pH = 10,9—11,3.

Zgusnuti mulj sadrži 40 g/l čvrstih čestica i ima pH = 10,9—11,3. Sadržaj pepela u ovim česticama iznosi 46,1—65,5% na 105°. To ukazuje na činjenicu da su čvrste čestice balastni materijal i da se ne mogu koristiti kao gorivo.

S obzirom na kvalitet odnosno na visoku vrednost pH (10,9—11,3) izbistrena voda se ne može izložiti daljem biološkom tretiraju. Izbistrena voda se mora u tu svrhu prethodno podvrgnuti procesu neutralizacije pomoću kiseline i nakon toga odvoditi na biološko čišćenje.

Efekat taloženja čvrstih čestica pomoću kreča zavisi od njihove količine u tretiranoj vodi kvaliteta i količine utrošenog kreča kao

i od regulisanja troetažnog zgušnjivača. Ovaj uređaj se u pogonu teško reguliše te je za tu svrhu potrebno stručno oscoblje.

Tablica 11

Rezultati industrijskog opita taloženja čvrstih čestica pomoću kreča

	Otpadna voda	Izbistrena (dekantri-rana) voda (oko 80%)	Zgusnuta muljna voda (oko 80%)
Potrošnja reagensa:			
5 g/l kreča, tj.			
5 kg/m ³ otpad. vode			
tj. 3,7 kg/t sušenog uglja			
Cena:			
0,925 N. din/t sušenog uglja			
pH			
lakmus papir	7,6	10,9	10,9 ..
pehametar	7,95	11,3	11,3
čvrste čestice, g/l	8,34	0,420(0,300)	40,0
pepeo u čvrstima česticama (1050) %	45,9	41,0	46,1—65,5
krupnoča čvrstih čestica, mm	—0,4+0,0	—0,1+0,0	—0,4+0,0
huminske kiseline, mg/l	270	105	190

U prikazanom industrijskom opitu utrošeno je 5 kg/kreča iz Kačaniča (cena 0,25 N. dinara/kg) po m³ otpadne vode. Kako se po t sušenog uglja dobija u praksi oko 0,741 m³ otpadne vode, to znači da je za vreme opita utrošeno 3,7 kg kreča po 1 t sušenog uglja. Prema tome, za izdvajanje čvrstih čestica iz otpadne vode pomoću kreča izdaci samo za kreč iznose 0,925 N. din. po t sušenog uglja.

Industrijski opit taloženja čvrstih čestica pomoću CaCl₂ i flokala B, Župa (jugoslovenski proizvod)

Reagensi

- kalcijum hlorid u prahu (tehnički); rastvaran je u otpadnoj vodi u kacama za pripremu kreča; cena: 2,00 N. din/kg; 1 kg tehničkog CaCl₂ = 0,95 kg čistog CaCl₂
- flokal B (7%)-Župa (Jugoslavija) nalazi se u prodaji kao želatinozna masa; rastvaran je u laboratoriji u sudovima sa mešalicama; doziran je u otpadnu vodu kao 0,7% rastvor želatinoznog flokala; cena: 6,00 N. din/kg.

N a p o m e n a:

U postojeće kace za pripremu kreča, napunjene otpadnom vodom, doziran je CaCl₂ u prahu i 0,7% rastvor želatinoznog flokala B, (7,00%) Župa. Reagensi su tako zajedno izmešani i odatle dodavani u troetažni zgušnjivač napunjjen otpadnom vodom.

Rezultati: sredeni su u tablicama 12, 13 i 14.

Kvalitet tretirane otpadne vode izložen je u ovom članku pod poglavljem „Osobine otpadne vode“.

Tablica 12

Rezultati industrijskog opita taloženja čvrstih čestica pomoću CaCl₂ i flokala B, Župa (Jugoslavija)

	Potrošnja reagensa 2 g/l CaCl ₂ 5 mg/l flokal B (7%), Župa	Izbistrena (dekantri-rana) voda (oko 80%)	Zgusnuta muljna voda (oko 20%)
Boja	jako obojena — mrka	—	—
Miris	na fenole	—	—
Ukuš	kiseo — gorak	—	—
Mutnoća	vrlo mutna	—	—
Temperatura	72°	67°	—
pH	—	—	—
Lakmus papir	7,3	7,2	—
Pehametar	7,38	7,2	—
Čvrste čestice, g/l	0,101	39,5	—
Krupnoča čvrstih čestica, mm	—0,1+0	—0,4+0	—
Pepeo u čvrstima česticama (1050)%	41,0	46,0	—
Suvi ostatak posle uparavajma filtrata, g/l (1050)	3,7	4,07	—
Ostatak posle žarenja (na 650°C) suvog ostačika, g/l	1,53	1,70	—
Huminske kiseline (80%), mg/l	110	185	—
Ukupni fenoli, mg/l	210	153	—
Isparkljivi fenoli, mg/l	128	104	—
Utrošak KMn ₄ , mg/l	3444	2600	—
Usipna težina (mokro), g/l	—	956	—
Slobodan hlor	nema	—	—
Sumporovođomik (H ₂ S), mg/l	102	—	—
Amonijak isparkljivi, mg/l	15	—	—
Amonijak ukupni, mg/l	39	—	—
Ugljendioksid (CO ₂), mg/l	148	—	—
Masne kiseline, mg/l	350	—	—
Biohemijačka potrošnja kiseonika (BPK ₅) mg O ₂ /l	580	—	—
katjoni, mg/l	amjoni, mg/l		
Ca = 415,2	HCO ₃ = 206,1		
Mg = 16,6	SO ₄ = 160,2		
Na = 160	Cl = 822,6		
Fe = 1,06			
K = 4,5	HSiOs = 166		

Tablica 13

Tehnička i elementarna analiza zgusnutog mulja iz otpadne vode

	Sa ukupnom vlagom	Bez vlage	Bez vlage i pepela	
Vлага, %	45,00	35,00	—	—
Pepeo, %	25,34	29,95	46,08	—
Sumpor ukupni, %	0,43	0,51	0,78	—
Sumpor u pepelu, %	0,37	0,43	0,66	—
Sumpor sagorljiv, %	0,06	0,08	0,12	0,22
Koks, %	30,56	35,30	55,57	17,60
C-fix %	5,22	6,17	9,49	17,60
Isparljive materije, %	24,44	28,88	44,43	82,40
Sagorljive materije, %	29,66	35,05	53,92	100,00
Kalorična vrednost				
gornja kcal/kg	1116	1319	2030	3764
donja kcal/kg	767	1008	1875	3476
Ugljenik, %	15,32	18,11	27,86	51,67
Vodonik, %	1,58	1,87	2,88	5,34
Azot + kiseonik, %	12,70	14,99	23,06	32,77

Osvrt na dobijene rezultate

I ovim opitom potvrđeni su rezultati laboratorijskih ispitivanja. Pomoću CaCl_2 i flokala B, Župa, Kruševac postignuto je efikasno taloženje čvrstih čestica u otpadnoj vodi i to:

	Otpadna voda	Izbist. voda
pH	7,95	7,38
čvrste čestice, g/l	8,34	0,101
pepeo u čvrstim česticama (105°) %	46,0	41,0
huminski kiseline, mg/l	270	110

Tablica 14

Analiza pepela zgusnutog mulja iz otpadne vode

Sastojci	%
SiO_2	19,56
Fe_2O_3	5,82
Al_2O_3	1,62
CaO	62,96
MgO	4,56
SO_3	3,56
P_2O_5	0,88
TiO_2	0,08
Na_2O	0,30
K_2O	0,20
Reakcija	jačko bazna
Topljivost pepela: (oksidaciona atmosfera)	
Početak sinteozanja	940°
Tačka omešavanja	1180°
Tačka polulopte	+ 1400°
Tačka razlivanja	+ 1400°

Efekat taloženja mehaničkih nečistoća pomoću kalcijum hlorida i flokala B, Župa, Kruševac zavisi i kod ovoga opita od količine nečistoća u otpadnoj vodi, od količine i koncentracije rastvora primenjenih reagensa i načina regulisanja i rukovanja sa troetažnim zgusnjivačem („Dorr“).

Izbistrena (dekantirana) voda ima 0,101 g/l čvrstih čestica, krupnoće — 0,1 + 0 mm. Sadržaj pepela u ovim česticama iznosi 41,0% na 105°. Vrednost pH izbistrene vode je jednaka 7,38. Ovakav kvalitet izbistrene vode odgovara zahtevima daljeg tehnološkog procesa čišćenja, kakav je firma „Degremont“, Francuska primenila u svome postrojenju, izgrađenom u Obiliću. Izbistrena voda ima: 110 mg/l huminskih kiselina, 210 mg/l ukupnih fenola, 128 mg/l isparljivih fenola, 39 mg/l ukupnog amonijaka, 148 mg/l ugljen dioksiда, 350 mg/l masnih kiselina i 102 mg/l sumpor vodonika. Utrošak kalijum permanganata u izbistrenoj vodi iznosi 3444 mg/l. Biohemijkska potrošnja kiseonika u njoj jednaka je 580

mg O₂/l. Izbistrena voda ima dosta kalcijumovih i natrijumovih jona. Uparavanjem filtra izbistrene vode dobija se suvi ostatak u količini od 3,7 g/l, koji se žarenjem na 600 do 650°C smanjuje na količinu od 1,53 g/l.

Zgusnuta muljna voda sadrži 39,5 g/l čvrstih čestica, krupnoće — 0,4 + 0 mm i ima pH = 7,2. Sadržaj pepela u čvrstim česticama iznosi 46,0% na 105°. Na ukupnoj vlazi od 35,0% čvrste čestice imaju 29,9% pepela i donju kaloričnu vrednost od 1008 kcal/kg. To potvrđuje da čvrste čestice iz otpadne vode predstavljaju samo balastne materije, a ne sirovinu koja se može koristiti kao gorivo. Hemijski sastav pepela ovih materija ima bazičan karakter. Zbir SiO₂ i Al₂O₃ iznosi 21,18%. Pepeo se topi u oksidacionoj atmosferi na temperaturi većoj od 1400°.

Za izdvajanje mehaničkih nečistoća iz 1 litra otpadne vode kod ovog industrijskog opita trošeno je: 2 g tehničkog kalcijum hlorida i 5 mg flokala B, Župa. Budući da se u prodaji flokal B, Župa nalazi kao želatinozna masa i kao 7%, to je potrošnja ovoga reagensa, navedenih osobina, bila 71,4 mg po 1 otpadne vode. Prema tome, za izdvajanje mehaničkih nečistoća iz 1 m³ otpadne vode dodavano je 2 kg tehničkog kalcijum hlorida i 71,4 g flokala B (7%), Župa. Merenjem je utvrđeno da kod proizvodnje 1 t sušenog uglja nastane 0,741 m³ otpadne vode. To znači, da je za vreme opita trošeno po t sušenog uglja: 1,482 kg kalcijum hlorida i 53 g flokala B (7%), Župa. Izdaci samo za reagens kod ovoga opita iznose po t sušenog uglja 3,28 N. din. Kod toga otpada na kalcijum hlorid 2,96 N. din., a na flokal B (7%) Župa 0,32 N. din.

Osvrt na izvršena ispitivanja

Obimna ispitivanja, prikazana u ovom članku, imala su za zadatku da utvrde mogućnost efikasnog taloženja čvrstih čestica u otpadnoj vodi koja nastaje u procesu sušenja lignita Kosovo po postupku „Fleissner“ tako da izbistrena voda bude praktično potpuno oslobođena od mehaničkih nečistoća i da ima vrednost pH u granicama od 6,5 do 8,0. Ovakav kvalitet izbistrene vode uslovjava tehnološki proces daljeg biološkog tretiranja u postrojenju u REHK, Kosovo koje je izgradila firma „Degremont“, Francuska. Ispitivanja su izvršena u laboratorijskom i industrijskom obimu. Dobijeni rezultati su pokazali:

— količina otpadne vode, utvrđena merenjem, iznosi 0,741 m³/t sušenog uglja

— otpadna voda je vrlo zamućena; ima tamno mrku boju; miriše na fenole i kiselogorskog je ukusa; sadrži čvrste čestice u količini koja varira od 8,0—32,9 g/l; ima vrednost pH = 7,4—8,0; utrošak KMnO₄ iznosi 6000—8000 mg/l; ima biohemiju potrošnju kiseonika (BPK_s) od 600—1350 mgO₂/l

— čvrste čestice u otpadnoj vodi imaju krupnoću — 0,4+0 mm i sastoje se, uglavnom, iz uglja, karbonatne mase (CaCO₃), gipsa i neznatnih količina kvarca. Ugalj je predstavljen humusnim detritusom nižeg ranga i prorastao je ugljevitim škriljcem i gelificiranim drvenastim tkivom. Sadržaj pepela u čvrstim česticama iznosi u proseku 46,0 % na 105°

— nije moguće postići osobine izbistrene vode, shodno postavljenom zadatku, taloženjem čvrstih čestica u otpadnoj vodi pomoću samo jednog od primenjivanih reagensa. Traženi kvalitet izbistrene (dekantirane) vode može da se realizuje na tri načina i to:

a. Taloženjem mehaničkih nečistoća pomoću kreča i pri pH od oko 11.

Neutralizacijom izbistrene vode uz dodatak kiseline i drugostepenim taloženjem čvrstih čestica pomoću flokulatora.

b. Taloženjem mehaničkih nečistoća pomoću kalcijum hlorida (CaCl₂) i flokulatora Flokal B, Župa, Kruševac pri pH = 7,3—8,0.

c. Taloženjem mehaničkih nečistoća pomoću pepela iz elektrofiltrata TE Kosovo pri pH od oko 11.

Neutralizacijom izbistrene vode uz dodatak kiseline i drugostepenim taloženjem čvrstih čestica pomoću flokulatora.

— Protrošnja reagensa kod navedene tri varijante se kreće u dozvoljenim - normalnim granicama i zavisi od količine čvrstih čestica u otpadnoj vodi.

Zahvalnost

Drug Božidar Radunović, generalni direktor RE HK, Kosovo Obilić, gospodin dipl. ing. Alois Janusch, predstavnik firme »Alpine«, Zeltweg, Austrija, gospodin dipl. hemičar Philippe Van Elslande, predstavnik firme Degremont, Rueil, Francuska, su mi pružili sve potrebne podatke o izgrađenim postrojenjima, ukazali pomoći kod rada na prikazanim opitima i omogućili da se isti izvedu. Izražavam im ovom prilikom moju toplu zahvalnost na svemu.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungen der Niederschlagungsmöglichkeiten des während des Trockungsprozesses der Braunkohle Kosovo nach Fleissner-Verfahren anfallenden Abwassers

Dipl. Ing. M. Mitrović*)

Es wurden zahlreiche und zwei Grossversuche der Niederschlagung von mechanischen Verunreinigungen im Abwasser, welches im Trocknungsprozess der Braunkohle Kosovo nach dem Verfahren Fleissner in einer Menge von etwa $0,741 \text{ m}^3/\text{t}$ Trockenkohle entsteht, durchgeführt.

Das Abwasser ist sehr trübe, von dunkelbrauner Farbe und hat einen pH-Wert von 7,4—8,0. Neben verschiedenen chemischen Verbindungen enthält das Abfallwasser auch Feststoffe, Korngrösse —0,4+0 mm in einer Menge zwischen 8—32,9 g/l. Die Feststoffe bestehen aus Kohle, Karbonatstoffen (kalzitischen), Gips, kohlehaltigem Schiefer und unbedeutenden Mengen von Quarz. Zur Gewinnung geklärten (dekanzierten) Abwassers von geforderter Güte (Feststoffanteil praktisch Null und pH-Wert in den Grenzen von 6,5 bis 8,0), welches einem weiteren biologischen Reinigungsprozess unterworfen wird, wurden bei Niederschlagungsversuchen verschiedene Mittel (Eisenchlorid, Eisensulfat, Aluminiumsulfat, Kalk, NaOH, BaCl_2 , H_3PO_4 , Elektrofilterasche aus dem Wärmekraftwerk Kosovo, CaCl_2 , 9 Flockungsmittel ausländischer und 1 inländischer Erzeugung — Flokal B (7%) ŽUPA, Kruševac) verwendet.

Es wurde festgestellt, dass kein Klarwasser von geforderter Güte durch Anwendung von nur einem Feststoffniederschlagungsmittel gewonnen werden kann. Die geförderte Güte des geklärten Wassers kann auf drei Arten erreicht werden und zwar:

a. Durch Niederschlagung von mechanischen Verunreinigungen mit Hilfe von Kalk und bei pH um etwa 11,

— durch Neutralisierung des geklärten Wassers bei Zugabe von Säure und nachfolgender Niederschlagung der Feststoffe mit Hilfe von Flockungsmittel,

b. Durch Niederschlagung von mechanischen Verunreinigungen mit Hilfe von Calciumchlorid (CaCl_2) und Flockungsmittel Flokal B, Župa, Kruševac bei pH = 7,3—8,0.

c. Durch Niederschlagung von mechanischen Verunreinigungen mit Hilfe von Elektrofilterasche aus dem Kraftwerk Kosovo bei pH von etwa 11.

Durch Neutralisierung des geklärten Wassers bei Zugabe von Säure und nachfolgender Niederschlagung von Feststoffen mit Hilfe von Flockungsmitteln.

Der Verbrauch der verwendeten Reagenzien bei angeführten drei Varianten bewegt sich in zulässigen Grenzen und hängt von der im Abwasser enthaltenen Feststoffmenge ab (auf 1 lit Abwasser: 5 g Kalk; 5 mg Flokal B, Župa, Kruševac; 2 g Calciumchlorid; 4 g Asche aus dem Elektrofilter des Wärmekraftwerks Kosovo).

Abgesetzte Feststoffe haben einen niedrigen Gehalt an Brennbarem und können nicht als Brennstoff Verwendung finden.

L i t e r a t u r a

- A k y e l, H., 1966: Neue Erfahrungen mit hochmolekularen polymeren synthetischen Flockungsmitteln zur Klärung von Trüben und zur Entwässerung von Schlammern. — Glückauf, 102—8, 364.
- A k y e l, H., N e v e n, M., 1967: Hochmolekulare organische synthetische Flockungsmittel in der modernen Aufbereitungstechnik. — Chemie Ingenieur Technik 4, 172.
- B a b e n k o v, E., Š č e r b a k o v, D., 1967: Opyt naladki raboty osvetitelej. — Vodosnabženie i sanit. tehn., 29—5, 7.
- F i s c h e r, A., 1967: Aufbereitung und Beseitigung von Industrie-Schlammern. — Chemie Ingenieur Technik, 4, 157.
- J a n i a k, H., C e b u l a, I., 1967: Osadník z osadem zawieszonym w zastosowaniu do os-
- zyszezania wod z przerobki mechanicznej węgla kamiennego. — Wiad. Gorn., 18, 2, 45.
- K ö n i g, L., 1967: The Cost of Water Treatment by Coagulation, Sedimentation and Rapid Sand Filtration. — I. Amer. Wat., Wks/Ass 59, 3, 290.
- R i c h e, A., S t r a n k m ü l l e r, J., 1958: Über die Reinigung phenolhaltiger Abwasser nach dem Asche-Luft-Verfahren Wasserwirtschaft. — Wassertechnik, 8, 2, 64, 8, 3, 129.
- S a b u n i n, I. N., 1966: Osvetlenie stočnyh vod obladajuščih svojstvami kolloidno-dispersnyh sistem (Uč. zap.) centr. n. inst. olavj. prom-sti, 1, 18.

*) Dipl. ing. Mira Mitrović, stručni savetnik Zavoda za PMS Rudarskog instituta, Beograd.

Vlad, A., 1966: Filtrele — preša pentru epurarea apelor reziduale. — Rev. minelor, 17, 10, 442.

Žukov, A., Karpuhina, R., 1967: Dočistka mazutosoderžačih stočnih vod. — Vodoosnabženje i sanit. tehn. 29, 5, 15.

Degremont Traitement des eaux, 1966: Memento technique de l'eau. Technique Documentation, Paris.

I. Wat. Pollut. Contr. Fed., 1966: A Review of the Literature of 1965 on Wastewater and Water Pollution Control. — I. Wat. Pollut. Contr. Fed., 38, 5, 5, 7, 685—736, 869—934, 10 49—1137.

Koncentracija nikla iz lateritskih ruda putem segregacije i flotacije

(sa 6 slika)

Dr ing. Filip Šer — dipl. ing. Aleksandar Stojšić

Uvod

Jugoslovenske lateritske rude sa sadržajem 0,7—1,3% Ni karakteriše kompleksan mineraloški sastav. Ispitivana je mogućnost dobijanja koncentrata nikla kombinovanim postupkom koji obuhvata segregaciono prženje, gde se nikl prevodi u gasoviti nikl hlorid te redukuje u metal koji segregira u čestice takvog oblika i dimenzija da se može lako koncentrisati putem flotacije. Ispitani su uticaji pojedinih parametara na proces segregacije pri čemu je uspešnost postupka ocenjivana rezultatima primjenjenog standardnog postupka flotacije. Utvrđeno je, da se primenom određenih optimalnih uslova mogu dobiti jednom prečišćeni flotacioni koncentrati sa 8—20% Ni pri iskorišćenju od 80—90% i da se isti mogu daljim flotacionim prečišćavanjem ili magnetnom separacijom obogatiti do 30—40% Ni.

Usled ograničenosti rezervi sulfidnih ruda nikla, a sve veće potrošnje ovoga metala, nikl postaje sve deficitarniji. Lateritske železno-niklonosne rude, uglavnom siromašne, predstavljaju potencijalne rezerve ovih metala i u svetu su veoma rasprostranjene. One odavno privlače pažnju istraživača, naročito u pogledu ekstrakcije nikla. Istraživački radovi su obuhvatili nekoliko oblasti pirometalurgije, hidrometalurgije i termičke obrade rude. Neki procesi su i komercijalno primenjeni (1, 2, 3, 4, 5) ali ni jedan od njih nije mogao biti usvojen kao univerzalni, te je valorizacija najvećeg broja lateritskih ruda i dalje tehnološki ili ekonomski problem.

Jugoslovenske lateritske rude, nastale raspadanjem ultrabazičnih stena, imaju veoma

složen mineraloški sastav, naročito u pogledu niklovih minerala, koji su veoma intimno impregnisani sa mineralima gvožda i jalovine. Minerali gvožda su hematit, silikati, magnetit, često oolitskog tipa i veoma intenzivno srasli sa mineralima hroma, što predstavlja poseban problem kod valorizacije ovih ruda u cilju dobijanja gvožđa. Jalovinski minerali su silikatni i alumosilikatnog tipa sa serpentinom, olivinom, hloritom kao najčešćim. Sadržaj SiO_2 i MgO je visok. Ovakav sastav je od najvećeg uticaja za primenu određenih pirometalurških i hidrometalurških procesa, a mogućnost primene klasičnih metoda obogaćivanja je isključena.

Autori su svoja istraživanja usmerili u pravcu utvrđivanja mogućnosti primene kombinovanog procesa segregacije, flotacije i magnetne separacije za dobijanje koncentrata nikla, iz nekih jugoslovenskih ležišta niklonosnih železnih ruda. Segregacioni proces je počev od 1929. godine ispitivan na refraktornim rudama bakra i definitivno je utvrđena mogućnost njegove primene kod tih ruda, što je dovelo do podizanja industrijskih kapaciteta (6, 7, 8, 9). Prikazanim ispitivanjima utvrđena je mogućnost primene segregacionog postupka za dobijanje nikla iz lateritskih ruda.

Kombinovani postupak se sastoji iz faze segregacije kada se ruda, pomešana sa alkalnim hloridom i čvrstim reducentom (ugljem), zagревa i žari na određenoj temperaturi, pri čemu nikl reaguje sa stvorenim gasovima HCl , obrazuje gasoviti nikl hlorid, migrira kroz šaržu, te se uz pomoć vodonika ili ugljen monoksida redukuje u metal, a gasoviti HCl regeneriše. Ponavljanjem ovoga

ciklusa, čestice redukovanih nikla segregiraju, rastu i formiraju kuglice, ljuspice ili grozdove takvih dimenzija da se iz prženca mogu flotacijom ili magnetnom separacijom lako izdvojiti. Taj »rast« čestica segregiranog nikla je bitna razlika u odnosu na proces »direktne redukcije« gde se nikl prevodi u metalno stanje, ali ostaje neosloboden i takvih dimenzija da se ne može procesima obočivanja izdvojiti. Svakako da je već opisan proces jako simplificiran i da su reakcije veoma brojne i komplikovane, ali je suština u navedenom. Izgrađena su neka postrojenja u svetu sa primenom direktnе redukcije i amonijačnog luženja (1) (2), ali je primena jako ograničena.

Ispitivanjima, koja su ovde prikazana, utvrđeni su uslovi pod kojima se kombinovani proces segregacije i flotacije najpovoljnije odvija.

Hemijsko-mineraloške karakteristike uzoraka ispitivanih ruda

Ispitivanja mogućnosti primene kombinovanog postupka segregacije i flotacije vršena su na uzorcima iz tri jugoslovenska ležišta, koja se odlikuju velikim rezervama: Mokra Gora, Goleš i Ržanovo. Sva tri ležišta se razlikuju kako po sadržaju gvožđa i nikla, tako i po mineraloškom sastavu.

Ruda ležišta Mokra Gora je predstavljena železonošnim sedimentima poreklom od promjenjenog serpentina sa pretałożenim oolitima, veoma kompleksne mineralizacije. Samo oko 60—65% od ukupnog gvožđa nalazi se u obliku minerala (hematit, magnetit, sulfidi gvožđa, hloriti i maghemiti), dok je ostatak kao talog, obojenje ili nalepkak. Udeo slobodnih niklovinih minerala: milerita (NiS), bravoite (Ni, FeS_2), petlandita ($Ni, Fe S$) i garnijerita ($Ni, Mg/2 OSiO_2H_2O$) je minimalan, a najveći deo je srastao sa serpentinom. Slobodni minerali nikla se mogu otvoriti samo dalekosežnim mlevenjem (na — 5 mikrona).

Ruda ležišta Goleš pripada tipu silikatnih niklovinih ležišta, nastalih raspadanjem serpentina, a glavni minerali nikla su nontronit $1/2 (MgO, CaO, NiO) (Al, Fe)_2O \cdot 3 SiO_2 \cdot 3 H_2O$, garnijerit i pimelit ($Ni, Mg, Ca, Al SiO_2H_2O$). Sadržaj gvožđa je niži i gvožđe je zastupljeno hematitom, limonitom, getitom i neznatno magnetitom i piritom. Ova

ruda se može smatrati monomineralnom silikatnom rudom, za razliku od Mokre Gore i Ržanova koja predstavljaju ležišta, kako nikla tako i gvožđa.

Ležište Ržanovo karakteriše najviši sadržaj gvožđa. Ono je zastupljeno hematitom, železnim hidroksidima, magnetitom i maghemitetom. Hematit sa železnim hidroksidima je često u kompaktnim agregatima koji su vezani lateritiranim serpentinom i talkom. Izražene su i oolitske karakteristike sa magnetitom, hematitom i hromitom. Od niklovinih minerala pronađen je milerit (NiS), brajt-hauptit ($NiSb$) u najfinijim zrnima, ali je najveći deo silikatnog karaktera. Jalovinski minerali su serpentini, talk, kvarc, kalcit i hlorit.

U pogledu hemijskog sastava rude ova tri ležišta se, takođe, razlikuju. Hemijske analize uzorka rude koji su obradivani kroz eksperimentalna ispitivanja dati su u tablici 1.

Tablica 1

Hemijska analiza ispitivanih uzoraka

	Uzorak		
	Mokra Gora	Goleš	Ržanovo
Fe	18,76	13,22	30,36
Ni	0,74	1,26	0,90
SiO ₂	40,17	55,96	26,90
Al ₂ O ₃	6,42	6,42	5,14
MnO	0,32	0,20	—
Cr ₂ O ₃	2,46	1,74	2,47
Co	0,04	0,04	0,06
MgO	11,83	6,26	14,74
CaO	0,76	0,28	1,45
Gub. žarenjem 900°	12,85	14,30	3,60

Eksperimentalni postupak

Kako je utvrđeno da uslovi koji obezbeđuju najbolju redukciju ne moraju biti oni koji obezbeđuju najpovoljniju segregaciju, to se određivanjem sadržaja metalnog nikla u pržencu nije mogla kontrolisati i uspešnost segregacije. Postojala je mogućnost da je metalni nikl u pržencu dobijen »direktnom redukcijom«, a ne segregacijom preko hlorida, te da se isti nije mogao uspešno koncentrisati putem flotacije. Zato su ispitivanja uslova segregacije kontrolisana opitim flotacije

pri čemu je jedan flotacioni postupak usvojen kao standardni, a rezultati (iskorišćenja i kvalitet koncentrata) uzeti kao kriterijum za uspešnost segregacije prema jednostavnom pravilu: »Bolja segregacija — veća iskorišćenja nikla u flotaciji«.

Uzorci za ispitivanje usitnjeni su do krupnoće — 1,6% (10 meša). Uzorak težine od 2 kg te granulacije mešan je sa određenom količinom alkalnog hlorida i reducenta i stavljen u retortu od vatrostalnog čelika. Retorta je stavljena u vertikalnu električnu peć tipa »Jenkler« i zagrevana do određene temperature. Nakon dostizanja temperature, žarenje je produženo predviđeno vreme, nakon čega je otvor za ispuštanje gasova na retorti zatvoren i retorta postepeno hlađena. Nakon hlađenja, prženac je mleven do krupnoće od 95% — 0,074 mm i podvrgnut testu sa flotacijom.

Brzina zagrevanja ove peći je iznosila 4,2 °C/min.

Za rudu Mokra Gora i Ržanovo, nakon ispitivanja uticaja mlevenja rude pre segregacije, izvršena su ispitivanja uticaja pojedinih parametara, pri finoći mlevenja od 95% — 0,074 mm, pošto se za ova dva uzorka ta granulacija pokazala potrebnom za uspešnu segregaciju. Standardni flotacioni postupak je baziran na postojećim istraživanjima (10) i sastojao se u kondicioniranju u vremenu od 30 min. sa 10^{-3} Mol/l CuSO₄ pri gustini pulpe od 50% čvrstog i temperaturi puipe od 70°C, grubom flotiranju u trajanju od 14 min. sa 50 mg/l kalcijum amil ksantata i 50 g/t borovog ulja. Vrednost pH pulpe u kondicioniranju i flotiranju regulisana je pomoću HCl 5—6. Temperatura pulpe tokom flotacije iznosila je 40°C. Grubi flotacioni koncentrat je prečišćavan 90 sec. pri gustini od oko 10% čvrstoga, pri pH 5—6, bez dodavanja reagensa. Utvrđene su mogućnosti uspešne primene i drugih aktivatora pored CuSO₄, ali isti nisu primjenjeni u standardnom postupku.

Upotrebljeni reagensi u flotaciji su bili »pro analysys« čistoće. U segregaciji je upotrebljen natrijum hlorid u vidu trgovачke kuhinjske soli, a kalcijum hlorid sušeni »pro analysys« ili tehnički kalcijum hlorid sa šest molekula vode.

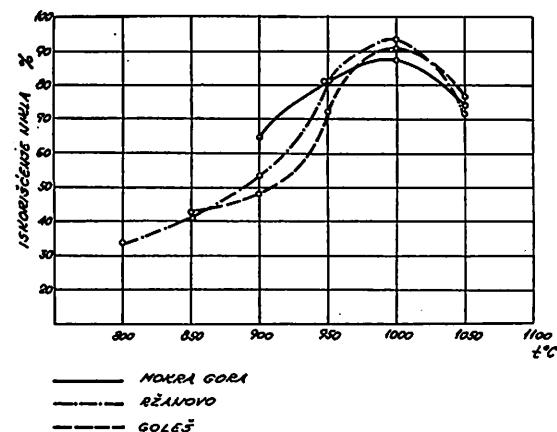
Kao reducent upotrebljen je kameni ugalj sastava: C-fix 73,46; koksi 87,7%, vlaga 3,27; pepeo 14,24%; isparljivo 9,03%; S 3,28%; sa gorljivo 82,5%. Granulacija reducenta iznosi je — 0,3 + 0,2 mm.

Uticaj pojedinih parametara na proces segregacije

Proučavan je uticaj sledećih promenljivih na proces segregacije:

- temperatura i vreme žarenja
- količina i vrsta soli
- količina reducenta
- atmosfera za vreme žarenja i hlađenja
- granulacija i vlaga rude.

Ostali parametri koji mogu biti od uticaja na proces segregacije diktirani su eksperimentalnim postupkom i tehničkim mogućnostima. Njihov uticaj će biti proučavan tokom poluindustrijskih ispitivanja prilikom razmatranja pojedinih konstrukcionih rešenja.



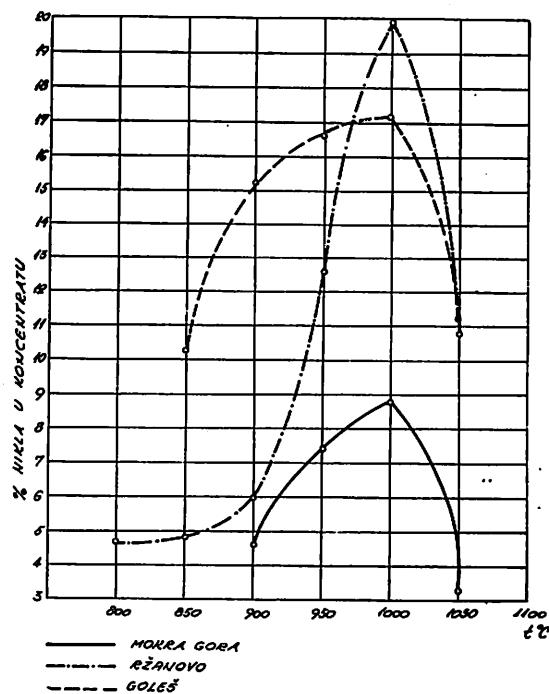
Sl. 1 — Uticaj temperature žarenja na iskorišćenje nikla.

Fig. 1 — Effect of roasting temperature on nickel recovery.

Rezultati koji ukazuju na uticaj temperature na rezultate segregacije prikazani su na slikama 1 i 2.

Iako se, prema podacima istraživanja segregacije refraktornih ruda bakra, najpovoljnija segregacija bakra odvijala kod temperaturu 600—830°C, analizom rezultata diferencijalno termičkih analiza rude (1) i podataka o naponima pada hlorida (11), pretpostavilo se da će za uspešnu segregaciju nikla biti potrebne više temperature. Ispitan je temperaturni raspon od 800—1050°C i utvrđeno da se najpovoljniji rezultati kako u pogledu kvaliteta koncentrata tako i iskorišćenja nikla u njemu, dobijaju kod žarenja na temperaturi od 1000°C. Ispitivanja koja su vršena sa dru-

gim količinama soli (3,10%) ili reducenta (5%) takođe su potvrdila da se najpovoljniji rezultati postižu pri temperaturi od 1000°C.



Sl. 2 — Uticaj temperature na sadržaj nikla u jednom prečišćenom koncentratu.

Fig. 2 — Effect of temperature on cleaned concentrate grade.

Ispitivanja dužine vremena potrebnog za segregaciju na određenoj temperaturi pokazala su da je za laboratorijske uslove najpogodnije vreme od 60 min.

Tablica 2

Uticaj dužine vremena žarenja na rezultate segregacije i flotacije

Vreme žarenja min.	Prečišćeni koncentrat			
	Ni %		Iskor. Ni %	
	Goleš	Ržanovo	Goleš	Ržanovo
5		8,68		57,4
10	8,61	10,34	72,7	62,4
15		8,27		68,3
30	11,46	7,96	85,6	71,2
60	19,91	12,60	92,1	73,3
180	16,42	11,95	87,8	71,3

Uslovi: granulacija rude pre segregacije — 1,6 mm, temperaturna žarenja 1000°C, 5% CaCl₂6H₂O, 2% uglja. Mlevenje prženca do 95% — 0,074 mm.

Međutim, opiti sa uzorkom Ržanovo, usitenjeni pre segregacije do krupnoće od 95% — 0,074 mm, a pri istim ostalim uslovima pokazali su da je za ovu rudu dovoljno vreme žarenja od 30 min. na temperaturi od 1000°C (koncentrat sa 13,38% Ni i 90,7% iskorišćenja).

Segregacija refraktarnih ruda bakra se veoma povoljno odvija uz dodatak natrijum hlorida (6) (7) (8) (9). Ispitivanja na rudama nikla su pokazala da se daleko povoljniji rezultati postižu sa kalcijum hloridom. Iz upoređenja datog na tablici 3 vidi se da se isti rezultati postižu pod upotrebljom sušenog kalcijum hlorida »pro analys« i tehničkog CaCl₂6H₂O u prahu.

Tablica 3

Uticaj vrste soli na segregaciju

	Sadržaj Ni %			Iskor. Ni %		
	Mokra Gora	Goleš	Ržanovo	Mokra Gora	Goleš	Ržanovo
Natrijum hlorid 5%	3,98	4,71	4,71	36,3	41,0	40,6
Natrijum hlorid 10%	—	—	5,12	—	—	41,7
CaCl ₂ sicc 5%	—	17,42	8,67	—	91,0	72,2
CaCl ₂ 6H ₂ O 5%	8,74	19,91	8,80	62,4	92,1	72,4

Uslovi: ggg rude segregacije — 1,6 mm žarenje 60 min. na 1000°C; 2% uglja. Mlevenje prženca do 95% — 0,074 mm

Uticaj dodate količine kalcijum hlorida je prikazan na dijagramima 3 i 4.

Stehnometrijski potrebna količina kalcijum hlorida potrebna za reakciju iznosi 1,5—3%, zavisno od sadržaja nikla u rudi. Praktično, s obzirom na regeneraciju gasovitog HCl, potrebna količina kalcijum hlorida bi trebalo da bude niža. Međutim, ispitivanja su pokazala da se maksimalna iskorišćenja postižu kod upotrebe 5% CaCl₂6H₂O.

Uticaj količine soli na kvalitet koncentrata nije izrazit. Samo u slučaju rude Ržanovo, mlevenje pre segregacije na 95% — 0,074 mm, količina od 2% hlorida je dala zadovoljavajuće, mada ne maksimalno iskorišćenje, dok u ostalim slučajevima količine od

3—4% daju već zadovoljavajuće rezultate. Ovo ukazuje na pretpostavku da do utroška hlorida dolazi i od strane drugih elemenata (ev. gvožđe), kao i da je regeneracija gasovitog HCl bila relativno slaba.

Iskustvo segregacije bakra (6, 7, 8, 9) pokazuje da se laboratorijski utvrđena potrebna količina hlorida (0,5—1,5%) u kontinuelnom radu višestruko smanjuje (ispod 0,2%).

Količina reducenta dalje utiče na rezultate segregacije i flotacije. Optimalna količina je 2%. Manje količine ukazuju na nedovoljnu segregaciju (niska iskorisćenja), dok veće količine do izvesne granice (2—5%) utiču u manjoj meri na iskorisćenje, ali kako snižavaju kvalitet koncentrata. Ovo iz razloga što ugalj lako i brzo flotira, te se prečišćavanjem ne može ukloniti iz koncentrata. Isto tako, veća količina uglja povećava potrošnju aktivatora i kolektora u flotaciji. Dalje povećanje količine uglja iznad 5% u znatnijoj meri negativno utiče i na iskorisćenje. Uticaj količine reducenta prikazan je u tablici 4.

Tablica 4

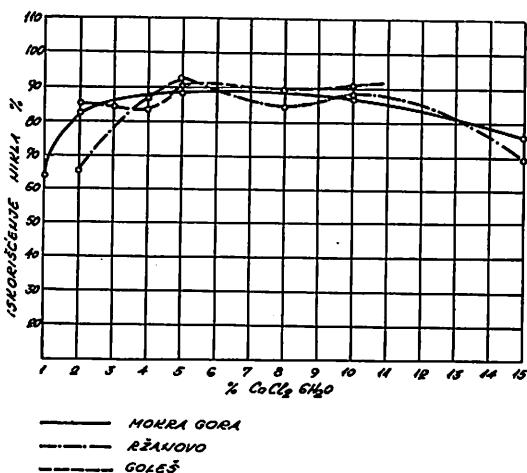
Uticaj količine reducenta na segregaciju

	Sadržaj Ni u preč. konc. (%)			Izkorišćenje Ni (%)		
	Mokra Gora	Goleš	Ržanovo	Mokra Gora	Goleš	Ržanovo
1 %	5,23	—	6,14	47,0	—	11,7
1,5%	—	9,61	13,01	—	32,8	20,6
2 %	8,83	19,91	17,12	88,0	92,1	91,0
4 %	—	8,32	4,80	—	81,3	48,5
5 %	3,79	5,41	—	78,6	80,4	—
10 %	—	4,2	—	—	68,0	—

Uslovi: temperatura 1000°C, vreme žarenja 1 h; 5% CaCl₂·6H₂O, granulacija 95% — 0,074 mm (za Ržanovo i Mokru Goru), — 1 mm za Goleš.

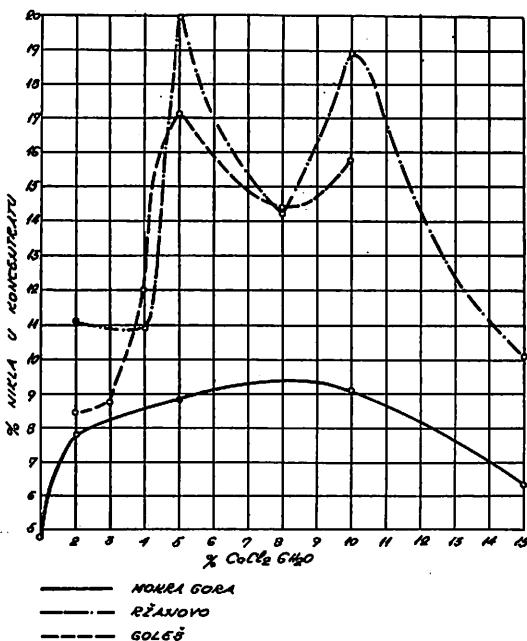
Opiti segregacionog prženja obavljeni su u atmosferi koja se sama razvijala u retorti tokom procesa. Analiza gasova za vreme zagrevanja i žarenja pokazala je visok sadržaj CO, te prema tome jako reduktivnu atmosferu.

