

Rudarski glasnik, 1969 (4)

- 5 - Geometrijske i matematičke definicije elemenata bloka otkopavanog bagerom glodaro, M.Makar
- 15 - Grafički i matematički prikaz proračuna stabilnosti kosina Fröhlich-ovom metodom, R.Obradović, J.Radojević
- 26 - Primena jedne od masovnih otkopnih metoda za dobivanje zasipnog materijala u rudniku Kopaonik-Belo brdo, R.Dzodić
- 32 - Aktiviranje oksalatom u razdvajanju monacita od kolumbotantalita pomoću oleinske kiseline, D.Salatić, P.Moiset
- 38 - Koncentracija brečastog magnezita iz ležišta Strezovci u teškoj sredini, D.Ivanković, T.Kostić
- 49 - O mogućnostima briketiranja koncentrata hromne rude iz republike Turske pomoću veziva i uz dodatak reducenta, M.Mitrović, V.Stamenković
- 64 - Ispitivanje mogućnosti proizvodnje i upotrebe polukoksa iz domaćeg lignita kao bezdimnog goriva (II deo), D.Matić
- 69 - Specifičnosti grafičke i vremenske analize izvođenja nekih rudarskih radova, V.Buljan
- 76 - Integracija i koncentracija u proizvodnji i preradi bakra u svetu, S.Majdanac
- 86 - Cene nekih primarnih proizvoda rudarstva, M.Žilić
- 93 - Rudarstvo antimona u Podrinju, V.Simić
- 105 - Nova oprema i nova tehnička dostignuća
- 106 - Kongresi i savetovanja
- 110 - Prikazi i literature
- 113 - Bibliografija
- 115 - Obaveštenja

<i>Untersuchung der Erzeugung — und Verwendungsmöglichkeiten des Halbkokes aus einheimischen Braunkohlen als rauchlosen Brennstoff</i>	—	68
E k o n o m i k a		
PROF. ING. VLADIMIR BULJAN		
<i>Specifičnosti grafičke i vremenske analize izvođenja nekih rudarskih radova</i>		69
<i>Специфические особенности графического и временного анализа производства некоторых горных работ</i>	— — — — —	75
DIPLEKONOM. STEVAN MAJDANAC		
<i>Integracija i koncentracija u proizvodnji i preradi bakra u svetu</i>	— —	76
DIPL. EKONOM. MILAN ŽILIC		
<i>Cene nekih primarnih proizvoda rudarstva</i>	— — — — —	86
I z i s t o r i j e r u d a r s t v a		
DR VASILJE SIMIC		
<i>Rudarstvo ontimona u Podrinju</i>	— — — — —	93
<i>Nova oprema i nova tehnička dostignuća</i>	— — — —	105
<i>Kongresi i savetovanja</i>	— — — — —	106
<i>Prikazi i literature</i>	— — — — —	110
<i>Bibliografija</i>	— — — — —	113
<i>Obaveštenja</i>	— — — — —	115

Geometrijske i matematičke definicije elemenata bloka otkopavanog bagerom glodarom

(sa 10 slika)

Dipl. ing. Milivoj Makar

Površinski otkop je podeljen na »radne niveoe — etaže«, pri čemu se na svakoj etaži nalazi jedna ili više radnih jedinica. Svaku etažu karakterišu sledeći elementi:

- dužina (L)
- korak napredovanja (B_K) koji je jednak širini bloka
- godišnje napredovanje (B_g)
- visina (H).

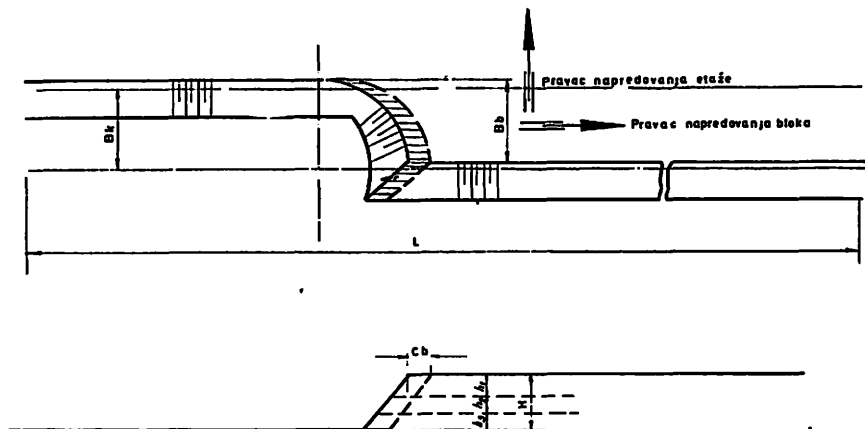
Elementi etaže prikazani su na sl. 1.

Pod napredovanjem etaže podrazumeva se kretanje etaže u pravcu koji je upravan na pravac transporta po etaži.

Deo etaže koji se otkopa nizom uzastopnih povezanih i neprekidnih operacija od vrha do dna etaže (nivelete bagera) zove se blok i obuhvata jedan tehnološki ciklus.

Geometrijski elementi bloka su:

- širina bloka (B_b)
 - visina bloka, po pravilu, jednaka je visini etaže (H)
 - dubina bloka (C_b)
 - ugao nagiba čeonice (δ_c)
 - ugao nagiba bočnice (δ_b)
- Šema bloka sa oznakama prikazana je na sl. 2.



Sl. 1 — Elementi etaže
Abb. 1 — Strossenelemente

Ceona kosina je kosina koja se nalazi u pravcu napredovanja bagera i obično se izrađuje strmije od bočne kosine.

Po vertikalni, ukupna visina bloka (4) podeljena je na podetaže koje se obeležavaju h_1 do h_n . Indeks uz h obeležava redni broj podetaže računajući odozgo na dole. Visina h zavisi od spoljnog prečnika rotora (D) i obično iznosi

$$\frac{1}{2}D \leq h \leq \frac{3}{4}D \quad (1)$$

Podetaže se bageruju rezovima koji mogu biti vertikalni i horizontalni (sl. 3).

Na sl. 2 šrafovom su označeni pojedini rezovi prve podetaže bloka. Kako se iz slike vidi jedan rez zahvata zapreminu stene koja se obrađuje radnim elementima bagera za obrt strele rotornog točka za ugao φ u samo jednom pravcu (širina reza B_r). Visina reza jednaka je visini podetaže kod vertikalnih rezova h (sl. 3), a kod horizontalnih rezova vrednost h predstavlja visinu merenu po horizontali u osovini bagera glodara. Bilo da je rez horizontalan ili vertikalni, on se sastoji od niza pojedinačnih zahvata vedricama na radnom točku bagera. Jedan rez i zahvat vedricom bagera prikazan je na sl. 4. Slika 4a predstavlja vertikalni zahvat vedrice, a sl. 4b horizontalni zahvat vedrice.

Takav jedan zahvat nazvaćemo odrezak.

Za vreme rada bagera rotor se okreće oko svoje osovine »O« (sl. 3 i 4) i zajedno sa nosačem rotora oko vertikalne osovine bagera »O₁«.

Prema tome, radni element pri prolazu kroz materijal kreće se po rezultanti brzina: V_r (obodna brzina pri okretanju radnog točka oko svoje osovine) i V_b (obodna brzina vrha vedrice pri obrtanju nosača rotora oko osovine bagera).

Vektori brzina V_r i V_b su upravni jedan na drugog. Dok je brzina V_r konstantna, brzina V_b se menja i to dvojako. Automatski se povećava sa povećanjem ugla φ radi održavanja približno istog kapaciteta duž celog reza. Okretanjem reznog elementa oko osovine rotornog točka menja se vrednost R (poluprečnik koji označava udaljenost reznog elementa od vertikalne osovine bagera) tako da i pri konstantnoj ugaonoj brzini nosača rotora vrednost V_b se menja od V_{bmin} za R_{min} do V_{bmax} za R_{max} .

Za isecanje jednog odreska promena brzine V_b zbog promene ugaone brzine katarke (ω_b) može se smatrati konstantnom odnosno $\omega_b = \text{const}$.

Na sl. 9 prikazani su vektori brzina radnog točka i nosača rotora kao i rezultantne brzine po kojim se kreće rezni element vedrice. Iz trougla brzina možemo naći vrednost rezultantne brzine V

$$V = \sqrt{V_r^2 + V_b^2} \quad (2)$$

Ukoliko sa V_{bn} označimo translatorsnu brzinu reznog elementa pri ulasku u materijal, a poluprečnik u tom momentu sa R_{rez} , onda je brzina V_b za ma koji ugao obrta rotornog točka β jednaka

$$V_b = V_{bn} \frac{R\beta}{R_{rez}} \quad (3)$$

Pri konstantnoj ugaonoj brzini ubrzanje je konstantno, odnosno kretanje reznog elementa kroz materijal je jednako ubrzano za vrednosti ugla $\beta = (0^\circ \div 90^\circ)$, a jednako usporeno za vrednosti ugla $\beta = (90^\circ \div \beta_0)$ (sl. 4a).

Prema tome, početna rezultantna brzina kretanja reznog elementa je

$$V_1 = \sqrt{V_r^2 + V_{bn}^2} \quad (4)$$

a za ma koji ugao β

$$V\beta = \sqrt{V_r^2 + \left(V_n \frac{R\beta}{R_{rez}}\right)^2} \quad (5)$$

Priraštaj brzine translatorsnog kretanja za vreme Δt bit će:

$$\Delta V_b = V_n \frac{R\beta}{R_{rez}} - V_n \frac{R\beta_1}{R_{rez}} \quad (6)$$

$$\Delta V_b = \frac{V_n}{R_{rez}} \left(R\beta_2 - R\beta_1 \right)$$

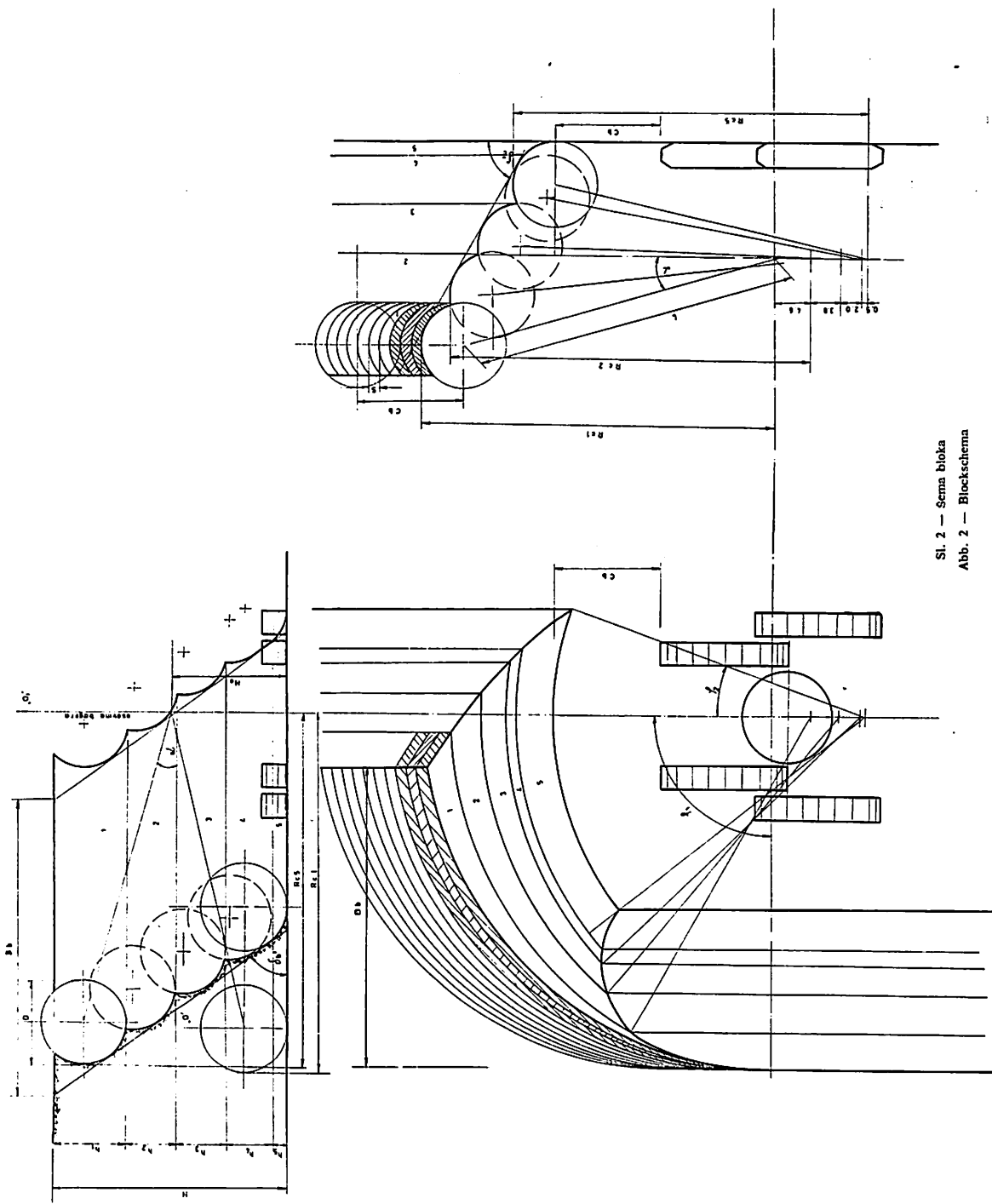
odnosno ubrzanje je:

$$U_b = \frac{V_n}{R_{rez}} \frac{(R\beta_2 - R\beta_1)}{\Delta t} \quad (7)$$

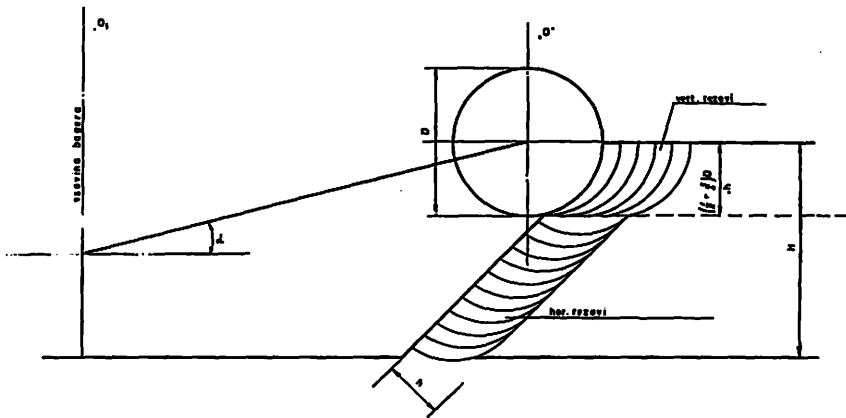
Pravac rezultantne brzine određen je uglom nagiba u odnosu na pravac vektora brzine V_r (sl. 6).

$$\text{tg } \varphi = \frac{V_b}{V_r} \quad (7a)$$

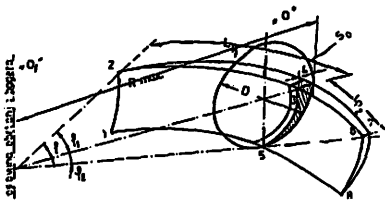
Ovim je ujedno određen i pravac kretanja reznog elementa.



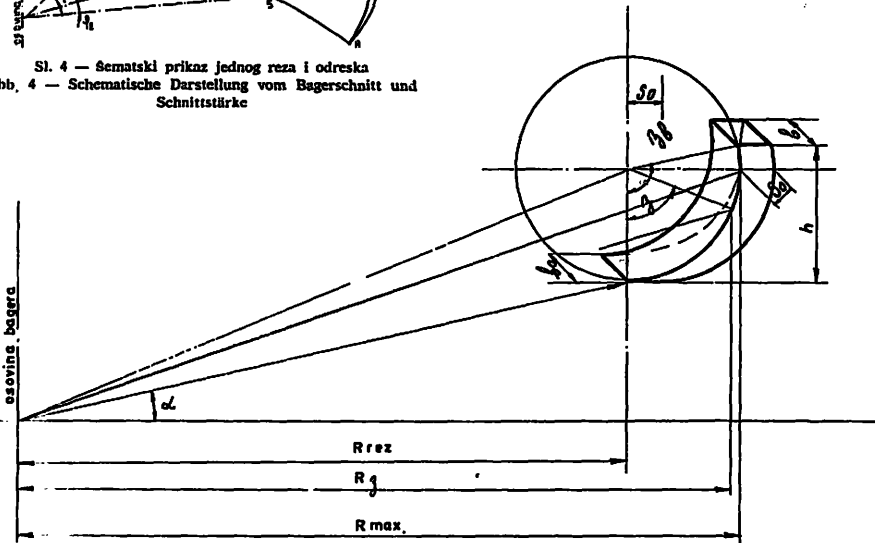
Sl. 2 — Sema bloka
 Abb. 2 — Blockschema



Sl. 3 — Sema rezova
Abb. 3 — Schnittschema



Sl. 4 — Semaški prikaz jednog reza i odredka
Abb. 4 — Schematische Darstellung vom Bagerschnitt und Schnittstärke



Sl. 4a — Vertikalni rez
Abb. 4a — Vertikalschnitt

Vreme t_{re} za rezanje jednog odreska zavisi samo od brzine V_r i konstantno je pri konstantnoj brzini okretanja radnog točka. Može se odrediti iz jednačine:

$$t_{\text{re}} = \frac{D \pi \beta}{2 \times 180 \times V_r} \quad (8)$$

Brzina V_b utiče samo na dužinu pređenog puta a i nc i na vreme rezanja jednog odreska.

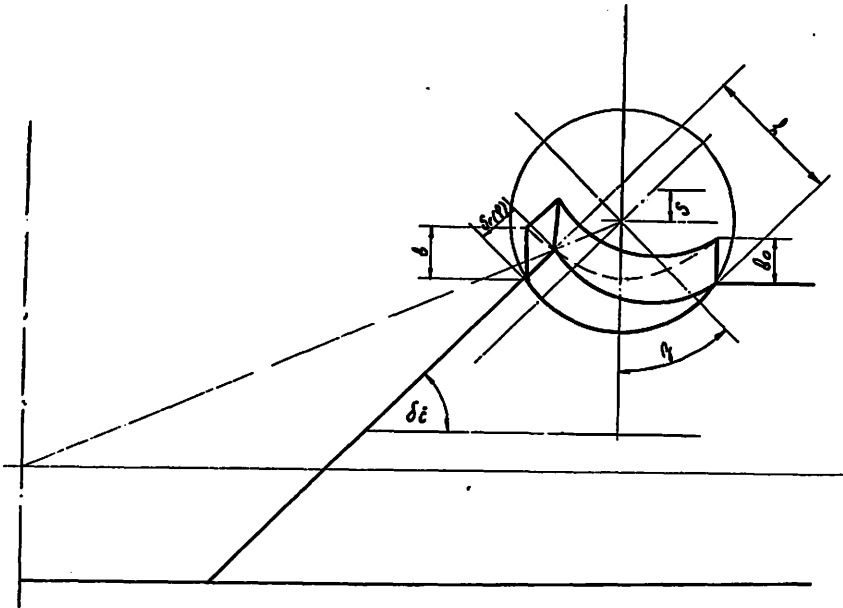
Daleko komplikovanije je određivanje vremena potrebnog za otkopavanje jednog reza.

Savremene konstrukcije srednjih i velikih bagera gladara imaju automatsku regulaciju brzine okretanja nosača rotora oko ose bagera. Ovo im omogućava održavanje približno stalnog kapaciteta tokom radnog procesa na otkopavanju jednog reza (isključujući njegove krajnje delove) nezavisno od debljine odreska. Maksimalna debljina odreska je kada je ugao okretanja nosača rotora, pa, prema tome, brzina napredovanja bagera $\varphi = 0^\circ$. Debljina odreska se smanjuje proporcionalno kosinusu ugla okretanja nosača rotora, pa, prema tome, brzina okretanja mora biti obrnuto proporcionalna kosinusu ugla okretanja ($\cos \varphi$). Na bagerima se, uglavnom, utvrđuje granica regulacije brzine. Odnos početne brzine V_{b0} prema kraj-

njoj uzima se 1,8–2 a retko 3, što odgovara uglovima okretanja od 50° , 60° i 70° . Iza ovih granica brzina je konstantna s tim, što se na kraju okretanja smanjuje na nulu da bi se izvršilo pomeranje bagera napred.

U procesu otkopavanja jednog reza može se izdvojiti pet etapa. Pojedine etape se jasno vide na sl. 5.

1. etapa — brzina raste od nule do maksimuma. Kretanje je jednako ubrzano. Kapacitet bagera (računski) na ovom delu je manji od teoretskog. Debljina odreska raste.
2. etapa — brzina je stalna i maksimalna. Počinje u tački gde se završava jednako ubrzano kretanje i traje do položaja nosača rotora, gde počinje automatska regulacija brzine. Kapacitet bagera je ispod teoretskog i samo u krajnjoj tački dostiže teoretski kapacitet. Debljina odreska raste.



Sl. 4b — Horizontalni rez
Abb. 4b — Horizontalschnitt

3. etapa — brzina kretanja je regulisana i obrnuta je proporcionalno kosinusu ugla okretanja nosača rotora. Debljina odreska se u prvoj polovini povećava na maksimalnu kod V_{bo} , a potom se smanjuje. Kapacitet je ravan teoretskom. Dužina ovog dela reza je veća od svih ostalih delova zajedno.

4. etapa — počinje kad se postigne maksimalna brzina odnosno nosač rotora dolazi u položaj kada prestaje regulacija brzine. Kao i u drugoj etapi, brzina je stalna, a kapacitet je manji od teoretskog.

5. etapa — je etapa jednako usporenog kretanja do brzine nula. Kapacitet je manji od teoretskog. Nakon ove etape bager se pomera napred za debljinu odreska i proces se ponavlja.

U zavisnosti od uglova zaokreta nosača rotora od njegovog srednjeg položaja po osi kretanja bagera do početka ili kraja reza može se dogoditi da nema druge ili četvrte etape ili obe zajedno. U tom slučaju dijagram na slici 5 ima oblik ograničen crkaskim linijama. Delovi 1, 3 i 5 se uvek mogu izdvojiti u granicama jednog reza.

Analitičke metode određivanja vremena otkopavanja jednog reza u podetaži su veoma komplikovane, jer zahtevaju, pre svega, određivanje uglova okreta nosača rotora (φ_1 i φ_2) za sve podetaže, od srednjeg položaja do početka i kraja reza, zatim uglove okreta ($\varphi_1 \div \varphi'_1$ i $\varphi_2 \div \varphi'_2$) za prvu i petu etapu procesa otkopavanja jednog reza. Uglovi φ_1 i φ_2 se mogu izračunati analitički po složenim formulama ili ih treba utvrditi grafičkom konstrukcijom otkopnog bloka. Određivanje uglova $\varphi_1 \div \varphi'_1$ i $\varphi_2 \div \varphi'_2$ može se izvršiti analitički iz jednačine koja se rešava izborom. Posle određivanja svih navedenih uglova proračunava se vreme kretanja nosača rotora za svaki od navedenih delova jednog reza. Taj proračun se mora ponoviti za svaku podetažu posebno.

Mnogo je jednostavnije, a za inženjerske proračune dovoljno tačno, proračun vremena izvršiti grafoanalitičkom metodom po Krasnikovu. Ova metoda se sastoji u sledećem:

Prvo se izradi dijagram zavisnosti vremena otkopavanja reza od veličine projekcije linije reza na vertikalnu ravan, koja je upravna na pravac napredovanja bloka. Kod izrade ovog dijagrama uzastopno se daju razne vrednosti uglovima φ'_1 i φ'_2 i izračunava vreme otkopavanja reza i veličine projekcije reza na verti-

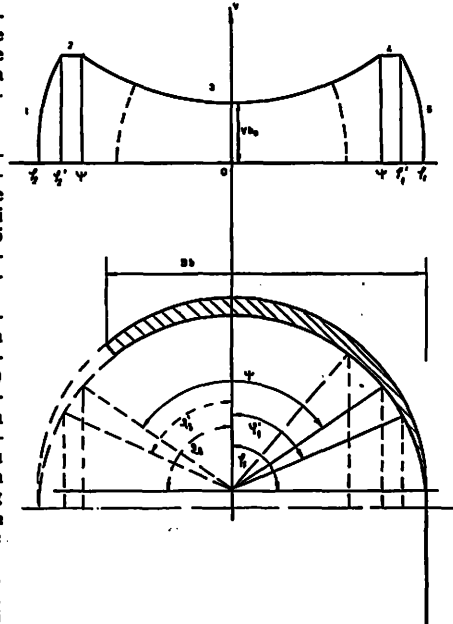
kalnu ravan, odnosno trag linije reza na poprečnom preseku bloka. Ovi proračuni se izvođe po sledećim obrascima:

a) Za slučaj, kada je ugao φ manji od graničnog ugla ψ regulacije brzine okretanja.

$$A_{pr} = R_c \sin \varphi + \frac{V_{bo}}{2 U_b \cos \varphi} \quad (9)$$

$$t_{rez} = \frac{R_c \sin \varphi}{V_{bo}} + \frac{V_{bo}}{U_b \cos \varphi} \quad (10)$$

b) za slučaj kada je ugao φ veći od graničnog ugla ψ regulacije



Sl. 5 — Dijagram promene brzine okretanja nosača rotora bagera pri bagerovanju jednog reza
Abb. 5 — Diagramm des Schwungradgeschwindigkeitsänderung des Schaufelradauslegers bei einer Schnittbaggerung

$$A_{pr} = R_c \sin \varphi + \frac{V_{bo} \cos \varphi}{2 U_b \cos^2 \psi} \quad (11)$$

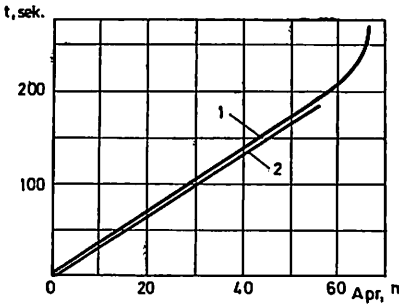
$$t_{rez} = \frac{R_c \sin \varphi}{V_{bo}} + \frac{2 \pi R_c (\varphi - \psi) \cos \psi}{360 V_{bo}} + \frac{V_{bo}}{U_b \cos \psi} \quad (12)$$

gde su:

- R_c — projekcije poluprečnika okretanja oko ose bagera, mereno do centra rotora, m,
- V_{bo} — linearna brzina pomeranja centra rotora za ugao $\varphi = 0$, m/sec,
- U_b — linearna ubrzanja (usporenje) okretanja nosača rotora, mereno u centru rotora, m/sec²,
- ψ — ugao do kojeg se reguliše brzina okretanja nosača rotora, stepeni.

Po dobijenim vrednostima za t_{rez} i A_{pr} konstruiše se dijagram zavisnosti t_{rez} od A_{pr} . Takav jedan dijagram dat je na slici 6 (bager ERSR — 1600 × 40/7).

Linije na dijagramu predstavljaju zavisnost vremena t_{rez} od A_{pr} samo za jednu stranu reza ($\varphi = 0^\circ \div 90^\circ$). Za dobijanje vrednosti t_{rez} za drugu stranu služi isti dijagram.



Sl. 6 — Dijagram zavisnosti vremena bagerovanja reza (do osovine obrtanja bagera) od veličine projekcije na poprečni presek bloka

Abb. 6 — Diagramm der zeitabhängigen Schnittbagerung (bis zur Baggerdrehschse) von der Projektionsgröße auf den Blockquerschnitt

Da bi se matematički tačno odredilo vreme otkopavanja reza u svakoj podetaži trebalo bi usvajati razne vrednosti za R_c , koje odgovaraju određenoj podetaži. Jednostavnije je i dovoljno tačno, ako se za sve podetaže usvoji jedna vrednost R_c i to ona, koja odgovara najnižoj podetaži. Ovo uprošćavanje računa praktično ne utiče na ukupno računsko vreme otkopavanja rezova u svim podetažama jednog tehnološkog ciklusa.

Pošto je konstruisan dijagram može se pristupiti određivanju zbira vremena za jedan rez za svaku podetažu.