U tablici 5 data je analiza gasova iznad šarže u retorti i u samoj šarži na raznim temperaturama. I pored razlika u hemijsko-mineraloškom sastavu ispitivanih uzoraka sa-



Sl. 3 — Uticaj količine hlorida na iskorisćenje nikla.

Fig. 3 — Effect of calcium chloride addition on nickel recovery.



Sl. 4 — Uticaj količine hlorida na sadržaj nikla u jednom prečišćenom koncentratu.

Fig. 4 — Effect of calcium chloride addition on cleaned concentrate grade.

stav gasa kod žarenja sve tri rude je približno isti i kretao se u rasponima koji su dati u tablici 5.

Tablica 5

Sastav gasa u retorti

Temperatura	700°C	1000°C	1000°C
	%	(posle 10 min.)	(posle 50 min.)
CO ₂ +HCl+H ₂ S	33,8—61,8	7,2—12,4	6,8—10,8
O ₂	0,4—1,2	0,1	0,1
H ₂	13,0—22,4	5,2—14,6	3,7—4,6
CH ₄	0,4—1,1	0,2—0,7	0,6
H ₂ (iz razlike)	15,7—38,4	2,3—6,5	7,4—10,8
CO	2,8—7,0	71,4—79,1	76,4—79,3
1000°C			
U šarži	500°C	750°C	(posle 20 min.)
	%	%	%
CO ₂ +H ₂ S+HCl	37,8—38,4	22,6—23,7	14,6—26,0
O ₂	0,6—1,3	0,4—0,6	0,1
CO	4,9—5,0	7,6—8,3	50,9—62,3
H ₂	37,9—43,4	38,7—61,2	12,7—13,8
CH ₄	1,4—1,5	0,2—1,0	0,2—0,4
N ₂ (razlika)	11,8—16,0	8,0—27,7	

Uslovi: granulacija rude 1,6 mm (Goleš) — 0,074 mm (Ržanovo) 5% CaCl₂·6H₂O, 2% C.

Nakon završetka žarenja odvoz za ispuštanje gasova je zatvaran te je hlađenje vrše- no bez prisustva vazduha do temperature ispod 100°C radi sprečavanja oksidacije. Hlađenje kod slobodnog pristupa vazduha dove- lo je do oksidacije i znatnog pada flotacijskog iskorišćenja (ne prelazi 40%), a boja prženca, koja se kod uspešne segregacije kretala od sivo bele (Goleš) do zelenkasto — svetlo sive (Mokra Gora i Ržanovo) menjala se u crvenu. Svaka druga boja prženca, osim navede- nih, bila je znak loše segregacije.

Opiti kod kojih je atmosfera za vreme za- grevanja, žarenja i naročito hlađenja kontrolisana dodavanjem CO₂ ili azota, dali su slabije rezultate (maksimalni sadržaj nikla u koncentratu 8% uz maksimalna iskorišćenja od 45%).

Kod opisa primjenjenog postupka rečeno je da su prvobitna ispitivanja vršena na rudi ggk — 1,6 mm, ali da su zadovoljavajući re- zultati dobijeni jedino sa uzorcima ležišta

Goleš. Da bi se utvrdio uticaj granulacije ru- de na segregaciju rude izvršen je niz opita sa suvo mlevenom rudom ležišta Ržanovo i rezultati su dati u tablici 6.

Tablica 6

Uticaj gornje granične krupnoće uzorka na segregaciju

% klase — 0,074 mm	Sadržaj Ni%	Iskorišćenje Ni%
47	13,92	66,3
59	21,90	67,0
70,3	18,14	67,5
77,5	21,82	71,9
84,4	20,62	72,8
90,6	23,84	86,3
95,8	17,12	91,0
100,0	16,97	90,4

Uslovi: temperatura žarenja 1000°C, vreme ža- renja 1 h, 5% CaCl₂·6H₂O, 2% uglja.

Finoča mlevenja pre segregacije ne utiče na kvalitet flotacionog koncentrata, ali se nižom gornjom graničnom krupnoćom postižu bolja iskorišćenja.

Dalja ispitivanja su nastavljena na uzorci Mokra Gora i Ržanovo kod ggk 95% — 0,074 mm, dok su za rudu Goleš vršena ispitivanja samo sa granulacijom — 1,6 mm. Rezultati dobijeni kod rada sa rudama Mo- kra Gora i Ržanovo granulacije — 1 mm nisu prikazani.

U procesu segregacije neophodno je prisutstvo vodonika radi obrazovanja gasovitog HCl i njegove regeneracije nakon redukcije nikla. Analize gasa ukazuju na dovoljnu količinu prisutnog vodonika čije je poreklo iz prirodne i kristalne vlage rude, iz kalcijum hlorida ili iz isparljivih sastojaka reducenata. Provedeni opiti upoređenja sa uzorcima rovne rude koja sadrži oko 3—4% vlage (konstitucionala je različita kod uzoraka pojedinih ležišta) rude sušene na 105°C i uzorcima gde je dodavana izvesna količina vode. Rezultati u tablici 7 ukazuju da prisustvo vlage nema bitnog uticaja na proces segregacije. Ispitana je ruda Ržanovo sa najmanjim sadržajem konstitucione vlage.

Tablica 7

Uticaj vlage na segregaciju rude Ržanovo

	Ni %	Iskorišćenje Ni %
Sušena ruda na 105° C	12,90	62,2
Rovna ruda (prirodna vlaga)	11,76	61,8
Uzorak sa 10% vode	12,83	62,0

Uslovi: ggk pre žarenja 1 mm, temperatura žarenja 1000° C, vreme žarenja 1 h; 10% CaCl₂·6H₂O, 2% uglja, mlevenje prženca do 95% — 0,074 mm.

U cilju obezbeđivanja šarže najpovoljnije granulacije za vođenje procesa segregacije u industrijskom obimu, izvršena je peletizacija mešavine rude samlevene do 95% — 0,074 mm, 5% kalcijum hlorida i 2% reducenta, te vršeno žarenje po utvrđenom postupku na 100° C u trajanju od 1 h. Nakon žarenja peleti su drobljeni do ggk 2 mm, pa mleveni, a nikl flotiran po standardnom postupku. Iskorišćenje kod opita sa peletiziranjem istog reda veličine kao kod opita bez peletiziranja (koncentrat sa 14,08% Ni i iskorišćenjem od 88,8%) tako da konačnu reč o primeni peletiziranja treba da da rešenje niza kompleksnih ekonomsko-konstrukcionih problema i završetka poluindustrijskih ispitivanja.

Što se tiče gubitaka nikla za vreme segregacije isparavanjem utvrđeno je da oni ne prelaze 2%. Ovo je konstatovano određivanjem količine nikla u uzorku rovne rude pre i posle žarenja. Analizom gasa koji se gubi iz retorte za vreme zagrevanja i žarenja nije utvrđen nikl, te postoji mogućnost da su pomenute razlike u okviru analitičke greške.

Rezultati kombinovanog procesa segregacije i flotacije

Na osnovu izloženih ispitivanja uticaja pojedinih parametara na proces segregacije i flotacije zaključeno je da je najpovoljnija gornja granična krupnoća za proces segregacije 0,074 mm, za rude ležišta Mokra Gora i Ržanovo, dok za rudu Goleš ggk od — 1,6 mm daje veoma dobre rezultate, te je istu nepotrebno mleti pre žarenja. Utvrđeno je da se najpovoljnija iskorišćenja postižu kod segregacije na temperaturi od 1000° C u vremenu oko 60 min. (za Ržanovo 30 min.), a sa dodatkom 5% CaCl₂·6H₂O i 2% uglja kao reducenta.

Veoma je važan zaključak da atmosfera za vreme žarenja mora biti jako reduktivna sa visokim sadržajem CO (preko 50%) i da istu atmosferu treba sačuvati za vreme hlađenja do ispod 100° C, radi sprečavanja oksidacije. Nakon hlađenja prženac ggk — 0,074 mm treba mleti samo radi razaranja stvorenih grudvica, dok rudu ležišta Goleš segregiranu pri ggk od — 1,6 mm treba mleti do 95% — 0,074 mm, a zatim podvrgnuti aktiviranju pomoću CuSO₄ (ili drugog aktivatora) i flotiranju po već opisanom standardnom postupku. Na ovaj način sa jednostrukim flotacionim prečišćavanjem obezbeđuju se bilansi metala kakvi su navedeni u tablici 8. Zbog veoma niskog sadržaja nikla u međuproizvodu isti treba spojiti sa definitivnom jalovinom.

Tablica 8

Bilansi metala postignuti u kombinovanom procesu segregacije i flotacije sa jednostrukim prečišćavanjem.

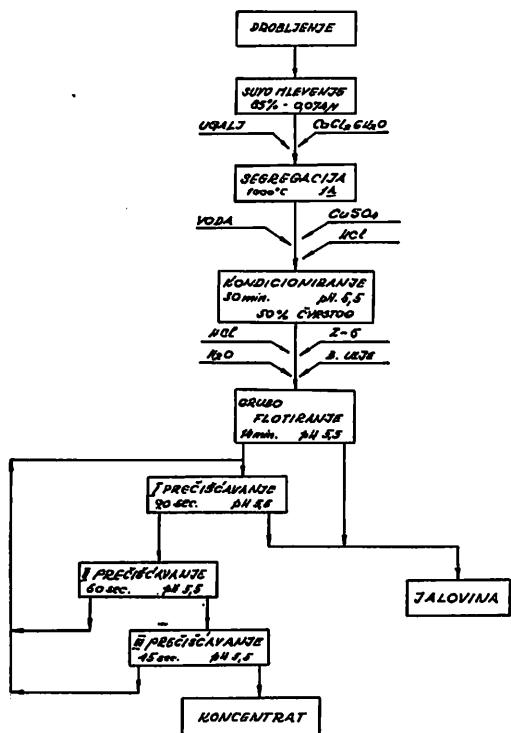
	Težina T%	Ni %	Raspodela Ni %
Ruda Mokra Gora	100,0	0,72	100,00
Koncentrat	7,17	8,83	88,0
Meduproizvod	20,00	0,18	5,0
Jalovina	62,83	0,08	7,0
Ruda Goleš	100,00	1,30	100,00
Koncentrat	6,00	19,91	92,2
Meduproizvod	17,46	0,14	1,9
Jalovina	76,54	0,11	5,9
Ruda Ržanovo	100,0	0,95	100,0
Koncentrat	5,04	17,12	91,0
Meduproizvod	18,32	0,12	2,3
Jalovina	76,64	0,09	6,7

Radi daljeg obogaćivanja vršeno je drugo i treće prečišćavanje pri čemu se dobijeni koncentrati od 32 do 38% Ni za rudu Ržanovo, 33,6—39,0% Ni za Goleš i 13,86—21,06% Ni za rudu Mokra Gora. S obzirom na sadržaj nikla u međuproizvodima ovih prečišćavanja može se zaključiti da kod rada u zatvorenom ciklusu neće doći do znatnijeg pada iskorišćenja. Na taj način primenom kombinovanog postupka segregacije i flotacije sa trostrukim prečišćavanjem mogu se očekivati kod ležišta Goleš i Ržanovo koncentrati od oko 35% Ni sa iskorišćenjem od 83—88%, a za rudu ležišta Mokra Gora koncentrati sa 20% Ni i iskorišćenjem od oko 75—85% (šema tehnološkog procesa na slici 5).

Mogućnost primene magnetne separacije za koncentraciju segregacionog nikla iz prženca

S obzirom na magnetne osobine metalnog nikla postoji mogućnost njegovog izdvajanja iz prženca nakon segregacije magnetnom separacijom. Ispitivanja vršena u tom pravcu su u slučajevima rude ležišta Mokra Gora, Goleš i Ržanovo dala nezadovoljavajuće re-

bre rezultate. Jednom prečišćeni flotacioni koncentrati sa 15—18% Ni magnetnom separacijom se obogate na oko 40% Ni sa iskorisćenjima od preko 95% u toj fazi procesa. Takvom kombinacijom procesa: segregacija, flotacija (grubo flotiranje i jednostruko prečišćavanje) i magnetno prečišćavanje (šema na slici 6) kod rude Ržanovo postignut je bilans metala prikazan na tablici 9.

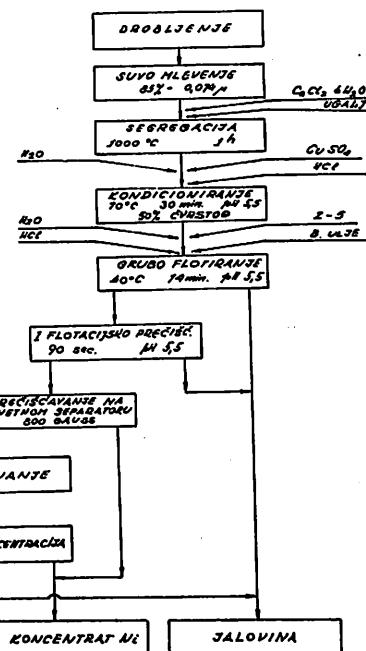


Sl. 5 — Šema segregacije i flotacije sa trostrukim prečišćavanjem.

Fig. 5 — Segregation and flotation flowsheet with three stage cleaning.

zultate. Selektivnost je bila veoma niška, dobijene su magnetne frakcije velikog težinskog iskorisćenja, ali sa veoma niskom koncentracijom nikla. Sadržaj nikla u magnetnoj frakciji je samo kod rude ležišta Goleš prelazio 3%, dok je kod rude Mokra Gora i Ržanovo bio i niži. Gotovo celokupna masa prženca pokazivala je izvesnu magnetičnost te je težinsko učešće magnetne frakcije bilo veoma visoko.

S druge strane, primena magnetne separacije za dalje obogaćivanje jednom prečišćenih flotacionih koncentrata daje veoma do-



Sl. 6 — Šema segregacije i flotacije sa magnetnim prečišćavanjem.

Fig. 6 — Segregation and flotation flowsheet with magnetic separation for concentrate cleaning.

Tablica 9

Bilans metala primene kombinovanog postupka segregacije, flotacije i magnetne separacije za rudu Ržanovo

Proizvod	Težina T%	Ni%	Raspodela nikla %
Ruda	100,0	0,90	100,00
Koncentrat Ni	1,89	40,00	84,00
Međuproizvod magn. prečišćavanja	2,87	0,80	2,54
Jalovina	95,24	0,13	13,46

Dalje pirometalurško ili hidrometalurško tretiranje koncentrata nikla ne bi trebalo da predstavlja ni tehnički ni ekonomski problem.

Zaključak

Izvršena laboratorijska ispitivanja pokazala su da se, primenom kombinovanog postupka segregacije, flotacije i magnetne separacije iz lateritskih ruda Goleš, Mokra Gora i Ržanovo sa relativno niskim sadržajem

nikla ($0,7\text{--}1,3\%$ Ni) mogu dobiti kvalitetni koncentrati nikla ($20\text{--}40\%$ Ni) uz zadovoljavajuće iskorišćenje ($75\text{--}88\%$).

Izloženi rezultati predstavljaju samo završenu prvu fazu ispitivanja. U toku je ispitivanje ponašanja kobalta tokom kombinovanog procesa radi njegovog eventualnog dobijanja. U isto vreme u toku su poluindustrijska ispitivanja kojima se vrši provera parametara određenih laboratorijskim putem i prikupljanju elemenata za projektovanje i konstrukciju uređaja industrijskog obima.

SUMMARY

The Nickel Concentration from Lateritic Ores by Segregation and Flotation Process

Dr F. Šer, min. eng. — A. Stojšić, min. cng.*)

The possibilities of extraction of nickel from Yugoslav lateritic ores by combined process of segregation, flotation and magnetic separation are described in the paper. A crushed or ground lateritic ore was mixed with some halide and coal and roasted for the predetermined period of time at the given temperature. Nickel from the ore was reduced in metallic form and in such a shape and size of grains that it can be easily recovered by flotation. Effects of different parameters on segregation was investigated, using grade and recovery of nickel in cleaned concentrate as a criteria, the flotation procedure being standardized for this purpose.

Applying definite conditions of segregation, it was possible to obtain cleaned flotation concentrate containing $8\text{--}20\%$ of nickel (depending on the ore) with the recover of nickel of $88\text{--}92\%$. With three stage cleaning of a rougher concentrate, the same can be ungraded to $2\text{--}38\%$ of nickel with small reduction of recovery.

Magnetic separation of nickel from roasted ores was not completely successful, the concentrate being very low. But magnetic separation of nickel from a cleaned flotation concentrate was very effective. The concentrate grades up to 40% of nickel were obtained, without of many losses in nonmagnetic fraction.

The very promising results of these investigations encouraged further work. A study of cobalt behaviour during segregation-flotation process started. Preparation for large scale pilot plant testing of nickel recovery are also now under way.

Literatura

1. Vučurović, D., 1966, 1967: Prilog hidrometalurškom proučavanju ekstrakcije nikla iz jugoslovenskih niklonosnih ruda I—IV. Tehnika, 1966, № 2, 25—31; № 5, 102—112; № 11, 247—253; 1967, № 6, 127—132.
2. Vučurović, D., 1965: Savremene tendencije u razvitištu metalurgije nikla i postupci za njegovo dobijanje iz siromašnih ruda. — Tehnika, № 2, 35—41.
3. Vučurović, D., 1965: Proces luženja niklonosnih železnih-lateritnih ruda sumpornom kiselinom u autoklavama na povišenim temperaturama i pritiscima, Moa Bay postupka. — Tehnika, № 5, 109—118.
4. Vučurović, D., 1965: Istraživanja i postupci za topljenje niklonosnih ruda na teronikl. — Tehnika, № 12, 270—279.
5. Thurneyssen, C. G., Szczeniowski J., Michel, Fo, 1960: Ferro-Nickel Smelting New Claeponia. — Journal of Metals, № 3, reprint 1—4.

*) Dr Čing. Filip Šer i dipl. ing. Aleksandar Stojšić, naučni saradnici Zavoda za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

6. Rey, M. R. W., 1967: Early Development of the Copper Segregation Process. — Institution of Mining & Metallurgy Trans., № 727, 101—107.
7. Pinkney, E. T., Plint, N., 1967: Treatment of Refractory Copper Ores by the Segregation Process. — Institution of Mining & Metallurgy Trans., № 727, 114—132.
8. Rampacek, C., McKinney, W. A., Waddeeton P. T., 1959: Treatment Oxidized and Mixed Oxide — Sulfide Copper Ores by the Segregation Process. — Rep. Invest USMB 5501, 1—28.
9. McKinney W. A., Evans L. G., 1963: Segregation of Copper Ores by Direct.— Firing Methodes. — Rep. Invest USMB, 6215, 1—15.
10. Iwasaki, J., Takahashi, Y., Katahata, H., 1966: Extraction of Nickel from Iron Laterites and Oxidized Nickel Ores by a Segregation Process. — AIME № 66 B 36, str. 1—28.
11. Vučurović, D., 1961: Prilog razmatranju problema prerade niklonosnih železnih ruda hlorovanjem. — Istraživački izveštaj.

Flotiranje hromita anjonskim kolektorima u bazičnoj sredini, bez prethodnog odmuljivanja pulpe^{*)}

(sa 5 slika)

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

Poznato je da u svetu kao i u Jugoslaviji postoje značajne vanbilansne rezerve siromašnih ruda hroma, koje se do sada poznatim postupcima pripreme mineralnih sirovina, nisu mogle ekonomično koncentrisati. Svi do sada poznati (vidi literaturu 1—8) i patentirani (vidi literaturu od 9—13) postupci za selektivno flotiranje minerala hroma omogućavali su flotiranje hroma anjonskim kolektorima samđ pri pH vrednostima ispod 6,0 ili katjonskim kolektorima za pH vrednost iznad 6,0. Ni jedan ni drugi postupak nije industrijski prihvatljiv. Anjonsko flotiranje hroma pri pH vrednosti ispod 6,0 je veoma teško održati zbog visokog prisustva kalcijum i magnezijum oksida, koje konzumiraju kiselinu i na taj način onemogućavaju normalno održavanje kisele sredine. Osim toga, i kod tih uslova mora se izvršiti prethodno delimično odmuljivanje. Katjonsko flotiranje hromita u slabo baznoj sredini uslovjava prethodno fino odmuljivanje pulpe. Sva ta odmuljivanja pulpe dovode do značajnih gubitaka hromita (često i do 40%), što ceo proces čini neekonomičnim, odnosno industrijski neprihvatljivim.

Ovo su upravo razlozi što ni jedan do danas patentiran postupak o flotiranju hroma nije mogao biti i industrijski primenjen.

Iz tih razloga autori ovoga napisa su stupili ispitivanjima iznalaženja postupka koji će omogućiti flotiranje hromita anjonskim kolektorima u baznoj sredini, bez prethodnog odmuljivanja, što treba da omogući laku i jednostavnu kontrolu procesa i eliminisanje gubitke hromita u fazi odmuljivanja.

Sva ovde navedena ispitivanja vršena su prvo na manjim uzorcima u laboratorijskom obimu, a potom na većim uzorcima u poluindustrijskom obimu. Ova ispitivanja vršena su na šest različitih uzoraka rude hroma. Međutim, kako su dobiveni rezultati bili slični ili identični, za sve ispitivane uzorke, to ćemo ovde dati prikaz izvršenih ispitivanja samo na uzorku rude ležišta Bokaj Don i Kam.

Ispitivana ruda

Sva laboratorijska i poluindustrijska ispitivanja mogućnosti primene postupka anjonskog flotiranja minerala hroma u baznoj sredini bez prethodnog odmuljivanja pulpe, vršena su na uzorku rude ležišta Bokaj Don i Kam.

^{*)} Referat je objavljen na VIII međunarodnom kongresu za obogaćivanje ruda u Lenjingradu, juna 1968. god.

Delimična hemijska analiza ispitivanih ruda dala je sledeće podatke:

	Bokaj Đon	Kam
Cr ₂ O ₃	18,13%	30,05%
FeO	9,50%	14,36%
SiO ₂	29,98 %	20,35 %
Al ₂ O ₃	12,14%	11,98%
CaO	1,30%	0,72%
MgO	20,43 %	14,33 %

Mikroskopsko mineraloška ispitivanja ukazala su da je za optimalno oslobođenje minerala međusobno prirodne veze, obe rude potrebno mleti do finoće oko 49% — 0,043 mm.

Opis primjenjenog postupka

Da bi se obezbedila uspešna primena selektivnog flotiranja minerala hroma anjonskim kolektorom, u baznoj sredini, bez prethodnog odmuljivanja, bilo je potrebno obezbediti: potpunu disperziju pulpe, selektivno flokuliranje pulpe i selektivno flotiranje minerala hroma.

Ispitivana ruda morala je prvo biti usitnjena do finoće oko 49% — 0,043 mm. Još u fazi mlevenja dodavan je natrijum hidroksid, koji je obezbeđivao pH vrednost pulpe između 11,0 i 11,5. Nakon toga vršeno je veoma fino dispergovanje pulpe pomoću natrijum silikata. Disperzni sistem morao je biti stabilan. Uvođenjem u dispergovanoj pulpu selektivnih flokulirajućih, koji će flokulirati fine čestice mulja i ujedno onemogućiti stvaranje kolektorskog filma anjonskog kolektora, na stvorenim flokulama minerala jalovine, stvoreni su preduslovi za selektivno kollektiranje, odnosno flotiranje minerala hroma.

Upotreba natrijum hidroksida i natrijum silikata, kao dispergatora, je poznata u praksi pripreme mineralnih sirovina. Upotreba selektivnog flokulanta karboksil metili celuloze (CMC), kao selektivnog flokulanta, je od osnovnog značaja za mogućnost uspešne primene postupka selektivnog flotiranja. Upotrebljen flokulant CMC ne samo što eliminiše negativno dejstvo stvorenog mulja minerala jalovine, već i deluje kao deprimator minerala jalovine, dok na minerale hroma uopšte ne utiče. Ovo je svakako veoma značajna osobina primjenjenog flokulanta, jer isti svo-

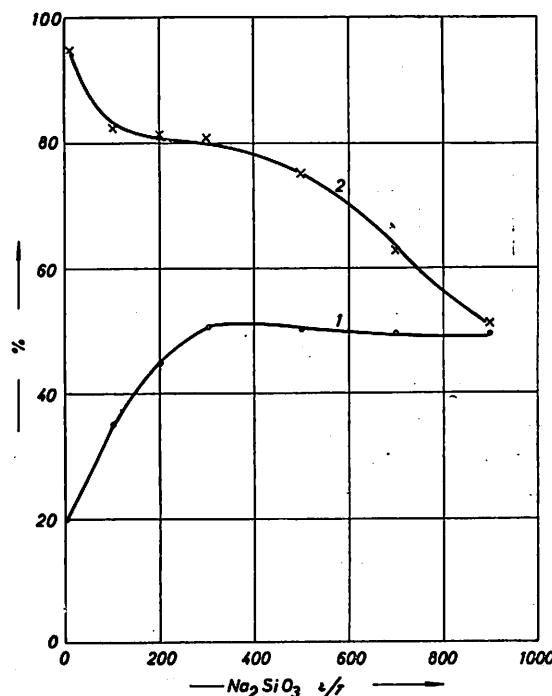
jim dejstvom omogućuje primenu masnih kiselina, kao anjonskih kolektora u flotiranju minerala hroma.

Laboratorijska ispitivanja

Laboratorijska ispitivanja mogućnosti anjonskog flotiranja minerala hroma bez odmuljivanja vršena su nekoliko godina i ista su obuhvatila ispitivanja uticaja pH vrednosti pulpe, koncentracije dispergatora i selektivnog flokulanta.

Uticaj koncentracije dispergatora natrijum silikata na selektivno flotiranje minerala hroma iz rude Bokaj Đon prikazano je u dijagramu na sl. 1.

Bez prisustva dispergatora, odnosno bez prethodne disperzije pulpe nemoguće je izvršiti selektivno flotiranje minerala hroma bez prethodnog odmuljivanja. Optimalni utrošak natrijum silikata iznosio je 300 g/t. Povećanjem utroška istog, opada iskorisćenje hromita.



Sl. 1 — Uticaj koncentracije dispergatora Na₂SiO₃ na selektivno flotiranje minerala hroma
1 — sadržaj Cr₂O₃ u koncentratu; 2 — iskorisćenje hromita.

Fig. 1 — Effect of Na₂SiO₃ consumption on flotation of chromite
1 — Cr₂O₃ assay in concentrate; 2 — recovery of chromite.

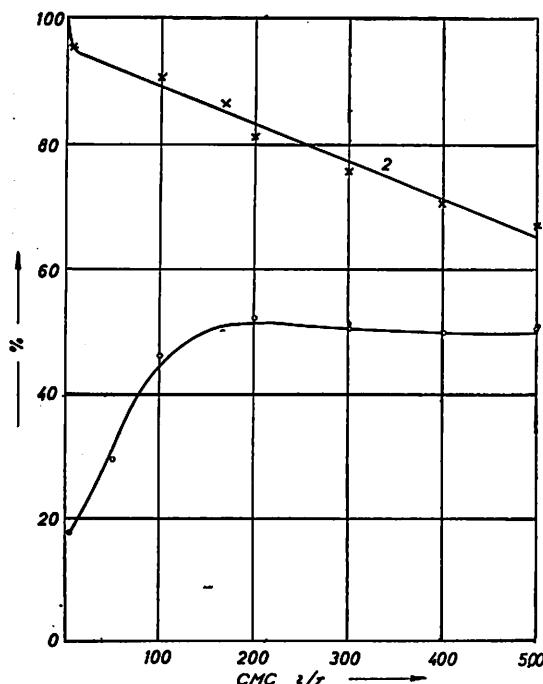
Uticaj koncentracije flokulanta CMC na selektivno flotiranje hromita iz rude Bokaj Đon prikazano je u dijagramu na sl. 2. Bez prisustva selektivnog flokulanta nemoguće je obezbediti selektivno flotiranje.

Optimalni utrošak flokulanta CMC bio je 250 g/t. Daljim povećanjem ovog utroška smanjivalo se iskorišćenje hromita, dok se kvalitet nije menjao.

Uticaj pH vrednosti pulpe na primjenjeni postupak prikazan je u dijagramu na sl. 3.

11,3, te selektivno flokulirajući pulpu karboksil metil celulozom (CMC) 125 g/t, i flotirajući hromit anjonskim kolektorom talovim uljem od 1.000 g/t, dobiven je koncentrat hromita sa oko 53% Cr₂O₃ uz iskorišćenje od oko 80%.

Osim ovog navedenog postupka na rudi Kam, vršena su i druga ispitivanja, u cilju dobijanja super kvalitetnog koncentrata hromita. Primjenjeni postupak bio je identičan već navedenom, samo što je umesto navedenog selektivnog flokulanta CMC primjenjen



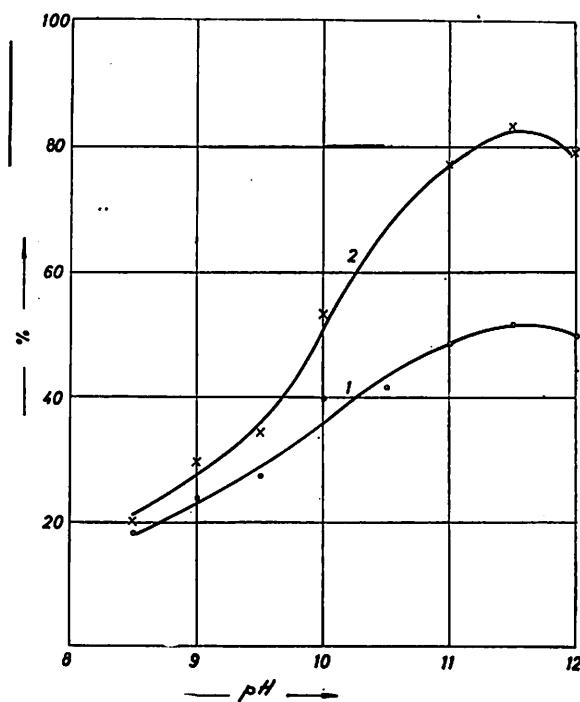
Sl. 2 — Uticaj koncentracije flokulanta CMC na selektivno flotiranje hromita
1 — sadržaj Cr₂O₃ u koncentratu; 2 — iskorišćenje hromita.

Fig. 2 — Effect of flocculent CMC consumption on the selective flotation of chromite
1 — Cr₂O₃ content in concentrate; 2 — recovery of chromite

Za pH vrednost pulpe ispod 9,0 ne postoji mogućnost selektivnog flotiranja. Optimalna pH vrednost iznosi 11,1—11,3.

Pri naznačenim optimalnim uslovima pH vrednost pulpe 11,3 i utrošku natrijum-silikata 300 g/t, selektivnog flokulanta CMC 250 g/t i talovog ulja — 1.500 g/t, mogu se iz rude Bokaj Đon dobiti koncentrati hromita sa oko 50% Cr₂O₃ uz iskorišćenje od 80%.

Primenivši na rudi Kam isti postupak prethodne disperzije pulpe sa natrijum silikatom od 300 g/t pri pH vrednosti pulpe od



Sl. 3 — Uticaj pH vrednosti na selektivno flotiranje hromita
1 — sadržaj Cr₂O₃ u koncentratu; 2 — iskorišćenje hromita.

Fig. 3 — Effect of pH-value on the selective flotation of chromite
1 — Cr₂O₃ content in concentrate; 2 — recovery of chromite

flokulant British Gum — 9072. Pri optimalnoj koncentraciji British Gum — 9072 od 400 g/t dobiven je super koncentrat hromita sa:

Cr ₂ O ₃	62,88%
FeO	13,62%
SiO ₂	1,96%
Al ₂ O ₃	13,68%

Iskorišćenje hromita, kod ovih uslova flotiranja, iznosilo je oko 70%.

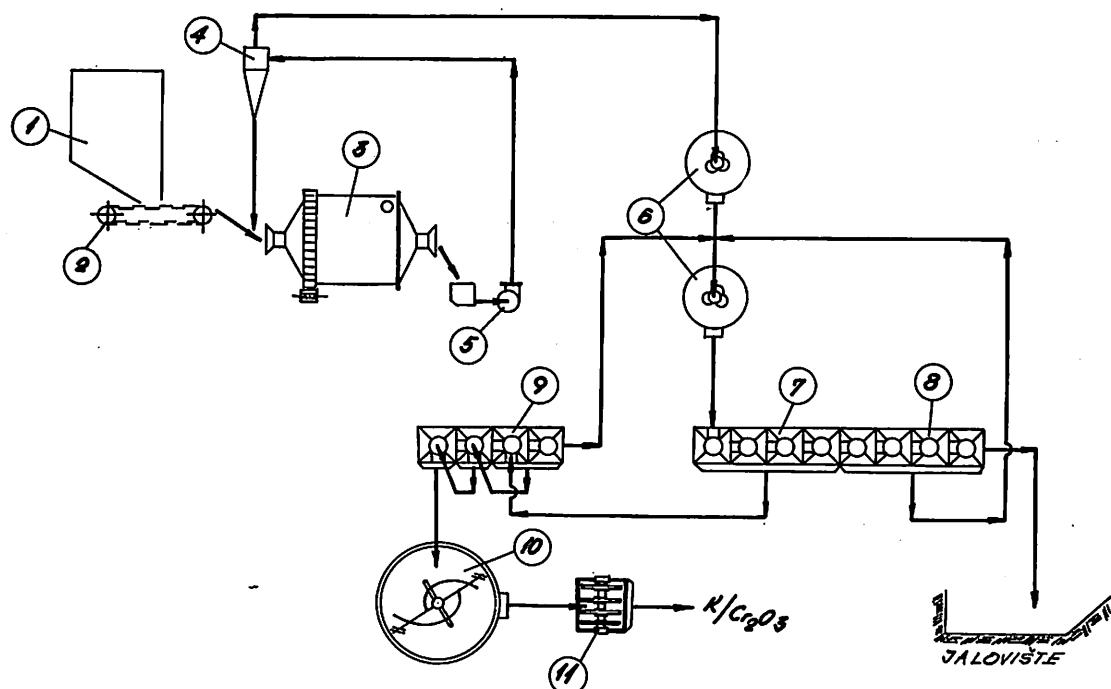
Na osnovu ovako laboratorijski utvrđenih uslova i parametara za mogućnosti selektivnog flotiranja, izvršena je provera dobivenih rezultata za rуду Bokaj Đon u većem poluindustrijskom obimu.

Poluindustrijska ispitivanja

U kontinualnom procesu u poluindustrijском obimu izvršena su dalja ispitivanja mogućnosti selektivnog anjonskog flotiranja mi-

u zatvorenom krugu sa hidrociklonom. Preliv hidrociklona sadržao je 58% klase — 0,043 mm. Gustina preliva hidrociklona iznosila je 18% čvrstog.

Pulpa, čija je pH vrednost iznosila 11,1, dovedena je u prvi kondicioner u kome je vršeno dispergovanje pulpe. U drugom kondicioneru vršeno je selektivno flokuliranje. Kolektor — talovo ulje, dodavan je direktno na izlazu drugog kondicionera. Nakon grubog flotiranja vršeno je trostruko prečišća-



Sl. 4 — Šema tehnološkog procesa selektivnog flotiranja hromita
1 — bunker; 2 — pločasta hraničica; 3 — mlin sa kuglama; 4 — ciklon; 5 — pumpa; 6 — kondicioneri; 7 — gruba flotacija; 8 — kontrolna flotacija; 9 — prečišćavanje; 10 — zgušnjivač; 11 — filter.

Fig. 4 — Flotation flowsheet
1 — ore bin; 2 — apron feeder; 3 — ball mill; 4 — hydrocyclone; 5 — pump; 6 — conditioner; 7 — rougher flotation; 8 — scavenger flotation; 9 — recleaning flotation; 10 — thickener; 11 — filter.

nerala hroma bez prethodnog odmuljivanja, a na bazi dobivenih rezultata laboratorijskih ispitivanja. Kapacitet postrojenja bio je 500 kg/h. Ukupno je prerađeno 15 t rude hrom ležišta Bokaj Đon, ranije naznačenog hemijskog sastava.

Šema tehnološkog procesa prema kojoj su vršena ova ispitivanja data je na sl. 5.

Ruda maksimalne veličine zrna 10 mm mlevena je u mlinu sa kuglama koji je radio

vanje, pri gustini pulpe od 13—15% čvrstog uz dodatak natrijum silikata.

Utrošak reagensa u ovim ispitivanjima iznosio je:

NaOH	2.000 g/t
Na ₂ SiO ₃	450 g/t
CMC	200 g/t
Talovo ulje	300 g/t

Ostvaren je sledeći bilans koncentracije:

Proizvodi	Težina tona	Cr ₂ O ₃ %	Raspodela hroma %
Rovna ruda	15,00	100,0	16,50
Koncentrat	4,35	29,0	52,16
Jalovina	10,65	71,0	4,82
			100,0 81,5 18,5

Delimična hemijska analiza izvršena na dobivenom koncentratu dala je:

Cr ₂ O ₃	52,16%
FeO ₂	16,40%
SiO ₂	3,72%
Al ₂ O ₃	11,88%
Cr : Fe	2,80

Zaključak

Izvršenim ispitivanjima, kako u laboratorijskom tako i u poluindustrijskom obimu, autori ovog članka su pokazali da se iz siromašnih ruda hroma mogu dobiti, anjonskim flotiranjem bez prethodnog odmuljivanja, koncentrati hromita sa 50—63% Cr₂O₃, pri

iskorišćenju hromita od 70 do 81,5%. Iz rezultata dobivenih ispitivanjima može se zaključiti da je anjonsko flotiranje hromita u bazičnoj sredini moguće jedino uz prethodno dispergovanje pulpe, pri pH vrednosti od 11,1—11,5, sa potonjim selektivnim flokuliranjem pomoću karboksilmetil celuloze ili British Gum — 9072, te kolektiranjem anjonskim kolektorom, bez prethodnog odmuljivanja.

Koncentracija dispergatora i flokulanta je od osnovnog značaja za navedeni proces. Manja koncentracija dispergatora i flokulanta, od potrebne, smanjuje selektivnost, što se odražava na kvalitet dobivenog koncentrata hromita. Višak dispergatora i flokulanta smanjuje iskorišćenje hromita u koncentratu. Za svaku rudu hromita ove koncentracije moraju biti posebno utvrđene.

Primenom navedenog procesa omogućava se konačno korišćenje kako siromašnih ruda hromita, tako i ruda koje je potrebljeno veoma fino mleti, uz minimalne utroške reagensa, pri čemu se dobijaju visoko kvalitetni koncentrati hromita uz veoma visoka iskorišćenja.

SUMMARY

Anionic Flotation of Chromite in an Alkaline Media without Preliminary Desliming

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

The results of laboratory and pilot tests proved the possibility of obtaining concentrates assaying over 50 per cent of Cr₂O₃ from low grade chromite ores by anionic flotation reagents without preliminary desliming of the ground material.

On the basis of the results obtained, it may be concluded that selective flotation of chromite with the aid of an anionic collector in an alkaline media without desliming of the ground ore is possible only after preliminary dispersion of the pulp at pH = 11.1—11.5 followed by selective flocculation of gangue minerals by carboxyl-methyl cellulose (CMC).

The concentrations of the dispersant and flocculant are the principal parameters in the process. A decrease of their consumption against the optimum has a deleterious effect on the selectivity of flotation and thus on the grade of the chromite concentrate.

An excess of the dispersant and flocculant in the pulp decreases the recovery of chromite; the optimum consumption or concentration of each of these reagents should be determined for any particular ore.

The developed process can be used effectively for the beneficiation of low grade chromite ores, including finely disseminated ores, requiring very fine grinding, with a minimum consumption of reagents. It makes possible to produce high grade concentrates at a high recovery of chromite.

*) Dr ing. Filip Šer, dipl. ing. Predrag Bulatović i dipl. ing. Milan Milošević saradnici Zavoda za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

L i t e r a t u r a

1. Sanford R. S., Cole J. W., 1949: Investigation of Claim Point Deposits Kenai Peninsula, Alaska. — Report of Investigations, 4419, USBM, March.
2. Engel A. L., Shedd E. S., Morrice E., 1956: Concentration Tests of California Chromite Dres. — Report of Investigations 5172, January 1956, USBM.
3. Wells R. R., Sterling F. T., Erspamer E. G., Stickney W. A., 1957: Laboratory Concentration of Chromite Ores, Red Mountain District, Kenai Peninsula, Alaska. — Report of Investigations 5377, USBM, December.
4. Coghill W. H., Clemmer J. B., 1934: Coap Flotation of Nonsulphides. — AIME Transactions, Vol. 112.
5. Taggart: Handbook of Mineral Dressing, John Wiley & Sons, New York.
6. McDonald W. T., 1937: A Useful New Selectivity Modifier in Nonsulphide Flotation. — Min. & Met., June.
7. Göksaltik S., 1956: Selective Flotation of Kefdag Chrome Ore, thesis, Clausthal, Germany.
8. Gaudin, 1957: Flotation, McGraw Hill Book Co., New York.
9. Weed F., Ellis E. E., 1935: Method of Concentrating Nonsulphide Minerals by Froth Flotation. — U. S. Patent 2,014,406, September.
10. Arnold G., 1937: Method of Producing a concentrate of Chrome Ores. — U. S. Patent 2,082,817, June.
11. Gutzeit G., 1938: Proces for Contentrating Oxidized Ores by Means of Froth Flotation. — U. S. Patent 2,125,631, August.
12. Gutzeit G., 1938: Process for Contentrating Oxidized Ores by Means of Froth Flota-December.
13. Lord J. R., 1958: Flotation of Heavy Metal Oxides. — U. S. Patent 2,861,687, November.

E k o n o m i k a

Neka pitanja ekonomike metaličnih mineralnih sirovina zemalja svetskog socijalističkog ekonomskog sistema

Dr ing. Dejan Milovanović

U v o d

Pre nešto više od pedeset godina učinjen je prvi korak u pravcu stvaranja svetskog socijalističkog sistema. Godine 1917. Sovjet-ski Savez, prva i tada jedina socijalistička zemlja, zauzimao je 16% površine zemljine kugle sa 7,8% od ukupnog svetskog stanovništva, a učestvovao je u celokupnoj industrijskoj proizvodnji sveta sa manje od 3%. Danas, socijalističke zemlje obuhvataju oko 25% svetske površine, na kojoj živi 35% stanovništva Zemlje, a njihov učinak u svetskoj industrijskoj proizvodnji iznosi oko 30%.

Osnovna zajednička karakteristika 14 socijalističkih zemalja (Albanija, Bugarska, Mađarska, Rumunija, DR Nemačka, Poljska, Čehoslovačka, S. Koreja, DR Vijetnam, NR Kina, Mongolija, Kuba, SSSR i SFRJ) je društvena svojina nad sredstvima za proizvodnju, bez obzira što su neke od njih još uvek tek na početku industrijalizacije (Kina, Mongolija). Međutim, svaka od socijalističkih zemalja ima i svoje jedinstvene, specifične sistemske crte i to, pre svega, u odnosu na ulogu plana i odnosa na tržištu. Na bazi ovoga, neki ekonomski teoretičari sve socijalističke zemlje dele u tri grupe. U prvu grupu

Tablica 1

Učešće socijalističkih zemalja u svetskoj proizvodnji najznačajnijih metaličnih mineralnih sirovina (u %)

Mineralna sirovina	1948. g.	1960. g.	1965. g.
Gvožđe	18	33	34
Čelik	16	31	32
Cink	16	22	22
Olovo	12	28	30
Nikl	—	21	23
Boksiti	14	22	22
Mangan	46	52	50
Molibden	—	15	15
Zive	12	24	30
Antimon	26	47	42
Bakar	10	15	19
Volfram	44	57	60
Zlato	—	24	24
Srebro*)	—	15	17
Platina*)	12	30	35
Hromit*)	20	32	40

Izvor: Statistical Year-book — 1967, United Nations.

*) Ocena samog autora.

Odnosi, izneti u tablici 1, dokazali su da metalične mineralne sirovine socijalističkih zemalja zauzimaju veoma istaknuto mesto u ukupnoj svetskoj mineralnoj ekonomiji. U kontekstu te problematike, kao i radi razmatranja specifičnih karakteristika ekonomike mineralnih sirovina socijalističkih zemalja, posebno će se tretirati sledeća pitanja:

— sirovinska baza (rezerve) metaličnih mineralnih sirovina socijalističkih zemalja, njeno praktično iskorišćavanje (proizvodnja) i mesto rezervi i produkcije u svetskim okvirima; i

— mogućnosti šire saradnje socijalističkih zemalja sa ciljem neutralisanja neravnomer- nog razmeštaja i nedostatka metaličnih mineralnih sirovina u pojedinim od ovih zemalja, sa posebnim osvrtom na svetsku rudničku rentu i unutrašnje cene socijalističkog ekonomskog sistema.

Sirovinska baza i proizvodnja najznačajnijih metala u socijalističkim zemljama

Tačni podaci o sirovinskoj bazi (rezerva- ma, njihovom kvalitetu) i obimu proizvodnje metaličnih mineralnih sirovina (rude, kon- centrati, produkti prve prerade), nisu objav- ljeni u većini socijalističkih zemalja. Ovo je zbog shvatamja da takvi podaci predstavljaju

uvršćuju zemlje sa čvrstim centralnim ad- ministrativnim planiranjem, ali sa izvesnim tendencijama, naročito u poslednje vreme, na slobodnije delovanje tržišnih zakona odnosno primenu principa privrednog računa (tipični primer SSSR i Bugarska). Zemlje druge grupe (prvenstveno Mađarska i Čehoslovačka) u svom društveno ekonomskom sistemu uspo- stavljuju do izvesne mere ravnotežu piana i tržišta pa čine, u stvari, prelazni oblik usme- ren ka decentralizaciju. Trećoj grupi pripada jedino SFRJ sa socijalističkom robnom pri- vredom, zasnovanom na društvenoj svojini nad sredstvima za proizvodnju, i samouprav- ljanjem neposrednih proizvođača.

Ovakve sistemske specifičnosti utiču i na mineralnu ekonomiju pojedinih socijalistič- kih zemalja, ali u celini posmatrano, ta mi- neralna ekonomija se razlikuje od one u ka- pitalističkim zemljama. Osnovna specifičnost je svakako ta, da su ležišta mineralnih sirovina društvena svojina i da je u principu socijalističko društvo zainteresovano za nji- hovo racionalno i svrshishodno iskorišćavanje.

Metalične mineralne sirovine, kao od pri- rode predodređeni predmeti rada, čine jedan od izvanredno značajnih faktora razvoja so- cijalističkih zemalja. To je upravo onaj faktor, normalno kombinovan i sa ostalim vrsta- ma mineralnih sirovina, koji je uveliko, uz ostale potrebne elemente proizvodnje, omogućio da svetski socijalistički ekonomski si- stem danas stoji kao ravnnopravan pandan kapitalističkom sistemu, pri čemu ga je u nizu industrijskih i drugih privrednih grana čak i prevazišao. Pored toga, veoma je važna činjenica, da znatan deo teritorija socijalističkih zemalja predstavlja nedovoljno i ne- sistematski istražena područja mineralnog bogatstva.

Na osnovu raspoloživih, iako dosta nepot- punih podataka o sirovinskoj bazi metaličnih mineralnih sirovina socijalističkih zemalja, može se zaključiti da ove zemlje raspoiažu veoma obimnim rezervama gvožđa, mangana, volframa, antimona, hroma, a isto tako i zna- čajnim rezervama boksita, olova, cinka, nikla, kobalta, titana, žive, urana i bakra. Isto tako, značajno je bogatstvo socijalističkih zemalja u zlatu, platini i srebru, koje je znatno veće od većine kapitalističkih visokorazvijenih zemalja.

Učešće socijalističkih zemalja u svetskoj proizvodnji metaličnih mineralnih sirovina neprekidno raste i podaci o ovome prikazani su u tablici 1.

privrednu tajnu i da bi njihovo iznošenje značilo slabljenje odbrambene moći zemlje. Izuzetak su jedino statističke informacije o rezervama ruda gvožđa i mangana, kao i o proizvodnji tih metala i njihovih produkata (koncentrati, sirovo gvožđe, čelik). Za ostale metalične mineralne sirovine postoji u svetu nekoliko statističkih izvora, sa ocenama o rezervama i proizvodnji koje se primaju kao nesigurne. Najviše podataka daje, kada se radi o sirovinskoj bazi, US Bureau of Mines, Washington, a za proizvodnju se danas smatraju približno najadekvatnijim podaci službi OUN, koji se objavljaju svake godine u Statistical Year-book of United Nations u New-Jorku. Isto tako, dosta informacija o proizvodnji metala u socijalističkim zemljama daje francuska statistička publikacija *Minerales et Metaux* i nemačka Metallstatistik.

Na bazi informacija iz navedenih izvora, moguće je prikazati a zatim analizirati sirovinsku bazu i proizvodnju najznačajnijih metala u socijalističkim zemljama i to na osnovu sledeće, poznate, klasifikacije metaličnih mineralnih sirovina, u koju su uključeni:

— crni i legirajući metali (gvožđe, mangan, hrom, titan, vanadijum, nikl, kobalt, volfram, molibden, tantal, niobijum i cirkonijum);

— obojeni metali (olovo, cink, bakar, aluminijum, kalaj, bizmut, živa, antimон, litijum i berilijum); i

— plemeniti metali (zlato, srebro, platina).

Ovim radom nije obuhvaćen uran, kako zbog nedostatka podataka tako i zbog činjenice, da se on u savremenim klasifikacijama ubraja u energetske sirovine, pa bi ga trebalo razmatrati u sklopu sa naftom, prirodnim gasom i ugljem. Isto tako, oskudni podaci uticali su da iz razmatranja izostanu vanadijum, tantal, niobijum, cirkonijum, bizmut, litijum, berilijum i neki drugi retki i rasejani elementi.

Crni i legirajući metali

Socijalističke zemlje raspolažu značajnom sirovinskom bazom gvožđa, mangana, hroma, titana, nikla, volframa i vanadijuma. Međutim, njihova ležišta su neravnomerno razmeštena i uglavnom koncentrisana samo na teritoriji SSSR, Kine i Kube, a delom i S. Koreje. Ostale zemlje oskudevaju većinom od tih sirovina, bilo da je taj deficit kvalitativnog ili kvantitativnog karaktera.

G v o ž d e. — Opšte rezerve ruda gvožđa socijalističkih zemalja sačinjavaju više od 1/3 svetskih rezervi. Njihova struktura po zemljama prikazana je u tablici 2.

Tablica 2

Rezerve ruda gvožđa u socijalističkim zemljama
u 000.000 t

Zemlje	Rezerve po kategorijama		Ukupne rezerve
	A+B+C ₁	C ₂	
Bugarska	281	41	322
Madarska	14	4	18
I. Nemačka	34	10	44
Poljska	326	577	903
Rumunija	47	24	71
SSSR	56.100	50.000	106.100
Čehoslovačka	241	326	467
S. Koreja	1.000	1.000	2.000
NR Kina	13.000	10.000	23.000
Kuba	—	—	8.000
SFRJ*)	330	420	750
Ukupno	71.373	62.302	141.675

*) Podaci iz 1957. god.

I z v o r : Problemy međunarodnog socialističkog raspodeljenja truda, Lenjingrad, 1967; Ekonomika mineralnog syrja (N. A. Bihofer), Moskva, 1967; sopstvena ocena autora.

Analiza u tablici 2 pokazuje da se preko 75% ukupnih rezervi ruda gvožđa socijalističkih zemalja nalazi u ležištima SSSR-a, oko 16% u NR Kini a ostalih oko 9% u 9 preostalih zemalja. Ako se razmatraju samo zemlje SEV-a, vidi se da se u SSSR nalazi oko 98% rezervi ruda gvožđa ove organizacije.

Kvalitet ruda gvožđa u ležištima pojedinih zemalja socijalističkog ekonomskog sistema znatno varira. U SSSR srednji sadržaj metala u istraženim rezervama iznosi oko 38,4%; ležišta koja se nalaze u eksploataciji imaju nešto niži sadržaj oko 36,3% metala. Bogate rude, koje po N. A. Bihofer-u, učestvuju sa 20% u ukupnim istraženim rezervama, imaju srednji sadržaj od oko 56% gvožđa.

U NR Kini hematitska ležišta oolitske teksure na severu zemlje odlikuju se relativno visokim sadržajem metala u sirovini — oko 47%. Međutim, najveće rezerve su u ovoj zemlji na severoistoku i sastoje se u osnovi od gvožđevitih (magnetitskih) kvarcita sa 31—34% metala. Bogati delovi ležišta sadrže od 50—60% gvožđa. U S. Koreji, najveće le-

žište Musan (rezerve oko 1 milijarde tona) izgrađeno od trakastih magnetitsko-hematitskih kvarcita, ima u proseku 38—39% gvožđa, sa sadržajem silicije od 43—45%.

Lateritska ležišta Kube sadrže prosečno oko 30% gvožđa, ali zbog većih i promenljivih količina nikla, kobalta i hroma u njima, još uvek najvećim delom pripadaju vambilansnim rezervama.

Ležišta gvožđa ostalih socijalističkih zemalja (naročito Istočne Evrope) sadrže u proseku 30—35% gvožđa u rudi (mestinično, ali redje i do 50%), ali sadržaj silicije je u njima obično dosta visok.

Na bazi nesumnjivo veoma velike sirovinske baze, razvila se eksploatacija i prerada ruda gvožđa u socijalističkim zemljama u takvom obimu, da čini oko 34% svetske proizvodnje ruda gvožđa (SSSR je na prvom mestu u svetu po proizvodnji gvozdene rude) i oko 31% svetske produkcije čelika. U tablici 3 prikazana je proizvodnja rude gvožđa i čelika u svetu i u socijalističkim zemljama za 1948., 1960. i 1965. godinu.

Posebno treba naglasiti, da najveći deo proizvodnje gvozdene rude u socijalističkim zemljama potiče sa površinskih kopova i da se ovakva tendencija neprekidno nastavlja. Na primer, u SSSR 1965. godine površinskim metodama dobijeno je 73% od ukupno otkopane rude, a u 1970. godini taj iznos treba da bude 78%.

Relativno nizak sadržaj korisne komponente u ležištima gvožđa socijalističkih zemalja, diktira široko korišćenje mnogih metoda koncentracije. Ovo se manifestuje i u praksi, tako da poslednjih godina neprekidno raste količina mineralnih sirovina koje se obogaćuju, i to ne samo u SSSR već i u drugim socijalističkim zemljama. U SSSR više od pola ukupne prodajne sirovine gvožđa nalazi se u vidu koncentrata, pri čemu je naročito porasla poslednjih godina proizvodnja koncentrata sa preko 63% metalra. Isto tako neprestano raste proizvodnja gvozdenih aglomerata. Ipak, i pored ovakvih tendencija širokih razmera, u mizu ležišta gvožđa socijalističkih zemalja još uvek se ne koriste metode koncentracije, već otkopana ruda ide direktno u metalurška postrojenja, što svakako utiče na porast troškova proizvodnje po jedinici produkta (sirovo gvožđe, čelik).

Raspoloživa sirovinska baza socijalističkih zemalja, koncentrisana skoro isključivo na teritoriji SSSR i Kine, omogućuje ovim zemljama ispunjavanje postavljenih dugoročnih planova proizvodnje, kako rude gvožđa tako i čelika. Samo u SSSR se predviđa 1980. godine proizvodnja od 250 miliona tona čelika, zašta je potrebno 700 miliona tona sirove rude, a ako se računaju i svi gubici oko 900 miliona tona.

Tablica 3

Proizvodnja gvozdene rude (Fe u rudi) i čelika u svetu i socijalističkim zemljama

Zemlje	u 000 tona			
	1948. Ruda	Čelik	1960. Ruda	Čelik
Bugarska	10	55	188	253
Čehoslovačka	430	2.621	948	6.768
Kuba	13	—	—	—
I. Nemačka	—	305	430	3.787
Madarska	—	770	136	1.887
Kina	1.000	1.500	16.000	18.450
S. Koreja	100	115	1.200	641
Poljska	204	1.955	624	6.681
Rumunija	94	353	563	2.113
SSSR	16.231	18.639	61.422	65.294
SFRJ	313	368	788	1.442
Soc. zemlje	18.395	26.600	82.299	107.316
Svet	104.500	157.300	249.400	346.050
				319.900
				458.300

Izvor: Statistical Year-book-1967, United Nations, New York; za Kinu i S. Koreju proračun samog autora na bazi podataka o proizvodnji sirove rude i procenta korisne komponente u njima.

Ostale socijalističke zemlje moraće jednim delom da uvoze znatne količine ruda gvožđa i koncentrata, ali isto tako, u cilju sopstvene sigurnosti, da ulažu veća sredstva u povećanje proizvodnje iz sopstvenih siromašnih ležišta, uz obavezno obogaćivanje sirovine. Ovo je veoma aktuelan problem i crne metalurgije SFRJ.

Mangan. — Proizvodnja manganovih ruda na teritoriji današnjih socijalističkih zemalja ima veliku tradiciju. Još 1880. godine, ubrzo posle pronađaska martenovske metode proizvodnje čelika, počela je eksploatacija mangana na Gruzijskom ležištu Čijaturi, a 1886. godine na jugoslovenskom ležištu Čevljanići. Interesantno je, da je 1913. godine carska Rusija davala oko 50% svetske proizvodnje manganove rude i to, pre svega, na bazi eksploatacije ležišta: Nikopoljskog i Čijaturskog.

U novijoj istoriji eksploatacije manganovih ležišta, SSSR daje već više godina oko 45% svetske proizvodnje (metala u otkopanoj rudi).

Struktura proizvodnje socijalističkih zemalja mangana i njihov odnos prema svetskoj proizvodnji prikazani su u tablici 4.

Tablica 4

Proizvodnja rude mangana (Mn u rudi) u svetu i socijalističkim zemljama

Zemlje	Godine	
	1960.	1965.
Soc. zemlje	3.075,4	3.836,4
Od toga:		
Bugarska	7,4	11,8
Kina	360,0	300,0
Kuba	8,2	33,0
Čehoslovačka	25,2	12,7
Mađarska	32,5	45,0
Rumunija	39,6	31,4
SSSR	2.600,0	3.836,4
SFRJ	2,5	2,5
Svet	5.860,0	7.700,0

Izvor: Statistical Year-book, 1967, United Nations, New-York.

U SSSR se proizvodnja mangana u izabranim periodima pedesetogodišnjeg postojanja ove države kretala ovako:

Godine	Sirova ruda (mil. t)	Prodajna ruda (mil. t)
1913.	—	1,2
1917.	—	—
1930.	—	1,4
1940.	3,8	2,5
1950.	4,7	3,4
1960.	11,1	5,9
1965.	16,3	7,6
1970. (plan)	18,5	7,7

Najveći deo sovjetske proizvodnje koncentrata manganove rude potiče iz Nikopoljskog basena (60%), gde se 72,7% rude otkopava površinskim metodama (stanje 1966. godine).

Ostale socijalističke zemlje, sa izuzetkom Kine (proizvela 1965. godine, po oceni američkih stručnjaka oko 4% svetske proizvodnje), praktično imaju beznačajno učešće u svetskoj proizvodnji manganovih ruda. Ovo je posledica činjenice da te zemlje raspolažu relativno ograničenim rezervama manganovih sirovina, a kada su rezerve nešto i veće, njihov kvalitet je znatno nepovoljniji (visok sadržaj silicije, nizak sadržaj metala, karbonatni tip ruda i dr.).

Tablica 5

Rezerve rude mangana u socijalističkim zemljama
(u milionima tona)

Zemlje	Rezerve A+B+C ₁ kategorije	Sadržaj metala u rudi, %
SSSR	2.565	20—50
Kina	100	18—50
Kuba	15	25—48
Rumunija	10	15—45
Mađarska	4	oko 25

Ako se prihvati ocena Svesaveznog geološkog fonda SSSR da sigurne i verovatne rezerve manganovih ruda u kapitalističkim zemljama iznose 1.312 miliona tona, i ako su u tu cifru uključene za niz zemalja rezerve samo oksidnih ruda sa više od 30% metala, može se zaključiti da su rezerve socijalističkih zemalja, pre svega zbog velikih rezervi SSSR, dvostruko veće od onih u kapitalističkim zemljama.

Osnovna karakteristika ekonomike mangana u zemljama socijalističkog ekonomskog sistema je, slično kao i kod gvožđa, koncentrisanost sirovinske baze zadovoljavajućih kvantitativnih i kvalitativnih karakteristika, samo na teritoriji Sovjetskog Saveza i donekle NR Kine i Kube. Ostale zemlje, iako raspolažu u pojedinim slučajevima i većim rezervama, nemaju kvalitetno zadovoljavajuće rude, tako da su orijentisane na uvoz i to, pre svega, iz socijalističkih zemalja. Međutim, u-savršavanjem tehnologije, može se omogućiti korišćenje domaće sirovinske baze mangana u više socijalističkih zemalja, naročito ruda karbonatnog tipa. Ovo se odnosi i na ležište Novo Brdo i druga olovo-cinkova ležišta SFRJ, koja sadrže značajne količine ruda mangana karbonatnog sastava. Takođe ne treba zanemariti i prostrana ležišta vulkanogeno-sedimentnog porekla, istina sa visokim sadržajem silicije, ali i sa velikim kvantitativnim mogućnostima.

H r o m . — Još krajem prošlog i početkom ovog stoljeća, zemlje koje danas pripadaju socijalističkom ekonomskom i društvenom sistemu učestvovale su u znatnom obimu u svetskoj proizvodnji hromita. Od 1897—1901. godine prvo mesto u svetu po proizvodnji hromita zauzimala je Rusija, u kojoj je samo 1901. godine na Uralu proizvedeno oko 22.200 tona hromita, što je tada predstavljalo 47% svetske produkcije. Godine 1913. učešće Rusije opalo je na 45%. Iz jugoslovenskih ležišta (raduški masiv) otkopano je od 1880. do 1900. godine oko 30.000 t bogate hromitske rude sa 45—50% Cr₂O₃.

Podaci o proizvodnji hromita u svetu su nepotpuni, jer nedostaju čak i ocene produkcije jednog broja socijalističkih zemalja. Ipak, može se sa dosta sigurnosti tvrditi da socijalističke zemlje daju poslednjih godina od 35—40% svetske proizvodnje hromita, pri čemu SSSR učestvuje sa oko 30%, Albanija sa oko 7%, a SFRJ i Kuba od 2—5%. Proizvodnja SSSR prevazišla je njegove potrebe, pa se znatan deo hromita i izvozi; po sovjetskoj statistici 1964. izvezeno je 663.000 tona hromita (ukupna vrednost preko 13 miliona rubala), a 1965. godine 748.000 tona (preko 15,5 miliona rubala).

Rezerve hromita u socijalističkim zemljama, po oceni S. Janković-a, prikazane su u tablici 6.

Tablica 6
Rezerve hromita u socijalističkim zemljama
u 000.000 tona

Zemlja	Rezerve	Sadržaj Cr ₂ O ₃ , %
Albanija	1,5	30—48
SFRJ	0,5	—
SSSR	50,0	30—50
Kuba	5,0	22—52
Ukupno	57,0	
Svet (ukupno)	900,0	

Izvor: S. Janković: Wirtschaftsgeologie der Erze. — Springer-Verlag, Wien. New York, 1967

Osim rezervi navedenih u tablici 6, u ležištima Bugarske, Rumunije i Kine nalaze se izvesne, istina manje količine hromita. Interesantno je da, po N. A. Bihover-u, hromit u Kini dolazi u red deficitarnih mineralnih sirovina, iako su poslednjih godina pronađena neka ležišta, manjih razmera, u unutrašnjoj Mongoliji.

Cinjenica je, međutim, da prostrani masivi ultrabazičnih stena niza socijalističkih zemalja, naročito Albanije i SFRJ, nisu još uvek detaljno istraženi, a potencijalne mogućnosti za pronalaženje novih ležišta su velike.

T i t a n . — Proizvodnja titana nema dužu tradiciju ne samo u socijalističkim zemljama već uopšte u svetu. Jedno od vodećih mesta u svetskoj produkciji titanovih ruda zauzima SSSR, gde se eksploratišu i primarna (iljmenitsko-magnetička) i sekundarna (iljmenit-rutisko-cirkonska) ležišta. Sirovinska baza titana u Sovjetskom Savezu je, po pisaru autora iz te zemlje, praktično neiscrpna. Istražene rezerve u potpunosti ne samo da obezbeđuju potrebe zemlje, već omogućuju i eksport većih količina. Jedina socijalistička zemlja, koja pored SSSR, poseduje znatnije rezerve titanskih mineralnih sirovina je Kina. Njena ležišta su prvenstveno primarna (titano-magnetička), sa sadržajem TiO₂ od 10,3—14%. U ovim dvema zemljama, osnovni problem proizvodnje titana više nisu rezerve, jer su one veoma velike, nego izvori jeftine električne energije, pošto savremeni tehnološki postupci dobijanja ovog metala zahtevaju značajan utrošak energije po proizvedenoj jedinici titanovog produkta. Zbog toga se u SSSR u poslednje vreme izvode prospekcijski radovi u cilju pronalaženja novih ležišta titana, pre svega, na području istočnog Sibira, gde se upravo grade velike hidroelektrane.

Nikl. — Socijalističke zemlje raspolažu velikom sirovinskom bazom nikla, koja je prvenstveno koncentrisana u SSSR i Kubi. Pored toga, ne mogu se zanemariti ni prostrana, ali još uvek nedovoljno istražena ležišta Kine, gde u južnom delu provincije Junan moćnost kore raspadanja u serpentinitima, koja nosi nikl, iznosi oko 60 metara sa sadržajem metalna od 0,5—2,2%. Određeno istaknuto mesto u sumarnoj sirovinskoj bazi socijalističkog dela sveta, zauzima i SFRJ sa svojim silikatno-gvoždevito-niklonosnim rudama, u kojima se po gruboj oceni nalazi preko 800.000 tona nikla. Mala ležišta, pre svega silikatnog tipa, nalaze se i u Poljskoj, Čehoslovačkoj i I. Nemačkoj. Neke fragmentarne informacije o proizvodnji ukazuju na to da se i u Albaniji nalaze ekonomski interesantna ležišta Fe-Ni ruda, koja se eksploratišu poslednjih godina.

Rezerve nikla u svetu i posebno socijalističkim zemljama na bazi autorove ocene date su u tablici 7.

Tablica 7

**Rezerve nikla u svetu i socijalističkim zemljama
u 000 t**

Zemlje	Ukupne rezerve	A+B+C rezerve	Sadržaj nikla u rudi, %
SSSR	5.000	3.000	—
Kuba	10.000	4.000	1,35—1,45
SFRJ	800	—	—
Kina	1.500	—	0,5—2,2
Ostale soc. zemlje	1.000	—	
Ukupno soc. zemlje	18.300	7.000	—
Ukupno ceo svet	40.000	15.000	—
Od toga			
Kanada	9.000	5.000	

Podaci o proizvodnji rude nikla su normalno za socijalističke zemlje pouzdaniji nego podaci o rezervama. Prikazani su za 1965. godinu u tablici 8 i to na osnovu informacija službi OUN.

Bez obzira na veliko povećanje proizvodnje čelika u socijalističkim zemljama, koje se planira već u bližoj budućnosti, a u vezi s tim i povećanje produkcije raznih legura među kojima i onih od nikla, sadašnja sirovinska baza omogućuje u potpunosti zadovoljenje svih potreba. Međutim, dalja istraživanja mo-

Tablica 8

**Proizvodnja rude nikla (sadržaj metala) u svetu
u 000 tona**

Zemlje	1965. godine
Albanija ¹⁾	3.700
Kuba ²⁾	17.000
I. Nemačka	100
Poljska	1.100
SSSR	85.000
Ukupno soc. zemlje	106.900
Ukupno ceo svet	448.700
Od toga:	
Kanada	236.916
N. Kaledonija	60.000

¹⁾ prema sadržaju nikla u Ni-Fe rudama

²⁾ sadržaj oksida i ocena sulfida

Izvor: Statistical Year-book-1967, United Nations, New York.

raju biti usmerena, pre svega, u tehnološkom pravcu, sa ciljem pronalaženja novih i ekonomičnijih postupaka ekstrakcije nikla iz siromašnih silikatnih ruda, kao i iz gvoždevitniklovih sirovina. Svakih napredak u ovoj oblasti predstavljaće povećanje bilansnih rezervi nikla, što je od posebnog značaja za Kubu, Kinu, Albaniju i SFRJ, ali i za SSSR, gde silikatne rude čine 34% od ukupnih raspoloživih rezervi u zemlji.

Volfram. — Daleko najznačajnije svetske rezerve volframovih ruda nalaze se na teritoriji socijalističkih zemalja i to Kine, SSSR i S. Koreje. Iz tablice 9 vidi se da se preko 86% ukupnih svetskih rezervi volframa (na bazi sadržaja WOs) nalazi na teritoriji NR Kine. U toj zemlji pronađeno je oko 200 ležišta, uglavnom volframitskog sastava sa sadržajem od 0,5—3,5% WOs.

Tablica 9

**Svetske rezerve volframa
u 000 t WOs**

Kontinenti i zemlje	Rezerve	Sadržaj WOs, %
Evropa	135	
od toga:		
SSSR	100	
Portugalija	20	0,4—1,2
Azija	3.470	
od toga:		
Kina	3.300	
Amerika	200	
od toga:		
SAD	90	0,3—1,0
Ukupno svet	3.800	

Izvor: S. Janković: Wirtschaftsgeologie der Erze, Wien, 1967

Tablica 10

Proizvodnja volframovih koncentrata u svetu i socijalističkim zemljama (na bazi sadržaja WO₃) u tonama

Zemlje	Godine		
	1948.	1960.	1965.
Ukupno svet	23.109	39.280	32.820
Od toga:			
Kina	7.300	13.560	10.200
SSSR	3.000	5.700	6.900
S. Koreja	1.199	3.000	2.640
SFRJ	—	47	—

Izvor: Statistical Year-book-1967, United Nations, N. York.

Osim Kine, mnogobrojna ležišta u kojima se javljaju zajedno volfram i molibden, poznata su u S. Koreji (rezerve oko 50 hiljada tona volframa). U Mongoliji, I. Nemačkoj i Čehoslovačkoj poznata su ležišta kasiterit-volframitsko-kvarcne formacije.

Po N. A. Bihover-u, ležišta volframa u SSSR poznata su u mnogim rejonima. Poslednjih godina otkriveno je veoma bogato ležište šelita skarnovskog porekla Istok-2 u Primorskom kraju. Međutim, veliki deo sovjetskih poznatih ležišta pripada štokverkno-impregnacionom tipu, što je nepovoljno, jer se ta ležišta za sada ne mogu ekonomično i rentabilno eksplorativati. S druge strane, posebno povoljna karakteristika većeg dela ležišta volframa u SSSR je da se ona nalaze tako prostorno postavljena da se mogu eksplorativati površinskim metodama.

Proizvodnja volframovih koncentrata u svetu odvija se praktično u celom posleratnom periodu u znaku dominacije socijalističkih zemalja — Kine, SSSR i S. Koreje.

Godine 1965. po proizvodnji volframovog koncentrata u svetu na prvom mestu se nalazila Kina, na drugom SSSR, a tek na trećem SAD (sa 4.327 t); S. Koreja je zauzimala četvrto mesto.

Molibden. — Prema sovjetskim autorima, najveći deo svetskih rezervi molibdена nalazi se u ležištima SAD, Kine i SSSR. Nažalost, za ove dve poslednje zemlje, kao ustanom i za najveći broj socijalističkih zemalja izuzev SFRJ, u literaturi ne postoje direktni kvantitativni podaci o rezervama molibdена, koji bi potvrdili navedeni stav. U stručnoj literaturi zapadnih zemalja, ima, takođe, malo podataka o socijalističkim zemljama, odnosno njihovim rezervama molibdена. Zbog toga je autor bio primuđen da dà na bazi poznavanja literature o ležištima molibdена u zemljama socijalističkog svetskog sistema, svoju orijentacionu i grubu procenu rezervi molibdена u svetu, a posebno u socijalističkim zemljama (tablica 11).

U SSSR najveći deo molibdена nalazi se u bakarnim porfirskim rudama Kazahstana i Uzbekistana, skarnovskim ležištima molibdeno-volframskog sastava Severnog Kavkaza i sopstvenim štokverknim ležištima Kazahstana, Zabajkala i Krasnojarskog kraja. Zanimljivi su navodi N. A. Hruščova, svakako najvećeg stručnjaka za molibden u Sovjetskom Savezu, da je 1946. godine, zbog

Opšte rezerve molibdена u svetu

Tablica 11

Zemlje	Rezerve metala, t	Preovlađujući tip ležišta
SAD	2,000.000	Štokverkno-impregnaciona ležišta
SSSR	500.000	porfirska ležišta bakra
Kanada	150.000	porfirska ležišta bakra; skarnovska ležišta W-Mo; štokverkno-impregnaciona ležišta
Kina	150.000	žična ležišta; pegmatitska; štokverkno-impregnaciona
Čile	300.000	štokverkno-impregnaciona ležišta
Peru	200.000	skarnovska ležišta
Grenland	180.000	porfirska ležišta bakra
Ostale zemlje	70.000	porfirska ležišta bakra
SFRJ	50.000	štokverkno-impregnaciona ležišta
Ceo svet	3,600.000	štokverkno-impregnaciona ležišta

činjenice da je 66% proizvedenog koncentrata molibdена dolazio iz žičnih ležišta, celokupna proizvodnja molibdена u zemlji bila nerentabilna. Tek uvođenjem štokverknih ležišta u eksploataciju i smanjenjem učešća žičnih ležišta u ukupnoj proizvodnji na samo 15%, proizvodnja molibdена u celini u SSSR-u postala je rentabilna.

Ležišta NR Kine, otkrivena poslednjih godina, demantovala su ranije mišljenje da je ova zemlja neperspektivna u odnosu na pronaalaženje većih koncentracija molibdена. To su ležišta skarnovskog i štokverknog tipa, velikih rezervi i povoljnih prostornih karakteristika, tako da se mogu eksploatisati površinskim ili visoko produktivnim jamskim metodama.

Manja ležišta Mo-W sastava eksploatišu se u S. Koreji.

Proizvodnja molibdenovih ruda u svetu i socijalističkim zemljama (sadržaj metala u rudi) prikazana je u tablici 12. Iz nje se može zaključiti da su SAD u 1965. godini učestvovale u svetskoj proizvodnji sa preko 60% a SSSR sa 15%.

Tablica 12

Svetska proizvodnja molibdenske rude (sadržaj molibdена)		u tonama
Zemlje	1965. god.	
SSSR	6.200	
Kina	1.500	
SAD	35.095	
Kanada	4.396	
Ukupno svet	52.430	

Izvor: Statistical Year-book-1967, United Nations, New York.

Pored već detaljno analiziranih podataka o mineralnim sirovinama crnih i legirajućih metala, treba istaći da socijalističke zemlje raspolažu znatnim rezervama i drugih metala ove grupe, ali prostor ne dozvoljava da se da analiza i njihovog mesta u mineralnoj ekonomiji socijalističkog ekonomskog sistema. Isto tako, kao što je ranije već napomenuto, u odnosu na ređe metale iz grupe crnih i legirajućih, raspoloživi podaci su veoma ograničeni, kako u istočnoj tako i u zapadnoj literaturi.

Obojeni metali

Opšta sirovinska baza obojenih metala socijalističkih zemalja obezbeđuje dugogodišnju proizvodnju i to ne samo na nivou sadašnjih.

kapaciteta već i budućih, planiranih za period od 15—20 godina unapred, a u nekim slučajevima i za duže vreme. Ovo se, pre svega, odnosi na olovu, cink, bakar, antimon i boksita. Međutim, kod nekih sirovina postoji izrazita koncentrisanost rezervi na teritoriji par zemalja, dok su ostale relativno siromašne datom sirovinom ili praktično uopšte ne raspolažu ekonomski interesantnim ležištima. To je naročito izrazito kod antimona, žive i boksita. Ovo normalno nameće potrebu povećanja međusobne trgovine mineralnim sirovinama u okviru socijalističkog ekonomskog sistema u cilju ravnomernijeg učešća svih socijalističkih zemalja u ukupnoj sirovinskoj bazi.

O l o v o i c i n k. — Ležišta olova i cinka praktično su rasprostranjena u svim socijalističkim zemljama, pri čemu neke od njih raspolažu velikim rezervama (SSSR, Poljska, Kina, SFRJ, Bugarska), dok u drugim zemljama domaća proizvodnja podmiruje samo deo potreba (Mađarska, I. Nemačka, Čehoslovačka, Rumunija). O sirovinskoj bazi olova i cinka u S. Koreji, Kubi i Mongoliji nema sigurnijih podataka, ali objavljene informacije o proizvodnji i njeno kretanje pokazuju da S. Koreja ima sopstvene rezerve oba ova metala, ali izgleda ne većih razmara.

U tablici 13, na osnovu orijentacionih procena autora, prikazane su rezerve socijalističkih zemalja u olovu i cinku. Ako se privatre ocene U. S. Bureau of Mines iz 1963. godine, da rezerve kapitalističkih zemalja iznose 35 miliona tona olova, a cinka oko 64 miliona tona, onda bi socijalističke zemlje posedovale aproksimativno 50% svetskih rezervi olova i oko 47% svetskih rezervi cinka (podaci se odnose na sadržaj metala u rudi).

Tablica 13

Opšte rezerve olova i cinka u socijalističkim zemljama (A+B+C ₁ kategorija)		
Zemlje	Olovno	Cink
SSSR	8.000	15.000
Poljska	2.500	9.500
Bugarska	2.500	1.500
Mađarska, Čehoslovačka i I. Nemačka	300	500
Kina	2.000	2.000
SFRJ ¹⁾	2.000	1.600
Ukupno svet	17.300	30.100

¹⁾ Podaci iz 1957. godine.

Proizvodnja olova i cinka (sadržaj metala u rudi) u svetu i u socijalističkim zemljama u 1968. godini prikazana je u tablici 14, iz koje se vidi da je SSSR davao 13% svetske pro-

Tablica 14

**Proizvodnja olova i cinka u svetu
i socijalističkim zemljama**

u 000 tona

Zemlje	Olovo	Cink	1965. godine
Svet	2.749,0	4.347,0	
Soc. zemlje	817,9	939,0	
Od toga:			
Bugarska	100,1	79,6	
Kina	100,0	100,0	
Čehoslovačka	14,0	—	
I. Nemačka	10,0	10,0	
Mađarska	1,4	3,3	
S. Koreja	60,0	105,0	
Poljska	41,2	152,1	
Rumunija	15,0	—	
SSSR ¹⁾	370,0	412,0	
SFRJ	106,3	67,0	

¹⁾ Proizvodnja primarnog metala

Izvor: Statistical Year-book-1967, United Nations, New York.

dukcije olova i oko 9% svetske proizvodnje cinka.

Da bi se obezbedilo dalje povećanje sirovinske baze olova i cinka, u većini socijalističkih zemalja izvode se i dalje opsežni istražni radovi. Isto tako preduzet je i niz mera da se oba metala što racionalnije iskorisitičavaju u svim fazama prerade i potrošnje.

B a k a r. — U posleratnom periodu preduzeti su u nizu socijalističkih zemalja obimni istraživački poduhvati, koji su u nekim zemljama doveli do proširenja i do tada već poznatih većih rezervi bakarnih ruda (SSSR, SFRJ, Kuba, Kina), ili su, pak, doveli do obezbeđenja značajnije sirovinske baze u zemljama koje su praktično bile bez većih rezervi ovog obojenog metala (Bugarska, Poljska). Karakterističan je slučaj Poljske, gde je u regionu Vroclava, kompleksnom primenom više geoloških, geofizičkih i rudarskih metoda, pronađeno veliko ležište bakra u permskim peščarima, koje je mansfeldskog tipa, ali sa znatno moćnjim horizontima. P. J. Antropov je 1961. godine za ovo ležište napisao: »Blagodareći poslednjim otkrićima, Polj-

ska po istraženim rezervama bakra može uzeti jedno od prvih mesta u svetu«.*)

Sovjetski Savez raspolaže najznačajnijim rezervama bakra u okviru socijalističkog sistema. U toku od 50 godina kako se izmenila struktura rezervi u odnosu na učešće pojedinih ekonomskih tipova ležišta. U dorevolucionarnoj Rusiji najveći deo rezervi bio je

Tablica 15

**Rezerve i proizvodnja bakra u svetu
i socijalističkim zemljama**

Zemlje	Rezerve A+B+C ₁ kategorije (000 tona metala)	Proizvodnja 1965. god. (000 t metala u rudi)
Ukupno svet	173.000	5.224,6
Od toga:		
SSSR	25.000	750,0
Bugarska	1.500	29,9
Poljska	1.000	15,1
Kina	2.000	90,0
Kuba	1.000	5,9
SFRJ	2.500	62,6
I. Nemačka		22,0
Mađarska	500	0,3
S. Koreja		12,0
Albanija		2,6

Izvor: Podaci o rezervama — ocena autora (za SFRJ podaci za 1957. g.); Statistika proizvodnje iz Statistical Year-book-1967. U. N.

koncentrisan u baškarno-piritskim ležištima (86,2%) i mnogo manje u bakrovitim peščarima (9,8%). Danas (planski podaci iz 1967. god.) bakroviti peščari učestvuju sa 33,5% u rezervama a sa 28,7% u proizvodnji, porfirske rude sa 15,9 odnosno 21,9%, bakarno-piritske sa 17,5% odnosno u proizvodnji sa 22,7% i baškarno-niklove rude sa 17,9% i 16,0%.

Ležišta, otkrivena u SSSR, od 1957—1967. godine, odlikuju se visokim sadržajem metala u rudi. Poseban značaj za proširenje sirovinske baze ove zemlje imao je pronalazak Talnahskog ležišta, u kome rudna tela, po G. G. Gudalinu, sa kompaktnom sulfidnom rudom bakra i nikla, po bogatstvu, sadržaju i rezervama metala, prevazilaze ranije poznata ležišta ovog tipa.

*) Antropov, P. J., 1961: Perspektivy razvitiya mineralno-sirevoj bazy Poškoj Narodnoj Respubliki. — Razv. i ohrana nedr, No. 2, Moskva.

O sirovinskoj bazi Kine postoje samo regionalne informacije, ali već i one ukazuju na velike potencijalne mogućnosti ove zemlje u pogledu rezervi bakarnih ruda. Ista ovakva ocena može se dati i za Kubu, na kojoj su sovjetski stručnjaci pronašli više novih ležišta kako bakra tako i drugih sirovina.