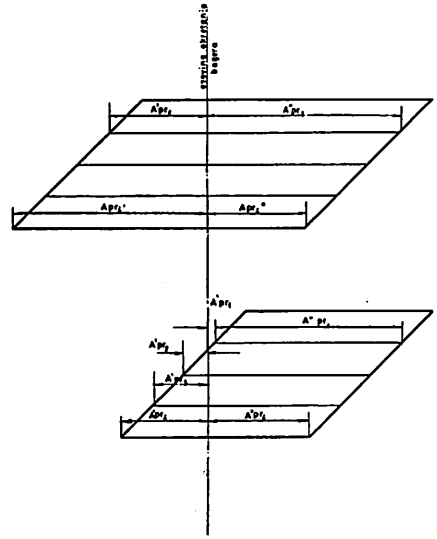
Grafički se konstruiše poprečni presek bloka (sl. 7) i na njemu se ucrtaju granične linije svake podetaže. Vreme otkopavanja jednog reza može se dobiti po krivoj 1 sl. 6 kao zbir

vremena t'_1 (ako je prva podetaža) i t''_1 koje odgovaraju veličinom A'_{pr1} i A''_{pr1} odnosno

$$t_{rez1} = t'_1 + t''_1 \quad (13)$$

Vreme potrebno za otkopavanje jednog reza u svim podetažama iznosi:

$$t_{rez} = \sum_1^U t_{rez} \text{ (sec)} \quad (14)$$



Sl. 7 — Sema za određivanje projekcije linije reza na poprečnom preseku bloka

Abb. 7 — Schema für die Bestimmung der Schnittlinienprojektion auf dem Blockquerschnitt

Vreme potrebno za otkopavanje po celom tehnološkom ciklusu (jedan blok) iznosi:

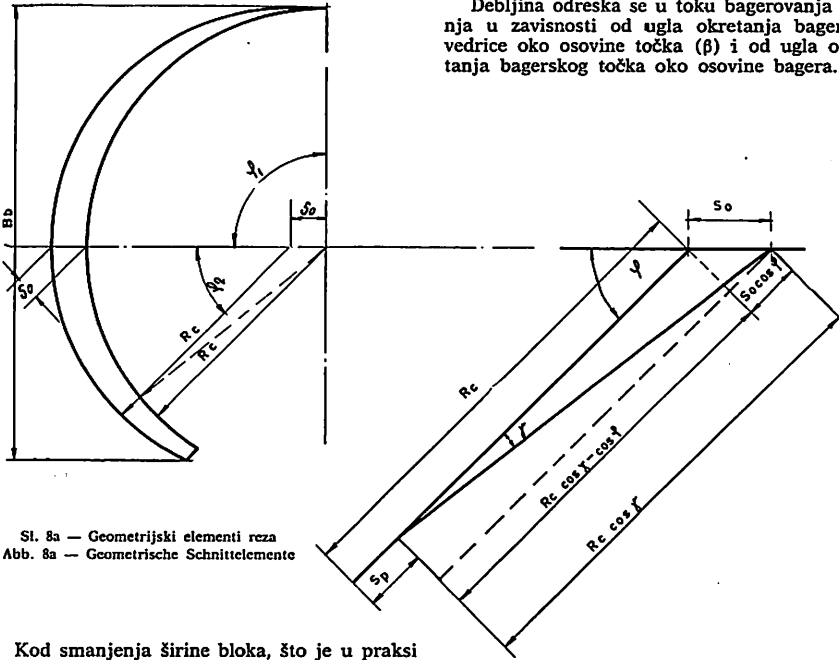
$$T_c = N_r \sum_1^U t_{rez} + T_{tg} \text{ (Sec)} \quad (15)$$

gde je:

N_r — broj rezova po dubini bloka u jednom tehnološkom ciklusu

T_{tg} — tehnološki gubici vremena koji su posledica samog tehnološkog procesa.

Debljina odreska se u toku bagerovanja menja u zavisnosti od ugla okretanja bagerske vedrice oko osovine točka (β) i od ugla okretanja bagerskog točka oko osovine bagera. Na



Sl. 8a — Geometrijski elementi reza
Abb. 8a — Geometrische Schnittelemente

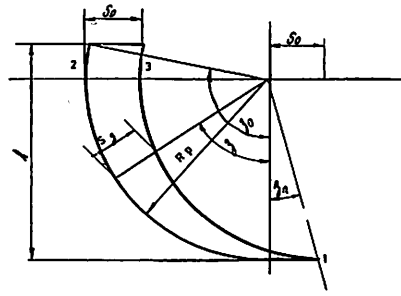
Kod smanjenja širine bloka, što je u praksi najčešći slučaj (sl. 7b), projekcije ose okretanja bagera na poprečnom preseku bloka će presecati spoljašnju kosinu etaže. U ovom slučaju za izračunavanje vremena otkopavanja reza na onim podetažama gde rez ne dolazi do ose okretanja konstruiše se pomoćna kriva 2 (na sl. 6) po formulama:

$$A_{Dr} = R_c \sin \varphi + \frac{V_{bo}^2}{2 U_b \cos \varphi} \quad (16)$$

$$t_{rez} = \frac{R_c \sin \varphi}{V_{bo}} - \frac{V_{bo}}{U_b \cos \varphi} \quad (17)$$

Vreme otkopavanja jednog reza u prvooj podetaži, za slučaj dat na slici 7b, određuje se kao razlika vremena t''_1 i t'_1 , koje odgovaraju veličinama A''_{Dr1} i A'_{Dr1} , gde se vreme t''_1 uzima sa krive 1, a vreme t'_1 sa krive 2.

Za bagere koji nemaju regulaciju brzine okretanja ili imaju stepenastu regulaciju može se koristiti slična metodologija određivanja vremena otkopavanja reza, ali proračunski dijagram mora da se konstruiše po formulama koje uzimaju u obzir taj oblik regulacije.



Sl. 8b — Geometrijski elementi odreska
Abb. 8b — Geometrische Elemente der Schnittstärke

sl. 8 dati su geometrijski elementi odreska i reza. Matematička zavisnost debljine reza u osovini rotornog točka od ugla zaokreta nosača rotora φ prema sl. 8a je:

$$S(\varphi) = R_c - (R_c \cos \varphi - S_0 \cos \varphi)$$

Kako je R_c neuporedivo veće od S_0 to je $\cos \gamma \simeq 1$, pa se može napisati

$$S(\varphi) = S_0 \cos \varphi \quad (18)$$

Promena debljine reza u zavisnosti od ugla φ , za ma. koji ugao okreta φ , može se izraziti jednakošću (sl. 8b)

$$S(\beta) = R_t - R_t \cos \gamma + S(\varphi) \sin \beta$$

ako u ovoj jednačini $S(\varphi)$ zamenimo vrednošću iz jednačine 18 imamo:

$$S(\beta) = R_t - R_t \cos \gamma + S_0 \cos \varphi \sin \beta$$

Pošto je uvek $\frac{S_0}{R_t} < 0,1$ i $\cos \gamma \simeq 1$ to možemo napisati

$$S(\beta) = S_0 \cos \varphi \sin \beta \quad (19)$$

Pri određenom položaju nosača rotora u osnovi bloka debljina odreska, koja se bageruje u posmatranom vremenskom momentu za svaku vedricu, zavisi od njenog položaja koji je određen uglom β_i (sl. 8b).

Vrednost β_i određuje se u zavisnosti

$$\beta_i = \beta_1 - \frac{2\pi}{Z} (i-1) \quad (20)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

gde je:

β_1 — ugao koji određuje položaj vedra od kojega počinje odbrojavanje

Z — broj vedara

i — indeks koji označava vedro za koje se vrši obračun debljine odreska.

Površina jednog srpastog odreska za određeni ugao φ se izračunava

$$P_s = \int_0^{\beta_0} S_0 \cos \varphi \sin \beta R_t d\beta$$

$$P_s = S_0 \cos \varphi R_t [-\cos \beta]_0^{\beta_0}$$

$$P_s = S_0 \cos \varphi R_t (1 - \cos \beta_0) \quad (21)$$

Površina odreska u osovini okretanja bagera ($\varphi = 0$) je:

$$P S_0 = S_0 R_t (1 - \cos \beta_0)$$

Oдавде možemo odrediti srednju debljinu odreska (potrebno je za određivanje snage pogonskog motora), tj. visinu pravougaonika, čija je dužina $\beta_0 R_t$, a po površini je jednak odresku

$$S_{sr} \beta_0 R_t = S_0 R_t (1 - \cos \beta_0)$$

$$S_{sr} = \frac{S_0 (1 - \cos \beta_0)}{\beta_0}$$

gde je:

β_0 — ugaona visina odreska (podetaže) u radijanima.

Površina poprečnog preseka odreska, koju odseca vedrica u ravni, a koja je upravna na rotor određuje se, za ma koji ugao okreta rotora β , iz formule

$$P_p(\beta) = S\beta b\beta \quad (22)$$

Ako usvojimo da je širina odreska $b\beta$ konstantna i jednaka b i zamenimo vrednost $S\beta$ iz jednačine (19) dobijamo

$$P_p = S_0 b \cos \varphi \sin \beta \quad (23)$$

Širinu odreska odredićemo na osnovu šeme za uslov da je $V_b = \text{const}$. Vedrica 1 ulazi u materijal u položaju 1 i kreće se po liniji koja predstavlja pravac i smer rezultantne brzine i kada dođe u položaj 1' vedrica broj 2 ulazi u materijal. Pošto vedrica broj 1 ulazi u položaj 1'', a vedrica 2 u položaj 2', vedrica broj 3 ulazi u materijal itd. neprekidno za vreme celog procesa bagerovanja.

Rastojanje između tačaka 1 i 2 (1' i 2') odnosno 2 i 3 (2' i 3') predstavlja širinu reza b . Vertikalno rastojanje između tačaka 1 i 1', 2 i 2' itd. je rastojanje između dve susedne vedrice $e = e_n$ (cm).

Na osnovu toga širina reza je jednaka

$$b = e \operatorname{tg} \varphi \text{ (cm)} \quad (24)$$

$$e = \frac{2 R_t \pi}{Z}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{V_b}{60 V_r}; \quad V_r = \frac{2 R_t \pi n}{60}$$

prema tome:

$$b = \frac{V_b}{Z \cdot n} \quad (25)$$

gde je:

V_b — brzina transportnog kretanja rotora u m/min
 Z — broj vedrice na rotoru
 n — broj obrtaja rotora u minutu
 V_r — brzina rotacionog kretanja rotora u m/sec

Dobijeni izraz možemo napisati i u obliku

$$b = \frac{2\pi W_b}{Z W_r} (a + L \cos \alpha + R + \sin \beta) \quad (26)$$

gde je:

W_b, W_r — ugaone brzine kretanja nosača rotora i rotora
 $a + L \cos \alpha + R + \sin \beta$ — odstojanje noža po-smatrane vedrice od osovine bagera.

Kako smo već ranije rekli, brzina translacionog pomeranja reznih elemenata kod konstantne brzine kretanja nosača neprekidno se menja, u zavisnosti od njihovog položaja prema luku rezanja, i funkcija je:

$$(V_b)\beta = V_b \frac{R\beta}{R_{rez}}$$

U zavisnosti od toga širina odreska je takođe funkcija ugla β reznog elementa (sl. 8b), koja dostiže maksimalnu vrednost u visini osovine rotora

$$b(\beta) = b_0 \frac{R\beta}{R_{rez}}$$

$$b(\beta) = b_0 \frac{a + L \cos \alpha + R + \sin \beta}{a + L \cos \alpha + R_t} \quad (27)$$

Najmanju vrednost $R\beta$ ima kod $\beta \leq 0$, prema tome, najmanja vrednost za širinu reza $b(\beta)$ je kod ulaska vedrice u materijal. Prilikom izračunavanja $b(\beta)$ za postojeće bagere došlo se do saznanja da minimalna širina reza ima vrednost

$$(0,70-0,90) b_{max} \text{ (u visini osovine rotora).}$$

Kod inženjerskih proračuna može se usvojiti da je $b\beta = b$.

Za horizontalni odrezak važe iste geometrijske i matematičke relacije kao i za vertikalni odrezak, samo što se pri proračunu debljine odreska mora uzeti u obzir pored uglova α , β i φ i zavisnost od ugla nagiba etaže (δ). Za

visnost debljine horizontalnog odreska od ugla okretanja nosača rotora računa se po obrascima Beljakova i Vladimirova:

$$S_T(\varphi) = S \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left[\text{ctg } \delta \cos \varphi \text{ tg } \alpha \left(1 - \cos \varphi \right) \right]^2 \right\} \quad (28)$$

Uzimajući u obzir i ugao okreta točka debljina odreska je

$$S_T(\beta) = S_T(\varphi) \left(\sin \beta + \frac{1}{2} \frac{S_T(\varphi)}{R_t} \cos^2 \beta \right) \quad (29)$$

U iznetim matematičkim metodama za određivanje dimenzija odreska nisu uzete u obzir oscilacije nosača rotora i njihov uticaj na rad rotora u bloku. Pri bagerovanju pored karakterističnih torzionih oscilacija javljaju se, takođe, oscilacije u vertikalnoj i horizontalnoj ravni. Zbog ovoga stvarni parametri odreska će se razlikovati od proračunatih i to utoliko znatnije ukoliko su amplitude oscilacija osjetnije. Uzimanje u obzir odstupanja u dimenzijama odreska je naročito otežano zbog toga, što je potrebno, osim oscilacije u momentu otkopavanja jednog reza, uzimati u obzir odstupanje zbog oscilacija kod otkopavanja prethodnog reza. Uporedo sa ovim urocima, na promenu dimenzije odreska mogu uticati radijalni i obodni udari reznih elemenata konstrukcije koji se javljaju usled nedovoljno tačne izrade i montaže.

Svi ovi faktori će imati utoliko veći uticaj ukoliko se odnos S/b razlikuje više od jedinice. Ovaj slučaj se naročito javlja kod otkopavanja tvrdih stena i ugljeva, jer je veći odnos calishodan zbog smanjenja veličine komada.

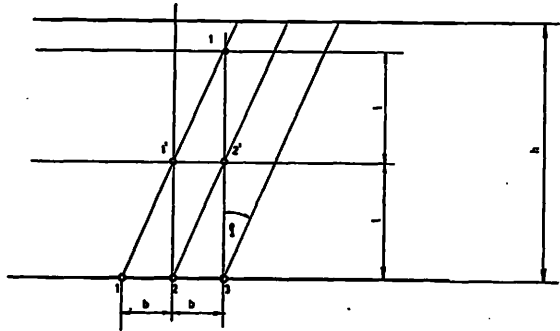
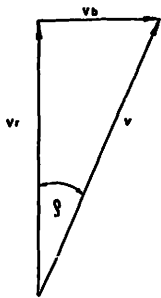
Uopšte rečeno, dimenzije odreska — uzimajući u obzir parametre oscilacije — mogu se predstaviti sledećim funkcionalnim izrazima (1).

$$(S\beta)_t = f [S_0, \varphi, \beta, y(t_n), y_1(t_m), z(t_n), z_1(t_m), yz(t_n), y_1z_1(t_m)]$$

$$(b\beta)_t = f_1 [b_0, \beta, y(t_n), y_1(t_m), z(t_n), z_1(t_m), yz(t_n), y_1z_1(t_m)] \quad (30)$$

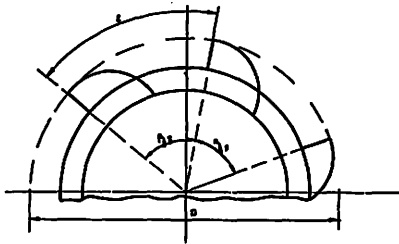
gde je:

$Y(t_n), Z(t_n), YZ(t_n)$ — zakon oscilacije rotora u odnosu na vertikalnu i horizontalnu ravan i torzione oscilacije



Sl. 9 — Šema za određivanje širine odreska

Abb. 9 — Schema zur Bestimmung der Schnittbreite

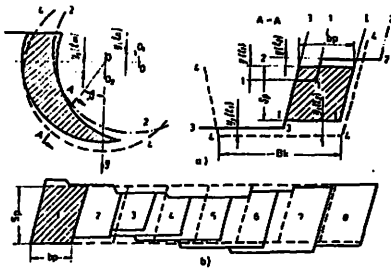


u vremenskom momentu t_n , koji odgovara otkopavanju prethodnog reza.

$Y_1 (tm)$, $Z_1 (tm)$, $Y_1 Z_1 (tm)$ — isto kao i gore samo u vremenskom momentu t_m kod otkopavanja posmatranog reza.

Prikaz izraza (30) u analitičkom obliku celishodno je izvoditi u svakom konkretnom slučaju samo posle ocene svih već nabrojanih faktora.

Na slici 10 dat je primer promene parametara odreska kod oscilacije rotora samo u vertikalnoj ravni, što je analogno prisustvu radialnih udaraca rotora. Linije 1—1 i 2—2 pokazuju uzastopnost položaja vedrice kod smicanja prethodnog reza, a linije 3—3 i 4—4 položaj vedrice kod rezanja tekućeg reza. Proračunati presek odreska I—I koji odgovara radu rotora bez oscilacije na stici je žrafiran. Štvarni presek odreska je ograničen razmatranim položajima vedrica. Na slici 10b pokazana je razvijena promena površine preseka odreska, koja se uzastopno odseca vedricama u jednom istom preseku za vreme jednog obrtaja rotora, kada postoji samo radialno udaranje rotora.



Sl. 10 — Presek odreska kod postojanja oscilacija rotora
 S_p i b_p — proračunska debljina i širina odreska;
 B_K — širina vedrice

Abb. 10 — Spannungsquerschnitt beim Auftreten von Schaufelradenschwingungen
 S_p und b_p — Rechnungsspannbreite und -stärke
 B_K — Eimerbreite

ZUSAMMENFASSUNG

Geometrische und mathematische Definitionen der Abbaublockelemente des Schaufelradbaggers

Dipl. Ing. M. Makar*)

In dem Aufsatz wurden mathematische und geometrische Definitionen der Abbaublockelemente, die für rechungsmässige Bestimmung der Schaufelradbaggerleistung genutzt werden können, gegeben. Durch gegebene mathematische Beziehungen wurde das Verhältnis der einzelnen geometrischen Elemente gegeben. Ebenso wurde die Bewegung der Baggerschaufel beim Abraumschnitt definiert und erklärt.

Literatura

- Akutin, Ščerbina, Jasnopoljskij, 1968: Programirano upravljanje rotornim bagerima, Kijev.
- Beljakov, Vladimirov, V. M., 1967: Radni organi rotornih bagera, Mašinstroenie.
- Fillimonov, 1967: Rudarske mašine za površinske kopove, Nedra.
- Krasnikov, 1966: Naučni aspekti primene kontinuiranog rada na površinskim kopovima, Nauka.
- Milosavljević, D.: Eksperimentalna fizika, Vladimirov, V. M., Senčurov, V. P., 1963: Određivanje optimalnog režima bagerovanja. — Rudarske mašine i automatizacija br. 7.
- Zelenin, A. N., 1960: Fizički osnovi teorije rezanja materijala, izdanje AN SSSR.

Grafički i matematički prikaz proračuna stabilnosti kosina Fröhlich-ovom metodom

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Radmilo Obradović — dipl. ing. Jovan Radojević

Dosadašnje metode proračuna stabilnosti kosina u mehanici tla baziraju na određenim hipotezama i prihvaćenim pojmovima:

- lom se istovremeno pojavljuje i nastupa duž cele klizne površine;
- tretira se naponsko stanje ravni, što znači da je kosina teoretski beskonačno dugačka. Kod rešavanja praktičnih primera taj uslov je ispunjen, ako dužina kosine iznosi najmanje 2,5 puta njene visine;

- od mogućih kliznih površina usvaja se ona, kod koje se dobije najniži koeficijent sigurnosti;
- prema ispitivanjima Fellenius-a i Taylor-a klizne površine prolaze uvek kroz podnožje kosine u slučaju kad je ugao trenja $\varphi > 5^\circ$.

Iskustva pokazuju da se klizišta dešavaju na manje ili više zakrivljenim kliznim površinama i da su uslovljeni fizičkim osobinama tla. Najveći broj postupaka proračuna zasniva se na kliznoj površini kružno cilindričnog oblika.

*) Dipl. ing. Milivoj Makar, viši stručni saradnik Zavoda za eksploataciju, mineralnih

štruvina Rudarskog instituta, Beograd.

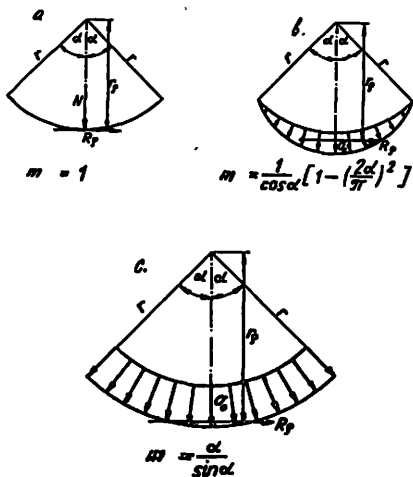
jer se na taj način lako obeleži klizno telo, koje se može matematički izraziti, a dobro odgovaraju stvarnim kliznim površinama.

Za proračun stabilnosti otkopa i odlagališta naročito je pogodna Fröhlich-ova metoda, koja omogućava da se proračuni izvrše za različite čvrstoće smicanja; na osnovu njih se izrađuju dijagrami koji daju faktore sigurnosti u zavisnosti od čvrstoće smicanja tla.

Kod svojih posmatranja stabilnosti Fröhlich polazi od granične ravnoteže sa sigurnošću 1,0 i utvrđuje dodatnu sigurnost na osnovu postojećih rezervi u pokazateljima tla.

Raspodela normalnih napona duž klizne površine

Normalni naponi duž klizne površine	Vrednost koeficijenta, m
Koncentrisani u sredini	1
Raspoređeni u obliku srpa	$\frac{1}{\cos \alpha} \left[1 - \left(\frac{2a}{\pi} \right)^2 \right]$
Ravnomerno raspoređeni	$\frac{a}{\sin \alpha}$



Sl. 1 — Definicija faktora m i raspodela napona po Fröhlichu
 a — napon koncentrisan u sredini; b — u obliku srpa;
 c — ravnomerna raspodela napona.

Abb. 1 — Die Definition des Faktors m und die Spannungsverteilung nach Fröhlich

Ovom metodom se izbegava opširan rad na računanju, koji se javlja kod metoda zasnovanih na podeli kliznog tela u lamele. Kod ove metode usvajaju se više mogućnosti podele napona u kliznim površinama (slika 1), te se isti uzimaju u obzir kod određivanja koeficijenta sigurnosti preko konstante m (tablica 1).

Grafički prikaz ove metode dat je na slici 2 i 3.

Na kliznu površinu oblika kružnog luka, koja ograničava kliznu prizmu ABCD, sve delujuće sile kao što su sopstvena težina klizne prizme, opterećenje, pokretna opterećenja, dejstvo filtracije, vetra i dr., slažu se u rezultantu R , te se odredi veličina, položaj i pravac sile R , a zatim i njen krak f u odnosu na centar rotacije O , odnosno na centar kružnog luka ADC izabrane klizne površine. Na taj način može se odrediti faktor sigurnosti F_s pomoću momentne jednačine, tako da se dobija moment rezultante R svih sila oko centra rotacije O

$$M_R = R \times f$$

Moment unutrašnjeg otpora koherentnog tla je:

$$M_o = (cL + R \cos \delta \times \operatorname{tg} \varphi \times m)$$

gde je:

- r — poluprečnik kliznog kruga
- c — kohezija tla u M_p/m^2
- L — dužina kružnog luka u m
- δ — ugao između rezultante i simetrale centralnog ugla
- μ — $\operatorname{tg} \varphi$ = koeficijent trenja duž klizne površine
- φ — ugao unutrašnjeg trenja tla
- m — koeficijent za raspodelu normalnog napona duž klizne površine.

Stabilnost kosine izražava se faktorom stabilnosti

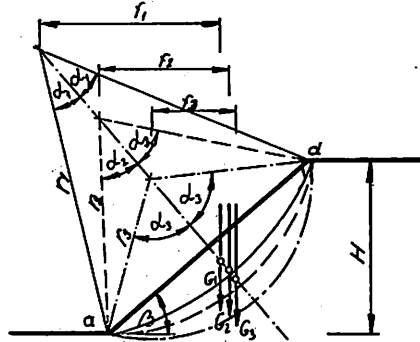
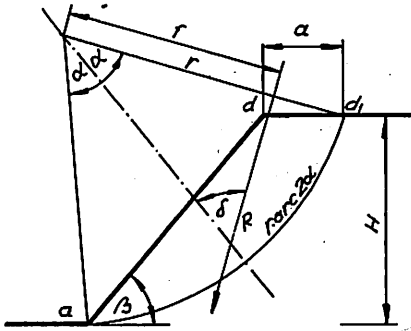
$$F_s = \frac{r}{f} \left(\cos \delta \times \mu \times m + \frac{cL}{R} \right)$$

Dobijanje kritičnog kliznog kruga postiže se variranjem centralnog ugla kliznog kruga $2\alpha = 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ i eventualno 120° .

Međutim, ako kohezija odložene mase ima veću vrednost, kritični klizni krug izlazi iza vrha kosine — tako da se presek kliznog kru-

ga i linije trenja udaljuje od vrha kosine B. U slučaju da se iza vrha nalazi radna mehanizacija, na primer bager guseničar, usvajaju se klizni krugovi koji prolaze kroz presečne tačke ivica gusenica sa presekom terena, pri čemu se uzima u obračun i težina mehanizacije u M_p/m^2 .

Fröhlich je na bazi svoje metode izradio dijagrame pomoću kojih se može odrediti najmanji koeficijent sigurnosti, a za razne slučajevce opterećenja tla iza kosine.



Sl. 2-3 — Grafički postupak proračuna stabilnosti Fröhlichovom metodom

Abb. 2-3 — Graphisches Rechenverfahren der Standfestigkeit mit der Methode Fröhlich

Međutim, u cilju ubrzanja procesa proračuna stabilnosti metodom Fröhlich-a izrađeni su dijagrami na bazi matematičke interpretacije geometrijskih odnosa grafičkog postupka proračuna koji omogućuju veoma brzo određivanje koeficijenta sigurnosti za najkritičniju kliznu površinu. Koristeći ove dijagrame, izvršeno je programiranje na elektronskom računaru tipa ELIOT 803B, pri čemu je utrošak vremena sveden na davanje ulaznih podataka i iscrtavanje završnih dijagrama koeficijenta sigurnosti.

Sigurnost je funkcija više promenljivih:

$$F_s = f(H, \beta, a, p, \gamma, c, \mu, r, G)$$

gde je:

- H — visina kosine
- β — ugao kosine
- a — odstojanje iza vrha kosine
- p — opterećenje mehanizacije
- c — kohezija tla
- μ — koeficijent trenja tla
- r — poluprečnik kliznog kruga

- γ — zapremnska težina
- G — težina klizne prizme

Ukupan faktor sigurnosti:

$$F_s = F_\varphi + F_c$$

Udeo ugla unutrašnjeg trenja:

$$F_\varphi = \frac{r}{x} \mu \times \cos \delta \times m$$

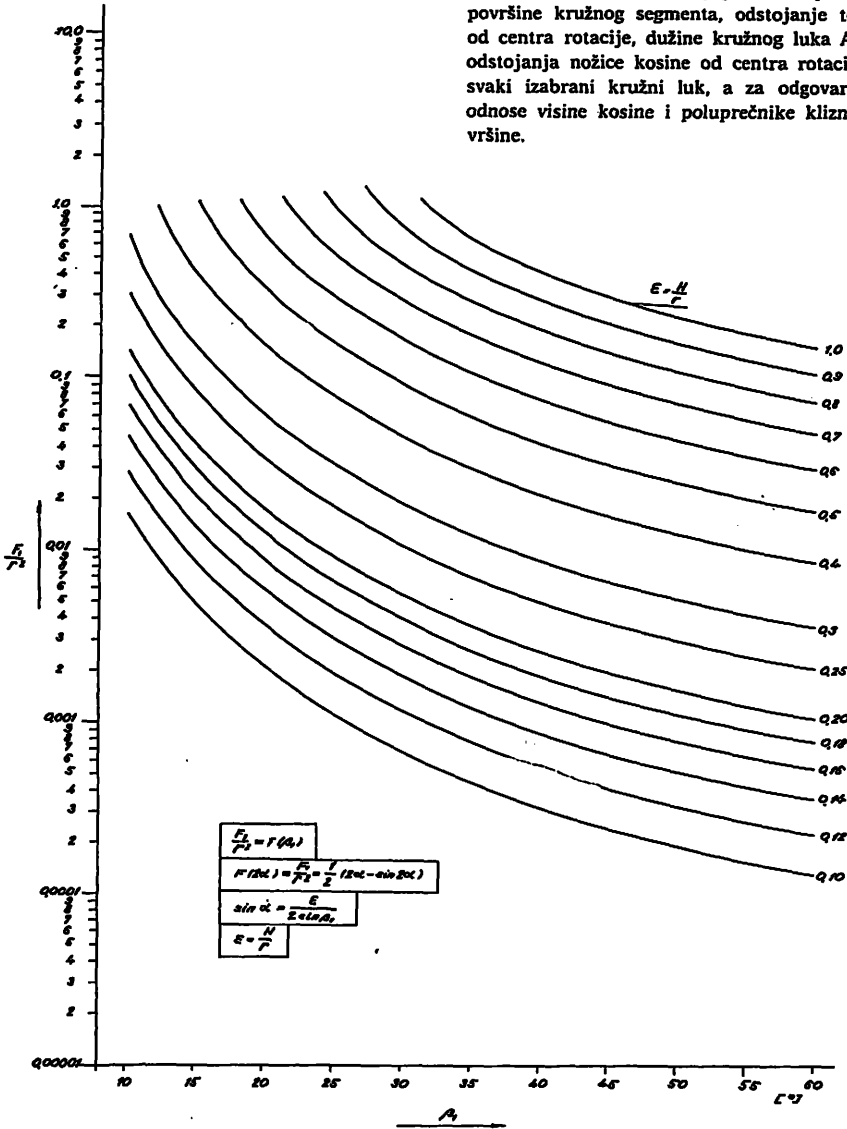
Udeo kohezije:

$$F_c = \frac{r}{x} \times \frac{c \times L}{G}$$

Na dijagramu 3 data je skica sa novim oznakama geometrijskih elemenata kosina i to:

- r — poluprečnik kliznog kruga
- $2a$ — centralni ugao kliznog kruga
- β — ugao kosine
- l — projekcija kosine
- F_1 — površina kružnog segmenta
- X_1 — odstojanje težišta S_1 kružnog segmenta do centra rotacije
- F_2 — površina trougla ABC
- X_2 — odstojanje težišta S_2 do nožice kosine
- X — odstojanje težišta površine ΣF do centra rotacije 0
- X_0 — odstojanje nožice kosine do centra rotacije.