Upoređivanjem rezervi bakra u socijalističkim zemljama (tablica 15) sa procenama US Bureau of Mines, 1963. godine, po kojima u kapitalističkim zemljama rezerve bakra iznose oko 140 miliona tona, dobija se podatak da socijalističke zemlje učestvuju sa oko 20% u ukupnim svetskim rezervama ovog metala. Međutim, izvesni autori smatraju da su svetske rezerve bakra daleko veće, odnosno da iznose oko 267 miliona tona, pa bi to značilo da socijalističke zemlje učestvuju u njima sa oko 12%.

A n t i m o n . — To je tipična mineralna sirovinu kod čijih rezervi socijalističke zemlje imaju skoro apsolutan primat u svetu. I najuzdržaniji ocenjivači ističu, da se preko 60% ukupno poznatih rezervi antimona nalazi u ležištima četiri socijalističke zemlje (Kina, SSSR, SFRJ i Čehoslovačka), pri čemu samo prva od njih raspolaže sa oko 50% svetskih rezervi. Smatra se da ležišta Kine sadrže preko 2 miliona tona metala i to u rudi sa prosečnim sadržajem od 3—5% antimona; u ležištima SSSR koncentrisano je oko 300.000 tona antimona (sadržaj od 2—5%), a ležišta SFRJ, po podacima iz 1955. godine (publikovane infōrmacije), sadrže oko 80.000 tona metala, dok se u ležištima Čehoslovačke nalazi oko 20.000 tona.

Tablica 16

Proizvodnja rude antimona (Sb u rudi) i žive (metal) u svetu i socijalističkim zemljama u 1965. godini
u tonama

Zemlje	Živa	Antimon
Ceo svet	9.905	63.300
Od toga:		
Kina	900	15.000
SSSR	1.380	6.200
Čehoslovačka	25	2.000
SFRJ	566	3.969
Rumunija	7	—
Ukupno soc. zemlje	2.878	27.169

Izvor: Statistical Year-book — 1967, U. N.

Ž i v a . — Socijalističke zemlje raspolažu znatnim rezervama ovog tečnog metala. Po S. Jankoviću, ukupne svetske rezerve žive iznose 203.000 tona, od čega na SSSR dolazi oko 20.000 t, na Kinu 5.000 t i SFRJ 7.500 t (podaci iz 1957. godine). To znači, da socijalističke zemlje učestvuju sa oko 16% u ukupnim svetskim rezervama žive.

Poslednjih godina u SSSR su pronađena nova ležišta žive u srednjoj Aziji, zapadnom Sibiru, na Kavkazu i na Dalekom istoku. Sovjetska statistika navodi da su samo u periodu 1959—1965. rezerve žive u zemlji porasle za 1,5 puta. Najveći deo ležišta je sa kompleksnim Sb-Hg paragenezama i gradi više od 20 pojaseva koji se grupišu u dva transkontinentalna pojasa: južni i istočni.

Ležišta žive u Kini su po mnogim mišljenjima jedna od najvećih u svetu; međutim, većina podataka o njima je iz predratnog perioda.

A l u m i n i u m . — Najveće rezerve boksita socijalističkih zemalja koncentrisane su u Mađarskoj (oko 250 miliona tona), SSSR i SFRJ (svaka poseduje oko 200 miliona tona boksita) i Kini (oko 150 miliona tona), dok ostale zemlje oskudevaju ovom osnovnom sirovinom za proizvodnju aluminijuma. Globalno, učešće socijalističkih zemalja u svetskim rezervama boksita iznosi oko 12%. Međutim, u više socijalističkih zemalja koriste se i druge sirovine za proizvodnju glinice i aluminijuma, kao što su nefelin sijeniti, različite gline, aluniti i sericitski škriljci. Uzimanjem u obzir i rezerve ovih sirovina, socijalističke zemlje postaju još više obezbeđene finalnim produktom — aluminijumom.

Postrojenja za dobijanje aluminijuma danas postoje u SSSR, Mađarskoj, SFRJ, Kini, Poljskoj, I. Nemačkoj i Čehoslovačkoj. Prve četiri zemlje raspolažu ogromnom sopstvenom sirovinskom bazom, pa čak i izvoze višak proizvodnje: Mađarska i SFRJ boksite, a SSSR aluminijum (1964. godine izvezao 175.200 tona u vrednosti od oko 79 hiljada rubalja).

Proizvodnja boksita u svetu i socijalističkim zemljama prikazana je u tablici 17.

Raspoloživa sirovinska baza obezbeđuje socijalističke zemlje aluminijumom za duži period vremena. Potrebno je, međutim, da se odgovarajućom saradnjom omogući dalje širenje proizvodnje aluminijuma, naročito u zemljama koje imaju praktično neograničene

Tablica 17

Proizvodnja boksita u svetu i socijalističkim zemljama

Zemlje	1960. god	1965. god.	u 000 tona
Ukupno svet	29.289,0	39.673,0	
Od toga:			
Kina	689,0	893,0	
Mađarska	1.190,0	1.478,0	
Rumunija	88,0	12,0	
SSSR	3.500,0	4.700,0	
SFRJ	1.025,0	1.574,0	

Izvor: Statistical Year-book — 1967, U. N.

rezerve (SFRJ, Mađarska), a ne raspolažu finansijskim sredstvima za podizanje proizvodnih kapaciteta. Treba istaći, da se na ovim pitanjima dosta radi u poslednje vreme u okviru SEV-a, uz znatno učešće i SFRJ.

K a l a j. — U ležištima socijalističkih zemalja koncentrisano je oko 25% svetskih rezervi kalaja, i to u SSSR oko 1 milion tona, a u ležištima Kine oko 650.000 tona metala. Ostale socijalističke zemlje nemaju značajnijih ekonomskih koncentracija ovog metala, a neke uopšte nemaju njegova ležišta. Od zemalja SEV-a, ne računajući SSSR, samo I. Nemačka i Čehoslovačka raspolažu izvesnom sirovinskom bazom, ali ona ne može da podmiri ni domaće potrebe. Pored toga, smatra se da i NR Mongolija raspolaže izvesnim, ne većim, ležištima kalaja, u redu veličina od par hiljada tona metala.

Ležišta SSSR su koncentrisana na teško prohodne oblasti severoistoka zemlje (Magadanska oblast, Jakutija itd.) i imaju nizak sadržaj metala, što se sve odražava na cenu koštanja koja je dosta visoka. Zato ova zemlja znatan deo potreba podmiruje uvozom iz Kine, ali koji je od 1965. godine naovamo znatno smanjen iz poznatih razloga.

U svetskoj proizvodnji, socijalističke zemlje učestvovale su 1966. godine sa oko 23%, pri čemu je proizvodnja u Kini iznosila oko 25.000 t (Sn u rudi), a u SSSR oko 23.000 t, po podacima Minerais et Metaux, Paris 1967.

Plemeniti metali

Socijalističke zemlje daju oko 17% svetske produkcije srebra, više od 35% platine i oko 24% zlata. Ovo nesumnjivo pokazuje da one raspolažu velikim rezervama ovih metala, ali isto tako se mora podvući da su i dalje mogućnosti pronalaženja novih izvora veoma perspektivne.

Z l a t o. — Iako podaci o proizvodnji zlata u svetu (tablica 18) pokazuju izrazitu dominaciju Južnoafričke republike, svi stručnjaci, koji ocenjuju ukupne svetske rezerve ovog najznačajnijeg metala, imaju isto mišljenje, a to je da SSSR raspolaže najvećim

Tablica 18

Svetske rezerve i proizvodnja zlata u svetu 1966. godine

Zemlje	Rezerve, u t	Proizvodnja, kg
Ukupno svet	45.610	1.682.222
Od toga:		
UAR	16.000	960.165
SAD	2.300	55.781
SSSR	20.000	390.000
Kanada	1.100	102.510
Kina	—	3.200
SFRJ	—	2.642
Ostale soc. zemlje	—	14.000
Ostale zemlje	1.210	—

Izvor: Statistical Year-book — 1967, U. N. New York.

rezervama zlata u svetu, a isto tako i realno velikim mogućnostima da na svojoj ogromnoj, geološki interesantnoj, teritoriji ima još mnogo nepronađenih koncentracija tog metala.

Kakav je odnos socijalističkih zemalja, posebno SSSR, prema proizvodnji zlata, najbolje se može zaključiti iz izjave akademika L. K. Jefimova, po kojoj su zlatne rezerve i istraživanje zlata jedan od najvažnijih temelja socijalističkog svetskog sistema u njegovoj borbi protiv svetskog kapitalizma.

Po najnovijim materijalima iz 1967. godine, zlatnosne provincije sačinjavaju 1/5 sovjetske teritorije i samo u toku poslednjih sedam godina pronađeno je 378 ležišta. Ležište zlata Muruntau (Uzbekistan), nedavno pronađeno, predstavlja jedno od najvećih ležišta uopšte do sada pronađenih u SSSR.

Ležišta zlata, ekonomski interesantna, nalaze se praktično u svim socijalističkim zemljama. Pored toga, značajna količina ovog metala dobija se i prerađom rude olova, cinka, bakra i drugih metala.

Osnovni problemi trgovine metaličnim mineralnim sirovinama u okviru svetskog socijalističkog sistema

Ne ulazeći u kvantitativne podatke o trgovini metaličnim mineralnim sirovinama između socijalističkih zemalja potrebno je istaći neke osnovne probleme ovih odnosa.

Neprekidno rastuće potrebe za najraznovrsnijim metaličnim mineralnim sirovinama u svim socijalističkim zemljama, a u isto vreme egzistiranje neravnomernog razmeštaja većine njihovih ležišta, odnosno koncentrisanost osnovnih i najvećih rezervi na teritoriji ograničenog broja ovih zemalja, imperativno nameće potrebu intenzivnih trgovinskih transakcija na bazi mineralnih sirovina u okviru socijalističkog ekonomskog sistema. Planski kontinuirani razvoj, koji karakteriše zemlje socijalizma, ne može bazirati na orientaciji na svetsko, nestabilno tržište mineralnih sirovina, gde uglavnom kapitalističke zemlje diktiraju uslove, iskoručavajući do maksimuma, ali često u negativnom smislu, ekonomski zakon ponude i potražnje. Međutim, isto tako, socijalističke zemlje ne mogu ignorisati svetsko tržište i voditi autarhičnu izolovanu ekonomsku politiku, kakve su tendencije postojele u prošlosti.

U najvećem delu posleratnog perioda, neprekidno se usavršavala međusobna trgovina mineralnim sirovinama posebno metalima, u okviru većine socijalističkih zemalja. Tako je u neku ruku stvoreno svetsko socijalističko tržište mineralnih sirovina, kao značajno regionalno tržište.

Na unapredjenje trgovine mineralnim sirovinama socijalističkih zemalja, naročito je pozitivno uticalo formiranje SEV-a. Iako ova organizacija ima naglašenu političku fizionomiju, sa nekim već prevaziđenim crtama, njeni uloga je istaknuta ne samo u oblasti razvoja daljih ekonomskih odnosa između socijalističkih zemalja, već i u pogledu naučno-istraživačkog rada, jer se preko odgovarajućih saveta, grupa i komisija razrađuju i teorijska pitanja međunarodne socijalističke podele rada. Sa aspekta mineralnih sirovina, posebno je važna stalna komisija SEV za geologiju i njena specijalna grupa koja od 1964. godine radi na izradi metodologije geološko-ekonomске ocene ležišta čvrstih mineralnih sirovina u različitim stadijumima geološko-istražnih radova. Ta grupa je postigla zapažene rezultate, ali je interesantno da sve do sredine 1967. godine nije bila upoznata da je u SFRJ razrađena posebna metodologija ocene ležišta (metod prof. V. Milutinovića), i da je njena praktična primena dala veoma povoljne rezultate. Ovaj slučaj sva-kako ukazuje na izvesnu izolovanost SEV-a u odnosu na našu zemlju.

Poseban problem u trgovinskim transakcijama sa mineralnim sirovinama u socijalis-

tičkim zemljama predstavljaju cene ovih sirovina. Mogućnost postojanja diferencijalne rudničke rente i u socijalizmu, o čemu je dosta pisao J. V. J a k o v e c, uveliko komplikuje problematiku cena. Diferencijalnu rentu, šakko je istaknuto u nekim sovjetskim radovima, prisvajaju u osnovi zemlje izvoznice koje se nalaze u povoljnijim prirodnim uslovima. Zbog toga se danas veoma mnogo radi na ustanavljanju takvih cena koje bi bile zajedničke za ceo socijalistički ekonomski sistem, ali bi vodile računa da se diferencijalna renta relativno ravnomernije raspoređuje. Ta problematika je značajna i za SFRJ, naročito kada se radi o boksu i nekim drugim sirovinama.

Zaključak

Zemlje socijalističkog ekonomskog sistema raspolažu izvanredno značajnom sirovinskom bazom metaličnih mineralnih sirovina. Osim toga, postoje velike potencijalne mogućnosti da se intenzivnjim i kompleksnijim istražnim radovima na teritoriji tih zemalja pronađu nova ležišta raznovrsnih metala. Međutim, nepovoljan momenat je da su danas poznate rezerve prvenstveno koncentrisane na teritoriji dve najveće socijalističke zemlje SSSR i Kine. Ovo nalaže da se, u cilju ravnomernijeg raspolaganja mineralnim bogatstvima, sve više unapređuje međusobna saradnja ne samo u pogledu korišćenja mineralnih sirovina već i njihovog istraživanja. Pri tome se socijalističke zemlje ne mogu orientisati isključivo na sirovinsku bazu socijalističkog ekonomskog sistema, već moraju učestvovati i u svetskom tržištu, i naročito unapredijevati saradnju sa zemljama u razvoju, koje su, uglavnom, veliki izvoznici mineralnih sirovina, među kojima i onih čije su rezerve u nizu socijalističkih zemalja relativno ograničene.

U cilju prevaziđaženja prepreka koje objektivno postoje pri trgovini mineralnim sirovinama između socijalističkih zemalja, potrebno je dalje razraditi mehanizam unutrašnjih cena, polazeći od stvarno realnih uslova proizvodnje u ležištima svake socijalističke zemlje posebno, i na taj način doći do prosečno društveno potrebnog radnog vremena koje je nužno za proizvodnju svake mineralne sirovine u socijalističkom ekonomskom sistemu u celini. Pri tome se ne sme zanemariti ni situacija na svetskom tržištu, a takođe

ni problem socijalističke diferencijalne rente. Tek kombinovanjem svih ovih elemenata moglo bi se dobiti cene za unutrašnje transakcije u socijalističkom sistemu, koje bi zadovjavale interes svih zemalja.

Na ovim problemima se dosta intenzivno radi u okviru posebnih komisija i grupa SEV-a, ali se rešavanje ovih pitanja mora proširiti i na sve druge socijalističke zemlje, koje iz ovih ili onih razloga nisu članovi Saveza za uzajamu ekonomsku pomoć. Samo takvim zajedničkim radom, uz puno poštovanje gledišta svih zemalja, moguće je doći do kompleksnijih i konkretnijih rezultata, koji će u prvom redu koristiti celokupnom socijalističkom sistemu pri njegovom takmičenju sa kapitalističkim sistemom.

Isto tako, ne sme se zanemariti ni to, da i pored ogromne prirodne sirovinske baze, treba u svim socijalističkim zemljama, razvijati i praktično primenjivati sve metode racionalnog iskoriščavanja mineralnih sirovina, među kojima supstitucija ima naročito veliki značaj.

SUMMARY

Some Problems of Economy in Metallic Minerals Emerging in the Countries of World Socialistic and Economical System

Dr D. Milovanović, geol. eng.*)

In the article there are shown the basic data concerning the ore reserves and the output of most important metallic minerals in socialistic countries. According to those data, the socialist countries have at their disposal about 35 per cent of iron ore world reserves, from 60 to 70 pct. of manganese ore, near 45 pct. of nickel, 85 pct. of tungsten, 50 pct. of lead, 47 pct. of zinc, 60 pct. of antimony, 50 pct. of gold from 12 to 20 pct. of copper, and 18 pct. of mercury. Related to their participation in the world production during the year 1965, the socialist countries gave 34 pct. of produced iron ore (calculated on the base of metal contents) in the world, 50 pct. of manganese ore, 42 pct. of antimony, 35 pct. of platinum, 40 pct. of chromite, 60 pct. of tungsten, 23 pct. of nickel, 30 pct. of lead, and 22 pct. of zinc.

The author gave also a detailed analysis of mineral raw base divided into three fundamental metal groups: ferrous and alloyed metals, non-ferrous metals and precious ones. He gave the mentioned figures on the base of available data taken from the literature as well on the own estimation.

In the second part of the article, there are considered by the author the problems concerning the raw mineral trade with a special reference given to selling prices. There is paid a particular attention to an interesting category in view of socialist differential rent. The rent is analysed from aspect of its significance in forming the raw mineral prices which should be common to all socialist countries dealing with purchasing or selling the raw minerals. But, the way to establish such prices may be relatively extensive for reason that all elements should be taken into consideration in order to ensure for all socialist countries an equal position in relation to the other participants, aiming at the same time to the common interest of integral socialist system of economy. However, the socialist countries may not insist on an autarky inside of their system, but they should participate, side by side with each other, on the world market, especially in commercial transactions with the undeveloped countries.

Literatura

- Antropov, P. J., 1961: Perspektivi razvitiya mineralno-syrevoy bazy Pol'skoj Narodnoj Respubliki. — Razv. i ohrana nedr, № 2, Moskva.
- Antropov, P. J., 1961: Mineral'no-syrevye resursy Ruminskoy Narodnoj Respubliki. — Razv. i ohrana nedr, № 5, Moskva.
- Bihover, N. A., 1967: Geologičeskaja izuchenost' i mineral'nye resursy SSSR k 50-letiju sovetskoy vlasti. — Razv. i ohrana nedr, № 1, Moskva.
- Bihover, N. A., 1967: Ekonomika mineral'nogo syrja. — Nedra, Moskva.
- Burdjugov, I. S., 1960: Mineral'nye bogatstva Kuby. — Razv. i ohrana nedr, № 11, Moskva.
- Delčev, A. G., Tonev, S. H., 1959: Poleznye iskopaemye Bolgarii. — Razv. i ohrana nedr, № 11, Moskva.
- Dimović, D., 1967: Neke karakteristične otkopne metode u rudnicima olova i cinka u Bugarskoj. — Rudarski glasnik, № 4, Beograd.

* Dr ing. Dejan Milovanović, docent Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

- Dunn, J. A., 1964: Coordination of Mineral Supply Problems. — Eight Commonwealth Mining and Metallurgical Congress, Australia and New Zealand — 1965, Manuscript, Melbourne.
- Fedorčuk, V. P., Filin, A. M., 1967: Osnovnye etapy sozdanija syrevoj bazi rtutnosurmjannoj promyšlennosti. — Razv. i ohrana nedr, № 10/11, Moskva.
- Foss, G. V., 1963: Zoloto. — Gosgeoltehizdat, Moskva.
- Gudalin, G. G., 1967: Razvedka mestoroždenij medi. — Razv. i ohrana nedr, № 10/11, Moskva.
- Hruščov, N. A., 1965: Voprosy ekonomičeskoy efektivnosti geologo-ravdovočnyh rabot. — Sov. geologija, № 9, Moskva.
- Ivošević, S., 1968: Svetski tržiste železnih ruda. — Rudarski glasnik, № 1, Beograd.
- Jakovc, J. V., 1964: Metodologija cenoobrazovanija v gornodobivajućoj promišljenosti. — Ekonomika, Moskva.
- Janković, S., 1967: Wirtschaftsgeologie der Erze. — Wien.
- Kazanec, I. P., 1967: Železorudnaja promyšlennost' SSSR za 50 let Sovetskoy vlasti. — Gornij žurnal, № 11, Moskva.
- Mro佐ovski, M., 1965: Razvitie geologičeskikh issledovanij v Narodnoj Respublike Pol'she. — Sov. geologija, № 6, Moskva.
- Landsberg, H. H., Fishman, L. L., Fisher, L. J., 1963: Resources in Americas future. — The John H. Press, Baltimor.
- Vikentev, A. I., Mirošničenko, B. P., 1967: Ekonomičeskie zakony socializma i planirovanie v stranah SEV. — IMO, Moskva.
- Minerais et Métaux, Statistiques 1966, Paris, 1967.
- Problemy međunarodnog socialističeskogo razdelenija truda. — Leningrad, 1967.
- Statistical Year-book — 1965, U. N. New York, 1967.

Svetska trgovina železnih ruda i kretanje cena

Dipl. ing. Slobodan Ivošević

Uvod

Proizvodnja sirovog gvožđa i čelika je klasičan primer industrijske proizvodnje, koja je započeta na rudnim ležištima železnih ruda ili u blizini rudnih ležišta mineralnih sirovina potrebnih za njeno ostvarenje — železnih ruda i uglja. To se objašnjava tim, što se od obe sirovine, a naročito železnih ruda, samo deo njihove ukupne težine koristi pri preradi u sirovo gvožđe odnosno čelik.

Usled toga se svetska trgovina železnih ruda razvila tek po iscrpljenju rudnih rezervi sopstvenih rudnih ležišta, ili tu slučajevima kada je prerada tih železnih ruda postala skupa i neekonomična. Poboljšanje i usavršavanje pomorskog i suvozemnog prevoza, otvaranje ležišta bogatih ruda u zemljama sa tek izgrađenom industrijom gvožđa i čelika i porast značaja faktora tržista koji uslovjava razmeštaj crne metalurgije uslovili su u svetu brz tempo razvoja svetske trgovine železnih ruda.

Obim i geografska struktura svetske trgovine železnih ruda

Svetska trgovina železnih ruda je početkom dvadesetog veka iznosila oko 11,000.000 tona, da bi se razvojem crne metalurgije do

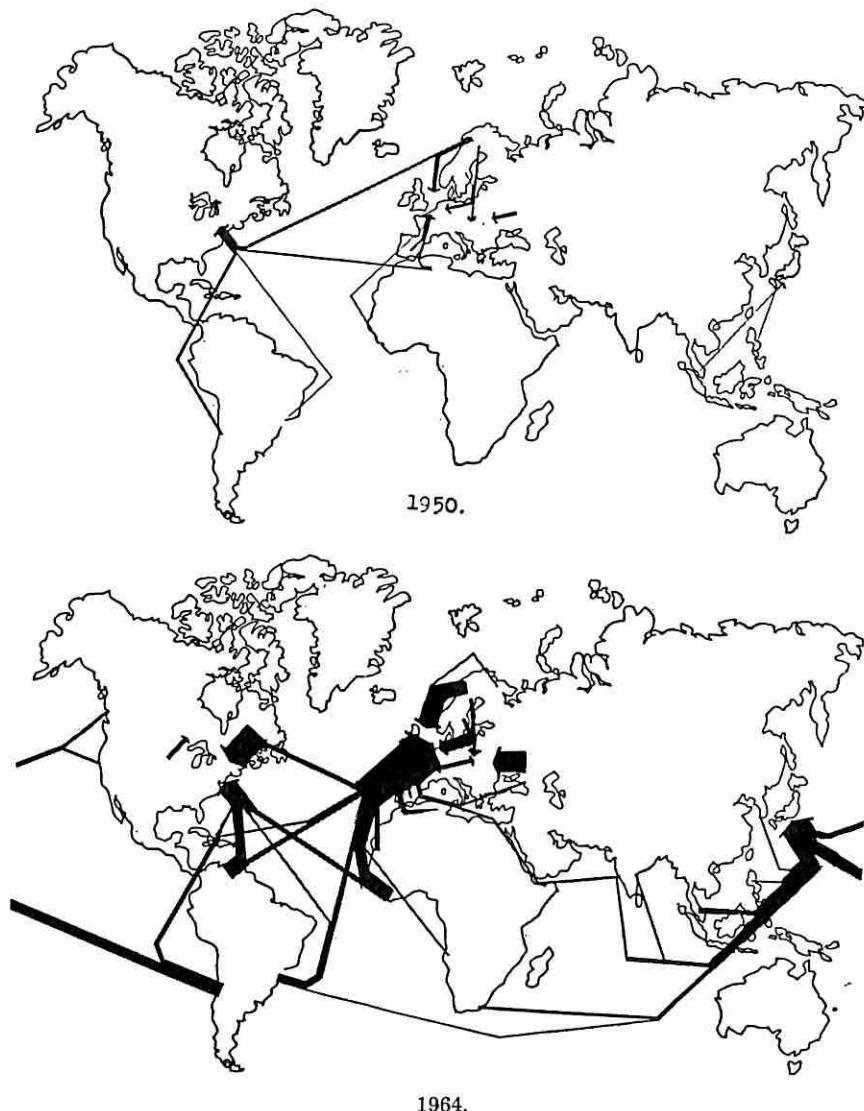
1913. godine više nego utrostručila. Dalji razvoj crne metalurgije uslovjava porast svetske trgovine železnih ruda, čiji obim u 1929. godini dostiže 45,000.000 tona. Drugi svetski rat i obnova porušenih i opustošenih zemalja posle rata ubrzavaju razvoj crne metalurgije i svetska trgovina železnih ruda, koja 1957. godine dostiže 118,000.000 tona sa izrazitom tendencijom daljeg porasta, što se vidi iz tablice 1 u kojoj je dat pregled kretanja proizvodnje i trgovine železnih ruda i proizvodnje sirovog gvožđa i čelika u svetu u periodu 1913—1964. godine.

Tablica 1
u 000 tona

Godina	Proizvedeno železnih ruda	Prodato železnih ruda na svetskom tržistu	Proizvedeno sirovog gvožđa	Proizvedeno sirovog čelika
1913.	177.100	36.700	79.100	76.900
1929.	202.200	46.600	98.500	121.000
1937.	216.300	51.500	104.900	137.700
1950.	243.600	41.000	131.900	191.600
1957.	427.900	117.800	209.200	292.500
1960.	513.600	154.700	255.800	346.500
1964.	573.200	198.400	313.400	436.500

Do 1950. godine je tempo rasta proizvodnje čelika bio znatno intenzivniji u odnosu na tempo razvoja svetske trgovine železnih ruda i to se tumači ne samo prvenstvenim korišćenjem domaćih železnih ruda, već u znatnoj

tempo porasta proizvodnje sirovog gvožđa premašuje tempo proizvodnje sirovog čelika. Tempo porasta svetske trgovine železnih ruda je sa svoje strane uslovio tempo porasta proizvodnje sirovog gvožđa.



Sl. 1 — Tokovi izvoza železnih ruda u svetu u 1950. i 1964. godini (količine ispod 400.000 t nisu uzete u obzir)

meri korišćenjem starog gvožđa. Ovo se zapaža i upoređenjem proizvodnje sirovog gvožđa i sirovog čelika, jer je tempo porasta proizvodnje sirovog čelika do 1950. godine znatno premašivao tempo porasta proizvodnje sirovog gvožđa. U 1950. godini dolazi do promene i

Niz tehničko-ekonomskih faktora je uslovio promene u geografskoj strukturi isporuka železnih ruda na svetskom tržištu, a takođe i u pogledu kvaliteta svih ruda.

Izvršeni naučno-istraživački radovi i iskušta steklena tokom drugog svetskog rata su

omogućili uvođenje niza tehničkih novina, koje su imale bitan uticaj, kako na metode istraživanja i eksploatacije rudnih ležišta tako i na metode i način suvozemnog i pomorskog prevoza. Ove novine su omogućile eksploataciju rudnih ležišta u novim, često neispitanim, oblastima i prevoz ruda na velika rastojanja do mesta prerade.

U većini zemalja je čelik, za vreme drugog svetskog rata, bio deficitarni materijal a potrebe u proizvodima od čelika velike, što je uporedno sa obnovom ratom porušenih zemalja Evrope i Azije, doveo do snažnog porasta kako potreba tako i proizvodnje čelika. Proizvodnja čelika je u 1950. godini bila veća za oko 39% od proizvodnje u 1937. godini. U istom periodu je proizvodnja sirovog gvožđa porasla samo za 26%, dok je obim svetske trgovine železnih ruda opao. To se tumači u prvom redu time, što su u nizu zemalja železare smatrane, da je porast potreba u čeliku u periodu 1946—1950. godina privremena pojava, delimično i kao izvršenje neizvršenih narudžbina za vreme rata, usled čega se nisu odlučivali na ulaganja u dalju izgradnju rudnika železnih ruda i visokih peći za proizvodnju sirovog gvožđa. S druge strane, po završetku rata je ostala ogromna količina starog gvožđa i čelika od ratom uništenog naoružanja, tako da nije bila potreba za proširenjem proizvodnih kapaciteta naročito rudnika železnih ruda i pogona visokih peći. Nižak nivo svetske trgovine železnih ruda u 1950. godini*) se tumači i time što su Zapadna Nemačka i Japan u to vreme bili nezнатni uvoznici železnih ruda, a sada se nalaze među najvećim.

*) Godišnji uvoz železnih ruda u Sarskoj oblasti nije uzet u obzir kod Zapadne Nemačke.

Korejska kriza je stvorila rekordne potrebe čeliča, koje su, kako se to kasnije pokazalo, bile dugoročnog karaktera. Ocenvi situaciju, železare su shvatile da moraju menjati dotadašnji stav i preći na izgradnju novih kapaciteta i naučno-istraživački rad u oblasti unapređenja proizvodnje sirovog gvožđa i čelika. Ovome je doprineo i sve osetniji nedostatak starog gvožđa i povećanje njegove cene. Tehničko-tehnološki i ekonomski naučno-istraživački radovi su pokazali da su proizvodne jedinice velikog kapaciteta ekonomičnije naročito pri velikim isporukama, što je doveo do izgradnje visokokapacitetnih visokih peći sa znatno većim učincima. Uvidevši da dalje povećanje proizvodnosti zavisi i od poboljšanja pripreme zasipa visokih peći i korišćenja bogatijih ruda. Železare Zapadne Evrope, SAD i Japana su bile prinudene da obezbede redovnu isporuku bogatih ruda, iz prekomorskih zemalja, za duži period. Pored toga su se rudne rezerve železnih ruda nekih zemalja potrošača bližile kraju, ili je njihova dalja eksploatacija postala neekonomična, pa su morale preći na uvoz. Pojavom tendencija liberalizacije, nemešanja i davanja garancija u međunarodnoj trgovini je došlo do ulaganja privatnog kapitala u proširenje novih rudnika železnih ruda u Africi, Kanadi, Latinskoj Americi i Aziji. Veliki porast svetske trgovine železnih ruda sa 41,000.000 tona u 1950. godini na 155,000.000 tona u 1960. godini je posledica proširenja izvoza železnih ruda iz novih rudnika Afrike, Azije i Latinske Amerike.

Podaci iz tablice 2 pokazuju promene učešća pojedinih proizvodnih regiona železnih ruda u ukupnom izvozu železnih ruda u svetu u periodu 1950—1964. godina.

Tablica 2

Region	1950.		1957.		1960.		1964.	
	000 tona	%						
Zapadna Evropa	15.100	59,0	24.700	32,5	25.500	26,1	28.400	23,0
SSSR	—	—	—	—	400	0,4	900	0,7
Afrika	5.300	20,7	10.000	13,1	13.000	13,3	26.700	21,6
Severna Amerika	100	0,4	6.300	8,3	7.300	7,5	8.100	6,6
Latinska Amerika	3.700	14,4	25.600	33,7	35.100	36,0	39.500	31,9
Daleki Istok	1.400	5,5	9.200	12,1	16.000	16,4	19.700	15,9
Okeanija	—	—	200	0,3	300	0,3	400	0,3
Ukupno:	25.600	100,0	76.000	100,0	97.600	100,0	123.700	100,0

Treba napomenuti, da u tablici 1 nisu obuhvaćeni podaci izvoza železnih ruda između zemalja Komonvelta, zemalja Severne Amerike i SSSR-a u zemlje Istočne Evrope. Udeo Zapadne Evrope u izvozu železnih ruda je znatno opao, dok je udeo Dalekog Istoka, Afrike i Latinske Amerike u znatnom porastu.

Promena vrsta železnih ruda koje dolaze na svetsko tržište

Nove tendencije, koje prodiru u međunarodnu trgovinu železnim rudama, mogu se priхватiti samo ako se uzmu u obzir faktori koji se odnose na hemijski sastav železnih ruda, njihove fizičke osobine i granulometrijski sastav. Ove tendencije se manifestuju u težnjama izvoza železnih ruda sa znatno većim sadržajem železa i pridavanjem većeg značaja fizičkom sastavu železnih ruda i proširenju trgovine svih ruda sa sadržajem fosfora.

Sadržaj železa u rudi jednog ležišta je veoma promenljiv. Ako se siromašna ruda može lako obogatiti, i pri tome je na povoljnom geografskom položaju, ona može biti vrednija od bogate rude koja se nalazi u teško pristupačnom ležištu. Kriterijumi za ocenu praktične vrednosti ruda stalno se usaglašavaju sa kretanjima razvoja tehničke eksploatacije, obogaćivanja i transporta.

Rudnici železnih ruda na Labradoru predstavljaju primer masovne eksploatacije za potrebe izvoza. Ovi rudnici sadrže siromašnu rudu koja se podvrgava procesu obogaćivanja. Rovna ruda sadrži oko 30% železa, dok koncentrati i peleti dobijeni obogaćivanjem i peletizacijom sadrže oko 64% do 66% železa. Sa druge strane, postoje rudnici sa bogatim rudama koje se u sadašnjim uslovima zbog svog geografskog položaja ne mogu eksploatisati. Oni bi se, međutim, mogli eksploatisati kad bi njihov geografski položaj bio povoljniji. Takvi su, na primer, rudnici železnih ruda magnetita na Bafinovoj zemlji koji sadrže 67—69% železa, ali je njihov suvozemni transport moguć samo nekoliko nedelja u toku jedne godine.

Rudnici siromašnih železnih ruda — takozvani u oblasti Velikih Jezera na teritoriji SAD su klasičan primer kako usavršavanje tehnike i tehnologije obogaćivanja može uticati na promenu vrednosti jednog ležišta železnih ruda. Pre trideset godina ova ležišta nisu imala nikakvu vrednost, a danas se iz njih proizvodi 50—60.000.000 tona visokokvalitetnih pele-

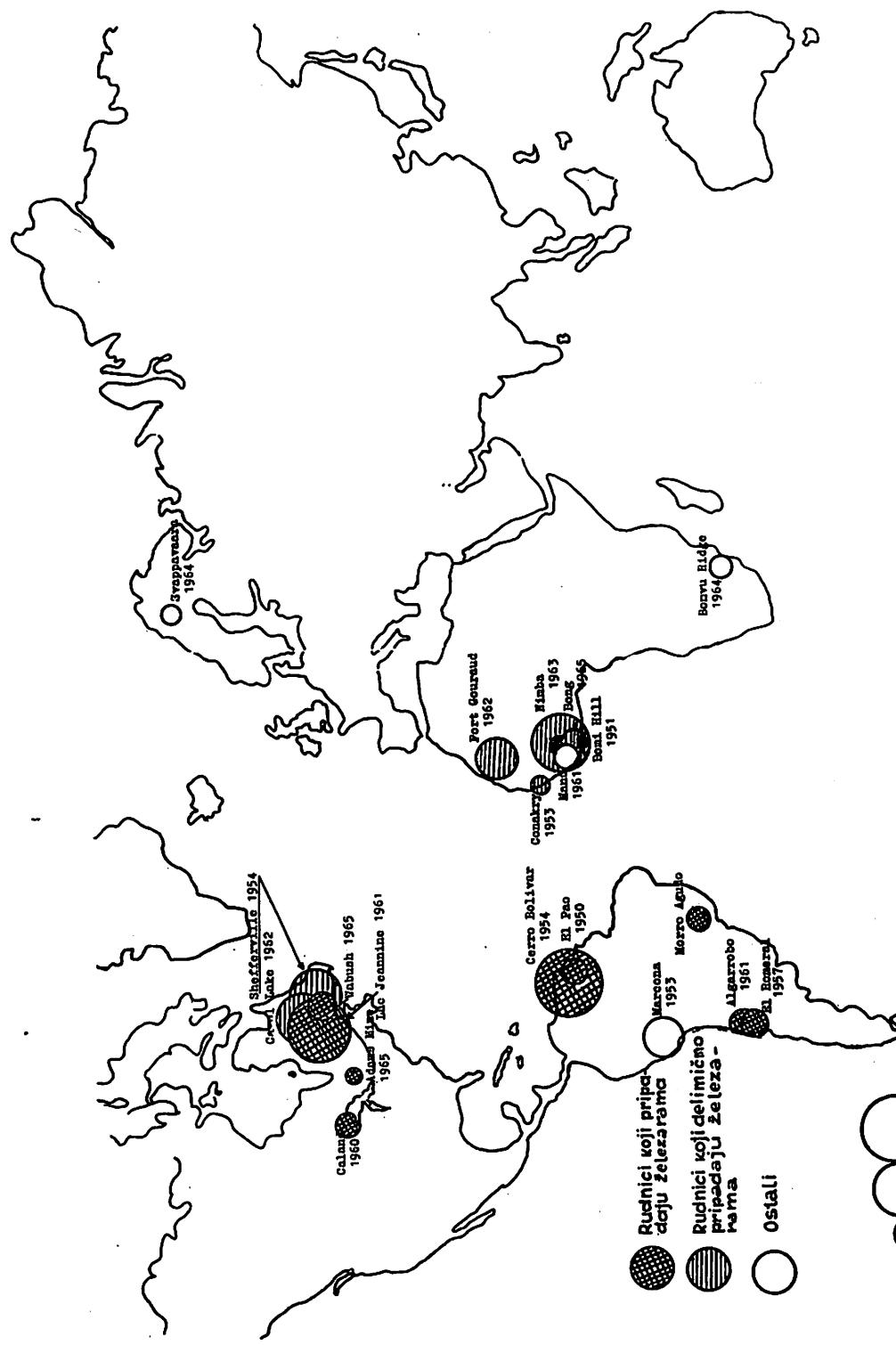
ta. Kod udaljenih ležišta sadržaj železa mora biti visok da bi njihov transport bio ekonomičan. Povećanje sadržaja železa u rudi sa povećanjem dužine transporta je karakteristika savremene trgovine železnih ruda.

Poslednjih godina je porastao značaj granulometrijskog sastava železnih ruda. Izvozna ruda je obično bila krupnozrnasta. Danas se ona, međutim, sastoji iz proizvoda koji se koriste u aglomeracijama: koncentrata, sejane prirodne rudne sitneži i sirovih ruda sa visokim sadržajem sitneži. To je posledica kako osobina miza novootvorenih rudnih ležišta tako i uvođenja savremenih metoda jeftine masovne eksploatacije. Danas je udeo sejanih ruda u ukupnom izvozu železnih ruda mali, a nedostatak krupnozrnastih ruda se popunjava rastućom proizvodnjom peleta.

Verodostojnih podataka o količinama železnih ruda različitog fizičkog sastava na svetskom tržištu nema dovoljno, ali se iz ocenjenih podataka o uvozu železnih ruda u zemlje Komonvelta i Veliku Britaniju u 1964. godini može predstaviti sledeći granulometrijski sastav uvezениh ruda:

— rudna sitnež i koncentrati	20—25%
— rovna ruda sa preko 70% zrna do 10 mm	20%
— rovna ruda sa 40—70% zrna do 10 mm	30—35%
— rovna ruda sa 20—40% zrna do 10 mm	10%
— rovna ruda manje od 20% zrna do 10 mm	10—15%
— peleti	3%
	100

U toku poslednjih godina je udeo rudne sitneži i koncentrata u Japanskom uvozu iznosio oko 27%, dok je udeo peleta u 1964. godini iznosio oko 70%. Nekada su SAD uvozile, uglavnom, rovnu rudu, dok poslednjih godina uvoze sve više koncentrate i pelete iz Kanade. Bez obzira na to što je u toku niza godina kapacitet aglomeracija permanentno rastao, one još uvek ne zadovoljavaju potrebe crne metalurgije u sadašnjem periodu njenе visoke aktivnosti. Sa jedne strane je porastao obim isporuka železnih ruda za potrebe aglomeracija, a sa druge strane su pove-



Sl. 2 — Novi rudnici izvoznici železnih ruda na svetskom tržstu — kapaciteta preko 1,000,000 tona.

Tablica 3

Izvoz železnih ruda sa preko 0,2% fosfora
u 000 tona

Zemlja	1937.	1950.	1957.	1964.
Švedska	9.900	10.390	14.030	19.480
Zapadna Francuska	4.110	390	630	230
Njufaundlend	1.070	150	2.230	870
Španija	—	—	390	620
Portugalija	—	—	170	—
Maroko	70	280	410	10
Čile	—	—	1.540	3.600
Ukupno	15.150	11.210	19.400	24.810
Ukupno izvoz	31.700	33.400	103.350	176.440
Udeo fosfornih ruda u %	48	34	19	14

U periodu između 1937. i 1964. godine je izvoz fosfornih železnih ruda imao znatno niži porast u odnosu na ukupan obim izvoza. Rudnici železnih ruda pušteni u rad u toku ovog petnaestogodišnjeg perioda, sem retkih izuzetaka, proizvode železne rude sa niskim sadržajem fosfora. Izuzetak su rudnik Svat-pavaara u severnoj Švedskoj i neki rudnici u Čileu, čije rude sadrže od 0,5 do 2% fosfora, kao i železne rude iz rudnika Siera Bolivar u Venecueli koje sadrže u proseku 0,1% fosfora.

U Južnoj Americi i Zapadnoj Africi su utvrđena velika ležišta železnih ruda sa sadržajem fosfora od kojih su najpoznatiji: Tinduf u Sahari, El Lako u Čileu i Siera Grande u Argentini.

Kretanje cena železnih ruda

Veliki porast potrošnje železnih ruda između 1950. i 1960. godine i još veće proširenje (više od četiri puta) obima međunarodne trgovine železnih ruda doveli su do osetnog povećanja cena, koje su dostigle rekordni nivo tokom 1957. i 1958. godine. To je primoralo potrošače železnih ruda u industrijski razvijenim zemljama da stabilizuju troškove za nabavku sirovina putem otvaranja i eksploracije sopstvenih velikih rudnika. Pored toga je došlo do znatnog povećanja ulaganja privatnog i državnog kapitala iz domaćih i stranih izvora u razvoj rudnika u zemljama koje su tek otpočele eksploraciju svojih železnih ruda.

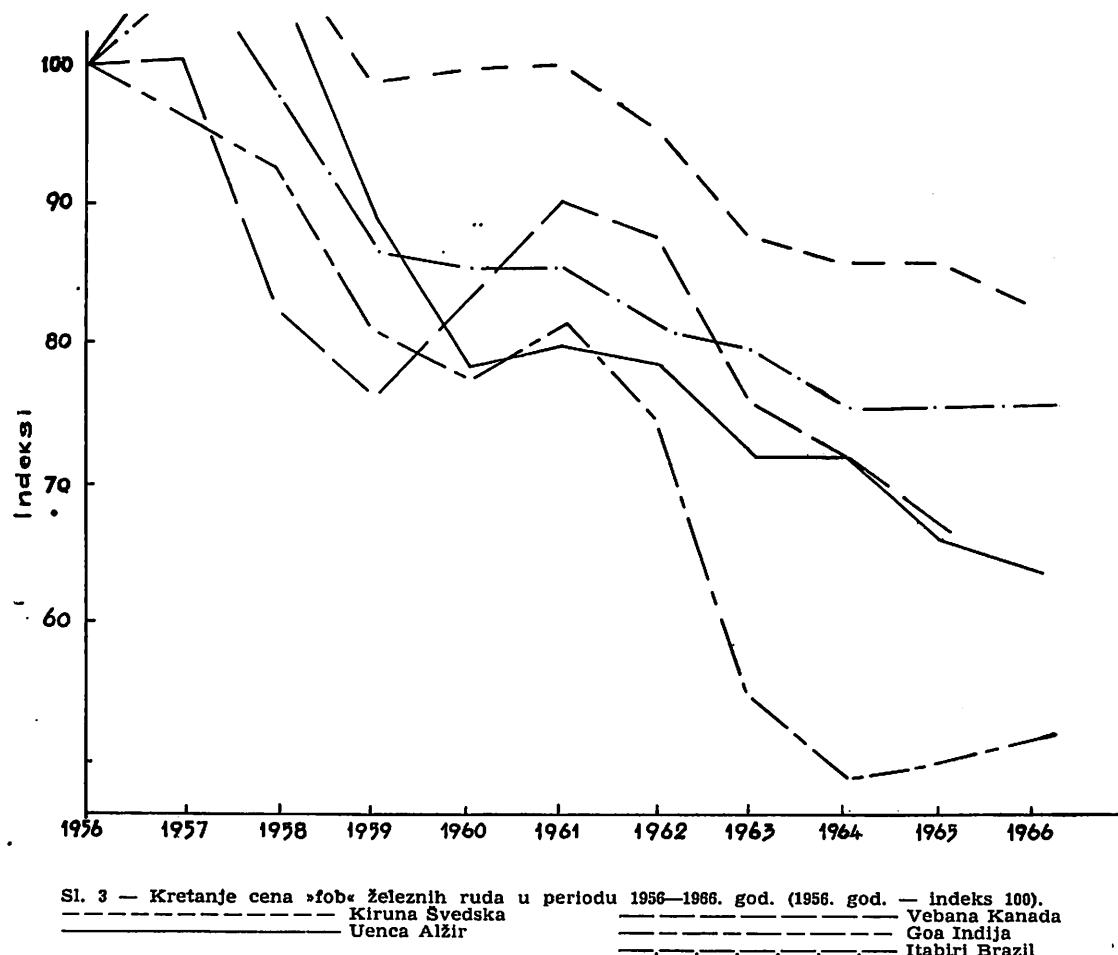
ćanja proizvodnosti visokopećnih procesa i porast potreba u sirovom gvožđu doveli do racionalnijih metoda pripreme zasipa visokih peći. Usled toga su isporuke koncentrata rovnih ruda poslednjih godina bile više nego dovoljne za postojeće proizvodne kapacitete aglomeracija, kada se istovremeno osećao nedostatak dobrih krupnozrnastih ruda i peleta.

Dalji razvoj izvoznog tržišta peleta je još uvek neodređen. Odgovarajuće potrebe u krupnozrnastim rudama i peletima se pret-hodno utvrđuju uzimajući u obzir potrebe pojedinih železara, ne gubeći pri tome izvida da svaka železara može bilo proširiti kapacitet aglomeracije, bilo izgraditi postrojenja za peletiziranje. Odlučujući faktor će, prema tome, biti cena sirovine za proizvodnju aglomerata, krupnozrune rude i peleta. U konačnom obračunu će verovatno cena peleta i krupnozrnastih sejanih ruda biti ravna čeni aglomerata sopstvenog proizvoda železare. Mnoge primeće koje se nalaze u železnim rudama se izdvajaju sa šljakom. No to nije slučaj sa fosforom, jer 95% sadržanog fosfora u rudi prelazi u sirovo gvožđe i njega treba izdvojiti u toku procesa proizvodnje čelika. Usled toga je sadržaj fosfora odlučujući faktor pri izboru procesa proizvodnje čelika iz takve rude. U prvoj polovini dvadesetog veka je za izdvajanje fosfora primenjivan Tomasov proces, a u poslednje vreme se za proizvodnju Simens-Martinovog čelika iz fosfornih ruda primenjuje proces proizvodnje čelika sa dvojnom šljakom. Mogućnost jeftinog dobijanja kiseonika dovela je danas do novog procesa proizvodnje čelika iz fosfornih ruda, ali se još ne može oceniti njegov uticaj na tržište fosfornih železnih ruda.

Zemlje čija je crna metalurgija prva počela koristiti železne rude sa visokim sadržajem fosfora su bile i jedino tržište za izvoz ovih ruda. Glavni uvoznici ovih ruda su bili: Zapadna Nemačka i Velika Britanija. Do drugog svetskog rata i neposredno posle njega, na fosforne rude je otpadao dobar deo međunarodne trgovine železnih ruda, ne uzimajući u obzir izvoz ruda iz Lotaringije u Zapadnu Evropu što se vidi iz podataka iznetih u tablici 3.

Počev od 1957/1958. godine, usled povećanja postojećih količina železnih ruda, otvaranja novih rudnika velikog kapaciteta, poboljšanja transporta, kao i usporenja tempa porasta potreba u čeliku, neke zemlje — veliki izvoznici železnih ruda — su snizile njihovu cenu. Prelaz sa tržišne konjunkture, pogodne za prodavce, na konjunkturu pogodnu za kupce se vidi iz dijagrama na sl. 3 na kome je prikazano kretanje cene raznih vrsta železnih ruda

su cene železnih ruda sa područja Velikih Jezera i SAD, ili cene »fob« železnih ruda »B« i »D« iz Kirune koje su orientacione i mogu znatno odstupati od stvarnih. Kod pojedinih kupoprodajnih ugovora o isporuci železnih ruda cene se vezuju sa hemijskom analizom ruda, koja se stvarno ne mora vršiti, ili se ne moraju višiti ispravke cena koje bi bile pogodne za obe strane. Ovakve cene su često ugovorom vezane za određenu vrstu rude sa



Sl. 3 — Kretanje cena »fob« železnih ruda u periodu 1956—1966. god. (1956. god. — indeks 100).

na tržištu Zapadne Nemačke, koja je u toku dugog niza godina jedan od najvećih uvoznika železne rude.

Pri proučavanju kretanja cima železnih ruda pojavljuje se niz poteškoća. Objavljeni statistički podaci su retki i često nepotpuni. Neki podaci, koji se redovno objavljaju, kao što

tačno utvrđenim karakteristikama, što otežava njihovo upoređenje sa cennama drugih železnih ruda. Cene železnih ruda mogu biti »fob« i »cif« u zavisnosti od toga da li prodavac snosi troškove transporta ili ne. Po pravilu, kupci daju prednost nabavci železnih ruda po cennama »fob« i posebnom ugovaranju

pomorskog prevoza. Prodavci, po pravilu, daju prednost prodaji železnih ruda po cenama »cif«. Međutim, u oba slučaja i prodavac i kupac mogu imati svoje brodove za prevoz ruda.

Ugovorima predviđene cene ne moraju biti tipske zbog različitih uslova. Neki rudnici železnih ruda, zbog svog geografskog položaja, imaju samo jednog potrošača, dok neki nisu potpuno autonomni, ako veći deo proizvodnje ruda isporučuju jednom potrošaču koji je uložio svoja sredstva u razvoj rudnika. U dugoročnim ugovorima, kojima se često predviđa isporuka cene ili gotovo cele proizvodnje rudnika, postavljene su cene koje se ne mogu upoređivati sa cenama pri ugovaranju isporuka sa plaćanjem odmah. U cilju ilustracije, kakvom se pažnjom moraju prihvati zaključci iz dosadašnjeg izlaganja, u tablici 4 je prikazan niz ugovora o isporuci železnih ruda koje su zaključile japanske železare. Tablica obuhvata različite elemente koje treba obavezno uzeti u obzir pri utvrđivanju cene železnih ruda.

Kretanje cena »fob«

Usled nedostatka objavljenih podataka o cenama železnih ruda dalje razmatranje će se bazirati na podacima trgovачke statistike pojedinih zemalja. Ova statistika je dovoljno detaljna tako da može dati predstavu o razvoju trgovine železnih ruda tokom svake godine, mada ne daje (sem u izuzetnim slučajevima) podatke o rudniku iz koga rude potiču i vrsti ruda. Prosječni sadržaj železa u rudi je jedini elemenat koji se mogao sa sličnom tačnošću utvrditi. Usled nedostatka podataka o nizu drugih karakterističnih elemenata dobijeni rezultati imaju samo relativnu vrednost, pa se pri donošenju bitnih zaključaka može načiniti izvesna greška. Na primer, sadržaj vlage u rudi, koji se retko evidentira, može imati znatan uticaj, a razlika između krupnozrnaste rude i rudne sitneži, koja se retko evidentira u spoljnotrgovinskoj statistici, dovodi do variranja cena od 2 do 3 US centa po 1% sadržanog železa.

Tablica 4

Tipski ugovori o isporuci železnih ruda za potrebe japanskih železara

Zemlje izvoznici	Tip i vrsta rude	Cena »fob« za 1% sadržanog železa (US centa)	Cena »cif« za 1% sadržanog železa (US centa)	Ugovorene količine u 000 tona	Rok važnosti ugovora (godina)
Indija	65% Fe	15,5	24,7	7.400	3
	67% Fe	16,2	25,1	850	2
	krupnozrnasta 57% Fe	9,3	19,6	850	1
Brazil	rovna 66/54% Fe	12,3	23,6	50.000	15
	sitnež 64/62% Fe	9,1	20,8		
	krupnozrnasta 68,65% Fe	14,8	25,5		
Malezija	krupnozrnasta 58/60% Fe	15,5	20,2	250	1
	koncentrati 56,58% Fe	11,0	15,9	750	1
	krupnozrnasta 62/58% Fe	14,0	18,5	430	1
SSSR	krupnozrnasta 60% Fe	7,2	19,2	20	1
SAD	58,60% Fe	16,4	24,1	430	1
Liberija	63% Fe	8,4	19,0	160	1
	65% Fe	9,3	19,3	130	1
Angola	62/64% Fe	12,7	21,3	5.100	6
Čile	65% Fe	13,8	22,3	1.800	1
Filipini	krupnozrnasta 55% Fe	16,5	21,6	240	1
	koncentrati 55% Fe	15,1	20,2	200	1

Poređenje pojedinih železnih ruda na tržištu se vrši na osnovu sadržaja železa, mada vrednost rude zavisi, takođe, i od njenih fizičkih i hemijskih osobina.

Podaci u tablici 5 prikazuju kretanje cena »fob« po toni rude i 1% sadržanog železa u periodu 1950—1964. godina u nekim zemljama izvoznicama železnih ruda. Iz tablice se vidi da je sadržaj železa, uglavnom, konstantan, izuzev Kanade, gde je sadržaj železa porastao za oko 9% u posmatranom periodu. Sadržaj železa u rudama zemalja glavnih izvoznica varira od 60 do 62%, izuzev ruda iz Brazila, Čilea i Liberije koje su znatno bogatije i alžirskih ruda koje su siromašnije.

Do 1961. godine su švedske rude zauzimale glavno mesto na svetskom tržištu u pogledu obima uvoza. Njihove cene su pratile kretanje prosečnih cena, ali su ipak bile nešto više, jer je dužina transporta do potrošača bila mala. Treba istaći uticaj vrhunskih potreba u železnim rudama u periodima 1952/1953. i 1957/1958. godina na porast cena. Što se tiče kanadskih ruda, njihove cene nisu pratile poraste cena u 1952/1953. i 1957/1958. godini i njihovo opadanje, već su od 1950. do

1958. godine redovno rasle i zatim ostale gotovo nepromjenjene. Tokom prvih godina posleratnog perioda cene kanadskih ruda su rasle usled poboljšanja njihovog kvaliteta. Bez obzira na loše stanje svetskog tržišta železnih ruda posle 1958. godine, rastuća proizvodnja peleta u Kanadi je doveo do toga, da je prosečna cena ostala nepromjenjena. U toku ova perioda vrhunskih potreba železnih ruda položaj Kanade se nije poboljšao u poređenju sa drugim zemljama proizvođačima i izvoznicama železnih ruda. U periodu 1952/1953. godina cena kanadskih ruda je bila niža od prosečne cene železnih ruda na svetskom tržištu, dok je u periodu 1957/1958. godina bila nešto viša od nje. Ovi podaci ukazuju na orientaciju kanadske trgovine železnih ruda prema SAD i njene posledice. Poboljšanje, nastalo tokom poslednjih godina, verovatno je posledica izravnjanja, u izvesnoj meri, cena kanadskih ruda sa cenama ruda sa područja Velikih Jezera koje rastu.

Cene brazilskih ruda su pratile promene cena na svetskom tržištu. U periodu 1952/1953. godina one su primetno porasle, a zatim neznatno opale. U periodu 1957/1958. godina

Tablica 5

Kretanje cene »fob« železnih ruda izvoženih iz nekih zemalja u periodu 1950—1964. godina

	ŠVEDSKA			KANADA			BRAZIL				
	cena »fob« US dolara po godini/toni	srednji sadržaj železa u rudi %	cena »fob« po 1% sadržanog železa US centi		cena »fob« US dolara po toni	srednji sadržaj železa u rudi %	cena »fob« po 1% sadržanog železa US centi		cena »fob« US dolara po toni	srednji sadržaj železa u rudi %	cena »fob« po 1% sadržanog železa US centi
1950.	6,04	61	9,9	6,06	51	11,8	7,39	68	10,9		
1951.	7,25	61	11,9	6,04	51	11,8	9,85	68	14,5		
1952.	10,65	61	17,6	6,54	51	12,8	14,73	68	21,6		
1953.	11,58	61	19,0	7,17	51	14,0	14,15	68	21,0		
1954.	9,92	61	16,3	7,34	51	14,4	13,11	68	19,3		
1955.	10,01	61	16,40	7,65	51	14,8	11,69	68	17,4		
1956.	10,76	61	18,0	7,99	51,5	15,4	12,80	68	18,8		
1957.	11,65	59	19,8	8,70	51,9	16,8	13,55	68	20,0		
1958.	11,98	59,5	20,2	8,81	52,5	16,8	13,93	68	20,5		
1959.	10,40	59,5	17,4	8,74	53,00	16,5	10,96	68	16,4		
1960.	10,25	60,0	17,1	9,31	53,4	17,4	10,24	66	15,4		
1961.	10,19	60,5	16,8	9,30	54,8	17,0	9,57	66	14,4		
1962.	9,75	61,0	16,0	9,31	57,7	16,2	9,07	66	13,6		
1963.	8,75	61,0	14,4	10,34	59,6	17,2	8,50	66	12,8		
1964.	60,2	.	.	66	.	.	.

opet su porasle, ali u manjoj meri. Od 1958. cene ovih ruda opadaju. Od 1951. do 1958. godine su cene brazilskih železnih ruda nešto više od prosečnih cena na svetskom tržištu pri čemu je u 1954. godini ovo odstupanje bilo najveće. U toku ovog perioda se proizvodnja proširila sa 1,300.000 na 2,500.000 tona godišnje. Rude su bile bogate sa 68% železa i najbolje koje su se mogle naći na svetskom tržištu. Zahvaljujući tome, one su imale prednost u odnosu na druge u pogledu plasmana, iako je cena po jedinici sadržanog železa bila viša od prosečne. Od 1959. do 1963. godine cene su postepeno opadale, brzim porastom obima izvoza sa 2,800.000 tona u 1958. godini na 4,000.000 tona u 1959. godini i na 8,200.000 tona u 1963. godini. Istovremeno je sadržaj železa u izvezenim rudama neznatno opao usled porasta sadržaja sitneži u njima.

Kretanje cena »cif«

Kretanje cena »fob« železnih ruda je razmatrano u cilju ukazivanja na sve promene položaja zemalja izvoznica železnih ruda, koje su nastajale u posmatranom periodu. Međutim, cena »cif« predstavlja osnovu za utvrđivanje cena »fob« putem odbijanja troškova pomorskog prevoza i osiguranja od ove cene. Prema tome, cena »cif«, a ne cena »fob« predstavlja nezavisno promenljivu veličinu, što znači da se uslovi isporučivanja železnih ruda u pojedine zemlje uvoznice železnih ruda moraju posmatrati uvezši u obzir i variranja cene »cif«. Sadašnje glavne uvoznice železnih ruda su: SAD, Japan, Velika Britanija i Zapadna Nemačka.

Promene cena »cif« su tesno povezane sa promenama troškova pomorskog prevoza i posred toga što su postignuti uspesi u oblasti uvozara i prevoza doveli do smanjenja učešća ovih troškova u cenama »cif«, delimično pri prevozu na veća rastojanja. Na troškove prevoza ne utiče samo opšta konjunktura tržišta već i položaj pomorske plovidbe. Tako su, na primer, u toku perioda vrhunske potrošnje železnih ruda u 1952. i 1957. godini, usled nedostatka brodova za prevoz rude, cene »cif« rasle bržim tempom u odnosu na cene »fob«. Međutim, u periodu 1953—1955. godina prosečne cene »fob« su opale, dok su istovremeno porasli troškovi prevoza naročito isporuka iz Kanade i Siera Leone.

Podaci iz tablice 6 pokazuju kretanje cena »cif« po jedinici sadržaja železa u rudi, za

isporuke železnih ruda u Veliku Britaniju, Japan i Zapadnu Nemačku, kao i variranje troškova pomorskog prevoza i variranje uslova kupovine železnih ruda izraženo kretanjem cena »fob« po jedinici sadržaja železa.

Upoređujući podatke o cennama »cif« i »fob« iz tablice 6 mogu se konstatovati sledeće tri karakteristike:

— Prosečne cene »cif« za isporučene železne rude u Veliku Britaniju su veće u odnosu na iste cene za isporučene železne rude u Zapadnu Nemačku. Međutim, cene »fob« su bile niže u odnosu na Zapadnu Nemačku. Tek poslednjih godina je ovaj odnos poboljšan. Ovo neslaganje cena »cif« i »fob« je posledica: količine izvršenih tona-kilometara, cene koštanja tona-kilometara i uslova istovara i drugih uticaja luke u kojoj se vrši istovar.

— U Japanu su se veoma osetno odrazili vrhunski periodi 1952. i 1958. godine naročito na uslove prevoza. Do 1957. godine su rude dopremane, uglavnom, iz susednih država, a troškovi pomorskog prevoza su bili visoki. Posle 1958. godine stanje se brzo menjalo, tako da su već u 1959. godini troškovi pomorskog prevoza znatno opali pa su se, u upoređenju sa Zapadnom Nemačkom i Velikom Britanijom, nalazili između veličina njihovih troškova pomorskog prevoza i rude, uvezene u Japan, bile su jeftinije od rude uvezene u te zemlje. U toku perioda 1960—1962. godina stanje se pogoršalo, ali je »cif« još uvek bila niža u odnosu na Veliku Britaniju. Samo je u 1963. godini cena »cif« železnih ruda uvezena u Japan bila najviša, jer je sniženje troškova pomorskog prevoza u toku prethodne godine bilo neznatno, dok je uvoz železnih ruda iz Latinske Amerike istovremeno dostigao obim od 10,000.000 tona.

— U toku 1960. godine su se cene »fob« železnih ruda u posmatranim zemljama približile prosečnoj ceni »fob«. Pored toga su u Japanu cene bile stalno najpovoljnije. Ponuda povoljnih uslova Japanu zemalja izvoznica železnih ruda Filipina i Malaje za nabavku istih je razumljiva, jer je Japan za njih bio jedino tržište. U pogledu Latinske Amerike Japan je postigao povoljne uslove, jer se pojavio kao veliki kupac u vreme

kada je proizvodnja premašivala potrebe u železnim rudama. Do 1960. godine su SAD nabavljale potrebne količine železnih ruda po cenama nižim od pro-

sečnih, jer je ova ruda poticala ili iz rudnika koji su pripadali korisniku ruda, ili iz rudnika za koje su SAD bile jedino tržište. Stalan porast cena ruda

Tablica 6

Kretanje cena »cif« i »fob« u periodu 1950—1963.godina

	1950.	1951.	1952.	1953.	1957.	1958.	1960.	1961.	1962.	1963.
V. BRITANIJA										
Cena »cif« po jedinici sadržanog železa US centa	13,8	18,3	28,2	27,2	29,4	27,3	24,2	24,4	24,2	22,0
Troškovi pomorskog prevoza US dolara po toni	—	4,2	—	5,4	7,5	—	—	—	5,1	4,1
Cena »fob« po jedinici sadržanog železa US centa	—	11,3	—	18,2	16,9	—	—	—	15,7	15,2
Z. NEMAČKA										
Cena »cif« po jedinici sadržanog železa US centa	—	—	26,2	25,2	27,8	26,4	23,2	23,2	22,2	19,9
Troškovi pomorskog prevoza US dolara po toni	—	—	—	3,8	5,7	—	—	—	4,7	3,6
Cena »fob« po jedinici sadržanog železa US centa	—	—	—	18,9	18,3	—	—	—	14,4	13,9
JAPAN										
Cena »cif« po jedinici sadržanog železa US centa	—	—	32,0	25,5	34,6	26,9	22,6	23,4	23,4	22,7
Troškovi pomorskog prevoza US dolara po toni	—	—	—	—	12,5	—	—	—	5,85	5,2
Cena »fob« po jedinici sadržanog železa US centa	—	—	—	—	13,8	—	—	—	13,7	14,0
SAD										
Cena »fob« po jedinici sadržanog železa US centa	8,6	9,6	13,9	14,3	13,9	13,7	15,5	16,2	16,2	16,2

iz Kanade i Venecuele, počev od 1960. godine, i otvaranje japanskog tržišta za čileanske rude, doveli su do brzog porasta cena isporučenih železnih ruda u SAD.

Interesantno je bilo saznati, da li se tendencija sniženja cena i dalje nastavlja. Iz raspoloživih podataka o sklopljenim dugoročnim ugovorima za isporuku velikih količina železnih ruda između Japana i Australije ona se produžava, što se vidi iz sklopljenih ugovora u 1965. godini od kojih se mogu pomenuti dva: jedan na isporuku 71,400.000 tona peleta sa 62,5% železa u toku 21 godine počev od aprila 1966. godine po ceni »fob« od 19,1 US centa po jedinici sadržanog železa, i drugi za isporuku 16,000.000 tona železnih ruda u toku 16 godina po ceni od 18,5 US centa za jedinicu sadržanog železa.

Zaključak

U toku poslednjih 20 godina, kao posledica intenzivnog razvoja crne metalurgije, usavršavanje tehnologije, tehnoloških procesa i raštruktuirane potrebe u čeliču i proizvodima od čeliča, znatno je proširena međunarodna trgovina železnih ruda. Unapređenje tehnologije obogaćivanja i pripreme železnih ruda za da-

lju preradu je omogućilo eksploataciju čak i takvih ruda sa veoma niskim sadržajem železa, koje do skora nisu smatrane sirovinom crne metalurgije (npr. takoniti u SAD). Dalji razvoj crne metalurgije daće svakako nove mogućnosti za proširenje sopstvene sirovinske baze.

Cene železnih ruda su imale skokovito kretanje, uglavnom, u zavisnosti od ponude i potražnje, odnosno od kretanja potreba u čeliču i proizvodima od čeliča. Značajan uticaj na kretanje cena železnih ruda su imali i novi rudnici, naročito oni sa bogatim rudama i velikim proizvodnim mogućnostima. Ova pojava je naročito karakteristična poslednjih godina, kada je otvoreno više novih visoko mehanizovanih rudnika za jeftinu masovnu proizvodnju.

Kako sva poznata ležišta i pojave železnih ruda u svetu još nisu otvoreni za eksploataciju (oko 50% poznatih svetskih rezervi železnih ruda nije u eksploataciji), to postoje realne mogućnosti njihovog uticaja na kretanje cena železnih ruda. Naravno, ovde se ne sme izgubiti iz vida i uticaj razvoja transportnih sistema, naročito prekomorskog transporta, i troškova prevoza na cenu železnih ruda. Dalji razvoj nauke i tehnike će svakako dati svoj doprinos unapređenju transportnog sistema železnih ruda i smanjenju troškova prevoza.*)

Literatura

- The World Market for Iron Ore ECE, Geneve, 1967.
The Economic Aspects of Iron Ore Preparation
ECE, Geneve, 1968.
Dokumentacija Udruženja Jugoslovenskih želzara — Beograd.

*) Dipl. ing. Slobodan Ivošević, šef grupe za rudnike Udruženja jugoslovenskih želzara, Beograd.

Još nekoliko biografskih podataka o rudarima Srbije (II deo)

(sa 1 slikom)

Dr Vasilije Simić

Sima Lozanić

Zivot i rad Sime Lozanića, akademika i profesora Velike škole odnosno univerziteta prikazao je njegov učenik i sledbenik na katedri hemije profesor V. M. Mićović, osvetlivši podrobno Lozanićevu delatnost na polju hemije a uzgred i ostalu. No kad je reč o ljudima, zaslužnim za rudarstvo Srbije, o Simi Lozaniću treba govoriti kao i o svakom drugom zaslužnom rudaru ili geologu, jer je on radio neprekidno za rudarstvo i stekao ime njegovog pionira. Lozanić, kao što ćemo videti, shvatao je potrebe našega rudarstva, ne samo akademski, kao naučnik i patriota, već praktično, neposrednim radom u njemu, ostavljajući u tom pogledu iza sebe geološke i rudarske stručnjake. Bilo je čudnih paradoksa u našem rudarstvu. Rudarski inženjer i obrazovani tehničar Mihailo Rašković polovinom prošloga veka posvećuje se nastavi hemije, a samo uzgred, preko leta, bavi se svojom pravom strukom — rudarstvom. Sima Lozanić, svršeni pravnik i inostrani stipendista za studiju pedagogije posvećuje se hemiji i kao hemičar odnosno profesor hemije na Velikoj školi otvara i vodi rudnik, projektuje i izgrađuje topionička postrojenja. Istina, on je još kao student pokazivao interesovanje za rudarstvo. Zajedno sa Ljubomirom Klerićem posetio je Idriju i upoznao se sa proizvodnjom i preradom živinih ruda. Tada nije ni slutio da će docnije i sam voditi rudnik i izgraditi topionicu žive.

Lozanić je ušao u rudarstvo preko školskih drugova Ljubomira Klerića i Svetozara Mašina, a takođe i Feliksa Hofmana, sa kojim je bio u velikom prijateljstvu. Počeo je najpre u hemijskoj laboratoriji, sa analizama

ruda i uglja. A završio je u veoma složenim operacijama oprobavanja živinih rudišta na Avali i projektovanja i izgradnji peći za destilaciju žive. Ljubav prema rudarstvu je kod



A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Sima Lozanić".

Lozanića očigledna. Svoj drugi spis o analizama uglja u Srbiji (1886) propratio je rečima: „U celji toj, da bi i ja učinio neke usluge ugljenom rudarstvu našem, preduzeo sam da ispitam hemijski naše važnije fosilno ugljevlje. Materijal za taj rad dobio sam: ne-

što iz mineraloškog kabinet g. Pančića, nešto od privatnih lica, koja se ugljenim rudarstvom baviše a najveći deo dobio sam od rudarskog odeljenja ministarstva finansija, a docnije narodne privrede“. Ma kako to danas čudno zvučalo, sve je ove analize Lozanić radio dobrovoljno i besplatno, nastavljajući tradiciju svoga prethodnika na katedri hemije Mihaila Raškovića.

Za potrebe rudarstva Lozanić analizira ugljeve, rude, troske i sve ostale mineralne sirovine, nalažene u nedrima Srbije. Iako primitivo, to isto je radio i Simin prethodnik Rašković. Ali dok ovaj nije ostavio nikakav trag o hemijskim ispitivanjima ruda i kopova, dotle je Lozanić objavio više analiza naših ugljeva, ruda, minerala, mineralnih i pijačih voda. Za razliku od drugih naših hemičara, koji su u analiziranom uzorku videli samo mineral ili sirovину, Lozanić je naprotiv video u njemu i deo mineralnog ležišta, značajnog za narodnu privredu. I zbog toga, on uz podatke o hemijskom sastavu ispitanoj uzorku daje i druge podatke, koji karakterišu mineralno ležište u svakom pogledu. Još 1874. godine on skreće pažnju nadležnim na kosmaj-ske olovne troske, koje su, prema njegovim ispitivanjima, sadržavale 6,23% olova i 44 g/t srebra.

Prva Lozanićeva studija, posvećena rudarstvu Srbije, pojavila se 1881. godine. To su „Analize srpskog fosilnog uglja“, gde su prikazani ugljevi sa 37 nalazišta. Ovde se prvi put govori kompleksnije o ugljevima u Srbiji. Kako Lozanić nije bio ni geolog ni rudar, a imao je svestrano interesovanje za ugaj, on traži od Feliksa Hofmana, da mu odredi starost pojedinih ugljenih nalazišta. Interesantno je, da se po tome pitanju nije obratio ni starom Pančiću, profesoru Velike škole, ni mladome Žujoviću, suplentu iste škole, već oprobanom rudarskom stručnjaku Hofmanu. „G. Hofman“ veli Lozanić, „razredio je ovo ugljevje, prema svojoj dobi geološkoj, u šest grupa“. Lozanić je pravilno shvatio da se tek onda mogu uspešno uskladiti rezultati hemijskog ispitivanja uglja, ako je poznata geološka starost pojedinih nalazišta. U istoj, 1881. godini Lozanić putuje zajedno sa Hofmanom u banatsku Oravicu da prouči pitanje prerade uljanih škriljaca, čije je prisustvo u Srbiji već bilo zapaženo.

U drugom radu o ugljevima Srbije (1886) Lozanić je klasifikovao ugljeve „u dogovoru sa GG. Hofmanom i Žujovićem“. No ova je klasifikacija u prvom redu Lozanićev delo, jer je on nastojao da do nje dođe, jer je ona bila neophodna hemijskom ispitivanju, koje bez toga ne bi bilo potpuno. I ova studija o uglju propraćena je ostalim, ne manje važnim podacima o prirodi ugljenog ležišta, broju i debljinu ugljenih slojeva, njihovom istraživanju i eksploataciji, pa čak i upotrebi. Da nije ova dva Lozanićeva spisa, ništa ne bi znali o našim ugljenokopima i ugljenim ležištima u osamdesetim godinama prošloga veka.

Lozanićev rad na geološkom i rudarskom poznavanju Srbije uočen je od savremenika dosta rano i ocenjen pravilno. V. Karić (1887) stavlja Lozanića kraj Žujovića, kao radnika na sprskoj geologiji i mineralogiji. Hemijskim ispitivanjima ruda, ugljeva i mineralnih voda Lozanić je, kako veli Karić, „stekao velike zasluge ne samo za poznavanje mineralogiskoga stanja Srbije, nego i za razvitak rudarstva i industrije, kojima je za različita preduzeća, dao tako dragocene podatke“.

Među savremenicima, vezanim za rudarstvo Srbije, Lozanić je mnogo potpunije video problematiku ne samo ugljarstva, već i celokupne rudarske privrede. Na sv. Savu 1891. godine, kao rektor beogradskog univerziteta održao je svetosavsku besedu: „Odgovara li naša industrija pozivu svom?“ Iz nje se vidi da je Lozanić bio izvanredno dobar poznavalač rudarstva u Srbiji, kome je, u svome govoru, posle poljoprivrede, posvetio najveću pažnju. I danas, posle toliko decenija, njegovi zaključci u pogledu podizanja rudarske industrije nisu izgubili od svoje praktičnosti.

Lozanićeve sklonosti ka rudarstvu narođito su došle do izražaja na avalskom rudniku žive u Šupljoj steni i njegovoj topionici u Ripnju. Ovde se ispoljila snalažljivost profesora Velike škole i člana akademije nauka, da se pored naučnih bavi i praktičnim problemima. U prvoj fazi rada rudnika i topionice Lozanić je bio suvlasnik preduzeća, sa 1/8 udelela. Topionicu je sam projektovao, izgradio i sa njom rukovodio. U 1887. godini čak je i konstruisao „jednu muflu za destilovanje“, koja je „radila bez prekida pune četiri godine, najzad je progorela“. Ova mufla je poz-

nata u našoj literaturi kao „stara Lozanićeva pec“ u topionici žive u Ripnju. Srušena je 1891. godine. Poduhvatima ovakve vrste moglo se pohvaliti malo naših rudara (Hofman je izgradio mufle za topljenje cinkovih oksidnih ruda u Kučajni, a Manojlo Marić je podigao u Krupnju peći za topljenje olovnih ruda).

Pored rada u topionici Lozanić je u toku nekoliko godina analizirao živine rude sa rudnika u Šupljoj steni, kako u fazi istraživanja, tako i kasnije, prilikom eksploatacije rudišta. Samo analiziranje ruda nije zadavalo teškoća, ali je bilo veoma složeno pitanje uzimanja proba na rudištu, na zalihamama izvadene rude i kod šarže, koja je trebalo da ima standardni sadržaj, pa da iskorišćenje topionice bude povoljno. Ova pitanja nisu onda bila rešena ali ih je Lozanić uočio i žalio se, da peći u Ripnju nikada nisu dobijale standardnu šaržu za topljenje, iako se na tome radilo.

Na kraju da podsetimo na osnovne biografiske podatke Sime Lozanića. Rodio se u Beogradu, 24. februara 1847. godine. Otac mu je bio sreski načelnik. Na pravni fakultet Velike škole u Beogradu upisao se 1865. godine, a završio ga je 1868. Iste godine, sa državnom stipendijom za pedagogiju otputovalo je u Ciriš, gde se posvetio izučavanju hemije. Kasnije je prešao u Berlin i završio obrazovanje. U Beograd se vratio 1872. godine i odmah posle Raškovićeve smrti preuzeo je katedru hemije i hemijske tehnologije. Na njoj je proslavio i pedesetogodišnjicu rada. Lozanić je bio član 17 raznih društava i akademija, naših i inostranih. Nekoliko puta je bio i ministar (narodne privrede tri puta i spoljnih poslova dva puta). Umro je 7. jula 1935. godine.

Od blizu 180 objavljenih radova, preko 20 se bavi pitanjem naših mineralnih sirovina, minerala i mineralnih i pijačih voda. Potpun spisak Lozanićevih radova nalazi se u knjižici: »Doživljaji i radovi prof. dr S. M. Lozanića«. Spomenica njegove osamdesetogodišnjice, Beograd 1927, a zatim u nekrologu od V. M. Mićovića: »Sima Lozanić«. Glasnik hemijskog društva knj. VI, Beograd, 1935.

Dragomir Popović i Milan Naumović

Potpunosti radi pomenuću još dvojicu obrazovanih rudara, o kojima sam našao veoma malo podataka. To su rudarski inženjeri Dragomir Popović i Milan Naumović.

Dragomir Popović

Nema nekih zasluga za rudarstvo u Srbiji, jer je ovde vrlo malo radio. Rudarske studije završio je u Petrogradu. Posle toga je kao rudarski inženjer služio u Sibiru, između ostalog i na dobijanju zlata na Jeniseju. U Srbiji se bavio kratko vreme 1907. god., istražujući korisne sirovine po topičkom i požarevačkom okrugom. Onda je opet otputovalo u Rusiju, pa je posle Oktobarske revolucije, sa Rusima emigrantima doputovalo u Jugoslaviju 1920. godine. Najpre je služio u Generalnoj rudarskoj direkciji u Beogradu (2–3 godine), a zatim je premešten u Skoplje za inspektora oblasne rudarske uprave. U 1929. godini služio je na ugljenokopu u Kreki. Ne zna se tačno kada je umro.

Popović je objavio:

1. Rudarstvo u Srbiji. Trgovinski glasnik 1907, broj 182.

2. Rudarski uput za istraživanja i izviđaj ruda i korisnih iskopina. Beograd 1908. godine. Izdaje njegove sestre Katarine. Uput je, kako pisac veli, saставljen prema lekcijama profesora rudarskog instituta u Petrogradu Romanovskog. Ova je knjižica veoma retka i u njoj je prvi put na našem jeziku objavljeno o načinu istraživanja ležišta korisnih mineralnih sirovina.

3. Rudarstvo u južnoj Srbiji. Almanah Kraljevine SHS 1923/4, sv. II.

4. L'industrie minière en Serbie méridionale. Revue économique et financière de Belgrad. 1924, sv. 1.

5. Rudno bogatstvo zapadnog Sibira. Rudarsko-topionički vesnik I, 1929, str. 180.

Milan Naumović

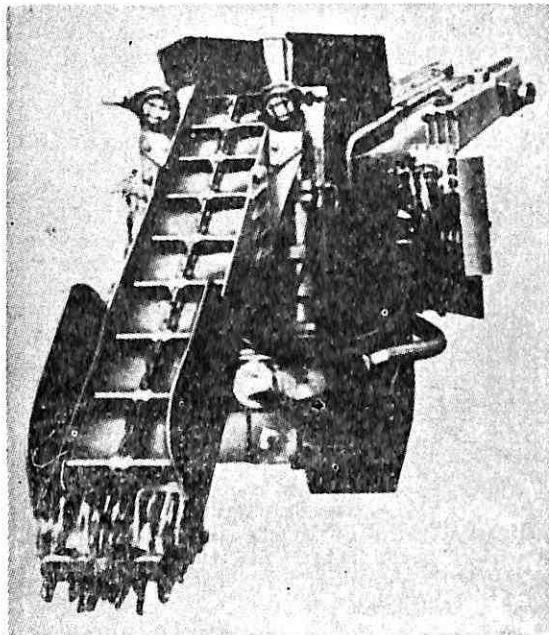
Rođen je u Kragujevcu 22. avgusta 1883. godine. Na rudarsku akademiju u Frajbergu primljen je 25. oktobra, a upisan 1. novembra 1901. godine. Diplomirao je tačno posle četiri godine, 20. decembra 1905. i sa akademije poneo zvanje topioničkog inženjera. To je sve što se moglo saznati o Naumoviću u Arhivu rudarske akademije u Frajbergu. Inače u Srbiji Naumović nije radio kao rudarski inženjer ni privatno ni u državnoj službi. Niti kogod od savremenika zna o njemu ma šta da kaže. Milutin Gojković je pet godina bio mladi od Naumovića i o Milanu je čuo samo dok je bio na studijama u Frajbergu. Kao topioničar mogao se je u Srbiji zaposliti i kod kragujevačke topoličnice, ali o tome nemam podataka.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Glodar — utovarač »Westfaliafuchs«

Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia, Altlünen, izrađuje glodar-utovarač »Westfaliafuchs«, hidraulički pokretanu mašinu za dobijanje i utovar, koja može prema potrebi da radi na šinama ili gusenicama (v. sliku).

Kao međutransporter je predviđena bunkerska traka. Ona deponuje, za vreme izmene vagoneta, materijal, koji glodar-utovarač dobija. Na taj način se povećava stepen iskorišćenja glodara-utovarača.



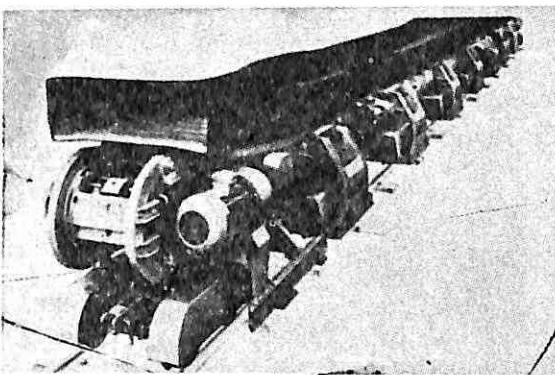
Materijal, koji seku noževi, usitnjen je kako to odgovara potrebama; dalje sitnjenje materijala nije potrebno. Mogućnost pomeranja uređaja sa noževima omogućava selektivno dobijanje. Valjak sa noževima zahvata ponovo materijal koji je pao i omogućava čistu obradu podine. Dužina ručice za sečenje i snabdevanje valjka za sečenje noževima može se prilagoditi radnim uslovima. Kod dobijanja tvrdih minerala snabdeva se ručica za sečenje, ako je to potrebno, na knadno uređajem za bušenje. Montaža, posluživanje i održavanje je sasvim jednostavno. Usled svog celishodnog principa kopanja i utovara nailazi ovaj glodar-utovarač na sve širu primenu kod dobijanja glina i sličnih materijala.