Analizom trigonometrijskih odnosa izrađene su tablice odnosno dijagrami za proračun površine kružnog segmenta, odstojanje težišta od centra rotacije, dužine kružnog luka ACD i odstojanja nožice kosine od centra rotacije za svaki izabrani kružni luk, a za odgovarajuće odnose visine kosine i poluprečnike klizne površine.



Sl. 4 — Dijagram za proračun površine kružnog segmenta
 Abb. 4 — Diagramm für Oberflächenberechnung des Kreissegments

Tabela 2 (dijagram 1), slika 4.

$$\text{Odnos } \frac{F_1}{r^2} = f(\beta_1)$$

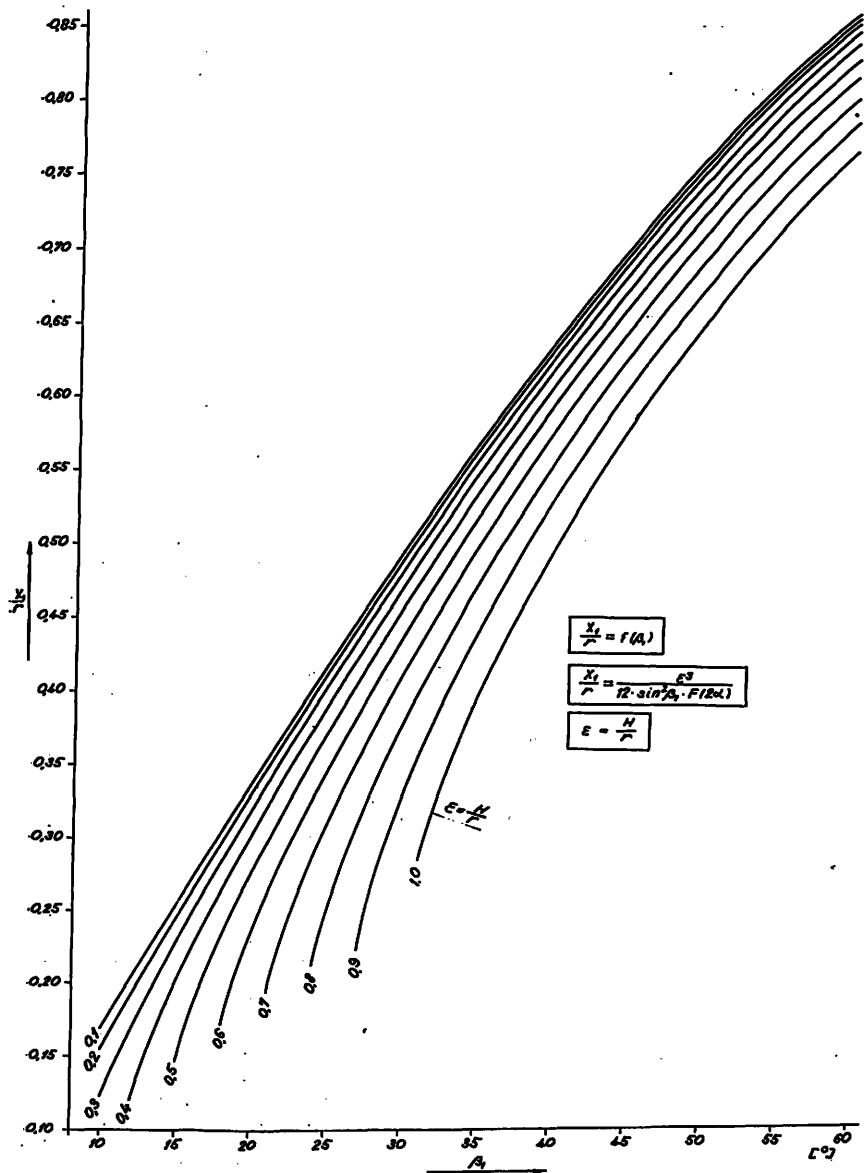
$$F(2\alpha) = \frac{F_1}{r^2} = \frac{2\alpha - \sin 2\alpha}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{\epsilon}{2 \sin \beta_1}$$

$$\epsilon = \frac{H}{r}$$

Tabela 2

EPSILON	BETA 1										
	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40
0.10	.01633	.00743	.00402	.00243	.00159	.00111	.00081	.00061	.00048	.00038	.00031
0.12	.02855	.01293	.00698	.00422	.00276	.00192	.00140	.00106	.00083	.00066	.00054
0.14	.04601	.02070	.01114	.00672	.00440	.00305	.00222	.00168	.00131	.00105	.00086
0.16	.06989	.03121	.01673	.01008	.00658	.00457	.00333	.00252	.00196	.00157	.00125
0.18	.10161	.04494	.02399	.01442	.00941	.00653	.00475	.00359	.00280	.00224	.00184
0.20	.14288	.06246	.03319	.01990	.01296	.00899	.00653	.00494	.00385	.00308	.00253
2.22	.19587	.08439	.04459	.02665	.01734	.01200	.00872	.00659	.00513	.00411	.00337
0.24	.26345	.11146	.05850	.03485	.02263	.01565	.01136	.00857	.00668	.00535	.00438
0.26	.34968	.14453	.07526	.04467	.02894	.01998	.01449	.01093	.00852	.00682	.00558
0.28	.46078	.18461	.09524	.05628	.03638	.02508	.01817	.01370	.01067	.00853	.00699
0.30	.60760	.23300	.11887	.06990	.04506	.03102	.02245	.01691	.01316	.01052	.00861
0.32	.81361	.29133	.14664	.08575	.05510	.03786	.02737	.02060	.01602	.01280	.01048
0.34	1.1658	.36184	.17913	.10406	.06665	.04570	.03299	.02481	.01928	.01540	.01260
0.36		.44767	.21702	.12512	.07983	.05462	.03938	.02958	.02297	.01834	.01500
0.38		.55370	.26116	.14924	.09481	.06471	.04658	.03495	.02712	.02164	.01769
0.40		.68836	.31259	.17678	.11176	.07607	.05466	.04096	.03176	.02533	.02070
0.42		.86950	.37271	.20815	.13088	.08881	.06369	.04767	.03693	.02943	.02404
0.44		1.1565	.44337	.24386	.15236	.10304	.07375	.05512	.04266	.03398	.02773
0.46			.52723	.28448	.17646	.11889	.08490	.06336	.04898	.03899	.03180
0.48			.62843	.33077	.20346	.13651	.09723	.07245	.05595	.04449	.03627
0.50			.75410	.38364	.23366	.15603	.11084	.08244	.06358	.05052	.04116
0.52			.91915	.44433	.26745	.17765	.12581	.09340	.07194	.05711	.04650
0.54			1.1711	.51449	.30527	.20154	.14226	.10539	.08107	.06429	.05230
0.56				.59652	.34767	.22794	.16030	.11849	.09100	.07209	.05860
0.58				.69415	.39532	.25710	.18006	.13277	.10180	.08056	.06543
0.60				.81389	.44909	.28932	.20169	.14831	.11352	.08972	.07281
0.62				.96938	.51011	.32494	.22535	.16522	.12622	.09962	.08077
0.64				1.2046	.57996	.36440	.25123	.18358	.13996	.11031	.08934
0.66					.66091	.40821	.27953	.20352	.15481	.12183	.09856
0.68					.75656	.45702	.31050	.22515	.17084	.13422	.10847
0.70					.87329	.51167	.34444	.24863	.18815	.14756	.11909
0.72					1.0249	.57327	.38168	.27410	.20681	.16188	.13048
0.74					1.2594	.64339	.42264	.30175	.22692	.17726	.14267
0.76						.72434	.46785	.33179	.24861	.19376	.15571
0.78						.81983	.51795	.36447	.27199	.21146	.16965
0.80						.93666	.57380	.40008	.29721	.23044	.18454
0.82						1.0905	.63655	.43896	.32443	.25079	.20045
0.84						1.3490	.70785	.48156	.35383	.27261	.21744
0.86							.79019	.52839	.38563	.29603	.23557
0.88							.88775	.58017	.42008	.32116	.25493
0.90							1.0086	.63780	.45750	.34816	.27560
0.92							1.1738	.70256	.49825	.37719	.29768
0.94								.77629	.54281	.40845	.32127
0.96								.86194	.59174	.44218	.34649
0.98								.96468	.64584	.47865	.37349
1.00								1.0957	.70614	.51819	.40242



Sl. 5 — Dijagram za proračun odstojanja težišta S kružnog segmenta do centra rotacije O
 Abb. 5 — Diagramm für die Berechnung des Schwerpunktabstands S_1 des Kreissegments bis zum Umdrehungszentrum O

Таблица 3 (дијаграм 2); слика 5

$$\frac{X_1}{r} = \frac{\varepsilon}{12 \times \sin^2 \beta_1 \times F(2\alpha)}$$

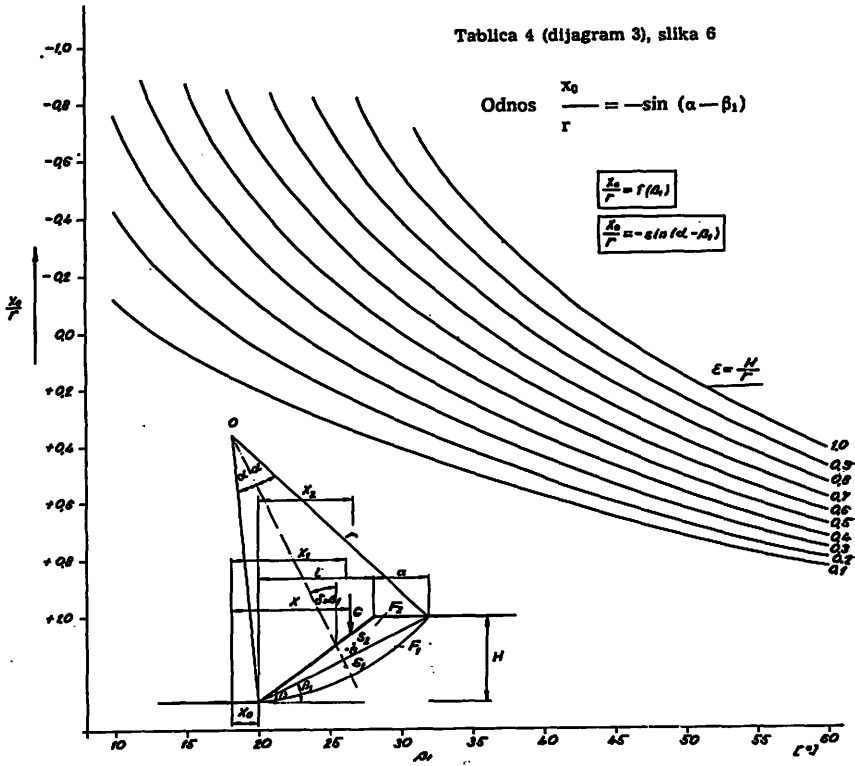
Odnos $\frac{X_1}{r} = f(\beta_1)$

$$\varepsilon = \frac{H}{r}$$

Таблица 3

EPSILON	BETA 1										
	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40
0.10	16924	22158	27289	32325	37260	42084	46787	51358	55785	60057	64162
0.12	16724	22007	27167	32222	37171	42005	46716	51293	55726	60002	64110
0.14	16483	21826	27022	32100	37065	41912	46632	51217	55655	59936	64049
0.16	16197	21614	26853	31958	36942	41804	46535	51129	55574	59861	63979
0.18	15863	21371	26659	31796	36803	41681	46425	51029	55482	59776	63899
0.20	15474	21092	26439	31614	36646	41542	46301	50916	55379	59680	63809
0.22	15024	20778	26193	31410	36471	41389	46164	50791	55264	59573	63710
0.24	14502	20424	25919	31184	36278	41219	46012	50654	55138	59457	63601
0.26	13891	20027	25616	30936	36066	41034	45847	50504	55001	59330	63482
0.28	13166	19582	25281	30664	35835	40832	45667	50342	54852	59192	63354
0.30	12281	19083	24913	30367	35585	40614	45473	50166	54691	59043	63215
0.32	11130	18523	24509	30045	35313	40378	45264	49977	54518	58883	63066
0.34	09317	17888	24067	29695	35021	40125	45039	49775	54333	58713	62907
0.36		17163	23580	29316	34706	39854	44799	49559	54136	58531	62738
0.38		16320	23046	28906	34368	39563	44543	49329	53927	58337	62558
0.40		15311	22456	28463	34005	39253	44271	49084	53704	58133	62367
0.42		14032	21803	27983	33617	38923	43981	48825	53469	57916	62166
0.44		12129	21074	27464	33201	38571	43674	48551	53220	57687	61954
0.46			20250	26900	32756	38197	43349	48261	52958	57447	61730
0.48			19302	26287	32279	37800	43005	47956	52681	57193	61496
0.50			18181	25616	31768	37378	42641	47634	52391	56927	61249
0.52			16779	24880	31220	36930	42257	47294	52085	56648	60991
0.54			14748	24063	30631	36454	41851	46937	51765	56356	60721
0.56				23146	29996	35947	41422	46562	51428	56049	60439
0.58				22099	29309	35408	40970	46168	51076	55729	60144
0.60				20865	28562	34834	40492	45753	50707	55394	59836
0.62				19329	27745	34221	39987	45317	50320	55044	59515
0.64				17110	26842	33565	39453	44860	49915	54679	59180
0.66					25832	32860	38887	44378	49492	54298	58831
0.68					24680	32101	38288	43872	49048	53900	58468
0.70					23324	31277	37652	43340	48584	53485	58090
0.72					21627	30378	36974	42779	48098	53052	57697
0.74					19107	29386	36251	42188	47589	52600	57287
0.76						28276	35476	41564	47056	52128	56861
0.78						27007	34642	40904	46496	51636	56418
0.80						25504	33737	40204	45909	51123	55957
0.82						23590	32750	39460	45291	50586	55477
0.84						20500	31659	38666	44642	50025	54977
0.86							30434	37816	43956	49437	54457
0.88							29024	36901	43232	48823	53915
0.90							27328	35907	42465	48178	53349
0.92							25083	34820	41649	47501	52760
0.94								33612	40779	46788	52144
0.96								32246	39845	46037	51500
0.98								30650	38837	45243	50826
1.00								28672	37740	44402	50119

Tablica 4 (dijagram 3), slika 6



Sl. 6 — Dijagram za proračun odstojanja notice kosine do centra rotacije O

Abb. 6 — Diagramm für die Berechnung des BÜschungsfußabstands bis zum Umdrehungszentrum O

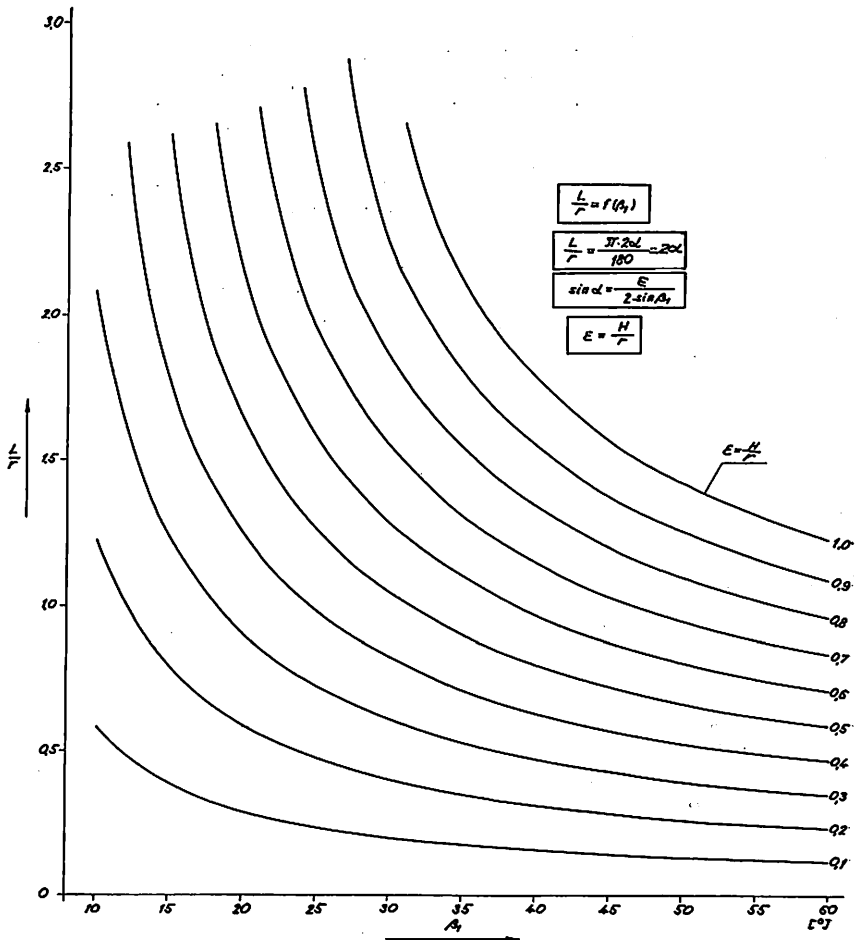
Tablica 4

EPSILON	BETA 1										
	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40
0.10	-.11727	.00275	.09669	.17650	.24750	.31242	.37277	.42939	.48283	.53338	.58125
0.12	-.17732	-.04309	.05978	.14574	.22127	.28967	.35278	.41167	.46701	.51919	.56848
0.14	-.23808	-.08942	.02248	.11466	.19475	.26667	.33257	.39376	.45102	.50484	.55554
0.16	-.29958	-.13627	-.01522	.08325	.16796	.24342	.31215	.37564	.43484	.49031	.54245
0.18	-.36191	-.18367	-.05334	.05150	.14086	.21992	.29150	.35733	.41847	.47561	.52920
0.20	-.42516	-.23165	-.09188	.01941	.11350	.19617	.27063	.33881	.40192	.46074	.51579
0.22	-.48948	-.28024	-.13088	-.01304	.08583	.17216	.24952	.32008	.38519	.44570	.50221
0.24	-.55504	-.32951	-.17034	-.04586	.05786	.14788	.22819	.30115	.36826	.43048	.48848
0.26	-.62214	-.37951	-.21031	-.07906	.02956	.12334	.20662	.28201	.35114	.41509	.47458
0.28	-.69125	-.43033	-.25080	-.11266	.00095	.09852	.18481	.26265	.33383	.39952	.46051
0.30	-.76321	-.48208	-.29186	-.14668	-.02800	.07343	.16275	.24307	.31631	.38377	.44628
0.32	-.83992	-.53491	-.33354	-.18113	-.05730	.04804	.14045	.22327	.29860	.36783	.43188
0.34	-.92871	-.58903	-.37589	-.21606	-.08695	.02235	.11789	.20325	.28069	.35171	.41730
0.36		-.64475	-.41899	-.25147	-.11699	-.00364	.09506	.18299	.26257	.33540	.40255
0.38		-.70255	-.46292	-.28742	-.14742	-.02996	.07197	.16250	.24424	.31890	.38763
0.40		-.76332	-.50781	-.32395	-.17827	-.05660	.04859	.14176	.22569	.30220	.37253
0.42		-.82897	-.55382	-.36110	-.20956	-.08360	.02493	.12078	.20693	.28531	.35725
0.44		-.90599	-.60117	-.39894	-.24132	-.11095	.00097	.09955	.18793	.26821	.34178

0.46	-.65020	-.43755	-.27358	-.13869	-.02330	.07805	.16871	.25091	.32613
0.48	-.70142	-.47702	-.30639	-.16682	-.04789	.05627	.14926	.23340	.31028
0.50	-.75777	-.51750	-.33979	-.19538	-.07281	.03422	.12956	.21567	.29424
0.52	-.81521	-.55915	-.37384	-.22440	-.09809	.01188	.10961	.19772	.27800
0.54	-.88614	-.60222	-.40860	-.25389	-.12173	-.01076	.08940	.17955	.26156
0.56		-.64706	-.44417	-.28391	-.14977	-.03372	.06892	.16114	.24491
0.58		-.69425	-.48065	-.31449	-.17622	-.05701	.04818	.14249	.22804
0.60		-.74479	-.51818	-.34568	-.20310	-.08064	.02714	.12360	.21096
0.62		-.80083	-.55697	-.37756	-.23046	-.10463	.00581	.10445	.19365
0.64		-.86399	-.59727	-.41019	-.25832	-.12901	-.01584	.08503	.17611
0.66			-.63949	-.44347	-.28672	-.15378	-.03781	.06535	.15833
0.68			-.68427	-.47812	-.31571	-.17899	-.06011	.04537	.14031
0.70			-.73275	-.51371	-.34536	-.20466	-.08278	.02511	.12203
0.72			-.78745	-.55065	-.37573	-.23081	-.10582	.00453	.10349
0.74			-.84925	-.58925	-.40690	-.25750	-.12927	-.01637	.08467
0.76			-.91800	-.62996	-.43899	-.28477	-.15313	-.03761	.06557
0.78			-.99200	-.67355	-.47213	-.31267	-.17745	-.05920	.04617
0.80			-1.07000	-.72140	-.50652	-.34127	-.20226	-.08117	.02646
0.82			-1.15200	-.77675	-.54240	-.37064	-.22759	-.10354	.00643
0.84			-1.23800	-.83772	-.58013	-.40090	-.25349	-.12634	-.01394
0.86			-1.32800	-.90209	-.62029	-.43215	-.28001	-.14958	-.03467
0.88			-1.41200	-.96980	-.66380	-.46458	-.30722	-.17331	-.05779
0.90			-1.49000	-1.04100	-.71152	-.49848	-.33519	-.19757	-.08229
0.92			-1.56200	-1.11600	-.75391	-.53391	-.36402	-.22239	-.10923
0.94			-1.63800	-1.19400	-.79718	-.57158	-.39382	-.24784	-.13813
0.96			-1.71800	-1.27600	-.84213	-.61213	-.42476	-.27396	-.16852
0.98			-1.80200	-1.36200	-.88886	-.65686	-.45702	-.30085	-.19994
1.00			-1.89000	-1.45200	-.93859	-.70859	-.49089	-.32859	-.23193

Tabla 5

RPM/TON	BETA 1										
	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40
0.10	.58415	.44829	.36482	.30838	.26775	.23718	.21341	.19447	.17907	.16636	.15573
0.12	.70560	.53999	.43887	.37071	.32172	.28491	.25631	.23352	.21501	.19973	.18696
0.14	.82983	.63287	.51354	.43340	.37594	.33280	.29932	.27267	.25102	.23316	.21823
0.16	.95757	.72718	.58895	.49653	.43043	.38089	.34248	.31192	.28711	.26665	.24956
0.18	1.08977	.82322	.66523	.56018	.48525	.42920	.38580	.35129	.32330	.30022	.28095
0.20	1.2274	.92132	.74253	.62440	.54045	.47777	.42930	.39080	.35959	.33388	.31241
0.22	1.3720	1.0219	.82102	.68931	.59607	.52663	.47301	.43047	.39601	.36763	.34395
0.24	1.5259	1.1253	.90086	.75498	.65217	.57581	.51695	.47031	.43255	.40148	.37556
0.26	1.6920	1.2323	.98229	.82151	.70881	.62535	.56115	.51034	.46925	.43546	.40750
0.28	1.8755	1.3435	1.0655	.88902	.76604	.67529	.60563	.55058	.50611	.46956	.43712
0.30	2.0856	1.4598	1.1509	.95764	.82395	.72568	.65042	.59105	.54314	.50380	.47106
0.32	2.3434	1.5826	1.2386	1.0275	.88266	.77655	.69555	.63177	.58036	.53820	.50312
0.34	2.7309	1.7135	1.3292	1.0988	.94207	.82796	.74106	.67276	.61780	.57275	.53531
0.36		1.8552	1.4232	1.1716	1.0025	.87995	.78697	.71405	.65546	.60749	.56765
0.38		2.0117	1.5211	1.2463	1.0639	.93259	.83332	.75566	.69336	.64241	.60014
0.40		2.1907	1.6238	1.3230	1.1264	.98593	.88016	.79762	.73152	.67754	.63279
0.42		2.4083	1.7324	1.4021	1.1902	1.0401	.92751	.83995	.76996	.71289	.66562
0.44		2.7212	1.8484	1.4839	1.2554	1.0950	.97544	.88268	.80871	.74847	.69864
0.46			1.9742	1.5690	1.3222	1.1509	1.0240	.92585	.84778	.78430	.73186
0.48			2.1133	1.6578	1.3907	1.2079	1.0732	.96990	.88719	.82040	.76529
0.50			2.2722	1.7511	1.4612	1.2660	1.1231	1.0136	.92698	.85679	.79894
0.52			2.4649	1.8499	1.5342	1.3253	1.1739	1.0583	.96717	.89348	.83284
0.54			2.7364	1.9558	1.6098	1.3861	1.2255	1.1036	1.0078	.93049	.86699
0.56				2.0707	1.6884	1.4484	1.2781	1.1496	1.0489	.96785	.90423
0.58				2.1980	1.7707	1.5125	1.3317	1.1962	1.0904	1.0056	.93613
0.60				2.3437	1.8574	1.5786	1.3864	1.2436	1.1325	1.0437	.97115
0.62				2.5206	1.9494	1.6470	1.4425	1.2917	1.1752	1.0823	1.0005
0.64				2.7041	2.0481	1.7180	1.4999	1.3408	1.2185	1.1213	1.0429
0.66					2.1556	1.7920	1.5590	1.3909	1.2625	1.1608	1.0783
0.68					2.2752	1.8697	1.6198	1.4420	1.3071	1.2008	1.1147
0.70					2.4127	1.9517	1.6826	1.4943	1.3526	1.2413	1.1516
0.72					2.5813	2.0389	1.7477	1.5479	1.3989	1.2825	1.1889
0.74					2.7726	2.1329	1.8155	1.6030	1.4461	1.3243	1.2267
0.76						2.2357	1.8863	1.6596	1.4943	1.3668	1.2650
0.78						2.3507	1.9608	1.7181	1.5436	1.4100	1.3039
0.80						2.4843	2.0397	1.7786	1.5942	1.4541	1.3433
0.82						2.6516	2.1240	1.8415	1.6460	1.4990	1.3834
0.84						2.9189	2.2152	1.9071	1.6994	1.5449	1.4241
0.86							2.3156	1.9759	1.7544	1.5918	1.4656
0.88							2.2357	2.0484	1.8114	1.6399	1.5079
0.90							2.5636	2.1256	1.8704	1.6893	1.5510
0.92							2.2085	1.9320	1.7401	1.5951	1.4951
0.94							2.2990	1.9964	1.7924	1.6401	1.5401
0.96							2.3996	2.0642	1.8466	1.6863	1.5863
0.98							2.5154	2.1361	1.9027	1.7337	1.6337
1.00							2.6571	2.2130	1.9612	1.7825	1.6825



Sl. 7 — Dijagram za proračun dužine kružnog luka
 Abb. 7 — Diagramm zur Berechnung des Kreisbogenlänge

Tablica 5 (dijagram 4) slika 7

Odnos $\frac{L}{r} = f(\beta_1)$ $\frac{L}{r} = 2\alpha$

$$\sin \alpha = \frac{E}{2 \times \sin \beta_1}$$

$$E = \frac{H}{r}$$

Sema računskog postupka:

1. $I = \frac{H}{\operatorname{tg} \beta}$
 2. Izbor odstojanja »a« iza vrha kosine dokliznog kruga i proračun ugla β_1
- $$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{H}{1+a} \quad (\beta_1 = \delta)$$

3. Proračun poluprečnika »r« za izabrane vrednosti clemenata kosine i centralnog ugla 2α

4. Određivanje koeficijenta $\epsilon = \frac{H}{r}$

5. Iz tablice 2 za β_1 i ϵ odrediti odnos $\frac{F_1}{r^2}$

6. Iz tablice 3 odrediti vrednost $\frac{X_1}{r}$ za dato β_1 i r.

7. Tablica 4 daje vrednost $\left(\frac{X_0}{r}\right)$ za poznato β_1 i r.

8. Dužinu kružnog luka »L« odrediti iz tablice 5 za odgovarajuće β_1 i ϵ .

9. Površina »F₂« dobija se iz $F_2 = \frac{a \times H}{2}$

10. Vrednost odstojanja $X_2 = \frac{2}{3} \left(H + \frac{a}{2} \right)$

11. Odstojanje težišta »X« određuje se iz:

$$X = \frac{F_1 \times X_1 + F_2 (X_2 \pm X_0)}{\Sigma F}$$

Faktor sigurnosti $F_s = F_\phi + F_g$

$$F_\phi = \frac{r}{X} \left(\text{tg } \varphi \times \cos \delta \times m + \frac{r}{X} \times \frac{c \times L}{G} \right)$$

$$F_g = \frac{r}{X} \left(\frac{c \times L}{G} + \text{tg } \varphi \times \cos \delta \times m \right)$$

Iskustvo je pokazalo da dobijanje odgovarajućih podataka iz tablica 2—5 zahteva veoma precizno očitavanje, što u protivnom uslovljava pojavu greške i do 10% u očitavanjima vrednostima.

Međutim, da bi se izbegle greške u očitavanju odgovarajućih vrednosti sa dijagrama izrađene su tablice za vrednosti β_1 od 10°—60° u intervalu od 30 min. i odnosa H/r od 0,1 do 1,0 u intervalu od 0,02. Pošto se iz tehničkih razloga, zbog obimnosti tablica, iste ne mogu u ovome članku publikovati u celini, to će odgovarajuće tablice biti date za uglove β_1 od 10° do 40° u intervalu od po 3°, a za vrednosti $\epsilon = H/r$ od 0,10 do 1,0 u intervalima od 0,02 (tablice 2—5).

Utrošak vremena za proračun sistema odlagališta za 250 kliznih krugova na osnovu programirane Fröhlich-ove metode na računskoj mašini tipa ELIOT 803 smanjuje vreme rada za 95% u odnosu na grafički način proračuna.

Analizirajući radne uslove, fizičko-mehaničke karakteristike tla na našim velikim površinskim otkopima, kao i primenjenu mehanizaciju na otkopavanju i odlaganju i ostale uslove, Fröhlich-ova metoda omogućava izradu kompletnih dijagrama za utvrđivanje stabilnosti pojedinačnih radnih kosina, što bi za inženjere u praksi bilo od velike koristi za slučajevne provere stabilnosti u procesu otkopavanja i odlaganja, čime se daje mogućnost korigovanja već utvrđenih radnih uglova za određenu vrstu materijala i mehanizaciju.

ZUSAMMENFASSUNG

Graphische und mathematische Darstellung der Böschungstandfestigkeitsberechnung nach der Methode Fröhlich

Dipl. Ing. R. Obradović — Dipl. Ing. J. Radojević*)

Für die Standfestigkeitsberechnung in den Tagebaubetrieben und Abraumkippen ist besonders die Methode Fröhlich passend, die die Sicherheitsfaktorberechnung bei mässigem Rechnungsweg und graphische Zeichnung ermöglicht. Ausserdem hat diese Methode den Vorteil, dass auch Berechnungen für verschiedene Elemente des Bodeninnenwiderstands ausgeführt werden können.

Zwecks Beschleunigung des Rechenverfahrens für die Auffindung der kritischen Werte wurden Diagramme ausgearbeitet, die in diesem Aufsatz besprochen wurden und die eine sehr schnelle Programmierung des ganzen Rechenverlaufs möglich machen.

*) Dipl. ing. Radmilo Obradović i dipl. ing. Jovan Radojević, saradnici Zavoda za eksperimentalnu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

Primena jedne od masovnih otkopnih metoda za dobivanje zasipnog materijala u rudniku Kopaonik — Belo Brdo

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Ratomir Džodić

Uvod

Ležište Kopaonik — Belo Brdo genetski pripada metasomatskom tipu ležišta. U kompleksnoj polimetaličnoj mineralnoj paragenezi ističu se svojim intenzitetom sulfidni minerali olova, cinka i srebra, a slabije bizmuta, kadmijuma itd. Prema morfološkoj klasifikaciji (S. A. Fahremeeva) to je pločasto rudno telo (sočiva i žice) epigenetskog tipa. Generalni pad rudnog ležišta je oko 40%, moćnosti od nekoliko desimetara do 10, 15 i više metara.

Neposrednu krovinu (povlatu) čini masivan, jedan i kompaktan, a u manjoj meri i laporovit krečnjak. Podina je od silifikovanog škriljca i stena podinske serije. Krovinski kontakt rude i krečnjaka je ravnomeran i vrlo oštro izražen. Podina je promenljivog nagiba.

Rudno ležište otvoreno je potkopima na koti 1000 i 1235 m koji su spojeni sa dva slepa okna br. 14 i 15, na međusobnoj udaljenosti oko 700 m. Deo rudnog ležišta iznad horizonta 1235 otvoren je potkopom na koti 1334 m, a između njih horizontom 1285 m, koji nema neposrednu vezu sa površinom. Između horizonta 1000 i 1235 m rudno ležište je razrađeno horizontima 1055, 1105, 1155 i 1195 m i to iz slepih okana broj 14 i 15.

Eksploatacija ovog ležišta vršena je od samog početka otkopavanjem u horizontalnim etažama sa zasipavanjem otkopanih prostora. Sve do 1965. godine, dominirale su sledeće varijante:

- otkopavanje u horizontalnim etažama sa podgrađivanjem kvadratnim slogovima i potpunim zasipavanjem otkopanih prostora;
- otkopavanje prečnim hodnicima sa podgrađivanjem trapeznim okvirima i potpunim zasipavanjem otkopanih prostora.

Ove dve varijante primenjivane su za otkopavanje rudnih tela sa trošnom i izrazito rasipalcom rudom, kao i slabom povlatom. Danas je prva varijanta praktično eliminisana,

dok je učešće druge svedeno na najmanju meru (par otkopa i otkopavanje ploča rude ispod viših horizonata).

Novija varijanta otkopavanja u horizontalnim etažama po celoj površini rudnog tela sa ili bez delimične podgrade i zasipavanjem otkopanih prostora («cut and fill»), imala je u eksploataciji ovog ležišta učešće: u 1964. godini 27%, 1965. godini 58%, 1966. godini 67,5%, a danas učestvuje sa oko 90%. U cilju uvođenja mehanizacije radnih operacija, a samim tim i povećanja intenziteta eksploatacije otkopna visina je sa 2 m povećana na 3—4 m.

Obranje rude vrši se kratkim horizontalnim minkim bušotinama (1,6 m), a utovar iste i prevoz po otkopu od čela radilišta do rudne sipke vrši se utovarno-transportnim mašinama T2GH i ručno malim vagonetima sa bočnim prevrtanjem.

Problem zasipavanja

Dobijanje zasipnog materijala do sada (i uglavnom još uvek) vrši se iz zasipnih uskopa, sl. 1 i 1a, a u manjoj meri iz zasipnih hodnika. Ovi radovi, kao po pravilu, izvode se u krovinskom krečnjaku. Za nivo godišnje proizvodnje rude potrebno je dobiti i ugraditi oko 23.000 m³ zasipnog materijala. Oko 17.000 m³ dobija se iz zasipnih uskopa i hodnika, dok se oko 6.000 m³ dobija od iskopa iz istražno-pripremnih radova. Za potrebe zasipavanja jedne etaže, rade se najčešće 1—2 zasipna uskopa, što zavisi od njene površine. Površina etaže određuje i dužinu uskopa. Zasipni uskopi se izrađuju neposredno iz otkopa pod uglom 40—45°, visine 1,2—1,6 m, a širina im se povećava od donjeg dela ka čelu i do 6 m. Jedina prednost, koja ide u prilog ovakvom načinu dobijanja zasipnog materijala, je u tome, što materijal oboren sa čela uskopa gravitacijski dolazi do otkopanog prostora rudnog tela.

Ugrađivanje zasipnog materijala u otkopane prostore rudnih tela obuhvatalo je sledeće radne operacije: utovar, odvoz i pražnjenje vagoneta, a zatim ručno zabacivanje materijala do krova otkopa. Ovaj postupak korišćen je pri otkopavanju rudnih tela kod kojih su ruda i bokovi manje čvrstoće i stabilnosti. Delovi rudnog ležišta koji se danas nalaze u fazi otkopavanja, a i u doglednoj budućnosti, odlikuju se znatno većom čvrstoćom i stabilnošću ruda i bokova, radi čega je povećana otkopna visina etaže. Ovim je znatno umanjen broj pripremljenih radova za neposredno otkopavanje. Isto tako površina rudnih otkopa u celosti postala je aktivna, za razliku od ranije, kada je bio aktivan samo onaj deo koji je zahvatala širina otkopnog hodnika, odnosno jednog ili dva kvadratna sloga, već prema konkrutnim uslovima. Ovakvo povećanje otkopne visine i širine omogućilo je i uvođenje mehanizacije na otkopima, kao i permanentno povećanje kapaciteta rudnika. Međutim, pitanje dobijanja zasipnog materijala kao jedan od osnovnih problema ostalo je nerešeno.

Povećanjem otkopne visine modificiran je ceo postupak prevoza i ugrađivanja zasipnog materijala po otkopu. Naime, na ustima za

Istovremeno je počelo uvođenje skrepera za razvlačenje zasipnog materijala po otkopu. Radi male količine materijala kapacitet skrepera iskorišćen je sa 10–15%.

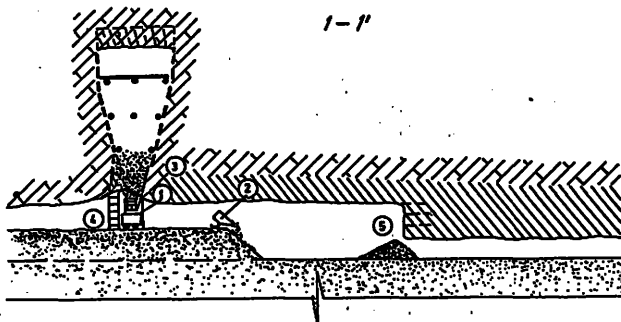
Nedostaci dobijanja zasipnog materijala iz zasipnih uskopa, a posebno iz zasipnih hodnika, bili bi sledeći:



Sl. 1 — Zasipni uskopi na trećoj etaži jednog otkopa
Рис. 1 — Восстановление для добычи заключочной породы на третьем горизонте одного забоя.

Sl. 1a 1 — punjenje vagoneta; 2 — pražnjenje; 3 — imobilizacija širine; 4 — stube; 5 — otkopno čelo

Sl. 1b 1 — vertikalna vetrobrana; 2 — distributivna; 3 — prenosni materijal; 4 — nosivača; 5 — radni.



otkopnog uskopa izrađuje se improvizovana sipka, na regulisano točenje materijala iz uskopa. Na uskopu se najpre ispusti materijal u otkop do određene količine, a zatim se isti poravnava i odmakuje jedan plato, čija je visina do krova oko 1,3 m, površine do 20 m². Posle toga se od uskopa u pravcu zasipavanja prečavi kolosek sa vagoneta prevrtače u koje se toči materijal iz uskopa. Sanduk vagoneta sa materijalom prevrće se na kraju kosine platoa, a zatim se materijal poravnava ručno lopatom (sl. 1a).

- niski učinci (oko 2 m³/n);
- velika potrošnja normiranog materijala i energije (oko 2 kg eksploziva/m³, 2 kom. elek. upaljača itd.);
- sporo pripremanje otkopa za otkopavanje naredne etaže (nizak intenzitet otkopavanja), zasipavanje traje po jedan pa čak i dva meseca;
- nizak stepen iskorišćenja mehanizacije pri razvlačenju male količine oborenog zasipnog materijala;

- kod dobijanja materijala iz zasipnih hodnika, on se ručno (isključivo) pretovaruje i po dva puta;
- poremećaj stabilnosti otkopa i nesiguran način rada, što uslovljava dodatne troškove na podgrađivanju.

Faktor zasipavanja iznosi oko 0,250 m³/t (materijala po toni rude). Ova količina zasipnog materijala tereti tonu rude sa oko 25,00 dinara.

Uvođenje masovne otkopne metode za dobijanje zasipnog materijala

Dobijanje zasipnog materijala uz visoke troškove i u malim količinama, a takođe i nizak stepen iskorišćenja mehanizacije, odavno su nametali potrebu za novom tehnologijom, kojom bi se ovi problemi rešili. Stečeno isku-

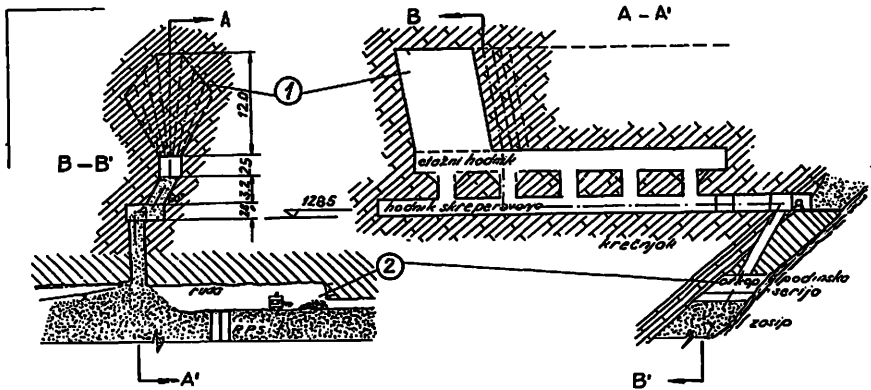
nata. Na sl. 2 prikazan je zasipni otkop u poprečnom i uzdužnom preseku sa pripremnim radovima. Osnovni parametri pripremnih radova i zasipnog otkopa, kao i njihov redosled izrade, bili bi sledeći:

- skreperski hodnik širine 2,5 m i visine 2 m radi se od zasipnog uskopa u pravcu otkopnog čela sa usponom oko 3%

- kratki prečnici (niše) — izrađuju se samo na jednoj strani skreperskog hodnika, dužine 1,8 m, visine 2 m i širine 2 m na međusobnom rastojanju od 5 m

- kratki uskopi (sipke za zasip) — izrađuju se iz niša, pod uglom od 60°, dužine 3,6 m, širine 2 m i visine 1,5 m

- etažni hodnik — izrađuje se na 3,2 m od krova skreperskog hodnika, profila 2,5×2,5 = 6,25 m²



Sl. 2 — Podetažna otkopna metoda za masovno dobijanje zasipnog materijala na horizontu 1285 m
1 — zasipni otkop; 2 — rudni otkop.

Рис. 2 — Подэтажная система разработки для массовой добычи закладочного материала на горизонте 1285 м

stvo zasipavanja otkopa kretnjakom iz krovine, koje se pokazalo vrlo pogodno, dalo je povoda da se za dobijanje većih količina ovog materijala primeni jedna masovna otkopna metoda. Na rudniku je izrađena studija jedne varijante podetažne otkopne metode za masovno dobijanje zasipnog materijala (3).

U cilju realizacije masovnog dobijanja zasipnog materijala izrađen je probni otkop i dosad je dobiveno nekoliko hiljada kubnih metara zasipnog materijala.

Zasipni otkop ima pružanje upravno ili približno upravno na rudno telo, a dobiveni materijal iz jednog zasipnog otkopa služi za zasipavanje otkopanih prostora na više horizo-

- levci za točenje zasipa sukcesivno se proširuju sa napredovanjem čela otkopa. Površine su 2,5×5 = 12,5 m²

- uskop za zasek — izrađuje se iz etažnih hodnika pod uglom od 80° i dužine 12 m, što odgovara i visini otkopa

- kosi zasek izrađuje se jednovremenim miniranjem dubokih minskih bušotina, a profil mu je identičan profilu otkopa, čija površina iznosi 83 m².

Obaranje materijala vrši se lepezama minskih bušotina, dužine 8,5—12 m, ϕ 54 m, koje se za sada izrađuju bušačom garniturom proizvodnje »Atlas Copco«, koju poseduje rudnik, a čiji je učinak prosečno 20 m³ na smenu. Bu-

Kao koncernski radovi se izvode iz etažnog hodnika. Lepeze su na rastojanju jedna od druge 1 m, a pod uglom od 80°. Pune se stubno, ispočetkom eksplozivom — pojačanim amoniacom, φ 44 mm, a miniranje se vrši detonirajućim štapinom i milisekundnim upaljačima. Glavni materijala u skreperskom hodniku vrlo se mehaničkom lopatom umesto skreperom. Pokazalo se, da se materijal izvanredno dobro i usiljava. Iskorišćenje dužine minskih bušotina je potpuno. Oboren materijal se utovarom ravnomerno toči; bokovi i svi elementi zasipnog otkopa ostaju stabilni. Prvi eksperiment izveden je na horizontu 1285 m i dobili su sledeći osnovni tehnički pokazatelji:

učinak na obaranju materijala m ³ /n	12,5
učinak na utovaru materijala m ³ /m	7,50
potrošnja eksploziva kg/m ³	0,260
potrošnja detonirajućeg štapina m ³ /m ³	1,34.

Redovno miniranje skoro u potpunosti dostiže.

U poređenju sa ranijim načinom dobivanja zasipnog materijala, učinci su veći za šest puta, a potrošnja eksplozivnog materijala manja za osam puta. Provetravanje radišta je direktno, bez upotrebe ventilatora, a kao prolaz do radišta služi bilo koja sipka snabdevena samo jednim lestvom.

Ovde je prvi deo zadatka ispunjen u potpunosti, jer su potvrđene sve pretpostavke o mogućnosti masovnog dobivanja zasipnog materijala. Jednim miniranjem na zasipnom otkopu No 713 dobiveno je 450 m³ zasipnog materijala, dok je ranije iz zasipnih uskopa u najboljem slučaju jednim miniranjem dobiveno oko 30 m³.

Mogućnost postizanja veće efektivnosti na dobivanju zasipnog materijala

Kod uvođenja masovne otkopne metode osnovni problem predstavlja izbor odgovarajuće mehanizacije.

Kod postizanja većeg učinka na bušenju najbolji rezultat, odabran je bušači čekić tipa „Junior“, čiji kapacitet bušenja iznosi više od 100 m/smena. Za godišnju proizvodnju od 24.000 m³ materijala u rastresitom stanju dovoljan je jedan čekić. Za dopremu materijala do zasipnog uskopa, potreban je jedan ekskavatorski uređaj sa snagom pogonskog motora od 25 kW.

Skreperaska korpa treba da ima zapreminu od oko 1 m³ sa visinom od 0,63 m, dužinom 1,20 m, širinom 1,26 m i nagibom zadnje strane od oko 50°.

Pored pravilno odabrane mehanizacije, produktivnost otkopne metode zavisi i od pravilno odabranih konstruktivnih parametara pripremljenih radova.

Kao jedan od osnovnih problema javlja se veličina i položaj etažnog hodnika iz koga se izvode bušačko-minerski radovi prema veličini i položaju skreperskog hodnika. Ove dve osnovne komunikacije spojene su međusobno nišama, sipkama i levcima na svakih 5 m. Ako su ove prostorije veće zapremine, to ima za posledicu njihovu sporiju i skuplju izradu. Sa druge strane, zbog manjih dimenzija može doći do formiranja svodova od krupnih blokova, čime se znatno smanjuje intenzitet točenja, a raste obim sekundarnog miniranja, zastoje mehanizacije i sl. Sledeći problem je pitanje stabilnosti ovih prostorija u procesu masovnog miniranja i izvođenja ostalih radnih operacija, a naročito stabilnost otvora točenja pri sekundarnom miniranju. O veličini ovih parametara u literaturi se nalaze različiti podaci. Kod mnogih rudnika rastojanje između nivoa hodnika skreperovanja i prvog etažnog hodnika iznosi 5–8 m. U drugim rudnicima kao indikator pravilnosti veličine ovih odnosa koristi se odnos zapremine pripremljenih prostorija i prostorija podsecanja prema ukupnoj zapremini pripremljenog bloka. Kod nekih varijanti podetažnih otkopnih metoda količinski udeo rude iz pripremljenih objekata i radova na podsecanju prema veličini bloka iznosi 23–30% (1).

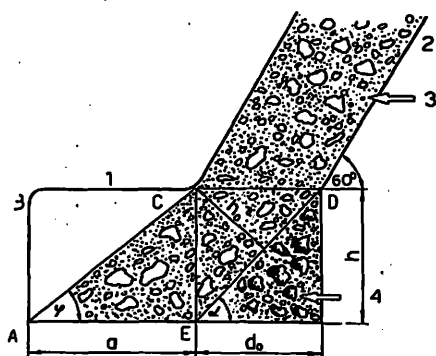
U našem slučaju, imali smo u vidu iznete kriterijume, ali se nismo rukovodili istima, već našim konkretnim uslovima, jer se radi o jalovini. Kako se iz izloženog i sl. 2 vidi, zapreminski obim pripremljenih radova, u odnosu na veličinu bloka, ima udeo sa svega 16,8%. Pored toga, objekti u svim fazama rada imaju sasvim zadovoljavajuću stabilnost, jer je krečnjak dovoljno čvrst i otporan, što se uočilo pri izvođenju bušačko-minerskih radova.

Minirani materijal je vrlo dobrog granulometrijskog sastava i toči se nesmetano i ravnomerno.

Posebno pitanje predstavlja funkcionalna zavisnost skreperskog hodnika, niša i sipki, kroz koje se materijal toči, odnosno transportuje.

Pri svim postojećim šemama točenja oborene rude ili materijala iz blokova i otkopnih čela kroz levkove, sipke i niše, ruda ili materijal koji je u pokretu, treba da je usmeren na stranu skreperovanja, odnosno utovara. Veličina tog otklona određuje konstrukciju i razmere prostorija točenja i utovara. Pri točenju materijala iz sipki i niša, gornja površina materijala ima pad koji odgovara nagibu prirodnog kotrljanja ili klizanja materijala, tj. predstavlja graničnu stabilnost kosine nekoherentnog materijala. Razlikuju se dva krajnja položaja ravni klizanja: (1) oborenog i sipkog (nevezanog) materijala — maksimalni i minimalni (sl. 3). Položaj maksimalnog nagiba (otklona) ravni klizanja određen je uglom unu-

trašnjeg trenja materijala φ , tačka A. Ravan minimalnog nagiba (otklona) određena je nagibom prostorijske točenja (ravni klizanja u njoj) materijala i pritiskom stuba oborenog materijala na datoj površini (tačke E sl. 3). Ispod ove ravni nagiba α , nalazi se »mrtva« zona materijala. Točenje materijala se vrši između ove dve ravni, koje imaju međusobno rastojanje (sipke) » h_0 «.



Sl. 3 — Šema točenja oborenog materijala u hodniku skreperovanja
Рис. 3 — Схема вытеснения оббитого материала в скреперской выработке.

Ugao nagiba ravni, koju obrazuje mrtva zona, je veći od ugla unutrašnjeg trenja ($\alpha > \varphi$). Rastojanje graničnih ravni točenja oborenog materijala u visini prolaznog otvora — sipke, menja se u zavisnosti od sledećih parametara: tehnologije točenja i utovara, profila hodnika, fizičko-mehaničkih svojstava oborenog materijala (uglova unutrašnjeg trenja i »mrtve zone), kao i nagiba sipki.

Praktično, visina ovog otvora (1) iznosi 0,7—1,1 m a obračunava se po formuli:

$$h_0 = h \cos \alpha - b \sin \alpha$$

Kod nas je visina visine skreperskog hodnika $h = 2$ m, ugao mrtve zone 50° , a rastojanje $b = 0$. Prema tome, otvor točenja je

$$h_0 = 2 \cos 50^\circ = 2 \times 0,64 = 1,28 \text{ m}$$

Ova veličina otvora postignuta je zahvaljujući nagibu sipki od 60° , pomeranju radnog organa utovarnog sredstva tj. skreperske korpore ili lopate do samih niša. Širina materijala koji se toči na istom mestu može se odrediti prema formuli (2):

$$d_0 = h \text{ ctg } \alpha - b$$

Kako je u našem slučaju $b = 0$

$$d_0 = 2 \text{ ctg } 50^\circ = 2 \times 0,84 = 1,68 \text{ m}$$

gde su:

- d_0 = širina materijala u pokretu koji se toči iz otkopa na nivou krova skreperskog hodnika;
- h_0 = visina materijala u pokretu na nivou krova skreperskog hodnika upravna na ravnu ograničenu uglom α ;
- α = širina zahvata radnog organa utovarnog sredstva;
- b = rastojanje između sipke i radnog prostora skrepera.

Prethodni proračun potvrđuje, dakle, pravilnost konstruktivnih elemenata otkopne metode. Točenje materijala vrši se u potpunosti, tj. isti se ne zadržava u otkopu i sipkama, izuzev »mrtve« zone.

Pri dobijanju zasipnog materijala opisanom otkopnom metodom u ovom rudniku moguće je direktno merenje i opažanje svih parametara (h, a, b, φ i α), što pri masovnoj eksploataciji rudnih ležišta sa višestajnim obaranjem rude to nije moguće. Posebno je teško određivanje ugla nagiba »mrtve« zone α , bez čijeg poznavanja nije moguće određivati date parametre.

Određivanje vrednosti ovog ugla vrši se laboratorijski i analitički (2), na bazi povezivanja svih uticajnih sila koje deluju pri točenju oborenog materijala i na osnovima zakona mehanike nevezanih — nekoherentnih tela.

Opitima je utvrđeno (2) da je »mrtva« zona ograničena površinom oblika parabole, čiji prečnik zakrivljenosti u svakom preseku ima različitu vrednost, te na taj način klizna površina ima koritast oblik. Ova površina ima nagib veći od ugla unutrašnjeg trenja, sa naročito strmim padom u otvoru točenja (oko $60-70^\circ$). Tada je širina materijala koji se toči svega 20%, a u najboljem slučaju 60% od širine sipke.

U svakom slučaju, slobodno točenje materijala zavisi od prolaznosti otvora točenja, koja je određena odnosom veličine profila — sipke, prema krupnosti oborenog materijala i definisana je koeficijentom prolaznosti, $n = 3-5$. Prema tome, za minimalne uslove slobodnog točenja oborenog materijala, stvarni profil otvora točenja neophodno je da bude bar dva puta veći od većeg prečnika najkrupnijeg komada oborenog materijala, tj. mora biti zadovoljen uslov:

$$h_0 > 2d$$

gle je d veći prečnik najkrupnijeg komada oborbnog materijala. Veličina površine preseka materijala koji se toči zavisi od veličine zahvata (2) istog u skreperskom hodniku i približno iznosi

$$h_0 \cong 0,5 a$$

što odgovara našem slučaju, jer je $h_0 = 1,28$

m, $a = 2,5$ m.

Izjednačenjem prva dva člana prethodnih jednačina dobija se:

$$a \cong 4d.$$

To znači, za slobodno istakanje materijala iz sipke, neophodno je zahvatiti skreperskom korpom materijal na dubini 4 puta većoj od maksimalne veličine prečnika komada oborbnog materijala, tj. povećanjem dubine zahvata skreperske korpe povećava se i prolaznost oborbnog materijala kroz sipke. Radi toga je projektom i predviđena skreperska korpa širine najmanje 1,26 m, koja omogućuje da se pomeranjem u pravcu sipke zahvati materijal u dužini od 2,5 m. Na osnovu toga, realno je očekivati brzo i potpuno osvajanje nove tehnologije na dobijanju zasipnog materijala u ovom rudniku.