G. N.

»Keramische Zeitschrift«, 20 (1968) 4, str. 232/233

Bunkerski i lokomotivski trakasti vozovi

Westfalia Lünen proizvodi pored transportnih traka Grebe maršrutne bunkerske trakaste vozove i lokomotivske trakaste vozove. Bunkerski voz omogućava kombinacijom transportne trake i transporta po šinama ekonomičan transport materijala u potkopima i njima sličnim hodnicima (v. sl.). Lokomotivski trakasti voz je pogodan za transport raznih vrsta materijala



po komplikovanim izvoznim putevima. Pomoću skretnice može se posluživati proizvoljan broj utovarnih i istovarnih mesta na proizvoljnim rastojanjima. Ovo univerzalno transportno sredstvo može se bez velikog utroška kapitala i rada prilagoditi brzoj promeni radilišta ili prostim izmenama različitim transportnim zadacima.

G. N.

»Keramische Zeitschrift«, 20 (1968) 4, str. 233

Portable metanski indikator

Glavno područje primene metanskog indikatora, prikazanog u sl. 1 i 2, sovjetske provenijencije, je stalna kontrola metanom ugroženih jama. Ovi aparati se mogu primeniti i u drugim industrijskim granama, tako npr. u hemijskim pogonima, rafinerijama nafte i sl. Kako su ti indikatori kao baterijski aparati nezavisni od električne mreže, mogu se oni primeniti i upotrebiti na bilo kom mestu u nekoj fabrići ili jami. Njihov zadatak se sastoji u stalnoj kontroli koncentracije metana indikacionim aparatom, povezanim optičkim ili akustičkim signalom u slučaju opasne koncentracije metana u području atmosfere, koju treba kontrolisati.

Indikacioni aparati zasnovani su na principu sagorevanja metana bez plamena na površini specijalno osetljivog katalizatorskog elementa sa pratećom transformacijom topotognog signala, koji odgovara sadržini CH_4 , u električni signal. Transformacija topotognog signala u električni vrši se pomoću platinске spirale, koja ima istovremeno funkciju oporničkog termometra i služi kao grejno telo za katalitski element. Pri tome ona predstavlja jednu granu mernog mosta, drugu granu mosta predstavlja platinска spirala normalnog elementa, koji je potpuno iste konstrukcije kao i katalitski (radni) element, ali koji nema katalitičke osobine. Početna temperatura na površini radnih i uporednih elemenata (kod prisustva metana u atmosferi, koju treba ispitivati) iznosi 500°C .

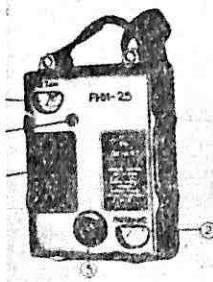
kontaktnog voltmetra. Ako napon padne ispod dozvoljene donje granice, kontakti voltmetra zatvaraju alarmni strujni krug.

Tačnost merenja koncentracije metana na skali 0,5 do 2,0% CH_4 iznosi $+0,3\%$ CH_4 . Sa istom precizijom nastaje uključenje svetlosne i zvučne signalizacije pri 2% CH_4 . Ova tačnost važi pod sledećim uslovima: spoljna temperatura +5 do $+350^\circ\text{C}$, relativna vlažnost vazduha do 98% pri $+30^\circ\text{C}$, zaprašenje vazduha do 1 g/m³, pritisak vazduha 660 do 860 mm živinog stuba, brzina strujanja vazduha 0 do 5 m/sec i sadržina ugljen-dioksida 0 do 2%.

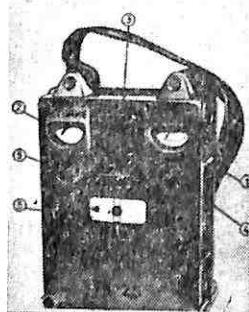
Zahvaljujući niskoj jačini struje u svim električnim strujnim krugovima ne postoji opasnost od stvaranja varnice. Razvodna šema i konstrukcija aparata vrše autokontrolu svih električnih strujnih krugova indikatora.

G. N.

»Industrie-Anzeiger«, 90 (1968) 33, str. 688/689



Sl. 1 — 1 — metanski indikacioni aparat; 2 — merač napona; 3 — žaluzije za dač metana i alarmno zvonce; 4 — signalna lampa; 5 — dugme za uključivanje za presmeravanje mernog područja.



Sl. 2 — 1 — metanski indikacioni aparat; 2 — merač napona; 3 — žaluzije za dač metana i alarmno zvonce; 4 — signalna lampa; 5 — dugme za uključivanje za presmeravanje mernog područja; 6 — poklopac za utikač za punjenje dirki za uključivanje struje.

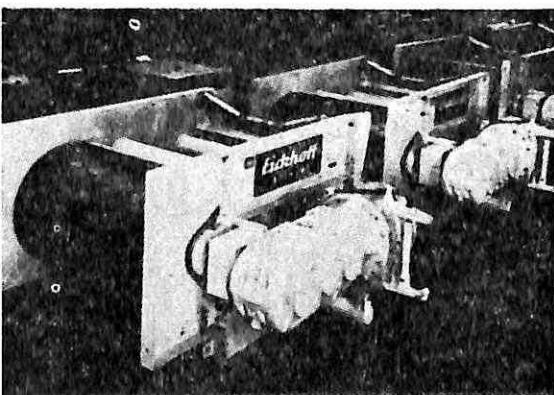
Oba elementa, uporedni i radni element, sačinjavaju davač aparata i smeštena su u zajedničku reakcionu komoru. Vazduh, koji treba ispitivati, ulazi potpuno slobodno usled difuzije i konvekcije u komoru. Na mernu dijagonalu neizravnatog mernog mosta je priključen kontaktni mili-voltmetar, koji je baždaren u % CH_4 . Kod opasne koncentracije metana on zatvara svojim kontaktima strujni krug i uključuje zvučne i svetlosne alarmne signale.

Signalni uredaj za merni most napaja se pomoću baterije, koja se sastoji iz dva serijski povezana hermetički zatvorena akumulatora nominalnog napona od 2,5 V, 10 A/h. Akumulatorski napon se stalno merenjem kontroliše pomoću

Suzbijanje abanja i buke pomoću specijalnih gumenih ploča

Postrojenja za transport i preradu sirovina izložena su naročito snažnom i brzom abanju, a u industrijskim granama kao npr. rudarstvu, cementnoj industriji i šljunkarama nastaju povećani troškovi čestom zamenom poabanih delova kako usled visokih troškova održavanja tako i čestim prekidima rada. Posle višegodišnjih optira uspelo je preuzeće STAHLGRUBER GUMMIWERKE, Minhen, da razvije specijalne gumene ploče, pomoću kojih se postiže optimalni radni velik trajanja delova izloženih abanju. Ekonomičnost tog procesa se ogleda između ostalog i u tome, što se taj proces sve više probija u evropskoj čeličnoj industriji. Dalja velika prednost pri upotrebi specijalne gume se nalazi u znatnom sniženju nivoa buke.

Na različite mogućnosti suzbijanja abanja ukazuje se pomoću tzv. »Tip-Top Elastic« obložne gume pomenutog proizvodača. Materijal se proizvodi u tvrdoćama 25 do 70 Shore i različitim



Sl. 1 — Pogonski bubnjevi dvostruko profilisanih obloga Tip-Top-ETR

daljim tvrdoćama. Njegova prerada je vrlo jednostavna i može se izvoditi pomoću sopstvenih kvalifikovanih radnika nakon obučavanja od strane specijalista proizvođača. Gumene ploče su snabdevene nevulkanizovanim slojem za lepljenje, usled čega nije potrebno činiti rapavom donju stranu ploče; delovi, koje treba obložiti, moraju se jedino osloboditi od rde i očistiti i oprati pomoći specijalnog sredstva za čišćenje (sl. 1).

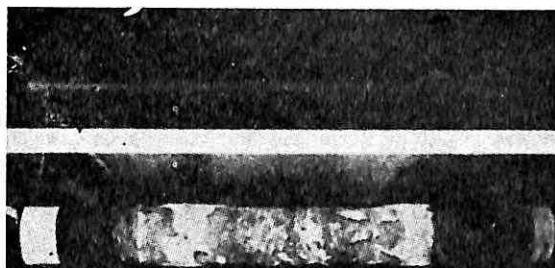
Kod pogonskih bubenjeva transportnih traka u cilju poboljšanja adhezije između pogonskog bubenja i trake, naročito kod većih rastojanja između osovina, stavlja se na površinu bubenja profilisana, elastična specijalna gumeni obloga. Kod takve obloge kvalitet TR 70, koji se izrađuje u nebuktavom-antistatičkom kvalitetu, ne dolazi do klizanja trake čak ni kod visoko opterećenih transportnih traka. Elastičnost obloga garantuje stalno glatku površinu bubenja usled čišćenja, koje se automatski vrši. Profilisanje povećava adheziju između bubenja i trake i služi osim toga odvodjenju vode i prljavštine. Dvostruko profilisanje je zakonom zaštićeno i nezavisno od pravca kretanja pogonskog bubenja, što je naročito važno kod primene reverzibilnih traka (sl. 1). Kao najpovoljnije debljine obloga u praksi smatraju se:

TR 70 debljine 8 mm kod pogonskih bubenjeva do 500 mm Ø

TR 70 debljine 10 mm kod pogonskih bubenjeva od 500—1000 mm Ø

TR 70 debljine 12 mm kod pogonskih bubenjeva preko 1000 mm Ø.

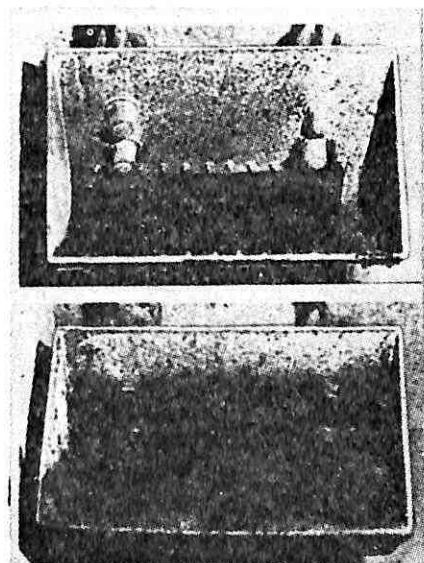
Bubnjevi za omotavanje i savijanje kod transportnih traka treba da budu obloženi prema natezanju trake kvalitetom EP 40 debljine 7 od-



Sl. 2 — gore: rolna donjeg dela trake sa oblogom EP, bez lepljenja
dole: rolna donjeg dela trake bez EP-obloge

nosno 10 mm. Elastič-ploča jastučnica sprečava svojim visokim odbojnim elasticitetom lepljenje materijala na transportnu traku. Lepljenje odnosno oblaganje donje strane trake i nosećih rolni kvalitetom EP debljine 7 mm sprečava i ovde lepljenje i sl. usled visokog odbojnog elasticiteta. Kao naročito povoljno se pokazalo odlaganje rolni donje strane na trakama za transport koksa. Rolne obložene sa EP 25 su apsolutno neosetljive na udar, ne zahtevaju nikakvo održavanje i imaju stalno glatku površinu (sl. 2).

Znatno abanje pokazuju sva transportna sredstva, kao vibracione skliznice (bunkerske ispusne skliznice) i oluci, tamo gde nezaštićene čelične površine dolaze u dodir sa hemijski ili mehanički agresivnim transportnim materijalom. Oblaganjem slojem EP postižu vibracioni transporteri prema čeličnim limovima iste debljine 8 do 12 puta duži vek trajanja. Kod vibracionih žlebova pokazale su obloge EP 40 naročito svoju vrednost. Kod sitnog materijala treba imati u vidu i kočno dejstvo gume; mora se uzeti veći broj vibracija vibracionog žleeba, jer visoko elastična guma upija izvestan deo vibracije. Kod materijala, koji se lako lepi pokazalo se dobrim pričvršćivanjem gumenih ploča letvicama kod vibracionih žlebova odnosno stresaljki; dakle, te se gume ne lepe nego se jedino pričvrste zavrtnjima. Efekt lepršanja, koji usled toga nastaje čini, da materijal odskače. Utvrđivanje ploča EP 40 letvicama preporučuje se svuda na pretočnim mestima odnosno bunkerima, gde dolazi do snažnih pojava lepljenja materijala.



Sl. 3 — gore: vedrice elevatora sa uloškom EP
dole: vedrice elevatora bez uloška EP

Oblaganje ispusnih levkova odnosno skliznica treba prilagoditi datim uslovima: kod utvrđivanja debljine ploče treba imati u vidu kao važne faktore brzinu trake, transportni kapacitet, visinu pada materijala, odbojni ugao i granulaciju transportnog materijala. I ovde obloga uslovljava znatno povećanje veka trajanja skliznica i smanjenje nivoa buke već prema debljini obloge 10 do 30 fona. Ako pored abanja usled klizanja dolazi i do udarnog dejstva preporučuje se primena specijalne kombinovane ploče, koja se sastoji iz visoko elastične meke gume za prigušivanje udarca i tvrde gume za abanje u donjem sloju.

Priljanje usled glinovitog i lepljivog materijala za transportovanje u elevatorskim vredricama sprečava se pomoću ploča jastučnica Elastic. Iz dna vredrice se iseca jedan segment i zamjenjuje sa EP. Stabilnost vredrice ostaje ista, a efekt samočišćenja gumene obloge je tako velik, da nije potrebno nikakvo ručno čišćenje. Na taj način povećava se vek trajanja vredrice. Prema dosadašnjim iskustvima nije se moglo posle petogodišnje upotrebe primetiti nikakvo abanje (slika 3).

Interesantna je primena EP kod segmentnih ploča postrojenja sa obrtnom kiblom za šahtne peći. Poznate su pojave izbočenih segmenata na dancetu, što se sprečava umetanjem obloge od 12,5 do 15 mm debeline sa EP 40 odnosno SH 70. Za dozer za punjenje šahtnih peći preporučuje proizvođač oblaganje slojem od 7 do 10 mm debeline. Posle propuštenih preko 100000 t koksa obloge EP 25 od 7 mm debeline nije pokazala skoro nikakvo abanje, dok su limovi od čelička izdržali samo 8 do 10000 t.

Bočna vodeća guma iz Elastic ploča jastučnica, zelena, ima vrlo dug vek trajanja. Visoka elastičnost sprečava u velikoj meri oštećenje trake. Debljina relativno mekog EP materijala treba da se uzme za oko 2,5 mm veća, nego što je uobičajeno kod tvrdih bočnih vodećih guma. Kvalitet EP 40, zelen, može se upotrebiti kao guma za struganje na strugačima, koja se pokazala naročito pogodnom kod materijala sa oštrim ivicama kao što je koks, suvi pesak i šljunak. Kombinacija guma za struganje, crna — zelena — crna, konstruisana je iz tri sloja sa različitim tvrdoćama. Na taj način se postiže izvanredan efekt čišćenja i kod lepljivog glinovitog materijala, a da se traka ne izloži opasnosti oštećenja. Trake te vrste odlično se primenjuju u industriji lignita; vek trajanja takvog kombinova nog strugača iznosi u proseku 80 do 85 sменa.

Viseće i odbojne gumene zavese iz EP materijala, debline 15 mm, imaju 15 do 20 god. duži vek trajanja nego obično upotrebljena parčad transportnih traka. Na pretovarnim mestima, gde dolazi do naprezanja usled oštih udaraca najrazličitijeg materijala i visokih brzina traka, vrši se armiranje čeličnom žicom unutar gume. Za ovo se upotrebljavaju ostaci starih traka čeličnih užadi, na koje se na udarnoj strani stavlja EP ploča 10 do 15 mm.

Ukratko se može reći, da opisani materijal usled svoje mnogostrukosti, zbog razne tvrdoće i kvaliteta pruža industriji mogućnost, da snizi pojave abanja svih vrsta i time smanji troškove.

G. N.

«Zement, kalk, gips», 57 (1968) 4, str. 191/192

Gama-apsorpciona ekspresna kontrola sadržaja pepela u uglju

U postrojenjima za oplemenjivanje uglja standardna metoda za određivanje sadržaja pepela ne može služiti za operativnu kontrolu usled dužine ovog procesa. Zbog toga su metode na bazi

apsorpcije gama zrakova pri prolazu kroz materijalu veoma interesantne. Aparati koji rade na ovom principu u drugim granama delatnosti ne mogu postići veliku tačnost u ugljevima, jer ugljevi predstavljaju masu zrnastog materijala različitog granulometrijskog sastava, koja uz to kao dopunsku komponentu ima vazduh, čiji je koeficijent apsorpcije gama zrakova manji za nekoliko dekadnih mesta od materijala koji se ispituje.

Posle dugih istraživanja pronađena je brza i sigurna metoda pripremanja proba, koja se sastoji u zapunjavanju svih vazdušnih zazora između čestica uglja tebnošću, koji poseduje isti linijski koeficijent slabljenja kao i osnovna komponenta smeše. Na ovom principu je izgrađen uređaj za ekspresno merenje sadržaja pepela u uglju. Uredaj se sastoji od tri bloka:

- mernog, u koji je smešten radioaktivni izvor gama zrakova Tulinin¹⁷⁰, detektor zračenja sa mernom posudom i etalonom
- bloka pripreme u koji su smeštena dva vibratora sa mernom posudom i
- radioelektronskog koji se sastoji od bloka za napajanje električnom energijom i intenzimetra.

Svi elektronski uređaji su izrađeni sa poluvodničkim elementima. Izrađeno je nekoliko uređaja, na kojima su vršeni eksperimenti u industriji uglja i kao najbolji pokazao se tip ZAR-2.

Redosled operacija pri radu sa ovim uređajem je sledeći: vlažna proba klase 0—3 mm stavlja se u mernu posudu koja se nalazi u bloku pripreme i zatim sabija pomoću vibratora. Posuda se zatim stavlja u merni blok, a merni instrument dovodi na nulu pomoću etalona, koji se posle doterivanja sklanja da bi se postavila posuda sa materijalom. Na mernom instrumentu se očitava sadržaj pepela u procentima. Srednja kvadratična greška iznosi $\pm 0,31$ do $\pm 0,58\%$.

D. J.

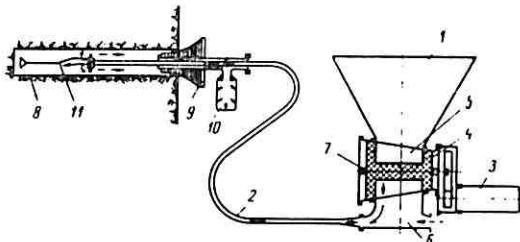
«Ugol'», (1968), No. 2, str. 60—63

Industrijska ispitivanja uređaja UZS za punjenje dubokih bušotina granulisanim eksplozivom u rasutom stanju

Institut NIPI Gormaš je konstruisao i ispitao u industrijskim uslovima uređaj UZS za mehaničko punjenje eksplozivom bušotina prečnika 70—150 mm nagnutih od +45 do —90°. Uredaj se može postaviti neposredno u jamsku prostoriju — bušotinu, a i u hodniku na prilazu radilišta. U poslednjem slučaju transport eksploziva do bušotine se vrši pneumatski na odstojanje do 250 m pri visinskoj razlici do 80 m. Pomoću ovog uređaja mogu se puniti bušotine manjeg prečnika, kao i minske komore.

Uredaj se sastoji od bunkera, dodavača, pneumatskog pogonskog motora sa reduktorom, cevnog voda za transportovanje eksploziva do bušotine i uređaja za hvatanje prašine. Zapremina bunkera ima 70 l. Padni pritisak komprimiranog vazduha je 5 atū, potrošnja za transport

2,5 m³/min, a za pogon 2,0 m³/min, dok je snaga pneumatskog motora 1,0 kW. Težina uređaja je 22 kg, dužina 850 mm, širina 650 mm i visina 880 mm.



Kad se bunker napuni eksplozivom, uključuje se komprimirani vazduh kojim se produžava cevni vod i pušta dodavač (dozator). Komprimirani vazduh zahvata eksploziv i transportuje u bušotinu.

Kapacitet uređaja dostiže 9 t/smenu ili 2250 kg/nadn. Gustina punjenja iznosi 1,15 g/cm³.

D. J.

»Gornyj žurnal«, (1968), No. 2 — februar, 50—51

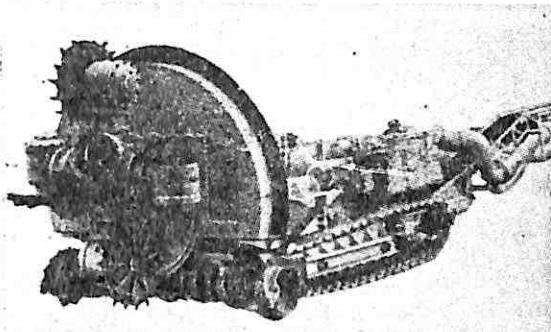
Kombajn »Karaganda — 7/15«

U ugljenom basenu Karaganda primenjuje se specijalan tip kombajna, koji obezbeđuje forsiranu izradu hodnika u čvrstim i žilavim ugljenvima sa proslojcima stena čvrstoće $f = 4$. To je kombajn K 7/15.

Kombajn (guseničar) ima originalan radni organ za izradu hodnika lučnog oblika preseka 8—17 m². Dva (ili četiri) radna diska smeštena su vertikalno na čelo radilišta i okreću se oko svojih osa u suprotnim smerovima. Oba diska su smeštena na zajedničko dvokrako rame, koje se okreće oko ose, paralelne sa osom hodnika i mogu se pomerati po tom ramenu ka i od ose, tako da kombajn može izradivati lučni profil veće širine u odnosu na visinu.

Uglj se odbacuje diskovima ika limenom štitu smeštenom između radnog organa i zadnjeg dela mašine, pada i u trenutku prolaza diska u blizini podine, nabacuje se na grabulasti transporter koji ga otprema u hodnik na drugo transportno sredstvo. Sa strane,iza radnog organa i iznad podine nalaze se dva glodala koji doteruju donji deo profila hodnika na pravougaoni oblik.

Kod rada kombajna u nestabilnim stenama podgrađivanje je moguće na odstojanju 1,5 m od



čela. Instalisana snaga iznosi 269 kW, težina 39—43 t, kapacitet — 3,25 t/min.

U toku industrijskih ispitivanja kombajn je postavio svetski rekord izradivši za 31 dan 2523 metara hodnika. Za jedan dan je maksimalno izrađeno 146 m, a za smenu 44 m hodnika preseka 8,2 m² pri prosečnom učinku od 18,3 m³/nad.

D. J.

»Ugol'«, (1968), No. 2, 38—39

Utvoravačice Euclid

U mestu Blackwood Hodge je firma Euclid prikazala nove modele mehanizovanih utovarnih lopata: model 72-31, model 72-41 i model 72-51. Oni su opremljeni mašinama od 145 KS, odn. 163 KS, odn. 202 KS. Modeli 72-31 i 72-41 koriste dvotaktni dizel-motor sa četiri cilindra GM 4-71N. Model 72-51 koristi dizel-motor sa šest cilindara GM-6-71N. Kod modela 72-31 prenos je hidraulični: turbinski, dvofazni, četiri elementa (Allison Hydro TT-2420). Na modelu 72-41 transmisija je nešto drukčija i složenija (Allison CRT 3630), dok je na modelu 72-51 transmisija hidraulična, prilagođena radovima u dva nivoa (gornjem i donjem) sa odgovarajućim turbinama, fazama i elementima (Allison Hydro TT-4420).

Sva tri modela su snabdevena osovinama pozne Euclid-konstrukcije namenjene teškim radovima. Dati su detalji o uslovima utovara i kretanja utovaračice. Rukovanje i kontrola se obavljaju preko sistema mehaničkih veza. Za sva tri modela je predviđen isti tip menjačke kutije i isti niz komandnih uređaja (adekvatno a-komodiranih).

Prikazanim modelima utovaračica se mogu dodavati razne vrste lopata, vedara (nazubljenih i sa rezovima), kao i izvesni kontrolni hidraulični uređaji.

Dimenziije i operativni kapaciteti sva tri modela saopšteni su u posebnoj tablici. Ona sadrži niz podataka kojima se ovi modeli karakteristično ističu, te se lako zapaža njihova prednost u odnosu na uobičajene tipove srođne opreme. Sudeći po dvema fotografijama, utovaračice su konkretno demonstrirane na radilištu kamenoloma i na skladištu tucanika.

A. B.

»Mining and Minerals Engineering« 4 (1968), 2, 79, 2 sl. 1 tabl.

Hidraulična kontrola podgrade

Firma Dowty Mining Equipment Ltd predstavila je svojim potrošačima jedan novi sistem i opremu za potpuno hidrauličnu daljinsku kontrolu podgradivanja širokog čela. Prikazana oprema i sistem mogu se primeniti na svaki tip ili model mehanizovane podgrade. Sistem se odlikuje ekonomičnošću, jer ne povećava troškove dobijanja uglja. Sa gledišta zaštite na radu ovaj sistem takođe ima niz prednosti, s obzirom da nema varničenja.

Elementi podgrade se kontrolisu u nizu. Kontrolne operacije se obavljaju pri optimalnoj mehaničkoj brzini i nisu ograničene ni sprečene vremenom potrebnim za transport ljudstva. Kao hidraulični nosilac koristi se emulzija ulja i vode. Registrovanje stubaca i greda se obavlja automatski, u oba smera. Posebnim sirenama daju se signalni smetnji i opasnosti. Daljinsku kontrolu ne ometaju ni intervencije koje se obavljaju u slučajevima nepredviđenog ponašanja stjenja oko podgrade ili elemenata same podgrade.

Pomoću kontrolne konzole kontrolor sprovodi tri osnovna vida kontrole: kontrolu stubaca, kontrolu selekcije smera, kontrolu bezbednosti (bilo da podgrada napreduje ili da je fiksirana). Na kontrolnoj tabli se očitavaju: četiri hidraulična pritska (glavni, za napredovanje, puni i za fiksiranje), kretanje elemenata, položaj i stanje istih, niz numeričkih podataka i merenje protoka.

Rad sa ovom novom opremom nije naročito komplikovan, ali se razlikuje od standardnih postupaka, te zato zahteva posebno obučeno osoblje. Ipač, ovaj nedostatak nije velik, pošto sva pomoćna oprema, kao i hidraulična mreža, padaju bogatim i dobro poznatim garniturama firme Dowty.

A. B.

»Colliery Engineering«, 45 (1968), 529, 82-85, 3 fot. 2 sh.

Uključivanje vodnih ciklona u pripem uglja

Nedavno uključivanje »kompaund« vodnih ciklona našlo je primenu u severnoameričkim i australijanskim rudnicima uglja, naročito kod ugljeva koji će služiti za preradu u koks i kod redukovavanja sumpora i pepela u uglju koji koriste energane.

Zagađivanje vazduha znatno je uticalo da se preduzmu potrebne mere za smanjenje štetnih posledica koje nastaju kod pripreme uglja.

Opšti projekat postrojenja za čišćenje uglja obuhvata 3 glavna procesa koji se vrše prilikom mokrog postupka. To su:

- grubo čišćenje
- korišćenje mulja
- procedivvanje vode.

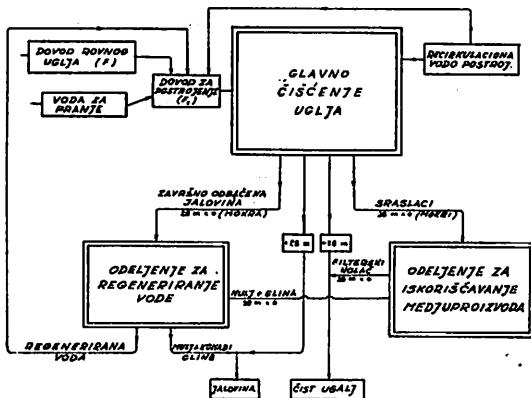
Ovi procesi čine jedan sistem sa hidrociklonima raznih konstrukcija. U ovom se postupku uglavnom primenjuju pumpe, a vrlo malo tračni transporteri, elevatori sa vedricama i ostala oprema. Cena takvog postrojenja je manja, a isto tako i uloženi kapital održavanja. Komande su automatske, a broj ljudi se smanjuje.

Prikazana su i izvesna usavršavanja koja olakšavaju postupak prilikom puštanja u rad i svode na minimum gubitak vremena zbog pogonskih ili mehaničkih prekida.

Dati su postupci na šemama glavnih postrojenja i to:

- odeljenje za glavno prečišćavanje
- odeljenje za korišćenje medijuma koji ističu
- odeljenje za regenerisanje vode.

U odeljenju za korišćenje medijuma koji ističu vrši se procedivvanje na minus 28 i dobija čvrsta sadržina.



Ovom prilikom nije potrebno koristiti postupak u dve radnje. Međutim, ako treba da se odvoji i pirit, onda se mora izvršiti još jedna radnja. Pirit ima ekonomski značaj i zaslужuje pažnju, a ekonomičnije je ako se proces odmah izvrši, a ne da se ruda kasnije prerađuje sa jaloštva.

Glavna funkcija odeljenja za regeneraciju vode sastoji se u postupku »stripping« za mulj sa mnogo pepela i gline iz vode postrojenja u polučvrstom obliku, kao pepela ili paste koja se može ukloniti sa neobradenim otpadnim materijalom. Samim tim isključuje se potreba za bazenima.

Kombinacije sa hidrociklonima. — Cilj ovog izlaganja bio je da se prvenstveno dokaže kako neki hidrocikloni mogu da se kom-

binuju za postizanje separacije pomoću specifične težine i veličine klasifikacije, kao i da se postigne dehidratacija finih čvrstih delova u suspenziji. »Kompaundni« vodni cikloni, koji koriste prečnik ciklona (D), dati su kao upoređenje. U zaključku se podvlači, da je dokazano, s obzirom na sve veću primenu hidrociklona u pripremi uglja, koliko je taj postupak koristan i ekonomičan.

S. Š.

»CIM Bulletin«, Vol. 6 — IX No 675 I, 365—370.

Drobljenje i mlevenje bez pritiska

Drobljenje i mlevenje se vrši alatima, primenom pritiska u raznim vidovima. Uglavnom, to je operacija gde se gruba sila upotrebljava sa krajnjom neefikasnošću. Postavlja se pitanje, kad će se primeniti metode bez upotrebe pritiska.

Usutnjavanje bez pritiska. Potencijalne ekonomske nagrade za neke metode razbijanja stena bez pritiska su tako velike da je neophodno intenzivirati istraživanja u bliskoj budućnosti. Do sada nije ništa određeno ispitano; međutim, neke ideje su obuhvaćene u sledećem:

— čestice stena mogu da se obrće u vazduhu dovoljnom brzinom da se razbijaju usled centrifugalne sile, kao što i točilo može da se raspade kada se obrće iznad kritične brzine. Čestice mogu biti sitnije od onih koje se dobijaju konvencionalnim usutnjavanjem;

— odgovarajuća indukovana vibracija sa tačnom resonantnom frekvencijom bi teorijski trebalo da raznesi i deliće čestice stene. Međutim, vibracioni testovi u jednom rasponu frekvencije na uzorcima razbijene stene nisu pokazali i rezonansni efekt;

— ako se jedno visoko naponsko pražnjenje pod vodom u zatvorenoj komori izvrši u blizini stene, voda isparava i jedan deo se rastavi. Javlja se, donekle, usutnjavanje. Pražnjenje volatže 30.000 volta nekoliko stotina puta zahteva isto toliko energije kao i u konvencionalnom usutnjavanju. Na 100.000 volti odnos je bolji, ali ipak preteran;

— izvesne stene mogu da se usutne brzim indupcionim zagrevanjem. To zavisi od električne konduktivnosti i različitih koeficijenata istezanja. Homogena stena ne odgovara tom tipu usutnjavanja;

— voda ili para mogu da se utisnu u pore stena pod velikim pritiskom i maglim padanjem pritiska mogu da proizvedu lomljenje;

— isto tako postoji mogućnost da se koriste laser zraci; međutim, cena te energije bi bila preterana.

Izgleda, da se taj problem mora započeti produbljenom studijom fizičke strukture stene. Atomski energija bi, izgleda, omogućila vrlo veliku ekonomsku korist.

Današnja oprema. Skoro sve mašine, a naročito mlinovi, biće veće i omogućiće povećanu tonažu kapaciteta i prema tome manju cenu potoni robe. Broj stepena usutnjavanja će se povećati sa svakom mašinom koja će biti više adaptirana za svoj raspon rada. Primarni konusne drobilice biće masivnije, dok će sekundarne imati povećane dublje komore, a završni stepen biće sa konusnom drobilicom velike brzine sa hidrauličnom komandom. Prosejavanje između 2 stepena vršiće se i dalje; veliki mlinovi sa šipkama će se više upotrebljavati.

Veličina stene biće redukovana, što će imati veliki ekonomski značaj. Istraživanja i razvoj u toj oblasti će se povećati kako u pragmatičnom produžavanju postojećih metoda sa lomljenjem pritiskom i u neverovatnoj obećanoj teoriji za lomljenje bez pritiska.

S. Š.

»Mining Engineering«, january, 1968.

Primena južnoafričke opreme kod izrade okana u Kanadi

Kanada, po planu, treba da poveća proizvodnju nikla na oko 67,5 miliona kg u 1970. god. U Greightonu se izrađuje novo okno koje u proleće 1969. treba da bude duboko 2.187 m. To će biti najdublje »singl« okno na zapadnoj hemisferi.

Cetvorospratna čelična konstrukcija visi na jakim čeličnim užadiма pričvršćenim u 6 tačaka. U donjem delu smeštena je i okačena grabilica i komandna kabina, kao i uređaji za betoniranje. Postoje 2 vitla, od kojih jedan služi za konstrukciju, a drugi za iznošenje.

Otpucavanje se vrši, pošto se konstrukcija izdigne 23 m od dna. Posle vađenja materijala vrši se betoniranje na visini od 4,5 m za svaku sekciju.

Grabilica od 0,566 m³ ubacuje materijal u posudu. Ona se pokreće motorom snage 30 KS i lako se udaljuje od centra okna. Operator lako rukuje svim komandama.

Očekuje se da će pri optimalnim uslovima rada i korišćenjem 11-tonске posude izbaciti 635 tona/dan.

Ova instalacija je teška oko 2.250 tona čelička. Za oblaganje okna upotrebljeno je 26.600 m³ betona. Najmanja debeljina betona mora biti 30 cm. Za popunjavanje obloge u dužini od 4,5 m potrebno je 13 kamionskih šarži betona.

S. Š.

»S. A. Mining Engineering«, march 1, 1968

Obaranje ispusta na gornjim ivicama etaže koje se otkopavaju bagerima

Pri otkopavanju malkih stena etažama koje imaju visinu koja odgovara tipu bagera stvaraju se, po pravilu, pri vrhu etaže ispusti, čije obrušavanje može prouzrokovati kvarove na bageru, pa i nesretne slučajeve.

Borba sa ovim ispustima vodi se uglavnom miniranjem, što je skup i neprikladan način. U laboratoriji instituta UkrNIIProekt konstruisan je uređaj koji se montira na traktor T 100 GP. Radni organ ovog uređaja je ozubljeni puž, koji se može okretati a pogon dobija od transmisije traktora. Uređaj je ispitivan u pogonu na površinskom kopu Gluhoveckog kombinata za kaolin. Obrušavanje ispusta je vršeno na etažama visine 9—15 m. Negativni ugao ispusta iznosio je oko 10° . Posmatranje karaktera obrušavanja je pokazalo sledeće: visina snižavanja etaže pri

vрšinskom kopu pri čemu je uređaj bio unikat. Kod serijske proizvodnje uređaja logično je da će se uređaj još bolje isplatiti.

D. J.

»Gornij žurnal«, (1968), 3, 22—23

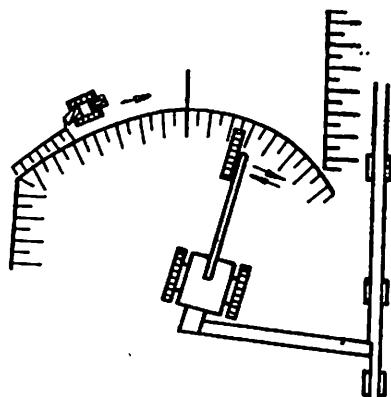
Industrijska ispitivanja sistema daljinske kontrole raspodele vazduha u jamama

Krivoroški rudarski naučno-istraživački institut je konstruisao aparatu za sistem daljinske kontrole raspodele vazduha u jamskoj ventilacionoj mreži (SKV-15). Kod stvaranja ovog sistema bila je iskorišćena ranije razrađena konstrukcija davača brzine kretanja vazduha (»Gornij žurnal«, (1966), Nr. 8 str. 52). Prototip sistema je stvoren 1966. g., a industrijska ispitivanja su završena juna 1967. g.

Tehnička karakteristika sistema SKV-15

Broj davača brzine vazduha u kompletu	15
Oblast merenja brzina u m/sek	0,05—15
Odgovarajuća oblast izmene električnog signala nA	0—150
Relativna greška merenja brzine vazduha u %	5—6
Zavisnost izlaznog signala od brzine vazduha	kvadratna
Režim rada davača	sa prekidima
Straža	naizmenična
Napon napajanja V	127 ili 36
Frekvencija Hz	50
Snaga koju uređaj troši u W	1
Dimenzije davača: prečnik \times širina \times visina, mm	64 \times 30 \times 84
Dimenzije komutatora sa blokom za napajanje, mm	230 \times 140 \times 125
Dimenzije upravljačkog pulta, mm	550 \times 350 \times 450
Težina davača, kg	0,1
Težina komutatora sa blokom za napajanje, kg	1,9
Težina upravljačkog pulta, kg	do 15

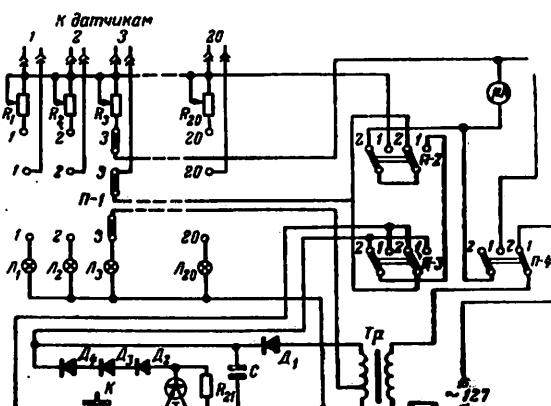
Termopretvarač je osetljivi deo davača koji pretvara brzinu vazdušne struje u električni signal i sastoje se od dva silicijska stabililitrona ti-



Šema obaranja ispusta uređajem S6.

uređaju sa dužinom puža 4,25 m iznosi posle obrušavanja 2,5—3,2 m; korak obrušavanja ispusta pri brzini premeštanja uređaja od 29,88 m/h iznosi prosečno 1,2—1,5 m; neprekidan proces obrušavanja ispusta se postiže ukoliko njegova debeljina ne premašuje 0,8 m ili kod stena III—IV kategorije; karakter razaranja podsečenog ispusta pri obrušavanju ne zavisi od visine etaže već od raspucalosti, granulometrijskog sastava, vlažnosti i usmerenosti kvarcnih žila, a obrušavanje ispred puža se skoro i ne javlja. Kako puž pri rezanju izbacuje oko polovine materijala na gornju površinu, na njoj se stvara nasip visine 0,5 m koji pruža veliki otpor kretanju puža, pa se moraju montirati specijalne lopatice za razbacivanje materijala.

Primena uređaja za odsecanje ispusta na gornjoj ivici etaže se može vršiti svim tehnološkim šemama otkopavanja na površinskim kopovima. Račun je pokazao, da se izrada uređaja isplati u toku 10 meseca rada na Gluhoveckom po-



Električna šema pulta za upravljanje.

pa D-809 koji su uključeni u mostovsku spregu. Princip dejstva termopretvarača bazira na zavisnosti napona koji se stabilizuje stabilitronom temperature. Kako se temperatura stabilitrona razlikuje za 40—50°C to su i naponi koje oni stabilizuju različitog intenziteta. Termodavač predstavlja jedan šupalj cilindar od tekstolita u kome se učvršćuju bazični i radni stabilitron. Površina otvora davača treba da bude okrenuta normalno na smer vazdušne struje, a smešten je na mestu gde brzina vazdušne struje ima vrednost prosečne brzine za ceo presek hodnika. Komutator služi za isključenje termopretvarača. Izrada komutatora je normalno ruknjička. Na pultu za upravljanje vrši se uključivanje i isključivanje pojedinih davača, prijem informacije koju davači šalju i kontrola ispravnosti pojedinih davača. Električna šema pulta je data na slici. U toku industrijskih ispitivanja dokazan je kvalitet sistema, jer u toku 800 časova rada nije bilo nijednog kvara ili drugih smetnji. Sistem će uskoro biti upotrebljen u kompleksu sa automatskim vetrenim vratima.