U ovom postupku nema potrebe bilo šta menjati izuzev rastojanja lepeza minskih bu-

šotina, čije rastojanje treba povećati od 1 na 1,5 m, kao i birati najbolji milisekundni interval miniranja pojedinih lepeza.

Da bismo dobili predstavu osnovnih tehničkih pokazatelja, nakon potpunog osvajanja nove tehnologije dobivanja zasipnog materijala, prikazaćemo samo polovine kapaciteta na bušenju, utovaru i dopremi materijala.

Na osnovu navedenog realno je očekivati sledeće rezultate:

— učinak na izradi minskih bušotina	35
m ³ /n	
— koeficijent obaranja materijala	1,93
m ³ m ³ bušotine	
— učinak na obaranju materijala	67,55
(1,93 × 35) m ³ /n	
— učinak na skreperovanju	100
m ³ /n	
— potrošnja eksploziva	0,170
kg/m ³	

Postizanjem navedenih efekata rudnik bi godišnje na materijalnim troškovima, režijskim troškovima i nadnicama uštedeo oko 1.000.000,00 N. dinara. Izradom centralne rudne sipke (koja se uskoro završava), kao i znatno većim intenzitetom otkopavanja, može se očekivati povećanje proizvodnje za oko 30%, što bi poslovanje ove proizvodne jedinice Kombinata »Treptča« dovelo do visokog stepena ekonomičnosti.

РЕЗЮМЭ

Применено одной из систем массовой разработки для добычи закладочной породы в руднике Копанник—Бело Брдо

Дипл. инж. Р. Джедич*)

В статье освещается проблема закладки выработанного пространства породой из пористых слоёв, добываемой проходкой расширенных восстающих.

Учитывая очень благоприятные физико-механические свойства покрывающих пород в одном из известняков, разработан идейный проект добычи закладочного материала с применением одного варианта поэтажной системы разработки. Экспериментальные работы в скрепернике на горизонте 1285 м дал очень удовлетворительные результаты. По сравнению с предыдущей системой разработки закладочной породы, производительность возросла в 6 раз, а расход взрывчатого вещества уменьшился в 8 раз.

Для проведения работ применялось оборудование которое уже существовало в руднике.

Для получения ещё лучших результатов при бурении веерных комплексов буровых вышек, а также на погрузке и откатке взрывом отбитой породы, в недалёком будущем будет применяться соответствующее оборудование для осуществления этой системы разработки.

В статье даны основные параметры подготовительных работ и забоя для добычи закладочной породы, а также, рассматривается влияние выбранных параметров на свободное истечение взрывом отбитой породы.

Получение закладочного материала таким способом в большой степени увеличит эффективность разработки, а также повысит производительность рудника в целом.

*) Dipl. Ing. Ratomir Džodić, tehn. rukovodilac Rudnika »Suva ruda«, Raška.

Literatura

1. Agoškov, M. I., 1965: Konstruivanje i rascety sistem i tehnologii razrabotki rudnyh mestoroždenij. — »Nauka«, Moskva.
2. Sestakov, V. A., Ščukin, A. J., Jakovjev, M. A., Kučkin, V. A., Sidorov, V. A., Lapuhova, T. G., 1967: Povišenje effektivnosti podzemnoj razrabotki rudnyh zaležej. — »Ilim«, Frunze.
4. Džodić, R., 1967: Elaborat studije podetažne otkopne metode za masovno dobijanje zasipnog materijala. — Rudnik Kopaonik, Lešak.
4. Džodić, R., 1968: Uputstvo za realizaciju otkopne metode za masovno dobijanje zasipnog materijala. — Rudnik Kopaonik, Lešak.
5. Džodić, R., 1968: Uticaj osnovnih rudarsko-geoloških faktora na intenzivnost eksploatacije Pb-Zn ležišta Kopaonik, Belo Brdo. — »Tehnika« br. 3, Beograd.

Aktiviranje oksalatom u razdvajanju monacita od kolumbotantalita pomoću oleinske kiseline

(sa 5 slika)

Dr ing. Dušan Salatić — prof. ing. Paul Moiset

Uvod

Ispitivanje mogućnosti razdvajanja monacita i kolumbotantalita, nakon izdvajanja na klatnom stolu Wälfler u pretkoncentrat teških minerala iz kongoanske rude aluvijalnog ležišta, koji čine pretežni deo ovog pretkoncentrata, postupcima gravitacijske, magnetske i elektrostatičke separacije, nije dalo pozitivne rezultate. Zbog toga se pristupilo ispitivanju mogućnosti razdvajanja ovih minerala postupkom flotacije. U ovom radu su obuhvaćena ispitivanja flotabilnosti monacita i kolumbotantalita u modifikovanoj Hallimond cevi, u pneumatskoj flotacijskoj ćeliji sa poroznim dnom i u standardnoj laboratorijskoj subaeracijskoj ćeliji proizvodnje Denver Co.

Flotabilnost pomenutih minerala razlikuje se u zavisnosti od pH. Berger G. S. (1) je konstatovao da flotabilnost kolumbotantalita oleinskom kiselinom kao kolektorom opada sa prelaskom iz kisele u baznu sredinu. S druge strane, autor ovog članka (2) je u ranijem radu konstatovao da monacit relativno dobro

flotira i u baznoj sredini. Natrijumsilikofluorid deprimira oba minerala. Mitrofanov S. I. (3) kaže, da isti deprimira monacit samo ako je pH manje od 7, dok kolumbotantalit deprimira po celom rasponu pH skale. I natrijumsilikat deluje kao deprimator u flotaciji tantalita oleinskom kiselinom (4). Farah Y. i Fayed L. (5) ukazuju na aktivirajuće dejstvo natrijumoksalata u flotiranju monacita.

Eksperimentalni rad obuhvatio je ispitivanje uticaja pomenutih reagensa na flotabilnost monacita i kolumbotantalita u zavisnosti od vrednosti pH rastvora, koja je regulisana hlorovodoničnom kiselinom i natrijumhidroksidom. Rezultati su prikazani u ovom članku.

Eksperimentalni rad

Modifikovana Hallimond cev

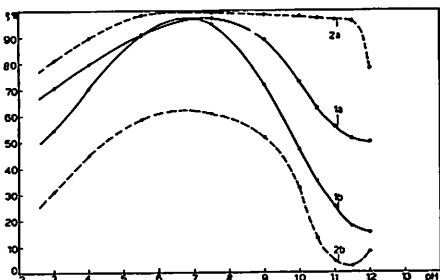
Studija flotabilnosti monacita i kolumbotantalita izvođena je u modifikovanoj Hallimond cevi na čistim mineralima. Potrebna količina čistih minerala izdvojena je iz pretkon-

centrata' teških minerala pomoću elektromagnetnog Franz Isodynamic analizatora i Hallimondovog stola — Superpannera. Modifikovana Hallimond cev konstruisana je prema opisu J. M. Casèsa (6). Prednost joj je što se gas uvodi po celoj površini dna, a ne samo kroz kapilaru, te se više približava uslovima uvođenja vazduha u pulpu u industrijskim uslovima.

Najpre je izveden niz opita flotiranja oleinskom kiselinom u zavisnosti od vrednosti pH. Rezultati ovih ispitivanja dati su dijagramski na slici 1. Flotabilnost oba minerala je značajna u slabo kiseloj, neutralnoj i slabo baznoj sredini (sl. 1, krive 1a—1b). Ispod pH = 5 iskorišćenja u flotaciji opadaju, i to brže iskorišćenja kolumbotantalita. Slično se ponašaju

takođe u zavisnosti od pH. Na slici 2 kriva 2b pokazuje da kolumbotantalit praktično ne flotira u celom rasponu pH skale pri koncentraciji od 20 mg/l natrijumsilikofluorida. Maksimalno iskorišćenje istog od 4,6% postiže se pri pH = 7. Monacit je, takođe, depimiran natrijumsilikofluoridom (sl. 2, kriva 2a). Depimiranje je jače u kiseloj nego u baznoj sredini. Pri pH = 9 iskorišćenje istog je oko 16%. Međutim, rezultati pokazuju da ovde ne postoji selektivno dejstvo depiratora.

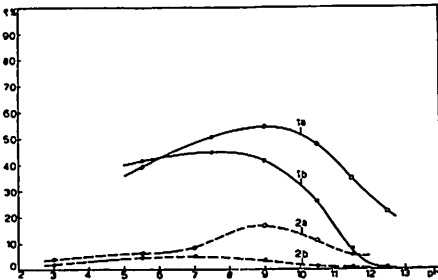
Na kraju eksperimentalnog rada u Hallimond cevi izvedena je serija opita u kojima je i dalje kolektor bila oleinska kiselina, a kao modifikator natrijumoksalat. Rezultati ove serije opita dijagramski su prikazani na slici 1, krive 2a—2b. Uočava se da u jače baznoj sre-



Sl. 1 — 1) Krive iskorišćenja monacita (a) i kolumbotantalita (b) u zavisnosti od pH sa 50 mg/l oleinske kiseline
2) Krive iskorišćenja monacita (a) i kolumbotantalita (b) u zavisnosti od pH sa 50 mg/l oleinske kiseline i 50 mg/l natrijumoksalata

Fig. 1 — 1) Courbes de récupération de la monazite (a) et des columbotantalites (b) en fonction du pH en présence d'acide oléique (50 mg/litre)

2) Courbes de récupération de la monazite (a) et des columbotantalites (b) en fonction du pH en présence d'acide oléique (50 mg/l) et d'oxalate de sodium (50 mg/l)



Sl. 2 — 1) Krive iskorišćenja monacita (a) i kolumbotantalita (b) u zavisnosti od pH sa 50 mg/l oleinske kiseline i 120 mg/l natrijumsilikata
2) Krive iskorišćenja monacita (a) i kolumbotantalita (b) u zavisnosti od pH sa 50 mg/l oleinske kiseline i 20 mg/l natrijumsilikofluorida

Fig. 2 — 1) Courbes de récupération de la monazite (a) et des columbotantalites (b) en fonction du pH avec l'acide oléique (50 mg/l) et le silicate de sodium (120 mg/l)
2) Courbes de récupération de la monazite (a) et des columbotantalites (b) en fonction du pH avec l'acide oléique (50 mg/l) et le silicofluorure de sodium (50 mg/l)

i u baznoj sredini, iznad pH = 9. Do znatnije razlike u iskorišćenjima dolazi tek kad je pH veće od 11.

Sledeći eksperimenti obuhvatili su ispitivanja uticaja natrijumsilikata na flotabilnost oba minerala pri korišćenju oleinske kiseline kao kolektora. Rezultati su prikazani na slici 2, krive 1a—1b. Uticaj vodenog stakla osetan je na flotabilnost oba minerala u celom rasponu pH skale. Iskorišćenja su snižena i to značajnije kod kolumbotantalita. Međutim, ova razlika nije dovoljna da bi se moglo govoriti o selektivnom dejstvu natrijumsilikata na ove minerale.

Treća serija opita obuhvata ispitivanja uticaja natrijumsilikofluorida na flotabilnost monacita i kolumbotantalita oleinskom kiselinom,

dini natrijumoksalat pospešuje flotabilnost monacita, dok istovremeno pogoršava flotabilnost kolumbotantalita.

Monacit zadržava visoko iskorišćenje sve do pH = 11,5, dok pri ovoj vrednosti pH kolumbotantalit praktično ne flotira. Izuzetno velika selektivnost postiže se između pH = 11,0 i 11,5, premda se zapaža dovoljna selektivnost već iznad pH = 10,0. Aktivirajuće dejstvo natrijumoksalata na monacit zapaža se pri svim vrednostima pH do pH = 11,5. Nakon toga iskorišćenje monacita brzo opada, dok istovremeno se zapaža povećanje iskorišćenja kolumbotantalita.

Eksperimenti u Hallimond cevi završeni su ispitivanjem uticaja koncentracije oleinske ki-

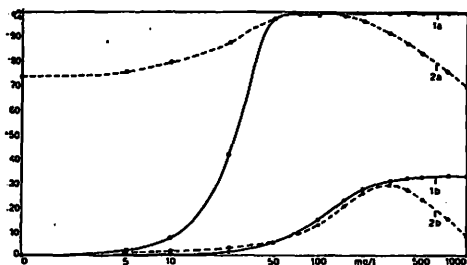
seline i natrijumoksalata u rastvoru pri vrednosti pH = 11,2.

Najpre je ispitivan uticaj koncentracije oleinske kiseline pri konstantnoj koncentraciji natrijumoksalata (50 mg/l). Rezultati su prikazani na slici broj 3, krive 1a—1b. Povećanjem koncentracije od 10 do 50 mg/l iskorišćenje monacita naglo raste, potom veoma polagano do 100 mg/l i dalje ostaje to maksimalno iskorišćenje sve do 1000 mg/l (sl. 3, kriva 1a). Iskorišćenje kolumbotantalita raste polagano sa porastom koncentracije oleinske kiseline sve do 500 mg/l i te vrednosti zadržava i pri povećanju koncentracije do 1000 mg/l (sl. 3, kriva 1b).

Drugi deo ovih ispitivanja obuhvata uticaj koncentracije natrijumoksalata pri konstantnoj koncentraciji oleinske kiseline (50 mg/l),

toriji za pripremu mineralnih sirovina na Politehničkom fakultetu u Monsu (7). Ispitivanja su vršena na pretkoncentratu teških minerala izdvojenom na klatnom stolu Wilfley. U ovom pretkoncentratu oko 92% čine minerali monacit i kolumbotantalit. Ostatak sačinjavaju kaskiterit (2—4%), ilmenit (1—3%), rutil (1—2%) i turmalini (1—4%).

Prvi opiti ukazali su da pri istim uslovima flotiranja iz Hallimond cevi u ćeliji sa poroznim dnom dolazi do flokuliranja, te na taj način oba minerala ili ostaju u ćeliji ili skupa flotiraju. Da bi se sprečila flokulacija u pulpu je dodavana manja količina (30 mg/l) natrijumsilikata. Isti je veoma uspešno dispergovao pulpu, tako da je postignuta odlična efikasnost razdvajanja, a koja je grafički prikazana u tablici 1 i na slici 4, gde predstavlja prosečne rezultate iz pet opita.



Sli. 3 — 1) Krive iskorišćenja monacita (a) i kolumbotantalita (b) u zavisnosti od koncentracije oleinske kiseline u prisustvu 50 mg/l natrijumoksalata

2) Krive iskorišćenja monacita (a) i kolumbotantalita (b) u zavisnosti od koncentracije natrijumoksalata u prisustvu 50 mg/l oleinske kiseline

Fig. 3 — 1) Courbes de récupération de la monazite (a) et des columbotantalites (b) en fonction de la concentration en acide oleique en présence d'oxalate de sodium (50 mg/l)

2) Courbes de récupération de la monazite (a) et des columbotantalites (b) en fonction de la concentration en oxalate de sodium en présence d'acide oleique (50 mg/l)

takođe pri pH = 11,2. Kao što pokazuju krive 2a—2b na slici 3, povećanjem koncentracije iznad kritične opada iskorišćenje oba minerala. Kritična koncentracija za monacit je oko 100 mg/l, a za kolumbotantalit oko 300 mg/l. Povećanje koncentracije natrijumoksalata do 50 mg/l povećava iskorišćenje monacita za oko 22% (sl. 3, kriva 2a). Maksimalno iskorišćenje kolumbotantalita postiže se pri koncentraciji oko 300 mg/l, a iznosi oko 30% (sl. 3, kriva 2b).

Na osnovu rezultata postignutih eksperimentalnim radom u Hallimond cevi može se zaključiti da su optimalni uslovi za flotacijsko razdvajanje monacita i kolumbotantalita pri koncentraciji oleinske kiseline 75 mg/l i natrijumoksalata 50 mg/l, a pri pH = 11,0 do 11,5.

Pneumatska ćelija sa poroznim dnom

Da bi se proverili rezultati flotacijskih opita dobiveni u Hallimond cevi, izveden je veći broj laboratorijskih opita u pneumatskoj flotacijskoj ćeliji sa poroznim dnom. Ovu ćeliju je konstruisao profesor P. Moisset u labora-

toriji. Iskorišćenje monacita je veoma visoko uz vrlo dobar kvalitet. Kao što dijagram pokazuje maksimalna efikasnost (E_{max}) postiže se

Tablica 1

Vreme flotiranja t min	Težine koncentrata T %	Sadržaj monac. u konc. Mk %	Sadržaj kol.-tant. u konc. Kk %	Iskorišćenje monacita u konc. IM _k %	Iskorišćenje kol.-tant. u konc. IK _k %	Efikasnost flotiranja E %
5	16,38	98,86	0,57	31,88	0,22	31,66
10	28,10	97,76	0,59	54,01	0,39	53,62
15	38,10	95,43	1,15	71,52	1,05	70,47
20	45,86	92,94	1,94	83,55	2,14	81,71
30	57,41	87,98	4,20	99,39	5,83	93,56
Ulaz	100,00	50,78	41,18	100,00	100,00	0
Ostatak	42,59	0,64	91,05	0,53	94,17	

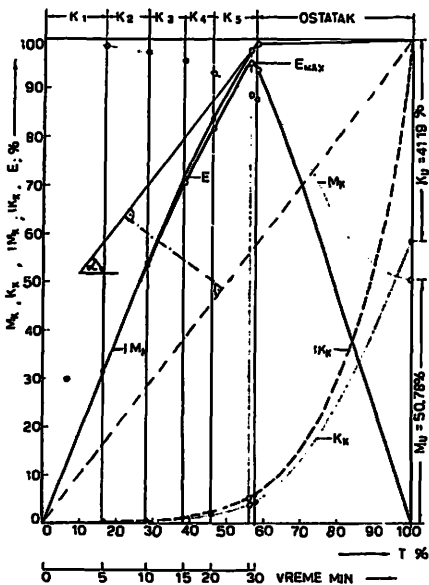
pri težinskom iskorišćenju koncentrata od 56% pri čemu iskorišćenje monacita iznosi 97,5%, a kvalitet koncentrata 88,5% monacita. Iskorišćenje kolumbotantalita u koncentratu monacita iznosi 5,25%, a sadržaj 4,20%.

Pretežni udeo primesa u koncentratu monacita predstavljaju turmalini, dok su manje prisutni kasiterit, rutil i ilmenit.

Ostatak u flotacijskoj ćeliji takođe predstavlja koncentrat, jer isti sadrži 90 do 95% kolumbotantalita uz 3 do 4% kasiterita, 2 do 3% ilmenita i 1 do 3% rutila. Kako se i ovaj proizvod može direktno smatrati kao prodajni to se postupkom flotacije iz pretkoncentrata teških minerala mogu dobiti dva komercijalna proizvoda.

Subaeracijska ćelija Denver

Uslovi rada subaeracijske ćelije razlikuju se unekoliko od uslova u pneumatskoj ćeliji sa



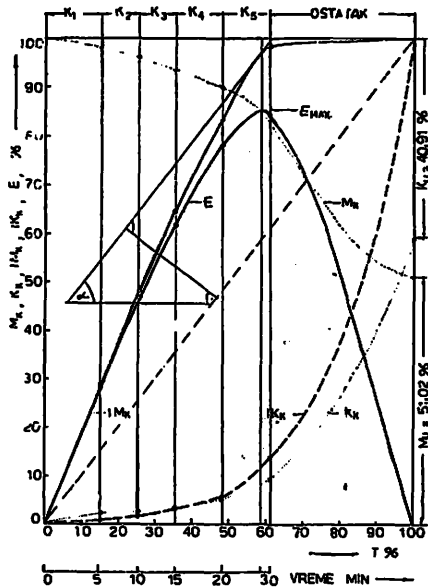
Sl. 4 — Efikasnost razdvajanja monacita i kolumbotantalita u pneumatskoj ćeliji sa poroznim dnom

Fig. 4 — Efficacité de la flottation de la monazite en cellule pneumatique à fond poreux

poroznim dnom. Usled obrtanja impelera dolazi do stvaranja mulja, koji negativno utiče na tok flotiranja. Sem toga, i uvođenje vazduha u pulpu nije identično. Da bi se i prak-

Tablica 2

Vreme flotiranja t min	Težine koncentrata T %	Sadržaj monac. u konc. M _k %	Sadržaj kol-tant. u konc. K _k %	Iskorišćenje monacita u konc. IM _k %	Iskorišćenje kol-tant. u konc. IK _k %	Efikasnost flotiranja E %
5	15,08	97,38	2,32	28,77	0,86	27,91
10	25,39	96,42	2,44	47,98	1,52	46,46
15	35,24	93,59	3,60	64,84	3,11	61,53
20	47,99	88,69	4,75	83,42	5,58	77,84
30	60,39	82,98	9,63	98,22	13,67	84,55
Ulaz	100,00	51,02	40,91	100,00	100,00	0
Ostatak	39,61	2,30	89,17	1,78	86,33	



Sl. 5 — Efikasnost razdvajanja monacita i kolumbotantalita u subaeracijskoj ćeliji

Fig. 5 — Efficacité de la flottation de la monazite en cellule «subaération»

tično potvrdili ovi navodi, izveden je niz opita u standardnoj laboratorijskoj subaeracijskoj ćeliji proizvodnje Denver. Ispitivanja su, takođe, izvršena na pretkoncentratu teških minerala.

Prvi opiti su pokazali da se stvara znatna količina mulja koja otežava flotiranje monacita. Ni dodatak natrijumsilikata u ovakvim uslovnima nije poboljšao flotabilnost monacita. Tek nakon snižavanja brzine obrtanja implepera ispod 1000 o/min došlo je do selektivnog flotiranja. Potrošnja natrijumsilikata je povećana na 40 mg/l.

Pri sniženoj brzini obrtanja impelera (900 o/min) i koncentraciji natrijumsilikata od 40 mg/l, zadržavajući ostale uslove rada iz pneu matske ćelije sa poroznim dnom, izvedeno je pet opita, a srednje vrednosti postignutih rezultata prikazane su u tablici 2 i na slici 5.

Upoređujući dijagrame sa sl. 4 i sl. 5 može se konstatovati da postoji razlika u visini iskorišćenja i kvalitetu koncentrata, a isto tako i u stepenu efikasnosti razdvajanja. Međutim, i rezultati iz ćelije Denver mogu se smatrati kao zadovoljavajući. Maksimalna efikasnost (E_{max}) postiže se pri težinskom iskorišćenju koncentrata od 58,6% pri čemu je iskorišćenje monacita 97,5% uz kvalitet koncentrata 84,9% monacita.

Ostatak u flotacijskoj ćeliji sadrži 89,17% kolumbotantalita, čije je iskorišćenje 86,33%, te se može smatrati kao drugi komercijalni proizvod dobiven u postupku flotacije.

I ovde, u koncentratu monacita, glavnu primenu čine turmalini, a u koncentratu kolumbotantalita — kasiterit, ilmenit i rutil.

Zaključak

Ispitivanja u Hallimond cevi potvrdila su navode da flotabilnost monacita i kolumbotantalita oleinskom kiselinom umnogom zavise od vrednosti pH sredine. U baznoj sredini opada flotabilnost oba minerala, premda sporije kod monacita.

Modifikatori natrijumsilikat i natrijumsilikofluorid ne pokazuju selektivno dejstvo na pomenute minerale. Oba deprimiraju kako monacit tako i kolumbotantalit.

Natrijumoksalat pokazuje selektivno dejstvo. Dok je na kolumbotantalit delovao kao slab deprimator, kod monacita je pokazao aktivirajuće dejstvo, naročito pri visokim vrednostima pH.

Objašnjenje se može naći u tome što monacit u baznoj sredini poseduje negativne vrednosti zeta potencijala (8), a poznato je da oleinska kiselina u toj sredini (do pH = 11,5) ima jonsku formu (9), tj. pretežno je zastupljena jonima oleata (Ol^-). U takvim uslovnima joni Ol^- stupaju u kontakt sa površinom monacita i čine ga hidrofobnim, tj. osposobljenim za kontakt sa vazдушnim mehurićem. Sa porastom koncentracije jona OH^- konkurentska borba između jona OH^- i jona Ol^- za površinu monacita postaje povoljnija za jone OH^- koji se gomilaju na površini i sprečavaju pristup jonima Ol^- . Dodatak natrijumoksalata verovatno vezuje izvestan udeo jona OH^- i tako smanjujući njihov broj omogućuje prevlast jona Ol^- u borbi za površinu monacita.

Što se tiče kolumbotantalita izgleda da on flotira adsorpcijom oleinske kiseline i natrijumoleata u molekularnom obliku. Kako se udeo oleinske kiseline u molekularnom obliku naglo smanjuje iznad pH = 7 na račun stvaranja jona Ol^- i znatno manje molekula natrijumoleata, to je verovatan razlog naglog opadanja flotabilnosti kolumbotantalita u baznoj sredini do pH = 11,5. Ovu pretpostavku potvrđuje i dijagram na slici 3, krive 2a–2b, koji pokazuje da iskorišćenje monacita opada iznad pH = 11,5 (kriva 2a), jer naglo opada i koncentracija jona Ol^- na račun stvaranja molekula natrijumoleata, dok se ovde povećava iskorišćenje kolumbotantalita (kriva 2b).

Eksperimenti, kako u pneumatskoj ćeliji sa poroznim dnom, tako i u subaeracijskoj ćeliji Denver, su pokazali da se flotacijski metod razdvajanja može i praktično primeniti u širim razmerama nego što su laboratorijske. Pri tome može se računati da pneumatska ćelija daje bolje rezultate, uglavnom, zahvaljujući tome što ne stvara mulj kao subaeracijska.

Na kraju, na osnovu eksperimentalnog rada i postignutih rezultata može se zaključiti da se postupkom flotacijske koncentracije mogu iz pretkoncentrata teških minerala, izdvojenog na klatnom stolu Wilfley iz kongoanske rude aluvijalnog ležišta, dobiti dva prodajna proizvoda, tj. uslovni koncentri monacita i kolumbotantalita.

RÉSUMÉ

Activation par l'oxalate dans la séparation de la monazite d'avec les columbotantalites à l'aide d'acide oleique

Dr ing. D. Salatić et prof. ing. P. Moiset*

Le présent article relate les recherches essentiellement à la suite d'essais infructueux de récupération de concentrés purs de monazite et columbotantalites associés en un mixte, résidu d'une concentration gravimétrique et magnétique d'un minéral de cassitérite du MANIEMA (République Démocratique du Congo), irréductible par les procédés industriels, gravimétrique et magnétique les plus sélectifs.

Pour aborder l'étude de cette séparation, on a se procuré des échantillons aussi purs que possible de monazite et de columbotantalites.

Après avoir fixé les conditions particulières de collection de ceux deux minéraux, des essais de séparation de leur mélange ont été poursuivis sur le même appareil, ainsi que en cellule pneumatique à fond poreux et en cellule «subaeration» de laboratoire.

La constatation primordiale résultant de ceux examens est que par flottation on peut obtenir deux concentrés la haute sélectivité de la séparation dont l'efficacité est maximum (95%) pour un rendement ponderal en monazite de 56 à 58% correspondant à un rendement en monazite de 96 à 98% à la teneur de 85 à 88% de monazite.

Concomitamment, le rendement en columbotantalites du concentré de monazite est de 5,25% (teneur en columbotantalites du concentré de monazite: 4,2%, avec 3—5% de tourmalines et moins de 1% de cassitérite, rutile et ilmenite).

Le fond de cellule contient 89—95% de columbotantalites, avec 3—4% de cassitérite, 2—3% d'ilmenite et de 1—3% de rutile. On n'y trouve pas de tourmalines.