D. J.

»Gornyj žurnal«, (1968), 3, 56—59

Unificirani bageri kašikari EKG-8I i EVG-4I

Veliki zadaci postavljeni u oblasti otkopavanja korisnih minerala na površinskim kopovima i oblasti zemljanih radova određuju novu etapu u razvoju izgradnje bagera. Najvažniji zadatak je naglo povećanje sigurnosti u radu i produženje veka trajanja bagera. U tom cilju u Ižorskoj

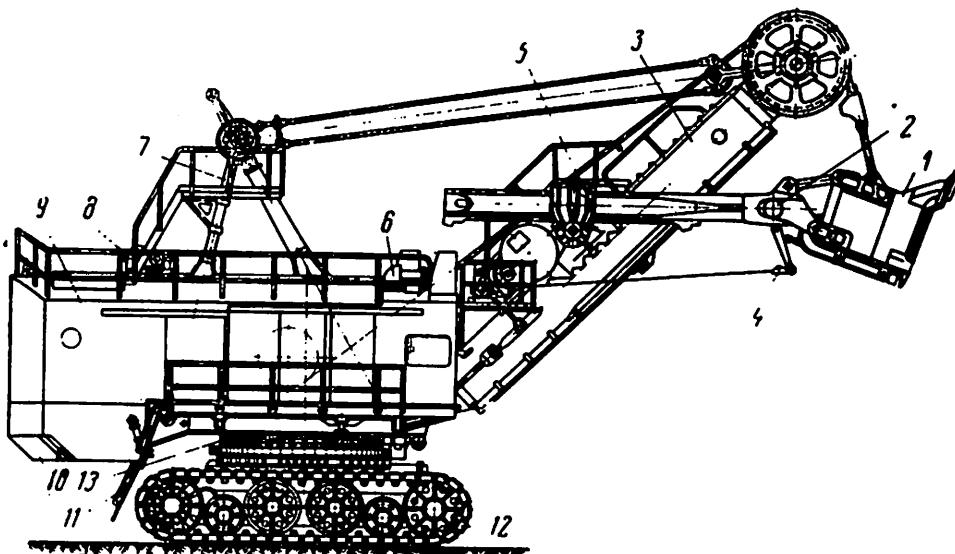
klanjanjem dobijeni su usavršeni tipovi bagera EKG-8I i EVG-4I. Tehničke karakteristike starih i novih tipova su:

Parametri

Zapremina kašike, m ³	EKG-8	EKG-8I	EVG-4	EVG-4I
za teške terene	6	8	4	4
za srednje terene	8	10	5	5
Maksimalna daljina kopanja, m	17,54	17,7	22	23,5
Maksimalna visina kopanja, m	12,5	12,5	20	20,6
Visina do zubaca kašike, maksimalno, m	12,95	13	20,9	21,5
Maksimalna daljina istresanja kašike, m	15,5	15,7	20	21,9
Maksimalna visina istresanja kašike, m	8,4	8,3	16	17,2
Maksimalna sila podizanja, t	70	90	45	45
Brzina dizanja kašike, m/sek	1,0	0,98	1,35	1,36
Sila pritiskivanja kašika u telo, t	35	37	26	27—30
Brzina kretanja, km/h	0,8	0,5	0,8	0,5
Pritisak na tle, kg/cm ²	2,6	1,9	2,7	1,9
Instalirana snaga, kW	520	520	520	520
Težina konstrukтивna, t	320	323	335	320
Radna težina, t	360	350	405	347

Posle rekonstrukcije i probnog rada fabrika je povećala garantni rok mašini od 12 meseci na 18 meseci.

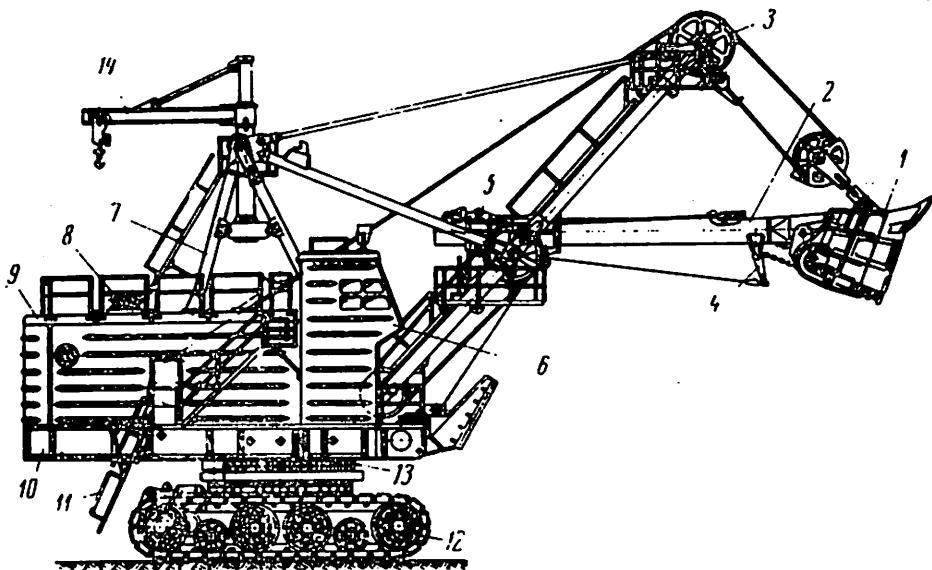
Osnovne izmene u konstrukciji i mere za usavršavanje su sledeće. Svaka gusenica ima svoj pogon, što poboljšava mogućnost manevriranja. Platforma za okretanje gornjeg dela bagera ne sastoji se više od jednog komada što pojeftinjuje bager. Svi reduktori su u zatvorenoj izradi i svi ležajevi su kotrljajući. Mechanizam za ko-



Sl. 1 — Bager EKG-8.

fabrici se pristupilo usavršavanju bagera EKG-8 i EVG-4 na kojima se u toku 10 godina eksploatacija ispoljilo više nedostataka. Njihovim ot-

panje i okretanje gornjeg stroja smešten je iza ose okretanja gornjeg stroja što smanjuje težinu protivtega. Uredaj za potiskivanje kašike na



Sl. 2 — Bager EKG-8I.

radilište je izведен užetom koje ima amortizujuću napravu tako da su dinamička otprećenja smanjena za 25—30%. Kabina bageriste je zatvorena i ima grejanje. Kućište bagera je prepravljeno tako da se vrlo lako namešta i skida što skraćuje vreme remonta. Kašike imaju live-no dno i mehanizam kočenja što povećava 2—3 puta njihovu izdržljivost. Sistem upravljanja glavnim mehanizmima se vrši pomoću magnetskih pojačivača sa dubokom zasićenošću, tako da su povećani stabilnost rada, sigurnost u pogonu i jednostavnost podešavanja. Pojedini elementi konstrukcije oba tipa bagera su unificirani. Većina elemenata poseduju automatsko podmazivanje.

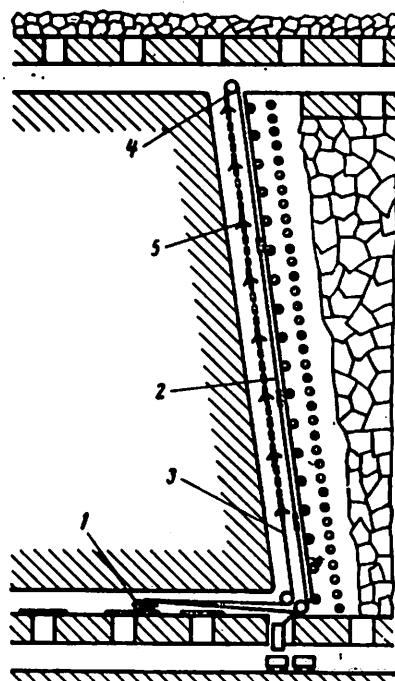
D. J.

»Gornij žurnal«, (1968), 3, 41—46

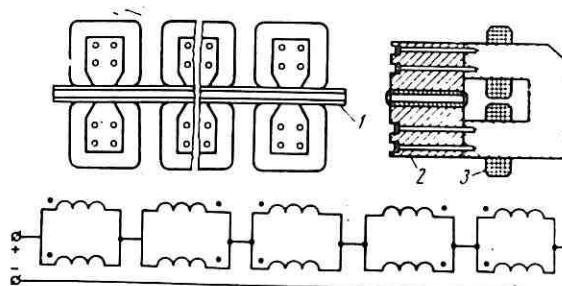
Usavršavanje transporta pri otkopavanju nagnutih rudnih žila

Blago nagnuta i nagnuta žilna ležišta ruda obojenih metala obično se otkopavaju širokim čelima po padu ili po pružanju uz primenu skreperskog transporta. Kapacitet skreperskog uređaja u ovim uslovima kod daljine skreperovanja od 30—50 m i zapremini skreperske kašike od 0,15—0,2 m³ iznosi 40—60 t/smenu. Učešće troškova za skreperovanje rude varira u zavisnosti od dužine čela i kapaciteta od 20—60% od ukupnih troškova otkopavanja. Povećanje kapaciteta skreperskog uređaja postiže se na račun povećanja zapremine kašike, tj. snage vitla. Povećanje zapremine skreperske kašike dovodi kod žila male moćnosti do zaklinjavanja kašike između odvaljene rude i krovine radilišta, dok smanjenje daljine prebacivanja materijala povećava koštanje rude.

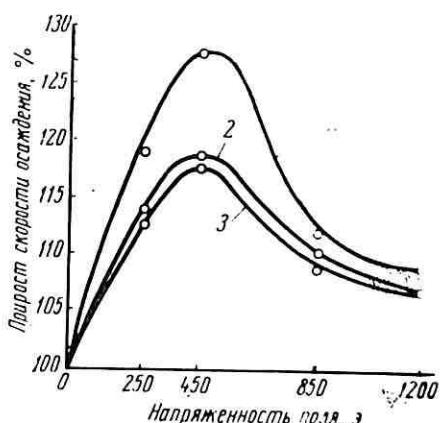
U cilju povećanja kapaciteta Institut za rudarstvo Sibirskog odeljka Akademije nauka SSSR je izradio konstrukciju novog transportnog uređaja MSDU (mnogoskrebkovaja dostavočnaja ustanovka) čija je šema data na slici.



Šema skreperskog uređaja sa više kašika.



Sl. 1 — Šema aparata za magnetsku obradu pulpe 1 — cev pravougaonog preseka; 2 — polni nastavci; 3 — namotaji; 4 — spoj namotaja aparata.



Sl. 2 — Izmena brzine taloženja flotacionih otpadaka pri različitim jačinama magnetskog polja i brzinama proticanja pulpe; brzina proticanja u m/sek: 1—1,1; 2—2,2; 3—2,8; protok m³/h; 1—32; 2—63; 3—84.

U nižem izvoznom hodniku se postavlja skreperski vitao 1. Radna i prazna grana užeta (2 i 3) ovog vitla se provlače u radnom prostoru duž čela. Izmena pravca užadi se vrši koturima 4. Na radnom ogranku užeta postavljaju se na jednakim odstojanjima skreperske kašike 5, koje su snabdevene lopaticama na sklapanje. Nai-zmeničnim uključivanjem bubenjeva skreperskog vitla uže dobija uzdužno-oscilatorno kretanje sa oscilacijom jednakom odstojanju skreperskih kašika.

U toku radnog hoda kašike nailaze na otpor rude, otvaraju se i premeštaju rudu. Kod praznog hoda lopatice se sklapaju te klize po odvaljenoj rudi ne zahvatajući istu. Premeštanje rude se vrši od kašike do kašike, pa kapacitet uređaja ne zavisi od daljine transportovanja i ne smanjuje na čelima velike dužine.

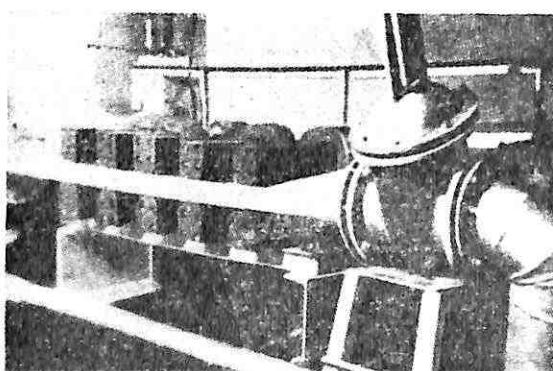
Prototip ovog uređaja je ispitivan u rudniku »Primorskom«. Ugao nagiba rudnog tela je bio u proseku 25°, dužina čela po kosini oko 75 m, debljina otkopavanja 1,1 m, prosečna veličina komada rude 0,18 m (maksimalno 0,50 m). Za pogon je upotrebljen vitao 30LC-2C. Deo užeta je zamenjen kalibriranim lancem na koji su montirane skreperske kašike. Sirina kašika kod otvorenih lopatica je 820 mm, kod zatvorenih 400 mm, visina (debljina) 270 mm, dužina 1000 mm. Težina jedne kašike iznosi oko 75 kg. Bilo je postavljeno 10 kašika na odstojanju od 5 m. Dužina čela je iznosila oko 50 m. Postavljanje kašika na lanac je trajalo 2 sata. Kod probnog rada bilo je premešteno više od 600 t rude. Trajanje utovara jednog vagoneta zapremine 1 m³ iznosio je oko 1 minut. Kapacitet uređaja iznosio je 140—150 t/h. Uredaj je povećao proizvodnju 2,5—3,0 puta uz povećanje ekonomičnosti. Uredaj se može automatizovati i sinhronizovati sa operacijom utovara vagoneta. Pored toga ravnomernost kretanja materijala omogućuje korišćenje transporterera. Pristupa se serijskoj proizvodnji ovog skreperskog uređaja.

D. J.

»Gornij žurnal«, (1968), 3, 29—30

Magnetska obrada otpadaka na flotacionom postrojenju OF 38 u cilju njihovog zgušnjavanja

Prvo industrijsko ispitivanje uticaja magnetske obrade pulpe na zgušnjavanje mulja bilo je izvršeno u flotaciji 38. kombinata »Karaganda-ugleobogašenje«. Aparat za magnetsku obradu pulpe je konstruisan u institutu »Gipromasobogašenje« i predstavlja dijamagnetnu cev pravougaonog preseka. Unutarnje dimenzije cevi iznose 40 × 200 mm. Cev se smešta između polova elektromagneta (5 komada). Namotaj svakog elektromagneta ima 2 × 2580 zavojava žice prečnika 1 mm. Namotaji su međusobno povezani da bi se omogućilo smenjivanje usmerenosti magnetskih polja u radnom procepu aparata. Napajanje uređaja se vrši iz mreže naizmenične struje preko ispravljača pomoću koga se može regulisati jačina struje od 0,25 do 1,4 A, što odgovara promeni jačine magnetskog polja od 250 do 1200 Oe. Maksimalna brzina proticanja pul-



Sl. 3 — Industrijski aparat za magnetsku obradu pulpe kapaciteta 250 m³/h.

pe u radnom procepu aparata iznosi 2,8 m/sek pri kapacitetu od 84 m³/h. Aparat je postavljen u pulpovod ispred taložnika. Mulj OF38 se odnosi na onu vrstu koja se teško taloži usled velikog sadržaja tanko dispergovanog glinastog materijala koji se lako raskvasti u vodi. U mulju se nalazi oko 10—15% ugljenih čestica. Pre ugradivanja aparata za industrijsko ispitivanje bili su obavljeni eksperimenti za izbor parametara magnetske obrade, koji bi dali najbolji efekat taloženja. Na osnovu dobijenog dijagrama (sl. 2) odabранa je jačina magnetskog polja od 450 Oe i brzina proticanja pulpe 2,8 m/sek. Industrijska ispitivanja su pokazala da je magnetska obrada pulpe znatno povećala brzinu taloženja otpadaka flotacije tako da je sadržaj čvrste materije u otpadnoj vodi smanjen dva puta u odnosu na taloženje bez magnetske obrade, a sadržaj čvrstih materijala u zgušnutom proizvodu je povećano za 10%.

Za magnetsku obradu svih otpadaka flotacije potrebno je bilo povećati kapacitet magnetskog aparata, što je postignuto povećanjem pravougaškog preseka protočne cevi za račun izmene odstojanja između polova i produženja polnih nastavaka. Kapacitet ovako rekonstruisanog aparata je iznosio 250 m³/h, što je omogućilo magnetsku obradu svih otpadaka flotacije. Korišćenje flokulanta je na ovaj način postalo nepotrebno. Utrošak energije iznosio je oko 0,001 kWh po 1 m³ pulpe.

Velika efikasnost metode magnetske obrade pulpe, jednostavnost aparature i neznatan utrošak električne energije omogućuje da se ista preporuči za intenzifikaciju zgušnjavanja ugljenih i drugih vrsta mulja uz obavezno prethodno regulisanje režima rada aparature.

D. J.

»Ugoł«, (1968), 3, 59—61

Strugač za transportne trake sa mehaničkim doterivanjem

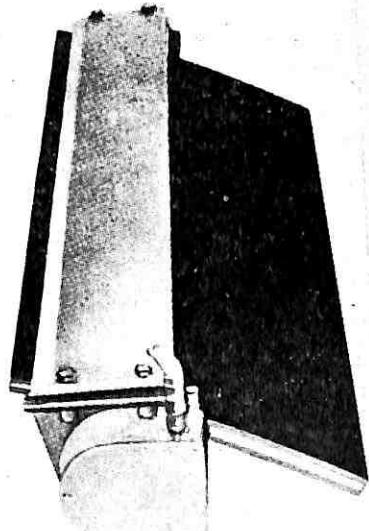
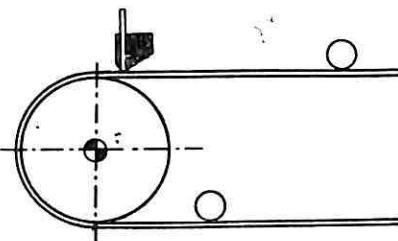
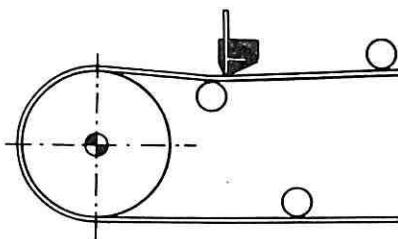
Pri konstrukciji novog strugača za transportne trake uzeti su u obzir sledeći principi:

— guma strugača odredena za čišćenje trake može se za vreme transporta doterivati, a da se pri tom ne dira u postrojenje;

— guma za struganje, koja je stavljena u aparat za struganje dimenzionisana je tako, da ne zahteva nikakvo održavanje u razdoblju od 12 meseci;

— guma strugača je predvidena za najteže radne uslove. Posluživanje je vrlo prosti. Aparat za struganje trake je prikazan na sl. 1, a primer kako je strugač postavljen prikazan je na sl. 2. Kod konstruisanja strugača je bilo teško naći odgovarajuću gumu za struganje, koja bi kod čišćenja i u vremenu trajanja davana optimalne vrednosti. Prema iskustvu, te komponente zavise od mnogih osobina, kao što je tvrdoća Shore, čvrstoća na otiranje, pritisak naleganja i od brzine trake i materijala, koji se prevozi. Iz ovog

proizlazi, da tvrd materijal omogućuje dobro čišćenje, ali zahtevano vreme trajanja ne zadovoljava; mek materijal, naprotiv, daje dovoljno vreme trajanja, ali ne postiže zadovoljavajući efekt čišćenja usled labilne napadne ivice. Re-



šenje je postignuto na taj način, što je upotrebljen troslojni (sandvič: tvrd/mek/tvrd), presovan i vulkaniziran materijal, koji ima dovoljan vek trajanja i efekat čišćenja.

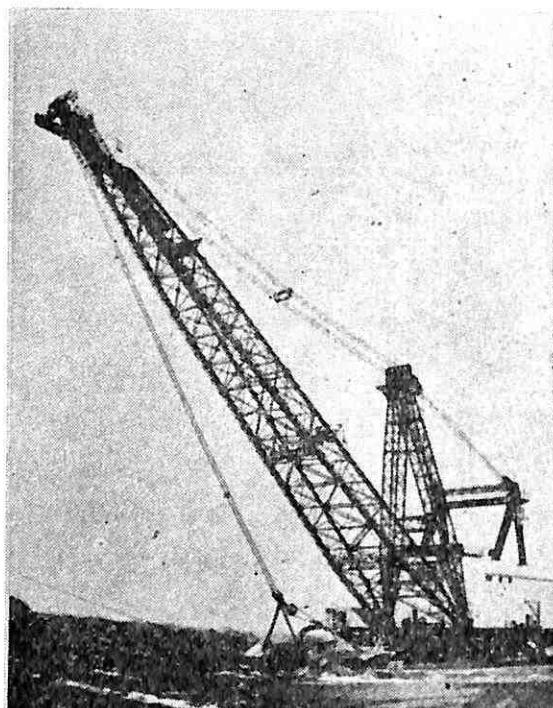
G. N.

»Industrie-Anzeiger« 4. 28. april, (1968), str. 29.

Pokretni dreglajn sa kapacitetom od 46 m³

Nedavno je firma Bucyrus Erie isporučila preduzeću »Ayrshire Collieries« dreglajn 1450-W. Taj veliki dreglajn može zahvatiti u dužinu 75 m, a u dubinu 45 m ispod svog nivoa. Spособan je da prenese preko 1 milion t uglja godišnje.

Težina dreglajna iznosi 2,7 mil. kg (oko 2.000 automobilja). Iako težak, on je potpuno pokretnjiv na stopama koje su 3 m široke i 17 m dugačke. Ovaj gigant — ekskavator pokreće 65 el. motora, jačine 2000 KS. Dreglajn prebacuje 45.000 m³ dnevno.



Dreglajn 1450-W proizvodi se u South Milwaukee, a prvenstveno se koristi u rudnicima uglja. Montaža se vrši na samom rudniku.

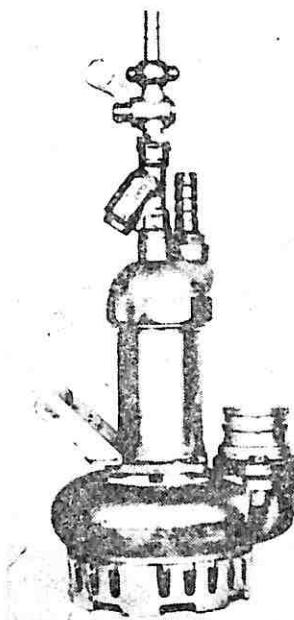
S. Š.

„S. A. Mining Engineering Journal”,
February, 23, (1968)

G. N.

vodu, prljavu i otpadnu vodu, kao i ulje i redak mulj. Izradene su dve vrste pumpe, od kojih je jedna za visinu od 14 m, a druga za visinu bacanja od 60 m VS. Delovi motora obeju konstrukciju pumpi mogu se medusobno izmenjivati. Pumpe su tako konstruisane, da se mogu potpuno uroniti u vodu. One se mogu isporučiti sa odvojenim i koncentričnim crevima za dovodni i odvodni vazduh.

Ako je potrebno mogu se ugraditi i regulacioni ventili, koji automatski uključuju i isključuju pumpe kod promene nivoa od 3 do 4 cm. Ako treba da se pumpa na teško pristupačnim mestima, onda se pumpama dodaje usisno crevo



za vodu, koje ima nožni ventil. Pri korišćenju tog aparata mora se kolo pumpe nalaziti pod vodom.

Kapacitet pumpe za visinu od 14 m iznosi oko 330 l/min, a za visinu od 60 m oko 20 l/min.

„Industrie-Anzeiger” 90 (1968) str. 586/587

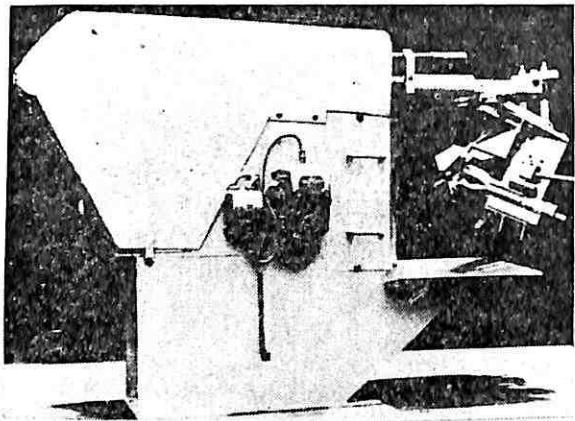
Pneumatska podvodna pumpa

U cilju odvodnjavanja gradilišta, rovova za cevi i kablove, kao i za odvodnjavanje u rudarstvu ili pokretni agregat u slučaju katastrofe, konstruisana je na slici prikazana pumpa, koja radi pomoću komprimiranog vazduha sa pritiskom od 4 do 6 kp/cm². Ona je podesna za bistru

Oštrenje burgija u jami

Firma Boort and Hard Metals konstruisala je oštreljicu za oštrenje zuba od wolfram karbida u jami, kako bi se izbeglo gubljenje vremena oko odnošenja i donošenja burgija često i po nekoliko kilometara.

Mašina se može koristiti za oštrenje burgija u obliku slova X i za krstaste. Raspon oštrenja kreće se od 75 mm do 225 mm u prečniku. Pođešavanje uglova je vrlo prosto i to od 90 do 130, bilo ravno ili sedlasto.



Prečnik tocila iznosi 500 mm, a širina 50 mm. Brzina brušenja je konstantna. Sad se proučavaju mogućnosti za produženje veka trajanja tocila, za povećavanje prečnika tocila na 63 mm odnosno 75 mm.

Mašina ima tačku konstrukciju da može istovremeno da ostri 2 dleta, koristeći po pola širine tocila.

S. Š.

, „S. A. Mining Engineering Journal”,
March, 1, (1968)

Greder kapaciteta 20 t i 230 KS

Ovaj greder konstruisan je u cilju da prevaziđe dosadašnje mogućnosti ostalih veličina za pomeranje zemlje, kao i da obavlja sve standardne poslove. Ova snažna jedinica raspolaže opremom za raznovrsne poslove.



U opremu ulazi WABCO 888, čija je težina veća od 20 tona. Tehničari smatraju da je snaga WABCO u odnosu na težinu mnogo više izbalansirana od bilo kog gredera iste klase.

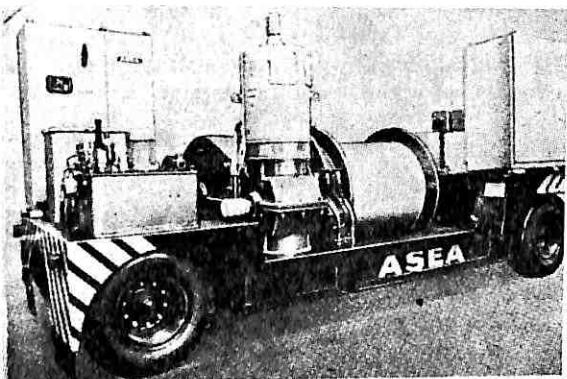
Vidljivost je odlična s obziru na nisku šasiju i nizak položaj komandnih poluga, kao i kućišta mehanizma za izdizanje, koji se nalazi na prednjoj strani; motor ima visok obrtni momenat; snaga iznosi 230 KS. Proizvodnja motora: Detroit Diesel V 8-71. Ovaj tip 888 je karakterističan po tome, što se lako njim upravlja, a ima mogućnost da utrostruči obrtni momenat, pa može da pokrene i najteže terete. Menjanje smere vrši se nožnom polugom (napred — nazad). Brzina kretanja iznosi od 4,25 km do 40 km na čas. Hidraulično upravljanje i kočenje omogućuje radniku potpun konfor. Ovaj tip gredera izdržao je hiljade časova najnapornijeg rada bez teškoća. Pitanje podešavanja kočnica se ne postavlja. Po želji, u kabину se može ugraditi radio i klimatizator.

S. Š.

, „S. A. Mining Engineering Journal”,
March, 1, (1968)

Pokretna izvozna mašina sa napajanjem tiristorima

Za pregled okna, slučajeve udesa, produbljenje okna i slične radove u rudarstvu konstruisana je pokretna izvozna mašina sa tiristorskim napajanjem i sledećim karakteristikama:



Najveća sila na užetu je 5 MP; najveća dužina za svaki red namotaja 200 m; najveći broj redova namotaja 5; prečnik uzeta 26 mm; brzina vožnje 2 m/s; prečnik bubenja 1250 mm; pogonski motor 92 kW, 1500 o/min; širina kola 2,6 m; dužina kola bez vučne kuke 6,75 m; najveća visina 3,1 m.

Izvozna mašina je snabdevena koturastim kočnicama. Za rukovanje mašinom nalazi se na kolima komandni pult. Pre isporuke uključuje se kompletne opreme i ispituje, tako da se na mestu postavljanja jedino priključe trofazni kablovi na kola.

Postrojenje izraduje ASEA Västerås (Švedska).

G. N.

,Fördern + Heben" 18 (1968) 7, str. 455

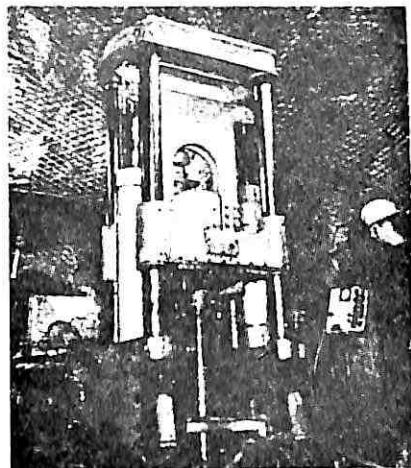
Novo oruđa za bušenje u Kanadskim rudnicima nikla

International Nickel je konstruisao za svoje rudnike mašinu za bušenje bušotina velikog prečnika u tvrdim stenama. Mašina je prvobitno bila namenjena sedimentnim stenama i može da izbuši bušotinu od 55 m, Ø 1,20 m odozgo na gore za oko 100 h. Bušotine služe kod komorno-stubnog otkopavanja kao sipke i uskopi za materijal, a buše se u dve etape. Prvo se buši odozgo bušotina od 230 mm Ø sa gornjeg na do-

nji horizont. Na tom horizontu se zamenjuje dletu od 230 mm Ø rotacionim dletom za proširivanje bušotine od 1200 mm.

G. N.

,Erzmetall" 21 (1968) 5, str. 247



Kongresi i savetovanja

III Jugoslovensko-poljsko savetovanje o ekonomici i organizaciji u rudarstvu, Rabac, 1968.

Savez inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke Jugoslavije i Udruženje inženjera i tehničara rudarstva NR Poljske održali su u vremenu od 10. do 16. juna 1968. godine u Rapsu svoje treće, može se reći, već tradicionalno savetovanje.

Opšta tematika savetovanja bili su problemi iz organizacije, ekonomike i automatizacije u rudarstvu.

Na savetovanju su učestvovala 74 predstavnika poljskog i 120 jugoslovenskog rudarstva uglja, metala i nemetala, zaposlenih u preduzećima, visokim školama i institutima. Savetovanju su prisustvovala i dva predstavnika rudarstva SSSR-a.

Rad na savetovanju se je odvijao u dve sekcije:

- u sekciji za ekonomiku i planiranje u rudarstvu, i
- sekciji za organizaciju rada i upravljanje automatizovanim kompleksima.

U radu sekcije za ekonomiku i planiranje u rudarstvu sudjelovalo je 106 učesnika, a podneto je 9 referata.

Tematika referata odnosila se je na:

- primenu matematičkih metoda i savremene tehnike obrade informacija za potrebe rukovodenja;
- ispitivanje novih organizacionih i tehnoloških modela u rudarstvu;
- primenu novih metoda kompleksnog projektovanja.

U radu sekcije za organizaciju rada i upravljanje automatizovanim rudarskim kompleksima učestvovalo je 90 stručnjaka i podneto je 9 referata.

U referatima su pokrenuti problemi vezani za:

- kompleksnu automatizaciju rudarskih pogona;
- dispečerske sisteme i automatizaciju u rukovodenju radom rudarskih pogona;
- organizaciju proizvodnje i rukovođenje u rudarskim kombinatima;
- dopunsko obrazovanje kadrova za savremeno rudarstvo.

Podneti referati na savetovanju pokazali su dostignuća i smernice na području novih metoda planiranja, rukovodenja i organizacije rada.

Kroz živu diskusiju došlo je do izražaja veliko interesovanje za tretirane probleme, što je omogućilo da se na završetku savetovanja formulišu za dalji razvoj rudarstva korisne konstatacije i zaključci.

Savetovanje je potvrdilo korisnost i potrebu da se ovaj oblik saradnje između inženjera i tehničara rudarske struke Poljske i Jugoslavije i dalje razvija, i u vezi s tim je predloženo da se sledeće savetovanje održi 1970. godine u Poljskoj sa tematikom o kojoj će se dogоворити uprave udruženja u neposrednom kontaktu.

prof. ing. V. Buljan

VIII međunarodni kongres za pripremu mineralnih sirovina, Leningrad, juni 1968.

VIII međunarodni kongres za pripremu mineralnih sirovina održan je u Leningradu u organizaciji Instituta MEHANOBR i Međunarodnog naučnog komiteta za pripremu mineralnih sirovina kao i grupe organizacionog komiteta, a pod predsedništvom I. A. Strigina, prvog zamenika ministra za obojenu metalurgiju SSSR.

Prikazano je 68 referata obuhvaćenih sledećim oblastima:

- Grupa A:** Drobjenje, mlevenje i proscjavanje (5 referata)
Grupa B: Magnetno, elektrostatično i druge vrste tretiranja ruda (6 referata)
Grupa C: Gravimetrijska koncentracija, klasifikacija i centrifugovanje (6 referata)
Grupa D: Tehnologija flotacije i flotacijske mašine (20 referata)
Grupa E: Hidrometalurgija i kombinovani procesi (9 referata)
Grupa F: Metode istraživanja, kontrola procesa i automatizacija (5 referata)
Grupa G: Simpozijum iz teorije flotacije (17 referata)

Svi pomenuti referati predstavljaju nove doprinose za oblast pripreme mineralnih sirovina.

Sa jugoslovenske strane prikazan je na Kongresu jedan referat i to: »Flotacija hromita pomoću anjonskih kolektora u bazičnoj sredini bez prethodnog odmuljivanja« (autori: dr ing. F. Šer, dipl. ing. M. Milošević i dipl. ing. P. Bulatović).

Kongres je prisustvovalo oko 1.000 stručnjaka iz 19 zemalja, od toga 47 učesnika iz naše zemlje.

Organizacija kongresa je bila na vrlo visokom nivou. Pored toga organizovan je obilazak Instituta MEHANOBR.

Sledeći IX međunarodni kongres održće se u Pragu, 1970. godine.

prof. dr ing. D. Lešić

Prikazi iz literature

Autor: A. M. Sirazutdinov, Z. K. Kargažanov
Naslov: Određivanje efektivnosti industrijskog iskorišćavanja polimetaličnih ruda (Opredelenie effektivnosti promyšlenog ispol'zovaniya polimetalicheskikh rud), 49 str., 7 sl.

• **Izdavač:** »Nauka«, Kazahska SSR, Alma-Ata, 1967.

Autori prikazuju interesantnu i praktično značajnu metodiku određivanja ekonomске efektivnosti iskorišćavanja polimetaličnih ruda, polazeći od komponenti koje te rude sadrže, ali isto tako ne zanemarujući ni specifične rudarsko-geološke i ekonomsko-geološke uslove svakog posebnog ležišta ili rudnog tela.

Pored uvida, ovaj rad obuhvata još pet poglavlja, zaključak i spisak korišćene literaturе.

U prvom poglavlju, koje nosi naslov »Industrijsko korišćenje polimetaličnih ruda«, dat je pregled korisnih komponenti koje se u ovim rudama najčešće pojavljuju, sa posebnim osvrtom na metode pripreme i metalurške prerade, koje se primenjuju kod njihovog kako selektivnog tako i kolektivnog izdvajanja.

Postojeće metode određivanja ekonomске efektivnosti industrijskog korišćenja polimetaličnih ruda analizirane su u drugom poglavlju. Posle kompleksnog razmatranja više formula i dijagrama iz ove oblasti, autori jasno zaključuju da se sve postojeće metode svode na upoređivanje veličine iskoristive vrednosti polimetalične rude sa troškovima dobijanja. Razlika između ovih veličina pokazuje dobit odnosno gubitak pri industrijskom korišćenju rude.

U trećem poglavlju tretirano je određivanje iskoristive vrednosti polimetaličnih ruda. Ova kategorija po autorima predstavlja »ukupnu vrednost iskoristivih korisnih komponenti koje sadrži 1 tona rude«, i u radu je data detaljno razrađena formula za proračun ove veličine.

Cetvrto poglavlje sadrži materiju o određivanju troškova dobijanja i prerade polimetaličnih ruda, pri čemu se polazi od već poznatih stavova N. V. Voladomono - a (njegov rad: »Rudnička renta i principi ocene ležišta«).

U poslednjem poglavlju, koje nosi naslov identičan naslovu cele knjige, autori su razradili svoj metod određivanja efektivnosti industrijs-

skog korišćenja polimetaličnih ruda i prikazali ga praktično na jednom složenom, ali baš zbog toga i ilustrativnom primeru.

Rad ima izvanredan praktičan značaj za inženjere rudarstva i geologije, kao i za ekonomiste, odnosno sve one koji se bave problemima ekonomiske ocene ležišta mineralnih sirovina. Za naše uslove, s obzirom da posedujemo više kompleksnih ležišta, naročito olova, cinka i bakra sa nizom pratećih, ekonomski veoma interesantnih elemenata, ovaj značaj treba posebno istaći, pored ostalog i zbog toga, što je literatura iz ove oblasti, kako strana tako i domaća, relativno dosta oskudna.

D. M.

Autor: F. Fridensburg

Naslov: Ekonomika rudarstva sveta (Ekonomika gornoj promyšljenosti mira), 303 str., 37 sl., 143 tablice.

Izdavač: »Nedra« — Moskva, 1968.

Knjiga je ruski prevod šestog izdanja poznatog dela zapadnonemачkog profesora F. Fridensburga »Die Bergwirtschaft der Erde«, izdatog 1965. godine u Stuttgartu. Cinjenica da je knjiga prevedena na ruski jezik ukazuje na njen značaj, a sam autor se već više od 50 godina stalno pojavljuje u zapadnoj literaturi preko mnogo brojnih članaka i knjiga iz oblasti ekonomike mineralnih sirovina.

Podnaslov knjige »Mineralne sirovine, obezbeđenost mineralnim sirovinama, rudarstvo pojedinih zemalja sveta«, već unapred prejudicira njen sadržaj. A taj sadržaj upravo obuhvata detaljan prikaz stanja mineralno-sirovinske baze, obima proizvodnje, izvoza i uvoza mineralnih sirovina mnogih zemalja, kako razvijenih tako i onih u razvoju, i to na bazi podataka iz 1962. godine.

Za svaku zemlju, koju je autor obuhvatio svojom analizom, dati su statistički podaci o proizvodnji osnovnih mineralnih sirovina, prikazane tendencije daljeg kretanja te proizvodnje, a isto tako studiozno razmatrana sirovinska baza kao osnovni preduslov razvoja rudarstva svake zemlje. Pored toga, izložen materijal o svakoj zemlji prati i njena geografska karta sa unetim lokalnostima rudarske industrije (rudnici, rudna podlaga, rejoni, metalurški centri itd.), kao i sa osnovnim geografskim elementima (najveći gradovi, komunikacije, vodenii putevi i dr.).

U tretiraju pojedinih zemalja autor se pridržavao azbučnog reda i obuhvatio je ukupno 137 zemalja. U ruski prevod nisu uključene socijalističke zemlje, koje su normalno analizirane u originalu, i to zbog stava redaktora »da sovjetski čitalac raspolaže u datom slučaju širom i boljom informacijom«.

Ovaj rad F. Fridensburga ima značaj za stručnjake iz oblasti ekonomike mineralnih sirovina (inženjeri rudarstva i geologije, ekonomisti, tehnolozi) u svetskim raznerama, i to naročito za one koji se interesuju za područje koje delom zalaže u ekonomsku geografiju, a tretira pitanje razmeštaja ležišta mineralnih sirovina u svetu. Posebno je interesantan deo koji se odnosi na nerazvijene zemlje.

D. M.

Autor: F. I. Kozko

Naslov: Ekonomika, organizacija proizvodnje i planiranje na površinskim kopovima (Ekonomika, organizacija proizvodstva i planirovanie na otkrytyh gornyh rabotah), 299 str., 26 sl., 51 tablica.

Izdavač: »Nedra« — Moskva, 1967.

U knjizi su prikazana osnovna pitanja iz oblasti ekonomike, organizacije proizvodnje i planiranja na površinskim kopovima ležišta uglja, pri čemu je posebno analiziran značaj proizvodnje uglja za privredu SSSR-a.

Rad se sastoji iz jedanaest odvojenih glava, koje suštinski čine jednu celinu.

U prvoj glavi prikazane su pojedine etape razvoja proizvodnje uglja u Sovjetskom Savezu, kao i teritorijalni razmeštaj osnovnih ugljenih basena ove zemlje.

Opšta pitanja specijalizacije, kooperacije, kombinovanja i koncentracije u proizvodnji uglja na površinskim kopovima, tretirana su u drugoj glavi.

Treća i četvrta glava su posvećene osnovnim fondovima i kapitalnoj izgradnji u industriji uglja, sa detaljnim razmatranjem pokazatelja ekonomске efektivnosti investicionih ulaganja.

Organizacija upravljanja proizvodnjom uglja na površinskim kopovima, predmet je analize pete i šeste glave. U ovom delu knjige nalazi se više interesantnih planograma rada, koji se odnose na konkretne sovjetske objekte.

Organizacija rada u pomoćnim pogonima površinskih kopova prikazana je u sedmoj glavi.

Manji praktičan a veći teorijski značaj ima osma glava, koja nosi naslov »Organizacija rada i plata«. Ovo je zbog toga što postoji normalno znatnije razlike u sistemu nagradivanja u SSSR-u i u našim domaćim uslovima.

Deveta glava obuhvata tehničko normiranje u industriji uglja. U njoj je dat i niz konkretnih računskih primera iz ove oblasti.

Proizvodnost rada analizirana je u pretposlednjoj, desetoj glavi ove knjige. Pored prikaza osnovnih pokazatelja proizvodnosti rada, posebno i dosta kompleksno razmotreni su faktori koji utiču na nivo proizvodnosti pri proizvodnji uglja.

Osnove planiranja na površinskim kopovima ležišta uglja prikazane su u poslednjoj glavi. Naročito je dosta prostora posvećeno pitanjima planiranja materijalno-tehničkog obezbeđenja kopova, planiranju rada i fonda plata, kao i planiranju cene koštanja proizvedenog uglja. U ovoj glavi, razmotren je i režim ekonomije i rentabilnosti preduzeća, njihov finansijski plan, obrtna sredstva i plan organizaciono-tehničkih mera.