Literatura

1. Berger, G. S., 1962: Flotiruemost' mineralov, str. 173—175. Gosgortehizdat, Moskva.
2. Salatić, D., 1965: Flotabilnost monacita i cirkona u funkciji promena njihovih površina. — Doktorska disertacija na Rudarsko-geološkom fakultetu, Beograd.
3. Mitrofanov, S. I., 1967: Selektivnaja flotacija. — Nedra, str. 512, Moskva.
4. Singh, S. G., Oberbiling, E., 1959: Monazite flotation. — Min. Congr. J., Vol 45, No 8, str. 82—83.
5. Farah, Y., Fayed, L., 1966: Die Monazit-flotation mit schweren Sulfonaten als Sammler und Kohlehydraten als regelnde Mittel. — Aufbereitungs-Technik, Vol. 7, No 2, str. 74—76.
6. Cases, J. M., 1968: Les phénomènes physico-chimiques à l'interface Application au procédé de la flottation. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur ès-sciences physiques à la Faculté des sciences de l'Université de Nancy, Nancy, str. 32.
7. Moiset, Cagaš, Z., 1969: Une nouvelle cellule de flottation pneumatique. — Rad primljen za IX međunarodni kongres za pripremu mineralnih sirovina u Pragu, juna 1970. godine.
8. Salatić, D., 1967: Flotability of monazite and zircon related to electrochemical changes on their surfaces. — Min. Metall. (Sect. C: Mineral Process. Extr. Metall.), Vol. 76, No 733.
9. Pol'kin, S. I. et al., 1968: Diagramma sostojanija i sobiratel'nye svojstva oleino-voj kisloty pri izmenenii pH. — Cvetnaja metallurgija, Vol. 11, No 3, str. 6—11.

Dr ing. Dušan Salatić, Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu, prof. ing. Paul Moiset, Faculté polytechnique de Mons (Belgija).

Koncentracija brečastog magnezita iz ležišta Strezovci u teškoj sredini

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Dragorad Ivanković — dipl. ing. Tihomir Kostić

Uvod

Ranija ispitivanja čišćenja i koncentracije magnezita Strezovci, izvršena u Rudarskom institutu, Zavodu za pripremu mineralnih sirovi-
na, ukazala su da u ležištu magnezita »Beli Ka-
men« — Strezovci egzistiraju tri vrste magne-
zita (jedri, brečasti i trakasti magneziti) i da
se kao metoda za njihovu koncentraciju može
primeniti koncentracija u teškoj sredini.

Polazeći od činjenice da su u ležištu Stre-
zovci najviše zastupljeni brečasti magneziti, či-
ja je eksploatacija moguća jedino primenom
prethodne koncentracije, pri odgovarajućem
granulometrijskom sastavu koncentrata magne-
zita, u ovom članku je dat poseban značaj ovom
vidu magnezita i njegovom tretiranju u cilju
dobijanja kvalitetnih koncentrata magnezita u
postrojenjima sa uređajima za tešku sredinu.

Kvalitet rovnog magnezita

Utvrđivanje kvaliteta rovnog brečastog mag-
nezita iz ležišta Strezovci izvršeno je na repre-
zentativnom uzorku.

Kompletna hemijska analiza brečastog mag-
nezita Strezovci dala je sledeći sastav:

SiO ₂	11,25 %
Al ₂ O ₃	0,87 %
Fe ₂ O ₃	0,11 %
CaO	5,16 %
MgO	36,92 %
Mn	0,015 %
SO ₃	0,027 %
CO ₂	44,42 %
Gubitak žarenjem	45,12 %

Sadržaj štetnih primesa u ispitivanom uzor-
ku iznosi:

SiO ₂	11,25 %
CaO	5,16 %

Granulometrijski sastav brečastog magnezita

Određivanje granulometrijskog sastava bre-
častog magnezita izvršeno je mokrim proseja-
vanjem na seriji sita sa odgovarajućim otvori-
ma.

U tablici 1 dati su rezultati analize granulo-
metrijskog sastava rovnog uzorka brečastog
magnezita.

Tablica 1

Klase krupnoće mm	Težinski udeo		
	%	Σ % ↓	Σ % ↑
+ 150	4,06	4,06	100,00
— 150 + 80	10,32	14,38	95,94
— 80 + 60	5,71	20,09	85,62
— 60 + 30	18,38	38,47	79,91
— 30 + 20	9,42	47,89	61,53
— 20 + 12	16,05	63,94	52,11
— 12 + 5	12,89	76,83	36,06
— 5 + 3	7,98	84,81	23,17
— 3 + 1	5,99	90,80	15,19
— 1 + 0	9,20	100,00	9,20
Ukupno	100,00	—	—

Težinski udeo krupnijih klasa od + 60 mm
iznosi 20,09%.

Težinski udeo sitne klase — 1 + 0 mm iz-
nosi 9,20%.

Mineraloška ispitivanja brečastog magnezita

Mineraloška ispitivanja (primena optičkih, rentgenskih i termičkih ispitivanja) izvršena su na krupnim komadima i na usitnjenim uzorcima (na granulaciji — 2 mm i — 100 mikrona).

Opis rude. — Krupni komadi sirovine imaju brečast izgled i sastoje se od odlomaka belog, kompaktnog jedrog magnezita, školjkastog loma, vezanog mrkom karbonatskom kristalastom masom. Mrko obojena masa čini vezivo koje čvrsto povezuje magnezitske komade. Vid srastanja bele i mrke mase je, uglavnom, dvojak:

— prevlađuje bela masa: mrka masa povezuje u obliku prirodnog cementa ujednačene komade belog magnezita. Veličina komada belog magnezita kreće se od 20 do 80 mm. Debljina mrežaste zapune najčešće je od 5 do 10 mm, mada se zapažaju i proširenja do 20 i 30 mm;

— ujednačene količine bele i mrke mase: mrka masa povezuje u obliku zapuna komade belog magnezita. Veličina belog magnezita kreće se u rasponu od 20 do 80 mm. Mrka masa dostiže proširenje od 40 do 60 mm.

Rezultati optičkih ispitivanja. — Ovim ispitivanjima utvrđene su strukturno-teksturane osobine i mineralni sastav.

— Beli odlomci magnezita sastoje se od magnezita sa vrlo malim učešćem nečistoća u obliku silicijske komponente i dolomita. Struktura magnezita je kriptokristalasta do mikrokristalasta, kada zrna dostižu veličinu 2 mikrona. U izvesnim slučajevima magnezit je prekrystalisao, najčešće u kontaktnoj zoni sa mrkom masom, te je došlo do povećanja zrna na veličinu od 60 do 250 mikrona. Opalsko kalcedonska masa gnezdasto prožima kriptokristalasti magnezit. Veličina silifikovanih gnezda kreće se u rasponu od 10 do 250 mikrona, a veličine pojedinih individua u gnezdima do 5 mikrona. Sadržaj magnezita u belim komadima iznosi 95—97%.

— Kontaktni delovi prekrystalisanog magnezita sa mrkom masom sadrže nečistoće od silicijske komponente u obliku kvarcnih kristala, nastalih pseudomorfozom po dolomitu. Zadržali su oblik romboedarskih kristala i relikte dolomita koncentrisane u centralnim delovima. Veličina kristala kreće se u rasponu od 5 do 100 mikrona. Javljaju se u većim koncentracijama — nagomilanjima u prekrystalisanom magnezitu ili na rubovima žica mrkih kristalastih partija. Silicijska komponenta javlja se u obliku radijalno zrakastih sferolita rozeta, sastavljenih od kalcedona. Prečnik sferolita koleba se u rasponu od 100 do 250 mikrona. Debljina vlakana je do 5 mikrona.

— Mrke partije sadrže dolomit, magnezit, kalcit i aragonit. Struktura je krupnokristalasta. Dolomit se javlja u obliku romboedarskih kristala u rasponu veličine 5—100 mikrona izuzetno i do 1—3 mm. Kalcit se javlja u obliku izduženih prizmatičnih kristala, najčešće oko jezgra od dolomita. Dužina prizmi je najčešće od 100 do 250 mikrona, ali dostiže veličinu i do 1 mm. Aragonit se javlja uz kalcit u vidu mineraloških pojava, obrazuje rozete od radijalno zrakastih agregata oko jezgra od magnezita. Dužina radijalno zrakastih agregata je od 100 do 250 mikrona.

Potrebno je naglasiti da mrke partije pored dolomita, kalcita, aragonita i silicijske komponente sadrže i magnezit u promenljivoj količini. Magnezit je kriptokristalast do mikrokristalast, a najčešće se zonarno raspoređuje i smenjuje sa zonama krupnokristalastih karbonata koji čine nečistoće.

Optičkim ispitivanjima sitnih klasa utvrđeno je: u klasi krupnoće — 2 mm dolazi skoro do potpunog razdvajanja mrke mase od belog magnezita. Međutim, to nije potpuno odvajanje magnezita od ostalih karbonata i silicijske komponente, koji predstavljaju jalovinu, jer je i sam beli magnezit u izvesnom stepenu nosilac nečistoća. U klasi krupnoće — 100 mikrona dolazi do većeg oslobađanja magnezita od ostalih komponenti, stepen oslobađanja magnezita iznosi oko 90%.

Rezultati rentgenskih ispitivanja. — Primenom Debajšererove metode praha ispitani su usitnjeni uzorak magnezita — 100 mikrona. Interpretacijom dobijenih podataka, po redu zastupljenosti, utvrđeni su sledeći minerali: magnezit, kvarc, dolomit, kalcit i hidroliskun.

Rezultati termičkih ispitivanja. — Upotrebljene su dve metode i to: DTA i termogravimetrijska analiza. Diferencijalno-termička analiza izvršena je uz kontinualni prirast temperature od 12°C/min. sve do 1.000°C. Kriva diferencijalno-termičkog zagrevanja pokazala je sledeće efekte: u temperaturnom intervalu do 300°C javlja se mali endotermni efekat koji odgovara dehidraciji hidroliskuna. U intervalu od 500—700°C javlja se znatan endotermni efekat magnezita, koji predstavlja disocijaciju karbonata na MgO i CO₂. U intervalu 700—800 i 850—950°C javljaju se endotermni efekti karakteristični za dolomit. U prvom se vrši disocijacija magnezijum karbonata iz dolomita, a u drugom kalcijum karbonata iz dolomita i kalcita sa kojim se spaja (sl. 1).

Termogravimetrijska analiza ukazuje da se gubici u težini vezuju za vlagu uzorka, zatim dehidraciju hidroliskuna do temperature od 300°C. Dalji gubici u težini su nastali usled diso-

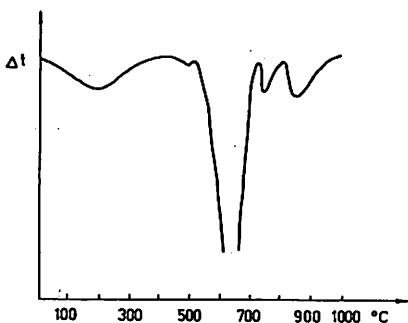
cijacije karbonata i gubitka u CO₂. Ukupni gubitak u težini do temperature od 1000°C iznosi 45,80% (sl. 2).

Mineraloški sastav ispitivanog uzorka brečastog magnezita

Na osnovu svih izvršenih ispitivanja utvrđen je kvalitativan i kvantitativan mineralni sastav brečastog magnezita Strezovci i sve strukturne i teksturne karakteristike.

Kvantitativan mineraloški sastav uzorka brečastog magnezita Strezovci dao je sledeće rezultate:

Magnezit	73,40%
Dolomit	8,20%
Kalcit	4,80%
Aragonit	trag
Hidroliskun	2,60%
Limonit	0,10%
Magnezit	trag
Kvarc, kalcedon i opal	10,90%



Sl. 1 — Kriva DTA
Fig. 1 — The curve DTA

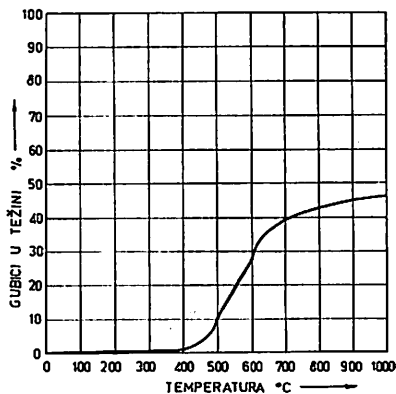
Sadržaj magnezita iznosi 73,40%. Nečistoću predstavljaju ostali karbonati, dolomit i kalcit, glinovita komponenta iz grupe hidroliskuna koja je i glavni nosilac gvožđa. Sadržaj slobodne silicijske komponente, koji je predstavljen kvarcom, kalcedonom i opalom je znatan i iznosi 10,90%.

Prema prikazanim rezultatima mineraloških ispitivanja može se konstatovati da je ispitivani uzorak brečastog izgleda i da je veoma veliki intenzitet srastanja i urastanja minerala koji predstavljaju jalovinu sa magnezitom. Strukturno-teksturne osobine ove sirovine ukazuju da je potrebno znatno usitnjavanje, da bi se postiglo oslobađanje magnezita od jalovine.

Rezultati laboratorijskih ispitivanja

Laboratorijska ispitivanja u cilju utvrđivanja stepena otvaranja i izbora najpovoljnije klase krupnoće za tretiranje magnezita u postrojenju za tešku sredinu izvršena su na manjem uzorku, koji je uzet od poluindustrijskog uzorka iz ležišta brečastog magnezita Strezovci.

U studiji koju je izradio Rudarski institut dati su svi rezultati ovih ispitivanja, a u ovom članku daju se rezultati ispitivanja samo za klase krupnoće u rasponu od —25 + 0 mm i —15 + 0 mm. Utvrđivanje stepena otvaranja magnezita, kao i analize pliva-tone, vršene su na pojedinim klasama krupnoće pri usitnjavanju magnezita do gkg 60 mm; 30 mm; 10 mm i na kraju kao završni opit gkg 25 i 15 mm.



Sl. 2 — Termogravimetrijska kriva
Fig. 2 — The curve of thermogravimetry.

Sadržaj štetnih primesa u ispitivanom uzorku:

CaO	5,16%
SiO ₂	11,25%

U tablici 2 daje se sadržaj SiO₂ i CaO u klasama krupnoće posle usitnjavanja rovnog magnezita do gkg 25 mm. Usitnjavanje je vršeno u čeljusnoj drobilici, a klasiranje mokrim prosejavanjem.

U tablici 3 daje se sadržaj SiO₂ i CaO u klasama krupnoće posle usitnjavanja rovnog magnezita do gkg 15 mm.

Na osnovu rezultata datih u tablicama 2 i 3 može se konstatovati da je sadržaj SiO_2 u krupnijim klasama od 1 mm skoro isti, a da se znatno smanjuje u sitnoj klasi $-1 + 0$ mm. Što se tiče sadržaja CaO, ovdje je situacija sasvim suprotna: u krupnijim klasama od 1 mm sadržaj CaO opada, u sitnoj klasi $-1 + 0$ mm se znatno povećava (Što je veoma povoljna činjenica).

Usitnjavanje rovnog brečastog magnezita u čeljusnoj drobilici je veoma efikasno, a pri tome se relativno malo javlja sitna klasa $-1 + 0$ mm. Težinski udeo sitne klase $-1 + 0$ mm pri usitnjavanju do ggk 25 mm iznosi 8,30%, a pri usitnjavanju do ggk 15 mm 13,20%. Pri tome treba imati u vidu da je sitna klasa tretirana kao jalovina pri konačnom bilansu čišćenja i koncentracije brečastog magnezita.

Rezultati analize pliva-tone

Analiza pliva-tone vršena je na pojedinim klasama krupnoće brečastog magnezita posle usitnjavanja do ggk 25 mm i 15 mm. Sitna klasa $-1 + 0$ mm nije tretirana analizom P—T.

Ispitivanja su vršena u tečnosti bromoforma u rasponu specifičnih težina 2,60 do 2,89 g/cm³.

Hemijske analize vršene su na SiO_2 i CaO.

U prvoj fazi ispitivanja analiza pliva-tone vršena je na sledećim klasama (posle usitnjavanja do ggk 25 mm):

- 25 + 20 mm
- 20 + 15 mm
- 15 + 10 mm
- 10 + 5 mm
- 5 + 1 mm

Tablica 2

Sadržaj SiO_2 i CaO u klasama krupnoće posle usitnjavanja do ggk 25 mm

Klase krupnoće mm	Težinski udeo		Sadržaj %		Raspodela %	
	%	Σ %	SiO_2	CaO	SiO_2	CaO
— 25 + 15	57,40	57,40	10,75	4,13	60,30	51,70
— 15 + 1	34,30	91,70	10,02	4,27	33,50	31,90
— 1 + 0	8,30	100,00	7,61	9,01	6,20	16,40
Ukupno	100,00	—	10,25	4,58	100,00	100,00

Tablica 3

Sadržaj SiO_2 i CaO u klasama krupnoće posle usitnjavanja do ggk 15 mm

Klase krupnoće mm	Težinski udeo		Sadržaj %		Raspodela %	
	%	Σ %	SiO_2	CaO	SiO_2	CaO
— 15 + 1	86,80	86,80	10,57	4,04	89,70	76,70
— 1 + 0	13,20	100,00	8,02	8,11	10,30	23,30
Ukupno	100,00	—	10,25	4,58	100,00	100,00

Tablica 4

Zbirni pregled odvajanja teške frakcije na pojedinim specifičnim težinama Klasa — 25 + 1 mm

Klasa mm	Specifična težina	T% teške frakcije	T% na ulaz	Sadržaj %		Suma T% x%	
				SiO_2	CaO	SiO_2	CaO
— 25 + 20	2,87	42,81	14,20	3,00	1,75	42,60	24,87
— 20 + 15	2,87	29,68	7,20	2,04	1,60	14,68	11,52
— 15 + 10	2,83	33,27	4,10	1,04	1,17	4,26	4,80
— 10 + 5	2,80	30,04	2,40	1,78	1,31	4,27	3,14
— 5 + 1	2,85	39,15	5,50	1,25	1,84	6,87	10,21
— 25 + 1	—	38,52	33,40	2,18	1,64	72,68	54,54

Težinski udeo % na ulaz klase:

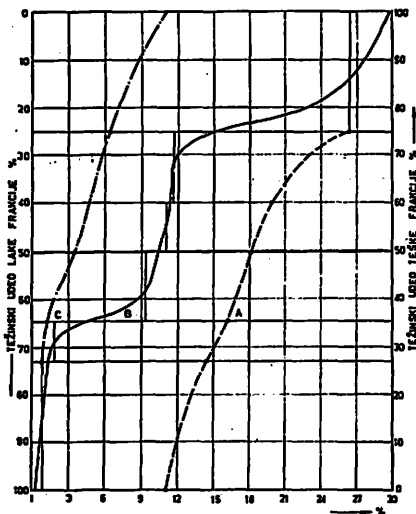
- 25 + 20 mm — 33,06%
- 20 + 15 mm — 24,34%
- 15 + 10 mm — 12,31%
- 10 + 5 mm — 7,92%
- 5 + 1 mm — 14,07%
- 25 + 1 mm — 91,70%

Zbirni pregled postignutih rezultata odvajanja teške frakcije (magnezita) na pojedinim specifičnim težinama dat je u tablici 4.

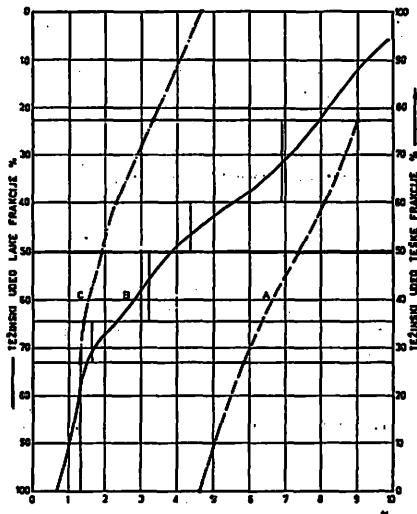
Identična ispitivanja izvršena su na uzorku magnezita posle usitnjavanja do ggk 15 mm. Zbirni pregled postignutih rezultata odvajanja teške frakcije na pojedinim specifičnim težinama daje se u tablici 5.

Imajući u vidu postignute rezultate pri analizi pliva-tone na pojedinim klasama krupnoće izvršena je analiza na klasi — 25 + 1 mm i na klasi — 15 + 1 mm posle mokrog prosejavanja na situ otvora 1 mm.

U tablici 6 daju se rezultati analize pliva-tone za SiO₂ na klasi — 25 + 1 mm, kao i na sl. 3. U tablici 7 daju se rezultati analize pliva-



Sl. 3 — Krive analize P-1 za SiO₂. Uzorak ggk 25 mm; klasa —25+1 mm
A — kriva lake frakcije; B — elementarna kriva; C — kriva teške frakcije
Fig. 3 — The curve of float — sink analysis of SiO₂. The sample size —25+1 mm.



Sl. 4 — Krive analize P-T za CaO. Uzorak ggk 25 mm; klasa —25+1 mm
A — kriva lake frakcije; B — elementarna kriva; C — kriva teške frakcije
Fig. 4 — The curve of float — sink analysis of CaO. The sample size —25+1 mm.

Zbirni pregled odvajanja teške frakcije na pojedinim specifičnim težinama
Klasa — 15 + 1 mm

Klasa mm	Specifična težina	T% teške frakcije	T% na ulaz	Sadržaj %		Suma T% x%	
				SiO ₂	CaO	SiO ₂	CaO
— 15 + 10	2,83	37,98	15,30	1,40	1,31	21,58	20,19
— 10 + 5	2,80	28,08	5,80	0,89	1,38	4,97	7,73
— 5 + 1	2,80	39,48	10,50	2,11	2,15	22,18	22,61
— 15 + 1	—	36,24	31,40	1,56	1,61	48,73	50,53

Težinski udeo % na ulaz klase:

— 15 + 10 mm — 40,45%
— 10 + 5 mm — 19,70%

— 5 + 1 mm — 26,65%
— 15 + 1 mm — 86,80%

Tablica 5

Tablica 6

Rezultati analize P-T za SiO₂; ggk 25 mm
Klasa — 25 + 1 mm

Specifična težina tečnosti	Elementarna kriva		Integralna kriva lake frakcije		Integralna kriva teške frakcije						
	T%	SiO ₂ %	ΣT% SiO ₂ %	T% _Σ ΣT% SiO ₂ %	SiO ₂ %	R%	ΣT% ΣT% SiO ₂ %	SiO ₂ %	R%		
-2,75	22,67	26,54	601,662	22,67	601,662	26,54	54,85	100,00	1095,583	10,95	100,00
+2,75-2,80	17,21	11,78	202,389	39,88	804,051	20,18	73,37	77,33	493,921	6,38	45,15
+2,80-2,83	10,28	11,18	114,930	50,16	918,981	18,28	83,90	60,12	291,532	4,83	26,63
+2,83-2,85	14,45	9,42	138,119	64,61	1058,100	16,32	96,29	49,84	176,602	3,54	16,10
+2,85-2,87	8,43	1,86	15,680	73,04	1070,780	14,68	97,73	35,39	40,483	1,14	3,71
+2,87	26,96	0,92	24,803	100,00	1095,583	10,95	100,00	26,96	24,803	0,92	2,27
	100,00	10,95	1095,583								

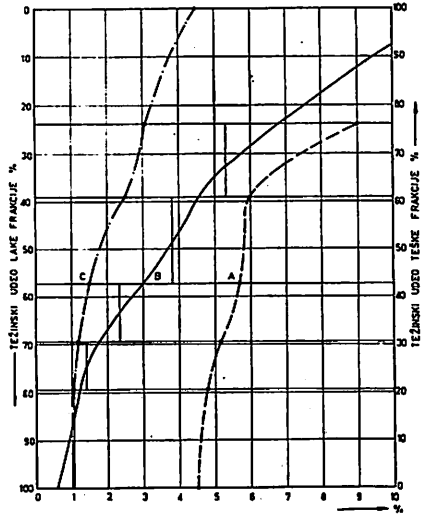
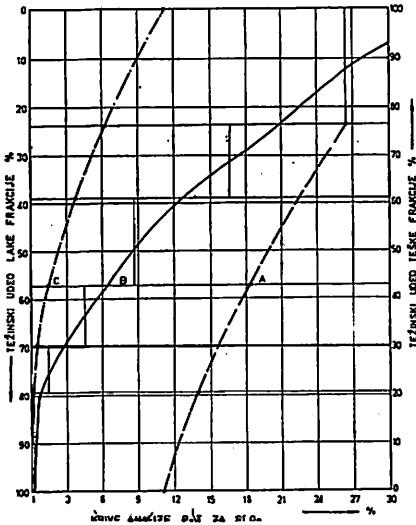
Tablica 7

Rezultati analize P-T za CaO; ggk 25 mm
Klasa — 25 + 1 mm

Specifična težina tečnosti	Elementarna kriva		Integralna kriva lake frakcije		Integralna kriva teške frakcije						
	T%	CaO%	ΣT% CaO%	T% _Σ ΣT% CaO%	CaO%	R%	ΣT% ΣT% CaO%	CaO%	R%		
-2,75	22,67	9,01	204,257	22,67	204,257	90,1	44,01	100,00	463,882	4,62	100,00
+2,75-2,80	17,21	6,91	118,921	39,88	323,178	8,10	69,71	77,33	259,625	3,36	55,99
+2,80-2,83	10,28	4,37	44,924	50,16	368,102	7,34	79,32	60,12	140,704	2,34	30,29
+2,83-2,85	14,45	3,21	46,384	64,61	414,486	6,41	89,13	49,84	95,780	1,92	20,68
+2,85-2,87	8,43	1,67	14,078	73,04	428,564	5,87	92,13	35,39	49,396	1,40	10,87
+2,87	26,96	1,31	35,318	100,00	463,882	4,63	100,00	26,96	35,318	1,31	7,87
	100,00	4,63	463,882								

-tone za CaO na istoj klasi i na sl. 4. Imajući u vidu rezultate prikazane u tablici 6 i 7 za klasu — 25 + 1 mm može se konstatovati, da pri odvajanju na specifičnoj težini + 2,85 udeo teške frakcije iznosi 35,39% i da je pri tome sadržaj SiO₂ 1,14%, a sadržaj CaO 1,40%.

Izvršena ispitivanja na klasi krupnoće — 15 + 1 mm su isto tako dala veoma povoljne rezultate. U tablici 8 daju se rezultati analize pliva-tone za SiO₂, kao i na sl. 5. U tablici 9 daju se rezultati analize pliva-tone za CaO i na sl. 6. Na osnovu rezultata prikazanih u tablici



Sl. 5 — Krive analize P—T za SiO₂. Uzorak gk 15 mm; A — — — kriva lake frakcije; B — — — clementarna kriva; C — — — kriva teške frakcije

Fig. 5 — The curve of float — sink analysis of SiO₂. The sample size — 15+1 mm.

Sl. 6 — Krive analize P—T za CaO. Uzorak gk 15 mm; A — — — kriva lake frakcije; B — — — clementarna kriva; C — — — kriva teške frakcije

Fig. 6 — The curve of float — sink analysis of CaO. The sample size — 15+1 mm.

Usporedni pregled analize P—T po pojedinim optitima

Tablica 10

Analiza pliva-tone	Klasa mm	T% na tešku frakciju	T% na ulaz	Odvajanje na spec. težini	Sadržaj %	
					SiO ₂	CaO
Analiza po klasama	— 25 + 1	36,52	33,40	2,80—2,87	2,18	1,64
Analiza po klasama	— 15 + 1	36,24	31,40	2,80—2,83	1,56	1,61
Analiza kompozita*	— 25 + 1	35,39	32,30	2,85	1,14	1,40
Analiza kompozita*	— 15 + 1	42,69	37,10	2,83	1,71	1,54

Težinski udeo % na ulaz klase:
 — 25 + 1 mm — 91,70%
 — 15 + 1 mm — 86,80%

* Analiza P—T vršena na klasi — 25 + 1 mm odnosno — 15 + 1 mm.

8 i 9 može se konstatovati da pri odvajanju na specifičnoj težini +2,83 udeo teške frakcije iznosi 42,69% i da je sadržaj SiO_2 u teškoj frakciji 1,71% a sadržaj CaO 1,54%.

Posmatrajući u celini rezultate analize pliva-tone na pojedinim klasama krupnoće posle usitnjavanja do gck 25 i 15 mm, kao i na zbirnim klasama (rezultati prikazani u tablici 10) može se konstatovati sledeće:

- usitnjavanje magnezita do gck 25 mm može se smatrati kao gornja granica pri kojoj analiza pliva-tone daje zadovoljavajuće rezultate. Usitnjavanje magnezita do gck 15 mm daje veoma povoljne rezultate u pogledu težinskog iskorišćenja, ali se oseća mali pad kvaliteta teške frakcije u pogledu sadržaja SiO_2 , što znači da se ova granična krupnoća mogla smatrati kao donja granica usitnjavanja magnezita;
- težinski udeo teške frakcije (koncentrat magnezita) se kreće od 32,30% do 37,10% u odnosu na tretiranu klasu pri odvajanju na specifičnoj težini tečnosti 2,83—2,85 g/cm³, a pri tome je sadržaj SiO_2 od 1,14 do 1,71%, a sadržaj CaO od 1,40% do 1,54%;
- kvalitet teške frakcije (koncentrat magnezita) u pogledu granulometrijskog sastava i sadržaja SiO_2 i CaO u potpunosti odgovara postavljenim zahtevima od strane vatrostalne industrije, tj. sadržaj SiO_2 i CaO manji od 2,0% i granulometrijski sastav u granicama —30+1 mm.

Rezultati poluindustrijskih ispitivanja

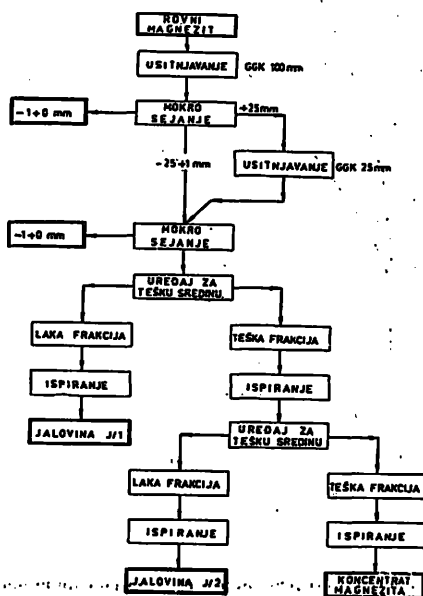
Utvrđeni kvalitet rovnog brečastog magnezita Strezovci je ukazao na mogućnost primene pojedinih metoda čišćenja i koncentracije, a izvršena laboratorijska ispitivanja su potvrdila mogućnost čišćenja i koncentracije brečastog magnezita u postrojenju za tešku sredinu. Na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja data je šema tehnološkog procesa čišćenja i koncentracije magnezita Strezovci (sl. 7). U kraćem izvodu daje se šema tehnološkog procesa, koja je istovremeno poslužila i za poluindustrijska ispitivanja utvrđivanja mogućnosti koncentracije brečastog magnezita u postrojenju za tešku sredinu:

- usitnjavanje rovnog magnezita do gck 25 mm
- klasiranje usitnjenog magnezita mokrim prosejavanjem na dve klase krupnoće —25+1 mm i —1+0 mm
- sitna klasa —1+0 mm se smatra kao jalovina i ista se dalje ne tretira u procesu

— tretiranje klase —25+1 mm u postrojenju za tešku sredinu. Teška frakcija predstavlja koncentrat magnezita, a laka frakcija predstavlja jalovinu

— koncentrat magnezita od prvog odvajanja u uređaju za tešku sredinu se naknadno prečišćava. Teška frakcija predstavlja konačni koncentrat magnezita, a laka frakcija predstavlja jalovinu.

Poluindustrijska ispitivanja čišćenja i koncentracije brečastog magnezita Strezovci izvršena su u postrojenju za tešku sredinu »Bela Stena« kapaciteta 15—20 tona/čas.



Sl. 7 — Šema tehnološkog procesa poluindustrijskog opita koncentracije brečastog magnezita »Strezovci«
Fig. 7 — The flowsheet of pilot-plant test of concentration of magnesite ore of strezovci orebody.

Opis tehnološkog procesa u separaciji magnezita »Bela Stena« daje se u kraćem izvodu:

- prihvatni bunker za rovní magnezit kapaciteta oko 30 m³
- primarno usitnjavanje do gck 100 mm u čeljusnoj drobilnici »Fagram« 1000×600 mm
- mokro prosejavanje na vibracionom situ sa jednom mrežom otvora 1,5 mm

- sekundarno usitnjavanje do ggk 25 mm u udarnoj drobilici IZ-II »STT«
- mokro prosejavanje usitnjenog magnezita na vibracionom situ sa dve mreže otvora 25 i 1 mm
- krupna klasa +25 mm odvaja se kao jalovina i dalje se ne tretira u procesu proizvodnje
- klasa krupnoće —25+1 mm ide u proces odvajanja u postrojenju za tešku sredinu, gde se vrši odvajanje magnezita od jalovine u suspenziji ferossilicijuma u rasponu specifičnih težina od 2,5 do 3,05 g/cm³
- odvajanje na laku i tešku frakciju vrši se u koritu »Basse Sambre«, kapaciteta 15—20 t/h
- ispiranje lake i teške frakcije vrši se na zajedničkom vibracionom situ sa mrežom otvora 1 mm
- rekuperacija suspenzije ferossilicijuma vrši se elektromagnetnim separatorom
- teška frakcija pri tretiranju rovnog magnezita smatra se kao koncentrat magnezita, a laka frakcija kao jalovina
- održavanje specifične težine suspenzije u postrojenju je ručno, a može se održavati u pogonskim uslovima od 2,5—3,10 g/cm³.

Poluindustrijski opit u postrojenju za tešku tečnost »Bela Stena«

Ispitivanja brečastog magnezita u poluindustrijskim uslovima izvršena su na uzorku od oko 28 tona sa radnim kapacitetom postrojenja od 10—15 t/h.

Rovni magnezit ggk 400 mm usitnjavan je u dva stupnja do ggk 25 mm, a klasa —1+0 mm dobijena mokrim prosejavanjem usitnjenog magnezita na vibracionom situ, sa težinskim udelom od 7,90%, odbacuje se kao jalovina.

Sadržaj štetnih primesa u ispitivanom uzorku je 9,02% SiO₂ i 3,15% CaO.

Čišćenje i koncentracija brečastog magnezita izvršeno je na klasi krupnoće —25+1 mm, a rezultati ispitivanja dati su u tablici 11.

Tablica 11

Proizvodi odvajanja	Težinski udeo %		Sadržaj %	
	Na klasu	Na ulaz	SiO ₂	CaO
Koncentrat K/1	42,00	38,50	2,63	1,63
Jalovina J/1	58,00	53,80	16,24	3,15
Ulaz —25+1 mm*)	100,00	92,10	10,52	2,51

*) Sračunate vrednosti:

- teška frakcija — koncentrat K/1
- laka frakcija — jalovina J/1

Odvajanje je izvršeno pri specifičnoj težini suspenzije od 2,96—2,98 g/cm³.

Prečišćavanje koncentrata K/1 (teške frakcije) u koritu »Basse Sambre« i odvajanje pri specifičnoj težini 2,98 do 3,05 g/cm³ izvršeno je u cilju dobijanja kvalitetnijih koncentrata magnezita. Rezultati prečišćavanja dati su u tablici 12.

Tablica 12

Proizvodi prečišćavanja	Težinski udeo %		Sadržaj %	
	Na frakciju	Na ulaz	SiO ₂	CaO
Koncentrat K/2	80,00	30,80	1,02	1,50
Jalovina J/2	20,00	7,70	8,53	2,36
Ulaz K/1*)	100,00	38,50	2,52	1,67

*) Sračunate vrednosti:

- teška frakcija — koncentrat K/2
- laka frakcija — jalovina J/2

Sumirajući rezultate poluindustrijskog opta čišćenja i koncentracije brečastog magnezita Strezovci sa napomenom da je krupna klasa +25 mm zanemarena (udeo manji od 1%) može se dati sledeći bilans:

koncentrat magnezita	30,80%
jalovina (ukupna od I i II odvajanja)	61,30%
jalovina klasa —1+0 mm	7,90%
ukupno rovni magnezit	100,00%

Zaključni osvrt

Ležište brečastog magnezita Strezovci u sadašnjim uslovima eksploatacije tretira se kao vanbilansno usled visokog sadržaja SiO₂ i CaO. U studiji koju je izradio Rudarski institut izvršena su obimna istraživanja u cilju dobijanja koncentrata magnezita za potrebe vatrostalne industrije i pri tome su iznađene odgovarajuće metode čišćenja i koncentracije brečastog magnezita. U ovom se radu tretira odstranjivanje štetnih primesa. SiO₂ i CaO korišćenjem rezultata analize pliva-tone, kao i rezultata izvršenih poluindustrijskih ispitivanja čišćenja i koncentracije brečastog magnezita Strezovci u postrojenju za tešku sredinu »Bela Stena«.

Brečasta ruda magnezita sastavljena je od odlomaka belog čistog magnezita koji je cementiran mrkom masom koja se sastoji od minerala nosilaca štetnih primesa SiO₂ i CaO (opal, kalcedon, kvarc, dolomit i kalcit). Veličina komada čistog magnezita kreće se od nekoliko mm pa do 80 mm (u proseku je najveći udeo komada veličine 5—20 mm). Mrka masa, koja je nosilac štetnih primesa, je u većini slučajeva iste veličine kao i komadi čistog magnezita. Pri usitnjavanju rovnog brečastog magne-

zita do ggk 25 mm postiže se veoma visok stepen oslobađanja magnezita — oko 80—90%, a pri usitnjavanju do ggk 15 mm stepen oslobađanja se povećava na oko 90—95%. Korišćenjem navedenih karakteristika rovnog brečastog magnezita i primenom analize pliva-tone (u teškoj tečnosti — bromoform) dokazana je mogućnost odvajanja teške frakcije (koncentrata magnezita) od lake frakcije (jalovine) pri tretiranju klasa —25+1 mm i —15+1 mm (tablica 10).

Prema rezultatima laboratorijskih ispitivanja utvrđena je šema tehnološkog procesa tretiranja brečastog magnezita Strezovci. Izvršen poluindustrijski opit sa brečastom rudom magnezita iz ležišta Strezovci u separaciji magnezita (teška sredina) »Bela Stena« kapaciteta 15 t/čas je u potpunosti potvrdio rezultate la-

boratorijskih ispitivanja. Bilans čišćenja i koncentracije dat je u tablici 12. Sadržaj SiO_2 u koncentratu magnezita iznosi 1,02% prema 9,02% u ulaznoj rudi. Sadržaj CaO iznosi 1,50% prema 3,15% u rovnoj sirovini. Težinsko iskorišćenje koncentrata magnezita iznosi 30,80% u odnosu na tretiranu rovnu sirovinu. Postignuti rezultati pri laboratorijskim i poluindustrijskim ispitivanjima brečastog magnezita Strezovci su ukazali na mogućnost tretiranja magnezita u postrojenju za tešku sredinu. Utvrđena je šema tehnološkog procesa čišćenja i koncentracije brečastog magnezita Strezovci, a zasebnim izveštajem dokazana je mogućnost ekonomične proizvodnje kvalitetnog koncentrata magnezita za potrebe vatrostalne industrije primenom ovde navedenog tehnološkog procesa.

SUMMARY

Concentration of Magnesite Ore of Strezovci Orebody by Heavy Medium Separation

D. Ivanković, min. eng. — T. Kostić, min. eng.*)

The investigations on possibility of concentration and cleaning of magnesite ore of Strezovci orebody by heavy medium separation, described in this article represent results obtained after laboratory tests and pilotplant test.

The content of impurities of magnesite ore is 9,02% SiO_2 and 3,15% CaO. Obtained grade of concentrate have content of 1,02% SiO_2 and 1,50% CaO. Details of investigations are given in the paper.

Literatura

1. Studija čišćenja i koncentracije magnezita »Strezovci«. — Rudarski institut, Beograd, 1968.
2. Izveštaj o poluindustrijskim ispitivanjima brečastog magnezita »Strezovci«. — Rudarski institut, Beograd, 1969.
3. Investicioni program izgradnje separacije magnezita »Strezovci«. — Rudarski institut, Beograd, 1969.
4. Fromenko, T. G., 1966: Gravitacionnye processy obogašćenija poleznyh iskopaemyh. — Nedra, Moskva.
5. Evsimovič, S. G., 1959: Obogašćenie rud v tjaželyh sredah. — Gosgortehizdat.
6. Salzmänn, G., 1962: Die Sink—Schwimm-aufbereitung von Erzen. — Erzbergbau u. Metallhüttenwesen, Band XV, H. 10.

*) Dipl. ing. Dragorad Ivanković i dipl. ing. Thomir Kostić, saradnici Zavoda za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

O mogućnostima briketiranja koncentrata hromne rude iz Republike Turske pomoću veziva i uz dodatak reducenta

(sa 17 slika)

Dipl. ing. Mira Mitrović — dipl. ing. Vera Stamenković

Uvod

U članku je prikazano ispitivanje okrupnjavanja sitnozrnog flotacijskog koncentrata hromne rude iz Republike Turske odnosno prikazana je mogućnost dobijanja kvalitetnih briкета, koji mogu da se upotrebe u proizvodnji legura hroma.

Radovi na ovoj studiji su obuhvatili:

— utvrđivanje osobina koncentrata rude hroma,

— ispitivanje mogućnosti briketiranja koncentrata rude hroma sa vezivnim sredstvom i to: smolom katrana kamenog uglja; sulfитnom lužinom;

— ispitivanje mogućnosti briketiranja koncentrata rude hroma i reducenta sa vezivnim sredstvom: smolom katrana kamenog uglja; sulfитnom lužinom;

— ispitivanje kvaliteta i osobina dobijenih briкета.

Uzorci za ispitivanje

Za ispitivanje su bili na raspolaganju reprezentativni srednji uzorci sledećih sirovina:

— koncentrat rude hroma iz Republike Turske u težini od 40 kg. Uzorak je uzet sa skladišta u luci Mudanya. Krupnoća koncentrata je $-3+0$ mm;

— metalurški koks (reducent) veličine zrna $-40+0$ mm u težini od 46 kg;

— smola katrana kamenog uglja u težini od 10 kg, proizvod koksare »Boris Kidrič«, Lukavac;

— sulfитna lužina u težini od 10 kg, proizvod Fabrike celuloze i viskoze, Banja Luka.

Rezultati ispitivanja

Osobine koncentrata rude

Mineraloška ispitivanja koncentrata. — Koncentrat se sastoji od mineralnog praha tamnosive boje u kojem se ističu bela, zelenkasta, žuta i mrka mineralna zrna koja čine primese.

Određivanje mineralne vrste. — Utvrđeno je optičkim metodama da ruda pripada mineralnoj grupi spinelida.

Kristalohemijska vrsta minerala je određena rentgenskim ispitivanjem. Primenjena je Debajšerova metoda praha. Snimanje je izvršeno pomoću antikatore od bakra, u komori 57,3 mm. Rentgensko zračenje je filtrirano filtrom od nikla. Uslovi pri snimanju su bili sledeći: 35 kV, 14 mA. Dužina snimanja iznosila je 3 h.

Interpretacijom Debaograma praha utvrđena je mineralna vrsta hromopikotit (Mg, Fe) (Cr, Al)₂O₄.

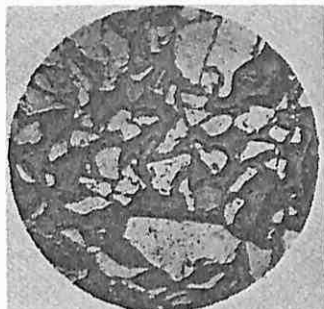
Kvalitativan mineralni sastav

— Kvalitativan mineralni sastav koncentrata je određen na osnovu optičkih i rentgenskih ispitivanja. Utvrđene su sledeće mineralne vrste: hrompikotit (Mg, Fe) (Cr, Al)₂O₄; magnetit (Fe Fe₂O₄); magnezit (Mg Co₃); olivin (Mg Fe₂ SiO₄); delimično serpentinisani opal i kalcedon (SiO₂ i H₂O).

Strukturno-teksturne osobine. — Hrompikotit se najčešće javlja u samostalnim (slobodnim) zrnima različitog oblika i veliči-

ne. Manjim delom je srasao i čini mikrobreče ili je srasao sa olivinom ili opalom u obliku uklopaka. Hrompikotitska zrna se javljaju u sledećim oblicima: okruglastim, izduženim zaobljenim, poluzaobljenim različitog izduženja, nepravilnim, zupčastim, trouglastim i trapezastim (sl. 1).

Oko 40% hrompikotitskih zrna je ispućalo, sl. 3, (kataklizirano). Pukotine na jednom zrnju se seku pod različitim uglovima, tako da se ne može utvrditi neka pravilnost.



Sl. 1 — Reflektovana svetlost, nikoli paralelni. Uveličanje 40 puta. Oblici pojavljivanja hrompikotitskih zrna

Abb. 1 — Reflektiertes Licht, Nikols parallel. Vergrößerung 40-fach. Erscheinungsformen der Chromopikotitkörner

Na zrnima srednje veličine (200 mikrona) obično se javljaju dve do četiri pukotine; međutim, njihov broj na velikim zrnima (400 mikrona) povećava se i do petnaest. Debljina pukotina je od 5 do 15 mikrona.

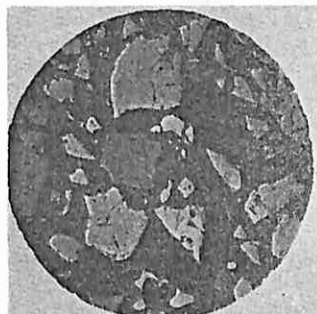
Srasla hrompikotitska zrna javljaju se u obliku mikrobreča (sl. 4), koja se sastoji od hrompikotitskih odlomaka cementovanih pornim karbonatnim cementom. Veličina hrompi-

kotitskih odlomaka je u rasponu od 2 do 100 mikrona.

Veličina hrompikotitskih zrna i njihovo procentualno učešće po veličini prikazani su na tablici 1.

Magnetit se javlja u obliku slobodnih zrna veličine oko 100 do 150 mikrona.

Nemetalna zrna pratećih minerala javljaju se u slobodnim zrnima veličine 100 do 300 mikrona (sl. 2). Manji deo olivina, odnosno opala uklapa hrompikotit.



Sl. 2 — Reflektovana svetlost — nikoli paralelni. Uveličanje 40 puta. Hrompikotit (1), Opal (2), Magnezit (3)

Abb. 2 — Reflektiertes Licht — Nikols parallel. Vergrößerung 40-fach. Chromopikotit (1), Opal (2), Magnesit (3)

Kvantitativan mineralni sastav. — Kvantitativan mineralni sastav je utvrđen mineraloškim ispitivanjem. Rezultati ispitivanja pokazuju da se mineralna materija sastoji od 89,6% hrompikotita, 0,2% magnetita, 3,5% opala i kalcedona, 3,7% magnezita, 3,0% olivina i od granata u tragovima.

Zrna hrompikotita su najvećim delom oslobođena (97%). Oko 40% zrna hrompikotita je

Tablica 1

Veličina i učešće hrompikotitskih zrna po veličini u koncentratu rude

Način pojavljivanja zrna	Oblik pojavljivanja	Veličina μ	Učešće %
Srasla	mikrobreča	2—100	3
Srasla	uklopci u olivinu i opalu	30—150	2
Slobodna	okrugla, poluzaobljena, zupčasta, trouglasta, trapezasta	do 45	15
Slobodna	okrugla, izdužena, nepravilna, poluzaobljena	45—150	50
Slobodna	izdužena, poluzaobljena, nepravilna	150—270	25
Slobodna	nepravilno izdužena, poluzaobljena	400—500	5
U k u p n o			100

ispucalo. Minerali koji čine primese hrompikotita imaju veliku tvrđinu. Hrompikotitova breča se rasipa pod prstima i iznosi oko 3% od svih hrompikotita sadržanih u mikrobreči.

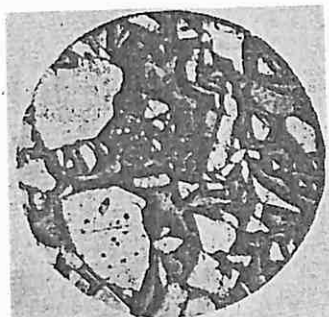
Fizičke i hemijske osobine koncentrata. — Koncentrat rude hrompikotita ima sledeće fizičke i hemijske osobine:

- sadržaj vlage 0,15%
- veličina zrna —3+0 mm
- granulometrijski sastav (prikazan u tablici 2).



Sl. 3 — Reflektovana svetlost — nikoli paralelni. Uveličanje 40 puta. Hrompikotit ispucalo

Abb. 3 — Reflektiertes Licht — Nikols Parallel. Vergrößerung 40-fach. Chrompikotit zerbröckelt



Sl. 4 — Reflektovana svetlost — nikoli paralelni. Uveličanje 40 puta. Delovi mikrobreče

Abb. 4 — Reflektiertes Licht — Nikols Parallel. Vergrößerung 40-fach. Bruchstücke von Mikrobreccie

Tablica 2

Granulometrijski sastav koncentrata rude

Veličina zrna mm	Udeo %	Σ Udeo %	Srednji prečnik zrna (d') mm (10 ⁻²)
— 3 + 2	0,14	0,14	0,350
— 2 + 0,75	3,14	3,28	4,317
— 0,75 + 0,63	1,92	5,20	1,325
— 0,63 + 0,25	31,70	36,90	13,948
— 0,25 + 0,20	7,97	44,87	1,793
— 0,20 + 0,10	29,88	74,75	4,482
— 0,10 + 0,075	5,85	80,60	0,512
— 0,075	19,40	100,00	0,728
Ukupno:	100,00		27,455

- specifična težina 4,07 g/cm³
- usipna težina 2,29 g/cm³
- srednji prečnik zrna 0,27 mm
- specifična spoljna površina 298 cm²/g

Specifična površina Q izračunata je formulom W. Anslena:

$$Q = \frac{36,8 \cdot 10}{d' \cdot n \cdot s} \text{ cm}^2/\text{g}$$

gde je:

- Q = specifična površina
- d' = srednji prečnik zrna po E. Puffe-u
- n = tangens nagibnog ugla prave po E. Puffe-u; koeficijent za ravnomernost = 1,13
- S = specifična težina.

— Specifični električni otpor je određivan na aparatu »Ramdohr« KL 199, koji služi za određivanje elektroprovodljivosti koksne prašine. Izračunat je pomoću izraza:

$$\rho = R \frac{S}{h} \text{ mm}^2/\text{m}$$

gde je:

- R = mereni specifični električni otpor
- S = površina mm²
- h = visina m
- $\rho = 34 \cdot 10^{10} \text{ } \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

— Sadržaj Cr₂O₃ 49,54%

Pregled podataka o hemijskom sastavu rude hroma je dat u tablici 3.

Tablica 3 Osobine reducenta — metalurškog koksa

Hemijska analiza rude hroma

Elementi	%
Cr ₂ O ₃	49,54
SiO ₂	4,84
Al ₂ O ₃	9,06
Fe ₂ O ₃	2,08
FeO	14,91
MnO	trag
CaO	0,15
MgO	17,75
NiO	0,07
Gubitak žarenjem	1,94

Fizičke i hemijske osobine reducenta. — Pri optima briketiranja upotrebljavan je kao reducent metalurški koks. Dostavljeni uzorak reducenta imao je veličinu zrna —40+0 mm. Za optite briketiranja reducent je usitnjen na gg krupnoću od oko 0,6 mm. Osobine usitnjenog reducenta su izložene u tablicama 4, 5 i 6.

Tablica 6

Hemijska analiza pepela reducenta

Elementi	%
SiO ₂	41,04
Fe ₂ O ₃	17,36
Al ₂ O ₃	23,83
CaO	6,30
MgO	2,01
SO ₂	3,22
P ₂ O ₅	1,34
TiO ₂	1,02
Na ₂ O	1,54
K ₂ O	2,50
Reakcija	jako kisela
Topljivost pepela (oksidaciona atmosfera)	
Početak sinterovanja	°C 870
Tačka omekšavanja	°C 1180
Tačka polulopte	°C 1300
Tačka razlivanja	°C 1320

Tablica 4

Granulometrijski sastav usitnjenog reducenta

Veličina zrna mm	Udeo %	Σ Udeo %	Srednji prečnik zrna (d') mm (10 ⁻²)
— 0,7 + 0,6	0,88	0,88	0,442
— 0,6 + 0,25	46,90	47,58	19,932
— 0,25 + 0,20	3,41	50,99	0,768
— 0,20 + 0,10	26,10	77,09	3,915
— 0,10 + 0,075	11,21	88,30	0,981
— 0,075	11,70	100,00	0,439
Ukupno:	100,00		26,477

Tablica 5

Tehnička i elementarna analiza reducenta

	Sa vlagom %	Bez vlage %	Bez vlage i pepela %
Vlaga	7,60	—	—
Pepeo	8,60	9,30	—
Sumpor ukupan	0,95	1,03	—
Sumpor vezan	0,11	0,12	—
Sumpor sagorljiv	0,84	0,91	1,03
Koks	91,27	98,78	98,66
C-fix	82,67	89,47	98,66
Isparijive materije	1,13	1,22	1,34
Sagorljive materije	83,80	90,70	100,00
Gornja Kcal/kg	7007	7585	8382
Donja Kcal/kg	6913	7533	8306
C (ugljenik)	81,49	88,20	97,24
H (vodonik)	0,89	0,98	1,06
O+N (kiseonik + azot)	0,58	0,63	0,67
Kalorična vrednost izračunata iz elementarne analize:			
Gornja Kcal/kg	6897	7464	8230
Donja Kcal/kg	6807	7414	7876

Ostale utvrđene osobine reducenta su:

- specifična težina 1,91 g/cm³
- usipna težina 0,917 g/cm³
- srednji prečnik zrna (d) 0,265 mm
- koeficijent za ravnomernost (n) 1,33
- specifična spoljna površina (po W. Anselmu) 643,4 cm²/g

— Reaktivnost reducenta (određena po metodi »Koppers-a« provodenjem struje CO₂ kroz uzorak reducenta zagrejanog na 950°C) iznosi 46,68%. Ispitivani reducent pripada nisko-reaktivnim koksevima. Rezultati određivanja reaktivnosti reducenta u vremenskom intervalu od 90 min prikazani su u tablici 7.

— Specifični električni otpor je određen na aparatu »Ramdohr« KL 199. Izračunat je pomoću izraza:

$$\rho = R \frac{S}{h} - Q \text{ mm}^2/\text{m}$$

gde je

R = mereni specifični električni otpor

S = površina mm²

h = visina (m)

$$\rho = 1740 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

Tablica 7

Rezultati određivanja reaktivnosti reducenta (po metodi »Koppers-a« — slika 5)

Vreme, min.	Reaktivnost, %
10	152
20	38,1
30	38,7
40	36,0
50	35,1
60	33,1
70	34,1
80	32,3
90	35,3
100	31,5
Srednja reaktivnost	46,68%

Osobine sulfidne lužine

Tablica 8

Elementi	Količina
Sadržaj vode, %	45,29
Sadržaj čvrstih materija, %	54,71
Tigl koks, %	18,15
Gustina, (°Be)	30
Vrednost, pH	1,2
Sumpor ukupan, %	3,09
Sumpor vezani, %	0,74
Sumpor sagorljiv, %	2,35

Viskozitet po Engler-u:

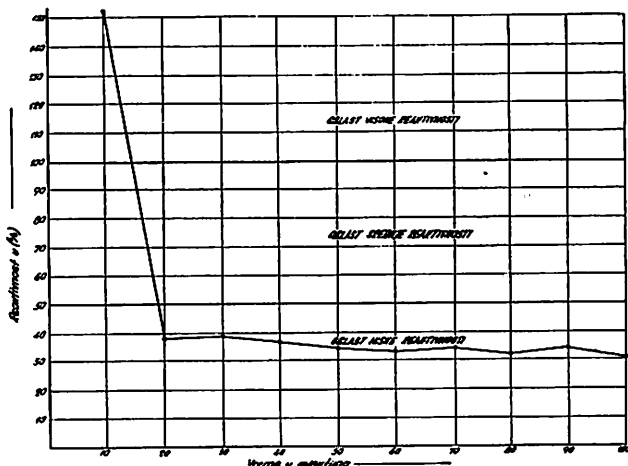
t = 20°	(mlaz se prekida)
t = 30°	6,8°
t = 40°	4,9°
t = 50°	3,4°
t = 60°	2,4°
t = 70°	1,9°
t = 80°	1,6°

Specifični električni otpor 57.10¹⁰ Ω mm²/m (određen na aparatu Ramdohr KL 199)

Sl. 5 — Kriva reaktivnosti reducenta (metalurškog koksa).

Abb. 5 — Die Kurve der Reaktionsfähigkeit des Reduktionsmittels (Hüttenkoksa)

reaktivnost = Reaktionsfähigkeit
 vreme u min = Zeit in min
 oblast visoke reaktivnosti = Gebiet der hohen Reaktionsfähigkeit
 oblast srednje reaktivnosti = Gebiet der mittleren Reaktionsfähigkeit
 oblast niske produktivnosti = Gebiet der geringen Reaktionsfähigkeit



Osobine vezivnih sredstava

— Sulfidna lužina od bukovog drveta, proizvod fabrike celuloze, Banja Luka (tablica 8).

— Smola katrana kameog uglja, proizvod koksare »Boris Kidrič«, Lukavac (tablica 9).