Iako je ova knjiga u SSSR-u prvenstveno namenjena rudarskim tehnikumima, ona može veoma dobro koristiti našim rudarskim inženjerima i ekonomistima koji se posebno bave problemima površinskog dobijanja uglja, jer ona po svojoj sadržini, načinu prikazivanja i analiziranja ove kompleksne i interesantne problematike, prevažilazi daleko svoju osnovnu namenu.

D. M.

Autor: D. Lešić, S. Marković

Naslov: Priprema mineralnih sirovina (prva prerada uglja, ruda metalna i nemetala), 471 str., 390 sl.

Izdavač: »Gradevinska knjiga«, Beograd, 1968.

Knjigu su napisala dva eminentna stručnjaka iz oblasti pripreme mineralnih sirovina.

Ovo je prva originalna knjiga iz pomenute oblasti u našoj zemlji. Namenjena je, u prvom redu, studentima Rudarsko-geološkog fakulteta, Tehnološkog fakulteta — metalurškog odseka i srednjih tehničkih škola — kao stalni udžbenik, i inženjerima i tehničarima rudarske i geološke struke i dr.

Rešenjem rektornata Univerziteta u Beogradu ova knjiga primljena je za stalni univerzitetski udžbenik.

Knjiga se sastoji iz XX poglavlja u kojima su prikazani osnovni principi na kojima se zasniva prva prerada rudarskim putem dobivenih mineralnih sirovina. U pojedinim poglavljima prikazane su sve savremene metode otvaranja ruda, koncentracije i pomoćne metode.

Knjiga obuhvata osnovne činioce potrebne inženjeru i tehničaru za pravilno razumevanje i rukovođenje industrijskim pogonima u kojima se vrši priprema ili obogaćivanje mineralnih sirovina. Pored opisa mašina i uređaja dat je njihov sklop, takav kakav se primenjuje u industrijskom pogonu, pri čemu je glavna težnja bila da se prikažu teorijski principi na kojima baziraju kako rad pojedinih mašina, tako i naročito sklopne tehnologije pojedinih faza i celine procesa u zavisnosti od fizičkih, a naročito mineralnih osobina pojedinih vrsta mineralnih sirovina.

Knjiga je dopunjena tablicama minerala, njihovih karakteristika, tablicama flotacijskih reagensa, gustina pulpe i dr.

A. O.

Autor: H. J. Baethmann

Naslov: Dejstvo otkopavanja na hodnike po sloju i putevi za suzbijanje istog (Rezultati istraživanja na modelima), DIN A4, 234 str., 90 sl.

Izdavač: Verlag Glückauf, Essen, 1967.

Radi celishodnog određivanja oblika preseka i podgradivanja u hodnicima po sloju u rudarstvu kamenog uglja neophodno je da se pozna dejstvo otkopavanja, tj. deformacije okoline stena izazvane otkopavanjem. Dok se u jami usled nedostatka većih otvaranja stena može posmatrati jedino rezultanta i pravac kretanja stena, ali ne i vrsta zarušnih pojava ili relativna kretanja pojedinih delova, to se mora opitima na modelu s ekvivalentnim materijalom pridati poseban značaj za rešenje tog problema. Opitima na modelu mogu se tek sad učiniti vidljivim i meriti kretanja pojedinih delova, što se do sad nije moglo obuhvatiti, a što je neophodno za ocenjivanje

načina dejstva različitih geoloških i pogonskih uticaja kao i najcelishodnijeg načina podgradivanja.

Autor objašnjava pomoću slika i grafikona koji obuhvataju sve faze otkopavanja i mnogobrojnih dijagrama mehanizam deformacija stena na osnovu nekoliko odabranih opita na modelu, koji pretežno obuhvataju nove oblike hodnika. Pri tom se pokreti gorskog masiva ne obuhvataju samo kvalitativno nego se određuju i kvantitativno. Ovaj rad prikazuje važne podloge za vladanje gorskim masivima, jer je autoru pošlo za rukom, da objasni neka dejstva otkopavanja, koja su do sad bila poznata samo prema svojoj povesti; dalje, da uzročno objasni empirički utvrđene principe za podgradivanje, kao i da dokaže dejstvo novih predloga u cilju rasterećenja.

G. N.

Naslov: Rečnik tehnike regulacije i automatizacije na šest jezika (Wörterbuch der Regelungstechnik und Automatisierungstechnik in sechs Sprachen)

Izdavač: ISA Headquarters, 530 William Penn Place, Pittsburg, Pennsylvania 15219, USA.

Ovaj rečnik, koji sadrži 1.000 stručnih izraza iz tehnike regulacije i automatizacije, izdao je stručni kolegijum IFAC. Polazeći od engleskih stručnih termina rečnik ima odgovarajuće stručne izraze na francuskom, nemačkom, talijanskom, ruskom i španskom jeziku. Svaki deo tih šest jezika ima svoj uvod i indeks. Ovaj rečnik će imati velik značaj za internacionalno sporazumevanje pri tretirajući i rešavanju odnosnih stručnih problema.

G. N.

Walter, Leo: Proizvodi od uglja (Products from Coal). — »Colliery Guardian«, London, 216 (1968), 5574 (15. feb.), 189—192, 12 bibl. pod. (engl.)

U uvodu su izloženi razlozi za maksimalno iskorišćenje uglja. Ovim razlozima se rukovode organizacije i istraživački centri u SAD, SR Nemačkoj, Francuskoj, Belgiji i Velikoj Britaniji. Teškoće na koje se nailazi potiču od ekonomskih i tehničkih faktora.

SAD i njihova okolina intenzivno rade na iznalaženju što jeftinijih postupaka za dobijanje benzina i dizel-ulja. U drugim zemljama se istražuju najpogodnije otkopne metode, kako bi se uticalo na cenu finalnog proizvoda. Ovo će biti i glavna tema simpozijuma koji će se održati u Poljskoj ove godine i godine 1971. U SR Nemačkoj rade stručnjaci Ujedinjenih nacija na sličnim problemima. Međunarodna organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (Pariz) objedinjuje rade na dobijanju naftne i njenih derivata iz kreozota koji se dobija od uglja.

Posebnu pažnju zaslužuju rade u SR Nemačkoj. Tu su dalja usavršavanja Bergiusovog i Fišer-Tropšovog procesa, zatim zamašni radevi koji vodi I. G. Farben Industrie, radevi koji finansira vlada i radevi na univerzitetu u Karlsruhe. Inače, postupak Fišer-Tropš se sa uspehom modifikuje i primenjuje u Sasolu u Južnoj Africi.

Najveći deo članka prikazuje rade, projekte i istraživanja u SAD. Četiri projekta su obeleže-

na kao naročito značajni. To su: konvertovanje uglja u tečna goriva (poluindustrijska ispitivanja), proces »H-ugalj« (ekonomična hidrokarbonizacija), iskorišćenje katranskog ulja i izrada posebne vrste koksa (Seacoke process). O prvom od ovih projekata saopšteni su tehnički detalji,

faze u razvoju, sadašnje stanje i adekvatna primena prikazanih postupaka. Ovaj proces je i ekonomski najzanimljiviji zbog relativno brze isplativosti investicija i malih smetnji plasmanu finalnih proizvoda.

A. B.

B i b l i o g r a f i j a

E k s p l o a t a c i j a m i n e r a l n i h s i r o v i n a

Garkuša, N. G., Dvornikov, V. I.: **Racionalni izbor parametara izvoznih posuda i tačne armature vertikalnih okana** (Racional'nyj vybor parametrov podjemnyh sosudov i žestkih armirovok vertikal'nyh stvolov)

»Šahtnoe stroitel'stvo«, (1968) 1, str. 4—8, 3 sl.

Berežnoj, Ju. I., Derevjanko, L. P.: **Nomografiski proračun energetskih karakteristika koračajućeg hoda rudarskih transportnih mašina** (Nomografičeskij rasčet silovyh harakteristik šagajuščego hoda gornotransportnyh mašin) »Gornyj žurnal« — IVUZ, (1968) 1, str. 92—94.

Gray, G. W.: **Automatizacija transporta uglja** (The automation of coal transport)
»The Min. Engr.«, (1967) 11, str. 73—82, 3 sl., 2 sk.

Spirakovskij, A. O., Dmitriev, V. G.: **Novi progresivni pravac u konvejerskom transportu u jamama i na površinskim kopovima** (Novoe progressivnoe napravlenie v konvejernom transporte šaht i kar'erov).

»Ugol'« (1968) 1, str. 42—47, 4 sl.

Semenovych, V. F., Ger-Mhitarov, M. S.: **Matematičko modeliranje pogona jamskog izvoza po sistemu G-D cifarskim programskim regulatorom** (Matematičeskoe modelirovaniye privoda šahtnogo podjema po sisteme G-D s cifrovym programmnym reguljatorom)

»Gornyj žurnal« — IVUZ (1968), str. 148—150, 3 sl.

Šarapov, S.: **Brza zamena u aktivnom oknu** (Skorostnaja zamena napravljujuščih provodnikov v dejstvujuščem stvole)

»Šahtnoe stroitel'stvo«, (1967) 11, str. 21—22.

Knercer, V.: **Primena matematičke statistike za prognoziranje protoka vode u jami** (Primene matematičeskoj statistiki dlja prognozirovaniya pritokov vody v šahty)

»Razvedka i ohrana nedr« (1967) 9, str. 45—49.

Schenk, E.: **O sprovodenju i korišćenju ispitivanja pumpi** (Zur Durchführung und Auswertung von Pumpenversuchen)

»B. B. R.«, 18 (1967) 12, str. 442—446, 1 sk., 2 dijag., 1 tabl.

Kalmykov, E. P.: **Proračun podvodnih jastuka izrađenih za likvidaciju iznenadnih probaja vode u vertikalna okna** (Rasčet podvodnyh podušek, sooružaemyh dlja likvidacii vnezapnyh proryvov vody v vertikal'nye stvoly)

»Šahtnoe stroitel'stvo« (1968) 1, str. 17—19, 3 sl., 2 tabl.

Saženko, M. M., Nosov, G. R.: **Uredaj za beskontaktno merenje moćnosti ugljenog sloja** (Ustrojstvo dlja bezkontaktnogo izmerenija tolščiny ugl'noj pački)

»Ugol' Ukrayny« (1968) 1, str. 21—23.

Shoji, I.: **Mehaniziranje i podgradivanje kod otkopavanja moćnih ugljenih slojeva u Japanu** (Mechanisierung und Ausbau beim Abbaumächtiger Kohlenflöze in Japan)

»Bergakademie« 20 (1968) 1, str. 47.

Dziunicki, K., Pellar, J., i dr.: **Pokušaj otkopavanja u jednom pojusu moćnog ugljenog sloja u rudniku Mortimer-Porabka** (Proby jednowarstwowego wybierania grubego pokładu w kopalni Mortimer-Porabka)

»GIG«, Komunikat No. 427 (1967).

Skvorcov, N. I.: **Efikasnost organizacije rada na mehanizovanim radilištima rudnika trusa Šahtantracit** (Effektivnost' organizacii rabot v strugovyh lavah na šahtah tresta Šahtantracit)

»Ugol'« (1968) 1, str. 18—21, 1 sl., 4 tabl.

Caricyn, V. V., Kutenec, A. V.: **Sila rezanja i napor kopanja pri ekskavaciji zemljišta** (Sila rezanija i usilje kopanja pri ekskavaciji gruntov)

»Ugol' Ukrayny«, (1968) 2, str. 17—18, 4 sl.

Andronov, A. I.: **Ekonomsko-matematički model određivanja ritma montaže tehnološke opreme glavnog dela termoelektrane** (Ekonomiko-matematičeskaja model' opredelenija ritma montaža tehnologičeskogo oborudovanija glavnog korpusa teplovoj elektrostancii)

»Energetika«, IVUZ (1968) 2, str. 94—98.

Carr, T. L. i dr.: **Praksa kod teranja hodnika i problemi** (Advance heading practice and problems)

»The Mining Engineering«, (1967) 11, str. 63—69.

- Trupak, N. G.: Promena fizičko-mehaničkih osobina stena na velikim dubinama i njihov uticaj na izradu i podgradivanje jamskih prostorija** (Izmenjenja fizičko-mehaničkih svojstv gornih porod na bol'ših glubinah i vlijanje ih na provedenje i krepljenje vyrabotok)
 »Gornij žurnal«, (1968) 1, str. 32—35, 1 sl.
- Longden, H. A.: Savremena tehnika za dubljenje dubokih okana i pripremu** (Current techniques in deep shaft sinking and development)
 »The Mining Engineering«, (1967) 12, str. 121—134, 7 sk., 2 tabl.
- Ando, S.: Moderna primena metode podetažnog rušenja krova i bokova sa zasipavanjem u švedskim rudokopima** (Die moderne Anwendung des Firstenstossbaus mit Versatz im schwedischen Erzbergbau)
 »Bergakademie«, 20 (1968) 1, str. 45.
- Zasip iz cementa i peska dobija popularnost u rudarstvu** (Cemented sand fill gains new popularity in mining)
 »E/MJ«, 168 (1967) 8, str. 90—94, 7 sl.
- Ellie, G: Konsolidacija krova sa čelima i u hodnicima** (Consolidation des toits en tuiles et en galeries)
 »Publications techniques des charbonnages de France«, (1967) 9, str. 467—494.
- Siškin, V. P., Gornij, G. G. i dr: Manifestacije jamskog pritiska u kapitalnim prostorijama dubokih rudnika** (Projavlenie gornog davlenia v kapital'nyh vyrabotkah glubokih šaht)
 »Šahtnoe stroitel'stvo«, (1967) 12, str. 12—15.
- Kovtun, V. Ja: Ispitivanja funkcionalne zavisnosti veličine svoda prvog spuštanja osnovne krovine od njene močnosti** (Issledovaniya funkcional'noj zavisimosti veličiny proleta pervoj posadki osnovnoj krovli ot ee močnosti)
 »Ugol«, (1968) 1, str. 34—36, 2 sl., 3 tabl.
- Spirakovskij, A. O., Dmitriev, V. G: Novi progresivni pravac u konvejerskom transportu u jamama i na površinskim kopovima** (Novoe progressivnoe napravlenie v konvejernom transporte šaht i karjerov)
 »Ugol«, (1968) 1, str. 42—47, 4 sl.
- Spasić, N: Optimalna udaljenost primene transporta vozovima i trasportnim trakama**.
 »Zbornik radova REHK Kosovo«, (1967) 1, str. 69—110, 9 tabl., 9 priloga.
 »E/MJ«, 168 (1967) str. 90—94, 7 sl.
- Hohjakov, V: Ocena ekonomiske efikasnosti metoda odlaganja** (Ocenka ekonomičeskoj efektivnosti sposobov otvaloobrazovanija)
 »Gornij žurnal« — IVUZ (1967) str. 23—29.
- Babin, I. A., Tartakovskij, B. N. i dr:**
Sistem otkopavanja sa dirigovanim obrušavanjem otkrivenih etaža (Sistema razrabotki s upravljaemym obruseniem vskryshnyh ustupov)
 »Ugol' Ukrayny«, (1967) 1, str. 15—17, 2 sl., 1 tabl.
- Cox, J. A: Najnoviji razvoj i kontrola točenja kod podetažnog potkopavanja** (Latest developments and draw control in sublevel caving)
 »I.M.M. Transactions« Sec. A, 76 (1967) 731, str. 149—158, 5 sl.
- Barry, A. J. i dr: Hidraulička čelija meri opterećenje stupaca u vreme otkopavanja** (Hydraulic cells measure loads on posts during mining)
 »Coal Age«, (1967) 11, str. 66—68, 8 sl.
- Abramson, A. I: O sejsmičkom dejstvu miniranja na podgradu okna** (O sejsmičeskom dejstvii vzryvnyh rabot na krep' stola)
 »Gornij žurnal«, (1968) 1, str. 35—38, 3 sl.
- Nešitan, M. D., Kokin, V. K., Belyj, V. V. i dr: Cementacija vodonosnih stena kod izrade horizontalnih prostorija** (Cementacija vodonosnyh porod pri provedenii gorizontálnykh vyrabotok)
 »Šahtnoe stroitel'stvo«, (1967) 10, str. 24—28.
- Orlov, A. A., Baranov, S. G: Otpor mehanizovane podgrade i uticaj proizvodnih procesa na manifestacije jamskog pritiska** (Soprotivlenie mehanizovannych krepej i vlijanie proizvodstvennyh processov na projavlenie gorno-ga davlenija)
 »Ugol' Ukrayny«, (1967) 12, str. 22—27.
- Čurakov, S. M: Pokušaj otkopavanja ugljenog sigurnosnog stuba ispod vodenog rezervoara** (Optyt vyemki predohranitel'nogo celika uglja pod vodoemom)
 »Bezopasnost' truda v promyšlennosti«, (1967), str. 20—22.
- Dombrowski, N. G.: Nova oprema u rudarstvu SSSR-a (I deo)** (Neue Bergbauausrüstungen in der UdSSR, Teil 1)
 »Bergbautechnik«, Leipzig (1967) 10, str. 528—532, 2 fot., 2 tabl.
- Dombrowski, N. G.: Nova oprema u rudarstvu SSSR-a (II deo)** (Neue Bergbauausrüstungen in der UdSSR, Teil II)
 »Bergbautechnik«, Leipzig (1967) 11, str. 612, 4 fot., 4 tabl.

- Singhal, R. K:** Otkopna mehanizacija u zap. Evropi (Coalface mechanization in Western Europe)
»Colliery Engineering«, 45 (1968) 528, str. 44—53, 22 sl.
- Eksploracija gvozdene rude u Loreni (Rudobiv v Lorenškija basejn)**
»Niproruda«, (1967) 3, str. 30—39.
- Ekonomika u rudarstvu**
- Klimpke, K:** Primena metode multimomenta kod održavanja jamskog pogona (Die Anwendung des Multimomentverfahrens im Instandhaltungsbetrieb unter Tage)
»Bergbautechnik«, Leipzig (1967) 10, str. 557—560.
- Kurnosow, A. M:** Stanje i zadaci teorije optimalnog planiranja rudarskih pogona (Lage und Aufgaben der Theorie der optimalen Plannung von Bergbaubetrieben)
»Bergakademie«, 19 (1967) 11, str. 634—638.
- Astashov, A. S:** Metode naučne organizacije rudarske produkcije (Methoden der wissenschaftlichen Organisation der Bergbauproduktion)
»Bergakademie«, 19 (1967) 11, str. 638—642.
- Priprema mineralnih sirovina**
- Rene, L. E:** Nauka i tehnika prečišćavanja vode (Science et technique de la depollution)
»La technique de l'eau«, (1967) 250, okt., str. 100—102.
- Rayet, R:** Prečišćavanje površinskih voda. Primer jedne savremene instalacije (Le traitement des eaux de surface. Exemple d'une installation recente)
»La technique de l'eau«, (1967), 250, okt., str. 75—83.
- Müller, W. J:** Ponovna upotreba otpadnih voda (Die Wiederverwendung von Abwasser)
»Gas und Wasserfach«, 109 (1968) 2, str. 33—38, 6 tabl.
- Souděk, J:** Cirkulacija otpadnih voda kod obogaćivanja ruda obojenih metala (Cirkulace odpadních vod pri uprave nezelených rud)
»RUDY«, (1967) 11, str. 368—370.
- Tesch, K:** Mogućnost za povećanje rentabilnosti stanica za pumpanje otpadnih voda, bez smanjenja sigurnosti funkcionisanja (Possibilités d'augmenter la rentabilité des stations de pompage d'eaux résiduaires sans diminuer la sécurité de fonctionnement)
»La technique de l'eau«, (1967) 250, okt., str. 127—129.
- Culp, G:** Hemski postupak sa sirovim otpadnim vodama. 1. Pregled mnogih metoda (Chemical treatment of raw sewage 1. A review of many methods)
»Water a. Wastes Engg.«, (1967) 7, str. 61—63, 2 dijagr.
- Petić, I:** Tretiranje pogonskih voda hidracink-hidratom i iskustva
»Zbornik radova REHK Kosovo«, (1967) 1, str. 184—197, 4 sl., 1 tabl.
- Barrough, C. P:** Usavršeni procesi sa aktivnim muljem (Improved activated sludge processes)
»Chem. and Industry«, (1967) 36, str. 1507—1513, 2 graf., 1 š., 1 sl.
- Pulja, Dž:** Dekarbonizacija sirove vode vodom za odšljakivanje (sa deponija)
»Zbornik radova REHK Kosovo«, (1967) 1, str. 178—183, 3 tabl.
- Henderson, P:** Određivanje fosfora u stenama i mineralima aktivacionom analizom (The determination of phosphorus in rocks and minerals by activation analysis)
»Anal. Chim. Acta«, 39 (1967) 4, str. 512—515, 1 tabl.
- Buharov, I. I., Medvedev, I. I:** Zavisnost brzine padanja čestica od njihove veličine (Zavisimost' skorosti sryva častic ot ih razmara)
»Gornij žurnal« — IVUZ, (1967) 12, str. 59—62, 1 sl.
- Mihnev, I. I., Kasenkov, E. D:** Pojačanje konstrukcije zgrada fabrika za obogaćivanje (Usilenie konstrukcij zdanij ugleobogatitel'nyh fabrik)
»Šahtnoe stroitel'stvo«, (1968) 1, str. 11—15, 9 sl. Sistem automatizovanog upravljanja kombinatom za pripremu rude (Systema avtomatizovannogo upravlenija gornoobogatitel'nym kombinatom)
»Gornij žurnal« — IVUZ, (1967) 12, str. 45—53, 4 sl.
- Dolgailo, G. N., Malyj, V. M. i dr:** Industrijska ispitivanja dvokonusnog hidrociklona u GGOK-u (Promyšlennye ispytanija dvuhkonusnog hidrociklona na GGOK-e)
»Gornij žurnal«, (1968) 1, str. 50—51, 1 sl., 1 tabl.
- Sinkorenko, S. F., Litovka, V. G. i dr:** Industrijska ispitivanja prototipa mašine taloznice MOBK-8 (Promyšlennye ispytanija opytного obrazca otsadočnoj mašiny MOBK-8)
»Gornij žurnal«, (1968) 1, str. 48—50, 1 sl., 2 tabl.
- Selektivna flotacija pirita, sfalerita i halkopirita u Ryhäsalmi (Finska)** (Selektive Flotation von Pyrit, Zinkblende und Kupferkies in Ryhäsalmi — Finnland)
»Aufbereitungs-Technik«, 9 (1968) 2, str. 95.

Povh, I. L., Smirnov, V. A: Obogaćivanje manganovih ruda metodom magnetno-hidrodinamičke separacije (Obogašenie mangancevých rud metodom magnitogidrodinamičeskoj separacii)

»Metallurgičeskaja i gornorudnaja promyšlennost« (1967) 6, str. 63—65, 4 sl., 2 tabl.

Karaivanov, S., Petrounova, Z: Uticaj velikog mehaničkog pritiska na izvesne vrste uglja (The effect of high mechanical pressure on certain types of coal)

»Fuel«, 46 (1967) 4—5, str. 239—245, 2 tabl., 5 dijag.

Esenkov, V. M: Zakonomernosti raspoređivanja uglja po klasama krupnoće (Zakonomernosti raspredelenija uglej po klassam krupnosti) »Ugol' Ukrayny«, (1968) 1, str. 37—40, 6 sl., 5 tabl.

Rusijan, V: Problem obogaćivanja kosovskog lignita

»Zbornik radova REHK Kosovo«, (1967) 1, str. 111—123, 5 tabl., 1 sl.

Fassote, W., Sausssez, M: Merenje odnosa aromatičnih i alifatskih ugljovodonika pomoću infracrvene spektrometrije i relacija između ne-aromatskih ugljovodonika i temperature i omeđavanja uglja (Mesure du rapport de l'hydrogène aromatique à l'hydrogène aliphatique par spectrométrie infrarouge et relation entre l'hydrogène non aromatique et la température de ramollissement des houilles)

»Annales des mines de Belgique«, (1967) 7 i 8, str. 779—793.

Rammier, E., Trommer, D., i dr: Problemi pri briketiranju otpadnog uglja u »Marica-Istok« (Problemi pri prikretiranju na trošnjaku v »Marica-Iztok«)

»Vglašča«, Sofija (1967) 10, str. 21—25, 4 dijag., 1 Šema.

Osuch, A: Sredstva mehanizacije, elektrifikacije i automatizacije kod povećanja proizvodnje koksnih ugljeva (Srodki mechanizacji, elektryfikacji i automatyzacji dla zwiększenia wydobytycia węgli (koksoowych)

»Mechanizacja górnictwa« (1967) 17, str. 11—20.

Renhardt: Reakcija između švelkoksa i vodonika kod istraživanja pri višim temperaturama i pritiscima (Die Reaktion zwischen Schwelkoksu und Wasserstoff untersucht bei höheren Temperaturen und Drücken)

»Brennstoff-Chemie«, 48 (1967) 11, str. 321—330, 10 sk.

Popović, N: Karakteristike gasifikacije sušenog kosovskog lignita.

»Zbornik radova REHK Kosovo«, (1967) 1, str. 207—215, 4 dijag.

Popović, N: Gasifikacija i njene prednosti sa osvrtom na proizvodnju gasa iz kosovskih niskovalentnih ugljeva u cilju snabdevanja skopskog konzumnog područja

»Zbornik radova REHK Kosovo«, (1967) 1, str. 217—230.

Termotekhnika

Marcaillou, J., Bouchard, R: Godinu dana eksploracije termičke centrale Loara na Roni (Un an d'exploitation de la centrale thermique de Loiresur-Rhone)

»La technique moderne«, (1967) 10, str. 390—396.

Copin, B: Razvoj automatizacije u termičkim centralama (Evolution de l'automatisation des centrales thermiques)

»La technique moderne«, (1967) 7, str. 283—287.

Mc Garry, J: Elementi tehnike zagrevanja (Elements of heating Engineering)

»Heat. and Ventil. Engr«, 41 (1967) 484, str. 228—232, 3 tabl., 3 Š., 1 sl.

Lavrenjuk, V. I., Voinov, A. P: O specifičnoj energiji rušenja nekih minerala koji ulaze u sastav pepela tvrdih energetskih goriva (Ob udel'noj energiji razrušenija nekotoryh mineralov, vhodjaščih v sostav zoly energetičeskikh tverdyh topliv)

»Energetika«, IVUZ (1968) 2, str. 117—119, 1 tabl.

Beauseigneur, G: Goriva i proizvodi gorjenja. Temperatura sagorevanja. Gubici koji nastaju primenom topote (Combustibles et produits de combustion. Température de combustion. Pertes par chaleur sensible)

»Revue générale de thermique«, (1967) 71, str. 1435—1445.

Hüller, K: Sagorevanje ložulja sa malim viškom vazduha

»Tehnika«, XXIII (1968) 3, str. 388, 3 tabl., 12 sl.

Cox, W. R. i dr: Sagorevanje prirodnog gasa u industrijskim gorionicima (Burning natural gas in industrial burners)

»J. of the Institute of Fuel«, 40 (1967) 322, str. 498—512, 2 tabl., 12 dijag., 4 sk., 10 fot.

Pelletier, P: Loženje mazutom kod rotacionih peći (Chaussage au mazout des fours rotatifs)

»La technique moderne«, (1967) 9, str. 368—372.

Bosset, B. i dr: **Prenos topote pomoću fluida prenosnika topote** (Transfert de chaleur par les fluides caloparteurs)
»Revue générale de thermique«, (1967) 70, str. 1315—1322.

Boste, M: **Osnovni elementi za određivanje karakteristika endotermске atmosfere** (Eléments de base pour la détermination des caractéristiques d'une atmosphère endothermique)
»Revue générale de thermique« (1967) avgust, str. 1079—1095.

Obaveštenja

Mađarski naučni i tehnički dani u Jugoslaviji, oktobar, 1968.

Mađarska trgovinska komora i Mađarski savez udruženja tehničkih i prirodnih nauka u saradnji sa Saveznom privrednom komorom Jugoslavije i republičkim privrednim savezima inženjera i tehničara priređuju »Mađarske naučne i tehničke dane« i to:

- | | |
|--------------|----------------|
| — u Beogradu | 21—25. oktobra |
| — u Zagrebu | 23—25. oktobra |
| — u Sarajevu | 28—30. oktobra |

Predavanja će se održavati u prostorijama Privredne komore SR Srbije, Beograd, Generala Ždanova 15.



BUŠAČI AGREGAT B-15



БА-15

SAMOHODNI BUŠAČI AGREGAT tipa BA-15 namenjen je za efikasno bušenje rotornim postupkom s ispiranjem kanala vertikalnih bušotina u svrhu istraživanja naftne i plina, za vodoopskrbu i druge svrhe.

BUŠAČI AGREGAT opremljen je svim uredajima neophodnim za izradu bušotina: pogonom od dizl-motora preko automobilskog menjača sa pet brzina, selektora snage i menjača brzine agregata sa tri brzine, tornjem, vrtaćim stolom, isplačnom sisaljkom, generatorom, preklopnim mostom, hidropotpornjima (na autošasiji), a također i kompresorsko-energetskom prikolicom, te prikolicom s bušaćim alatkama.

DVIJE IZVEDBE:

IBA 15v — agregat za izradu bušotina za vodu

IBA 15n — agregat za izradu strukturalnih bušotina za naftu i plin.

PREPORUČENA DUBINA BUŠENJA

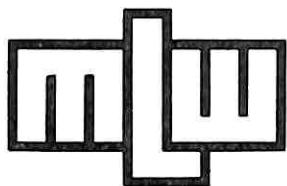
— bušaćim šipkama ϕ 73 mm ($2\frac{7}{8}$ ") do
— bušaćim šipkama ϕ 60,3 mm
Normalni promjer bušenja u mm
Najmanji promjer bušenja u mm

IBA 15v IBA 15n

500	—
—	1000
450	250
150	100

Izvolite se obratiti na adresu:
V/O »M A Š I N O E K S P O R T«
Moskva V-330 — SSSR
Teleks: 170.

PRECIZNE SPRAVE ZA NAUKU I PRAKSU



VVB Medizin-, Labor-, Wägetechnik

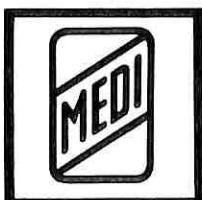
MEDI zaštitne sprave za disanje
pojam kvaliteta i pouzdanosti



Proizvodimo za industriju, rudarstvo i vatrogastvo:

pumpe za pretakanje
inhalacione sprave
sprave za oživljavanje
usisne pumpe

aparate za regeneraciju
rezervoare
maske
sprave za ispitivanje

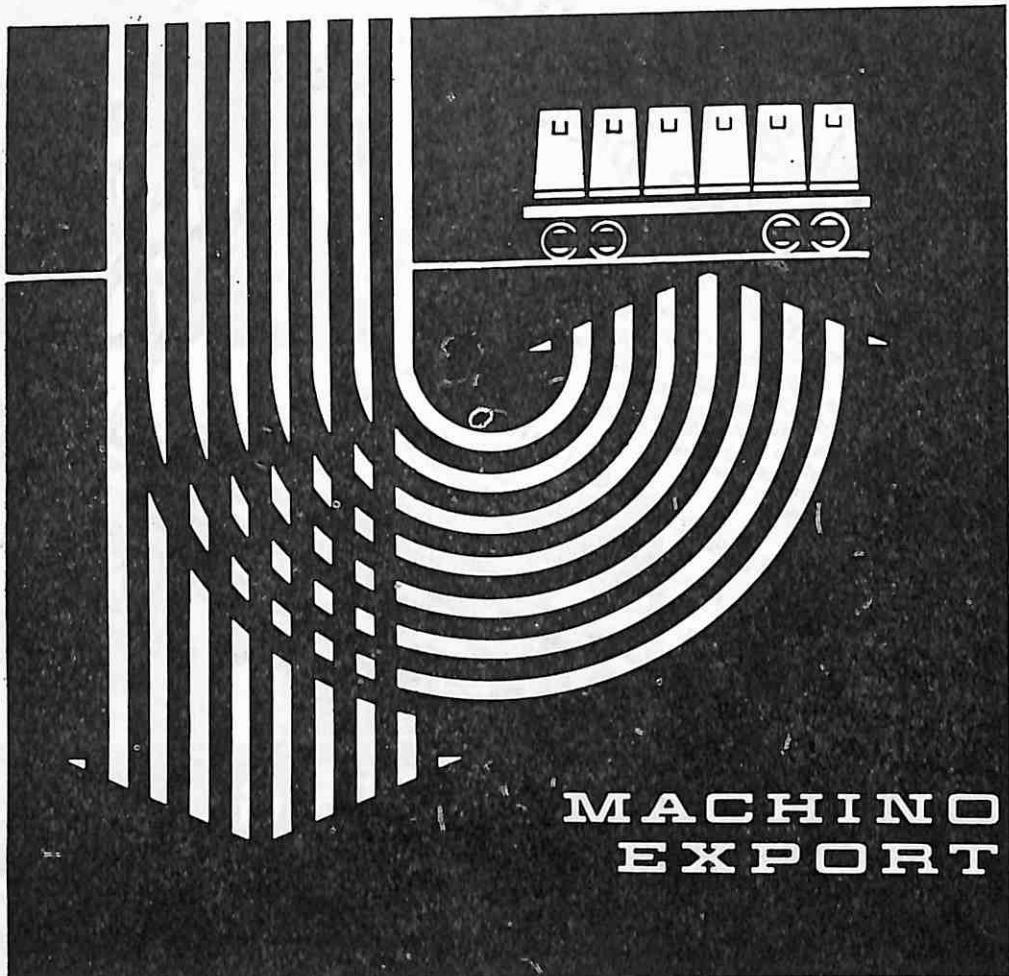


VEB Medizintechnik Leipzig

Izvoznik: DEUTSCHE EXPORT - und IMPORTGESELLSCHAFT
DDR 102 Berlin, Schlickerstr. 7, POB 1504
Njemačka Demokratska Republika

feinmechanik - Optik

m.b.H



V/O Mašinoeksport
nudi u razdoblju od 1968. do 1970. isporuku

KALUPA

za livenje u šipke raznih težina (0.5–25 t)
varenih i normaliziranih čelika.

Kalupi se mogu proizvesti prema nacrtima
naručioca ili prema nacrtima proizvodača.

SVE INFORMACIJE DAJE:



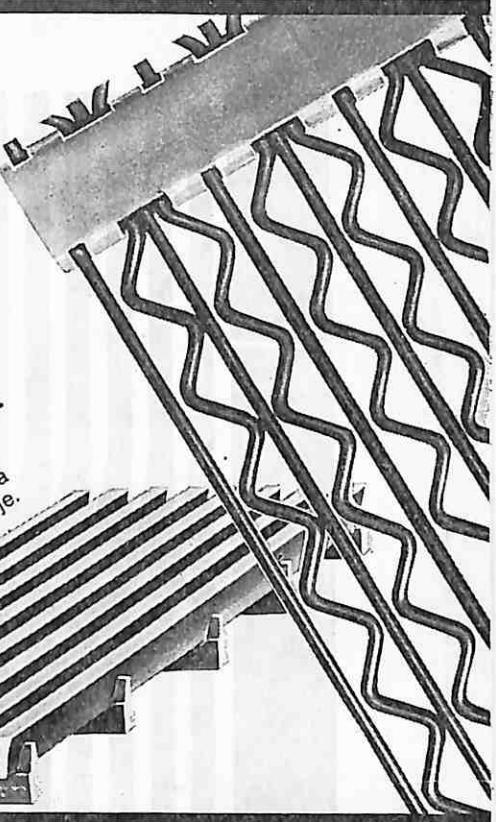
V/O Mašinoeksport
SSSR — Moskva V-330
Mosfilmovskaja 35
Teleks: 170

2

Specijalna umetka za sita pružaju vam velike prednosti:

Tria – umeci za sita
 mogu se ugraditi u sve mašine kao harfe ili ploče.
 Rekonstrukcija nije potrebna. Sami se čiste kod
 sirovine koja je vlažna i teško se sele. Prave žice
 omogućuju jako zatezanje. Dugotrajni su, jer su
 izrađeni od opruznih čelika. Habanje ili plemenitih čelika.
 visoko otpornih na habanje ili plemenitih čelika.

Optima zavareni umeci za sita
 sa procepima za odvodnjavanje i odmulinjivanje,
 sušenje, hlađenje, klasiranje i sortiranje. Velika
 stabilnost, procepi po celoj dužini, dugo trajanje.



Tražite prospekte
ili stručna uputstva
naših inženjera

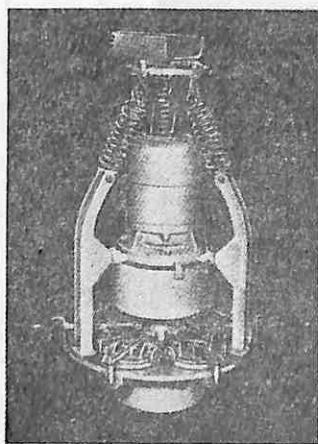


STEINHAUS GMBH

433 Mülheim (Ruhr) Postfach 1660 Ruf 5 0653 Telex 856/733

BRZO USITNJAVANJE do analitičke finoće

West-Deutschland



Pločasti vibracioni mlinovi usitnjavaju od oko 15 mm do analitičke finoće ispod 0,2 mm. Kućište mline, poklopac, prsten i valjak od visoko kaljenog hrom čelika, tvrdog metala Widia, ahata ili sa prevlakom od tvrdog meta, imaju maksimalnu otpornost na habanje, čak i kod najtvrdog uzorka za mlevenje kao što je ruda, topljeni korund, staklo itd. Ne dolazi do onečišćenja mline usled habanja! Za 2 minute samelje 100 cm³ koksa krupnoće 4–6 mm na veličinu zrna od 0,2 mm.

Kućišta mline za 10, 100 i 250 cm³. Isporučujemo sa jednim kućištem ili za istovremeno drobljenje i šest uzoraka. Tražite prospekte!

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

izdaje tromesečne časopise

»RUDARSKI GLASNIK«

»SIGURNOST U RUDNICIMA«

Posebna izdanja:

prof. dr ing. S. Janković:

»Ležišta metaličnih mineralnih sirovina (I deo)

»Metalogenetske epohe i rudnosna područja Jugoslavije« (II deo)

prof. ing. M. Simonović:

»Buldozeri, skreperi i postrojenja za dubinsko bušenje na površinskim otkopima« (I deo)

»Bageri, odlagači i transportni mostovi na površinskim otkopima« (II deo)

»Tračni transporteri na površinskim otkopima« (III deo)

Za sve informacije obratite se redakciji Rudarskog instituta, Zemun, Batajnici put br. 2.



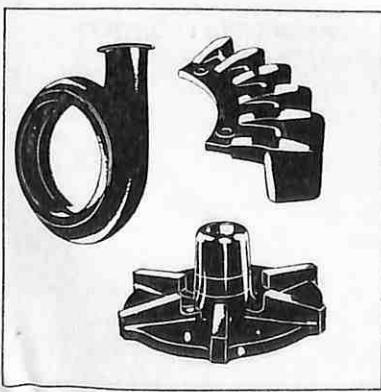
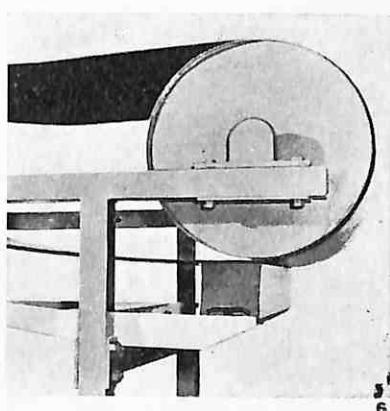
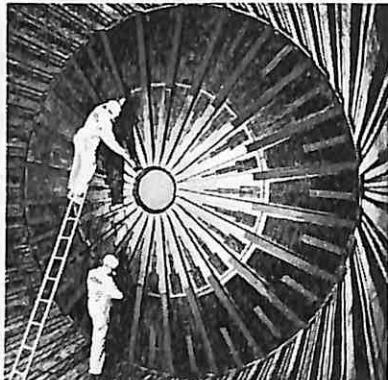
SIEBTECHNIK GMBH
 Fabrik für Zerkleinerungsmaschinen, Zentritugen und Siebmaschinen
 433 MÜLHEIM-RUHR Platanenallee 46 Postfach 1380

West-Deutschland

SKEGA

MINING RUBBER

1. Skega gumeni oklopi sa jedinstvenim sistemom za učvršćivanje u više od 500 mlinova, koji su u radu.
2. Skega gumena sita za grubo odsejavanje, samonosiva otporna na habanje, lako se montiraju, prigušivanje buke do 80%.
3. Skega skliznice iz masivne gume spriječavaju kritičnu brzinu materijala.
4. Skega dijelovi izloženi habanju za kamione, za kamione za transport rude itd. u standardnoj izvedbi, koji se lako montiraju.



5. Skega profilisani dijelovi izloženi habanju, nova metoda za redukciju brzine materijala. Maksimalni odskočni ugao uz minimalno habanje.
6. Skega strugač za gumenu traku za skidanje finog i lepljivog materijala.
7. Skega dijelovi izloženi habanju za pumpe, flotacione agitatore i sl.

SKEGA

Ersmark Skellefteå • SWEDEN
Tel. 0910/231 50 Telex 6887

Zastupništvo UNIVERZAL, Beograd, Majke Jevrosime 51, telefon 20-901

TEHNIČKI RÉDAKTOR I KOREKTOR: M. MARKOVIĆ I M. PETROVIĆ - NASLOVNA STRANA:
A KATUNARIĆ - SLIKA NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO U RUDARSKOM
INSTITUTU, BEOGRAD) — FOTO S. RISTIĆ