Laboratorijsko briketiranje rude

Priprema mase za briketiranje

Dobro homogenizovana masa za briketiranje na bazi: koncentrat rude — smola i koncentrat rude — reducent — smola zagrevana je na temperaturi od 100° C pre izlaganja procesu presovanja.

Tablica 9

Osobine smole katrana kamenog uglja

Elementi	Količina
Tačka omekšavanja po Krämer Sarnow-u	t = 72°
Rastegljivost (duktilitet) na 62°	+ 100 cm
Rastvorljivost smole:	
rastvorljivo u CS ₂	91%
Sadržaj vlage	Ø
Pepeo (na 105°)	0,17%
Ispaljive materije (na 105°)	59,5%
Meljivost smole (Nedelman-Broche)*	
nezdobljeno (+0,5 mm)	79%
izdobljeno (-0,5 mm)	21%
Specifični električni otpor	35 · 10 ¹⁰ Ω mm ² /m
(određen na aparatu Ramdohr KL 190)	

Kod opita briketiranja na bazi: koncentrat rude — sulfita lužina i koncentrat rude — reducent — sulfita lužina masa za briketiranje je zagrevana na temperaturi od oko 60° C.

Pri opitima briketiranja smola katrana kamenog uglja, koja je prethodno usitnjena do gornje granične krupnoće (ggk) od oko 1 mm, dodavana je u količini 5—9%, a sulfita lužina je dodavana u tečnom stanju, uz težinsko učešće od 7—11% (računato na količinu koncentrata).

Primeri pripremanja mase za briketiranje:

a) 1 t koncentrata	— 100 g — 77,5%
220 kg reducenta	— 22 g — 17,1%
70 kg smole	— 7 g — 5,4%
1290 kg	— 129 g — 100,0%
b) 1 t koncentrata	— 100 g — 76,3%
220 kg reducenta	— 22 g — 16,8%
90 kg sulfite lužine	— 9 g — 6,9%
1310 kg	131 g — 100,0%
c) 1 t koncentrata	— 100 g — 75,2%
220 kg reducenta	— 22 g — 16,5%
110 kg sulfite lužine	— 11 g — 8,3%
1330 kg	133 g — 100,0%

Briketiranje

Za presovanje mase za briketiranje upotrebljavani su metalni kalupi oblika kocke, čija je jedna stranica iznosila 40 mm. Masa za briketiranje je stavljena u tople kalupe.

Dobijeni briketi imaju oblik kocke čija stranica iznosi 40 mm, a težina briкета na bazi:

- koncentrat hrompikotita + veživo cca 186 g i
- koncentrat hrompikotita + reducent + veživo 153 g (cca).

Presovanje je vršeno pomoću uređaja za ispitivanje materijala na pritisak »Baustoffprüfmaschine« BPP s 100. Pomoću ovog uređaja mogu se postići veliki pritisci presovanja. Kod opita briketiranja radni pritisci su se kretali od 300—500 kg/cm².

Hlađenje i očvršćavanje briкета

Briketi koji su proizvedeni pomoću veziva smola bili su, izlagani sušenju na sobnoj temperaturi i 24 h posle izrade podvrgnuti ispitivanjima.

Briketi dobijeni pomoću sulfite lužine očvršćavani su u struji toplog vazduha zagrevanjem 90 min na 130° C, a zatim 15 min na 320° C, odnosno po potrebi, da bi se sprečilo raspadanje u vodi, 120 min na 150° C, a zatim 30 min na 420° C. Posle 24 h od završetka termičkog tretiranja briketi su bili podvrgnuti daljim ispitivanjima.

Ispitivanje osobina briкета

Proizvedeni briketi su bili podvrgnuti dalje navedenim ispitivanjima:

— Sadržaj vlage. — Sadržaj vlage u briketu određen je prema standardnoj metodi propisanoj po JUS-u.

— Postojanost prema vodi. — Postojanost prema vodi je određena potpunim potapanjem odmerenih briкета u vodu. Prirast težine briкета, usled upijanja vode, je određen merenjem briкета, posle 1 h, 2 h, 5 h, i 24 h stajanja u vodi i izražen u procentima od težine briкета pre potapanja u vodu. U priloženim tablicama dati su rezultati upijanja vode posle 24 h.

— Otpornost na pritisak. — Otpornost na pritisak briкета je određena na uređaju za ispitivanje materijala na pritisak »Baustoffprüfmaschine« BPPs 100.

— Specifični električni otpor. — Specifični električni otpor proizvedenih briкета je meren na modifikovanom aparatu »Ramdohr« RL 199 koji služi za određivanje elektroprovodljivosti koksne prašine. Adaptiranje ovog aparata se sastojalo u zameni postojeće cilindrične cevi za koksni prah sa ispitivanim briketom površine 40 × 40 mm².

* Meljivost smole je ispitana po standardnoj metodi datoj u Din. 23081 od 1949. g. Verlag »Glückauf«, Zapadna Nemačka.

Specifični električni otpor (ρ) je dobijen računski preko izraza:

$$\rho = R \frac{S}{L} \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

gde je:

R — mereni specifični električni otpor briketeta (Ω)

S — površina briketeta $40 \times 40 \text{ mm}^2$

L — visina briketeta (m)

— Postojanost na vatri. — Termička stabilnost briketeta određena je žarenjem briketeta na 900°C u električnoj peći tipa Heraeus u prisustvu vazduha.

Opiti briketiranja sa smolom katrana kamenog uglja

Način rada. — Kod opita briketiranja koncentrata hrompikotita i veziva smole, kao i koncentrata hrompikotita, reducenta i smole, određene količine polaznih komponenti su posle homogenizovanja zagrevane na 90°C .

Smola katrana kamenog uglja je prethodno usitnjena do gornje granične krupnoće od oko 1 mm. Reducent je sušen i usitnjen do gkg 0,6 mm.

Briketiranje smeše je vršeno sa toplom masom i u toplom metalnom kalupu. Pri opitima briketiranja sadržaj smole se kretao od 5—9%, a pritisak presovanja je iznosio 300 kg/cm^2 i 400 kg/cm^2 .

Uslovi rada u toku izvršenih opita briketiranja su bili, uglavnom, približno isti, a menjao se samo jedan od uticajnih parametara.

Proizvedeni briketi su bili sušeni 24 h na sobnoj temperaturi, a zatim podvrgnuti daljim ispitivanjima.

Briketiranje koncentrata hrompikotita sa smolom katrana kamenog uglja. — U tablici 10 dati su uslovi rada i rezultati opita briketiranja koncentrata sa smolom iz katrana kamenog uglja.

Dobijeni rezultati pokazuju:

— da su briketi dobijeni pomoću ovog veziva otporni na dejstvo atmosferilija, ali da posle 2 h žarenja na 900°C nemaju znatnu otpornost na pritisak;

— da za izradu briketeta na bazi smole katrana kamenog uglja treba primeniti sledeće uslove:

— sadržaj vlage u koncentratu 0,15 %

— količina smole katrana iz uglja 7 %
— pritisak presovanja 300 kg/cm^2

Masa za presovanje treba da je dobro homogenizovana i zagrejana na 90°C .

Smola treba da je usitnjena ispod 1 mm;

— da kvalitetni briketi dobijeni pomoću ovog veziva imaju sledeća svojstva:

— sadržaj vlage 0,1%
— otpornost na pritisak 131 kg/cm^2
— procenat habanja 2,2%
— dobro se drže posle 24 h potapanja u vodi (upijaju 3,9% vode i imaju posle toga otpornost na pritisak od 78 kg/cm^2);

— ne raspadaju se na vatri, ali imaju znatnu otpornost na pritisak (15 kg/cm^2);

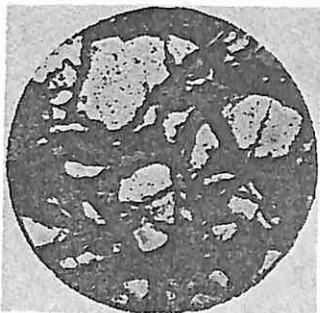
— pri propuštanju struje pokazuju vrlo veliki električni otpor ($7,2 \cdot 10^{11} \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$).

Tablica 10

Uslovi rada i rezultati opita briketiranja koncentrata hrompikotita klase — 3 + 0 mm sa smolom katrana kamenog uglja

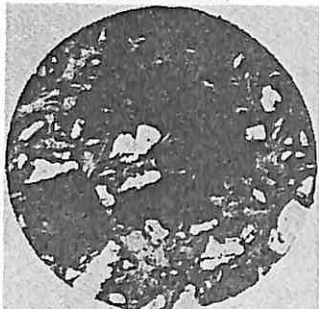
Opit br.	1
Vezivo: smola, (učešće %)	7
Vlaga u masi za briketiranje, %	0,15
Radni pritisak, kg/cm^2	300
Temperatura briketiranja, $^\circ\text{C}$	90
Vlaga u briketu, % (odmah posle dobijanja)	0,1
Otpornost briketeta na pritisak, kg/cm^2	131
Otpornost briketeta na habanje, %	2,2
Specifični električni otpor, $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	$7,2 \cdot 10^{11}$
Briket posle 24 h stajanja u vodi	dobro se drži
Osobine briketeta posle 24 h stajanja u vodi:	
— upijena voda, %	3,9
— otpornost na pritisak, kg/cm^2	78
Postojanost na vatri	drži se
Zarenje 2 h na 900°C :	
— gubitak žarenjem, %	8,9
— otpornost na pritisak, kg/cm^2	15

Mikroskopska ispitivanja briketeta pokazuju da su strukturno-teksturine osobine sirovine, koja je briketirana sa smolom, vrlo povoljne. Materijal je dobro granuliran i homogeniziran.



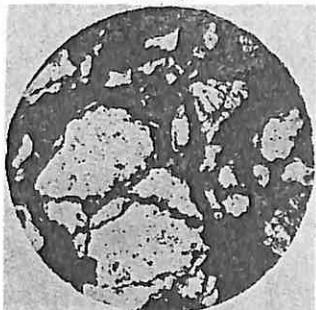
Sl. 6 — Mikrosnimak briketa opita br. 1, tablica 14. Reflektovano svetlo; uveličanje 40 puta. Dobro granularan i dobro vezan deo briketa

Abb. 6 — Mikroaufnahme des Briketts aus dem Versuch Nr. 1, Tab. 14. Refl. Licht, Vergr. 40-fach. Gut granulierter und gut gebundener Briketteil



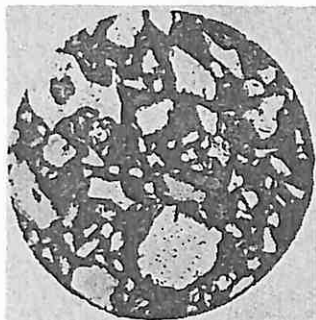
Sl. 7 — Mikrosnimak briketa opita br. 1, tablica 14. Reflektovano svetlo; uveličanje 40 puta. Deo briketa sa koncentracijom sitnih zrna i pojavom šupljina u vezivu

Abb. 7 — Brikett-Mikroaufnahme aus der Versuchsreihe Nr. 1, Tab. 14. Refl. Licht, Vergr. 40-fach. Briketteil mit Feinkornkonzentration und Hohlraumauftreten im Bindemittel



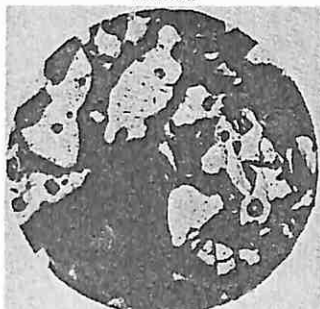
Sl. 8 — Mikrosnimak briketa opita br. 1, tablica 14. Reflektovano svetlo; uveličanje 40 puta. Katakalizirana zrna hrompikotita dobro vezana

Abb. 8 — Brikett-Mikroaufnahme, Versuchsreihe Nr. 1, Tab. 14. Refl. Licht, Vergr. 40-fach. Zerdrückte Chrompikotitkörner, gut verkittet



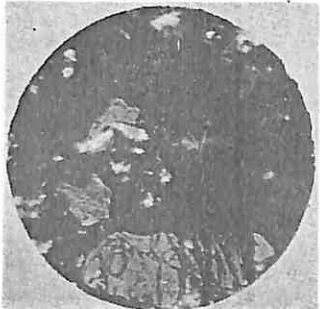
Sl. 9 — Mikrosnimak briketa opita br. 4, tablica 15. Reflektovano svetlo; uveličanje 40 puta. Dobro granularan i dobro vezan deo briketa

Abb. 9 — Brikett-Mikroaufnahme, Versuchsreihe Nr. 4, Tab. 15. Refl. Licht, Vergr. 40-fach. Gut granulierter und gut verkitteter Briketteil



Sl. 10 — Mikrosnimak briketa opita br. 4, tablica 15. Reflektovano svetlo; uveličanje 40 puta. Poroznost u vezivu i oko zrna

Abb. 10 — Brikett-Mikroaufnahme, Versuchsreihe Nr. 4, Tab. 15. Refl. Licht, Vergr. 40-fach. Porosität im Bindemittel und um das Korn herum



Sl. 11 — Mikrosnimak briketa opita br. 4, tablica 15. Reflektovano svetlo; uveličanje 40 puta. Deo briketa koji nije dobro homogeniziran. Mnogo veziva — malo zrna s razvijanom poroznošću

Abb. 11 — Brikett-Mikroaufnahme, Versuchsreihe Nr. 4, Tab. 15. Refl. Licht, Vergr. 40-fach. Der nicht gut gleichmässige Briketteil. Viel Bindemittel — wenig Körner mit entwickelter Porosität

Mestimično je zapažena koncentracija sitnijeg materijala sa pojavom slabo izraženih šupljina. Kataklažirana zrna hrompikotita su dobro vezana (vidi mikrosnimke slika 6, 7 i 8).

Briketiranje koncentrata hrompikotita i reducenta sa smolom katrana na kamenog uglja. — U tablici 11 dati su uslovi rada i rezultati opita briketiranja koncentrata hrompikotita i reducenta sa smolom katrana kamenog uglja.

Opiti briketiranja su vršeni sa 5,7 i 9% smole (računato na količinu koncentrata), pri čemu su optimalni rezultati dobijeni kod briketa pri sledećim uslovima rada:

- sadržaj vlage u koncentratu 0,15 %
- učešće reducenta g/kg koncentrata 220
- sadržaj vlage u reducentu 0,2 %
- količina smole 7% (računato samo na koncentrat)
- pritisak presovanja 400 kg/cm²

Masa za presovanje treba da je dobro homogenizovana i zagrejana na 90°C.

Smola treba da je usitnjena ispod 1 mm.

Reducent je usitnjen na veličinu zrna — 0,6 + 0,0 mm.

Kvalitetni briketi dobijeni na opisani način imaju sledeća svojstva:

- sadržaj vlage oko 0,2%
- otpornost na pritisak 190 kg/cm²
- procenat habanja 2,3%
- dobro se drže posle 24 h potapanja u vodi (upijaju 3% vode i imaju posle toga otpornost na pritisak od 138 kg/cm²)
- ne raspadaju se na vatri, ali imaju nisku otpornost na pritisak (3 kg/cm²)
- pri propuštanju struje pokazuju vrlo veliki električni otpor 2,9 · 10⁷ Ω mm²/m.

Mikroskopska ispitivanja briketa (opit 4, tablica 11) pokazuju da briketi imaju dobre strukturno-teksturine osobine. Materijal je dobro homogeniziran i vezivo je dobro povezalozrna. Zrna koksa pokazuju mikro poroznost. Mestimično se zapaža na briketima slabija homogenizacija materijala i zatim veliki sadržaj veziva u kome se uočavaju šupljine. Kataklažirana zrna hrompikotita su dobro vezana (vidi mikrosnimke 9, 10 i 11).

Opiti briketiranja sa sulfinom lužinom

Način rada. — Pri opitima briketiranja koncentrata hrompikotita i veziva sulfite lužine, odnosno koncentrata, sulfite lužine i reducenta, dobro su homogenizovane tačno od-

Tablica 11

Uslovi rada i rezultati opita briketiranja koncentrata hrompikotita
krupnoće —3 + 0,0 mm i reducenta sa smolom katrana kamenog uglja

Opit br.	1	2	3	4	5	6
Vezivo: smola (učešće), %	5	5	7	7	9	9
Reducent (učešće), g/kg koncentrata	220	220	220	220	220	220
Vlaga u koncentratu za briketiranje, %	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Radni pritisak, kg/cm ²	300	400	300	400	300	400
Temperatura briketiranja, °C	90	90	90	90	90	90
Vlaga u briketu (odmah posle dobijanja), %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Otpornost briketa na pritisak, kg/cm ²	30	40	106	190	120	144
Otpornost briketa na habanje, %	50	50	5,5	2,3	8,6	6,7
Specifični električni otpor, Ω mm ² /m	1,4 · 10 ⁸	4,2 · 10 ⁷	1,1 · 10 ⁸	2,9 · 10 ⁷	9,9 · 10 ⁷	1,8 · 10 ⁷
Briket posle 24 h stajanja u vodi	drži se	drži se	drži se	dobro se drži	dobro se drži	dobro se drži
Osobine briketa posle 24 h stajanja u vodi:						
— upijena voda, %	9,8	9,3	5,2	3,0	7,2	5,2
— otpornost na pritisak, kg/cm ²	7	22	26	138	40	75
Postojanost na vatri						
Zarenje 2 h na 900°C	drži se	drži se	drži se	drži se	drži se,	drži se
— gubitak žarenjem, %	11,5	11,2	13,8	13,0	15,3	14,9
— otpornost na pritisak, kg/cm ²	1,2	1,0	1,3	3,0	1,2	1,2

merene komponente. Masa, zagrejana na 60°C, je zatim prebacivana u metalne kalupe, takođe zagrejjane na 60°C.

Sulfitna lužina je dodavana u količini od 7—11% (računato na količinu koncentrata). Pritisak presovanja je iznosio od 300—500 kg/cm².

Za vreme opita se menjao samo jedan parametar, uslovi su bili približno ujednačeni kod svih opita.

Dobijeni briketi su usled nepostojanosti prema vodi bili izlagani procesu sušenja u struji toplog vazduha na različitim temperaturama (od 20—420°C) i različitom vremenu (od 15—30 minuta). Posle 24 h od završetka sušenja briketi su bili podvrgnuti daljim ispitivanjima kvaliteta.

Briketiranje koncentrata hrompikotita sa sulfitnom lužinom. — U tablici 12 dati su uslovi rada i rezultati opita briketiranja koncentrata hrompikotita sa 7—9% sulfitne lužine (računato na koncentrat) pri pritisku presovanja od 300—500 kg/cm².

Rezultati pokazuju:

- da briketi dobijeni sa 7% sulfitne lužine nisu otporni na dejstvo vode (raspadaju se u vodi), ali imaju znatnu mehaničku otpornost na pritisak koja se sa povišenjem pritiska briketiranja od 300—500 kg/cm² povećava od 246—375 kg/cm²;
- da su dobijeni najbolji briketi sa 9% sulfitne lužine i pri pritisku briketiranja od 500 kg/cm²;

— da, pošto je rad sa nižim pritiscima briketiranja ekonomičniji i prihvatljiviji, za izradu briketa na bazi sulfitne lužine treba primeniti sledeće uslove:

- sadržaj vlage u koncentratu 0.15%
- količina sulfitne lužine 9%
- pritisak presovanja 400 kg/cm²

Sadržaj vlage sulfitne lužine ne treba da prelazi 45%, jer u protivnom briketi pre sušenja ne bi sačuvali oblik dobijen u uređaju za presovanje.

Proizvedeni briketi treba pažljivo da se odvođe iz prese i izlažu duže vreme procesu sušenja — očvršćavanja.

Proces sušenja treba da traje 90 minuta na 130°C i 15 minuta na 320°C;

— da kvalitetni briketi dobijeni pomoću ovog veziva imaju sledeća svojstva:

- sadržaj vlage 0,35
- otpornost na pritisak 310 kg/cm²
- procenat abanja 2,6%

Ne raspadaju se posle 24 h potapanja u vodi (upijaju 6,8% vode i imaju posle toga otpornost na pritisak od 35 kg/cm²).

Postojani su na vatri; posle 2 h žarenja na temperaturi od 900°C gube 6,5% od težine i posle žarenja imaju otpornost na pritisak od 45 kg/cm².

Pri propuštanju struje pokazuju vrlo veliki električni otpor (8,06 · 10¹¹ Ω mm²/m).

Tablica 12

Uslovi rada i rezultati opita briketiranja koncentrata hrompikotita
krupnoće — 3 + 0 mm i reducenta sa sulfitnom lužinom

Opit br.	1	2	3	4	5
Vezivo: sulfitna lužina, (učešće % na koncentrat)	7	7	7	9	9
Vlaga u koncentratu za briketiranje, %	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Vlaga u smeši za briketiranje, %	2,8	2,7	2,7	3,6	3,6
Radni pritisak, kg/cm ²	300	400	500	400	500
Vlaga u briketu (odmah posle dobijanja)	1,9	1,4	1,4	2,8	2,7
Sušenje briketa:	90+15	90+15	90+15	90+15	90+15
— vreme (min)	130+320	130+320	130+320	130+320	130+320
— temperatura, °C	0,31	0,28	0,28	0,35	0,33
Vlaga u briketu posle sušenja, %	246	250	375	310	325
Otpornost briketa na pritisak, kg/cm ²	1,4	1,2	1,1	2,6	0,6
Otpornost briketa na habanje, %	9,5 · 10 ¹¹	5,7 · 10 ¹¹	2,5 · 10 ¹¹	8,06 · 10 ¹¹	6,94 · 10 ¹¹
Specifični električni otpor, Ω mm ² /m	raspada	raspada	raspada	ne ras-	ne ras-
Briket posle 24 h stajanje u vodi:	se	se	se	pada	pada
— upijena voda, %	—	—	—	6,8	4,7
— otpornost na pritisak, kg/cm ²	—	—	—	35,0	75,0
Postojanost na vatri	dobra	dobra	dobra	dobra	dobra
Žarenje 2 h na 900°C:	—	—	—	—	—
— gubitak žarenjem	5,0	5,3	5,1	6,5	6,3
— otpornost na pritisak, kg/cm ²	20,0	—	—	45	46,0

Tablica 13

Uslovi rada i rezultati optita briketirajuja koncentrata brompikotita krupnoće —3 + 0 mm i reducenta sa sulfurnom lužinom

Opit br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vezivo: sulfurna lužina, učešće %	7	7	7	7	9	9	9	9	11	11	11	11
Reducent, učešće g/kg koncentrata	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Vlaga u koncent. za briketir. %	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Vlaga u smesli za briketiranje, %	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,7	3,7	3,7	3,7
Temperatura briketiranja, °C	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Radni pritisak, kg/cm ²	300	300	400	400	300	300	400	500	300	300	400	400
Vlaga u briketu, % — odmah posle dobijanja	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9
Sušenje briketa:	90+15	120+30	90+15	120+30	90+15	120+30	90+15	90+15	90+15	120+30	90+15	120+30
— vreme, min	120+320	150+420	120+320	150+420	120+320	150+420	120+320	120+320	120+320	150+420	120+320	150+420
— temperatura °C	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Vlaga u briketu posle sušenja, %	145	138	125	105	276	141	231	230	200	180	114	106
Otpornost briketa na pritisak, kg/cm ²	12,2	8,4	4,4	2,2	11,7	6,5	1,0	1,0	0,8	1,5	0,45	11,1
Otpornost briketa na habanje, %	1,7 · 10 ⁸	8,8 · 10 ⁸	1,5 · 10 ⁸	5,8 · 10 ⁸	9,6 · 10 ⁸	6,2 · 10 ⁸	9,1 · 10 ⁸	7,1 · 10 ⁸	7,5 · 10 ⁸	4,5 · 10 ⁸	3,8 · 10 ⁸	1,7 · 10 ⁸
Specifični električni otpor, Ω mm ² /m	dobro	dobro	raspadaju dobro	dobro	dobro	dobro	raspada-	raspada-	raspada-	dobro	raspada-	dobro
Briketi posle 24 h stajanja u vodi:	dobro	dobro	se	se	se	drže	se	drže	se	drže	ju	se
— upijena voda, %	12,5	11,0	—	8,7	15,3	13,2	—	—	—	7,1	—	7,7
— otpornost na pritisak, kg/cm ²	20	21	—	47	47,0	54,0	—	—	—	84	—	40
Postojanost na vatri:	drže	se	drže	se	drže	se	drže	se	drže	se	drže	se
(žarenje 2 h na 900°C)	10,2	7,9	9,9	7,9	12,1	8,2	11,8	11,5	14,1	8,7	13,8	8,5
— gubitak žarenjem, %	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1
— otpornost na pritisak, kg/cm ²												

Mikroskopska ispitivanja briketa, dobijenog u opitu br. 4, tablica 12, pokazuju da ovaj ima povoljne strukturno-teksturine osobine. Mineral je dobro homogeniziran i vezan. Kataklažirana zrna su takođe dobro vezana (vidi mikrosnimke slika 12, 13 i 14).

Briketiranje koncentrata hrompikotita i reducenta sa sulfitnom lužinom. — U tablicama 13, 14 i 15 dati su uslovi rada i rezultati opita briketiranja

nja koncentrata hrompikotita i reducenta sa 7,9 i 11% sulfidine lužine (računato na koncentrat) i pri pritisku presovanja od 300—500 kg/cm².

Dobijeni rezultati pokazuju:

— da pri povećanju učešća sulfidine lužine od 7—11% dolazi do porasta mehaničke otpornosti na pritisak, koja se nasuprot očekivanju smanjuje pri povećanju pritiska presovanja od 300—400 kg/cm²;

Tablica 14

Uslovi rada i rezultati opita briketiranja koncentrata hrompikotita i reducenta sa sulfitnom lužinom (briketi sušeni na 320°C)
(Izvod iz tablice 13)

Opit br.	1	3	5	7	8	9	11
Vezivo: sulfina lužina, učešće %	7	7	9	9	9	11	11
Reducent (učešće g/kg koncentrata)	220	220	220	220	220	220	220
Vlaga u koncentratu za briketiranje, %	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Vlaga u smeši za briketiranje, %	3,0	3,0	3,5	3,5	3,7	3,7	3,7
Temperatura briketiranja, °C	60	60	60	60	60	60	60
Radni pritisak, kg/cm ²	300	400	300	400	500	300	400
Vlaga u briketu, % — odmah posle dobijanja	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9
Sušenje briketa:							
— vreme, min.	90+15	90+15	90+15	90+15	90+15	90+15	90+15
— temperatura, °C	120+320	120+320	120+320	120+320	120+320	120+320	120+320
Vlaga u briketu posle sušenja, %	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30
Otpornost briketa na pritisak, kg/cm ²	145	125	276	231	230	200	114
Otpornost briketa na habanje, %	12,2	4,4	11,7	1,0	1,0	0,8	0,45
Specifični električni otpor, Ω mm ² /m	1,7 · 10 ⁸	1,5 · 10 ⁸	9,6 · 10 ⁸	9,1 · 10 ⁸	7,1 · 10 ⁸	7,5 · 10 ⁸	3,8 · 10 ⁸
Briketi posle 24 h stajanja u vodi:	dobro se drže	raspada-ju se	dobro se drže	raspada-ju se	raspada-ju se	raspada-ju se	raspada-ju se
— upijena voda, %	12,5	—	15,3	—	—	—	—
— otpornost na pritisak, kg/cm ²	20	—	47,0	—	—	—	—
Postojanost na vatri:							
(žarenje 2 h na 900°C)	drže se	drže se	drže se	drže se	drže se	drže se	drže se
— gubitak žarenjem, %	10,2	9,9	12,1	11,8	11,5	14,1	13,8
— otpornost na pritisak, kg/cm ²	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2

Tablica 15

Uslovi rada i rezultati opita briketiranja koncentrata hrompikotita krupnoće — 3 + 0 mm i reducenta sa sulfitnom lužinom (briketi sušeni na 420°C)
(Izvod iz tablice 13)

Opit br.	2	4	6	10	12
Vezivo: sulfina lužina, učešće %	7	7	9	11	11
Reducent (učešće g/kg koncentrata)	220	220	220	220	220
Vlaga u koncentratu za briketiranje, %	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Vlaga u smeši za briketiranje, %	3,0	3,0	3,5	3,7	3,7
Temperatura briketiranja, °C	60	60	60	60	60
Radni pritisak, kg/cm ²	300	400	300	300	400
Vlaga u briketu (%) — odmah posle dobijanja	2,6	2,6	2,7	2,9	2,9
Sušenje briketa:					
— vreme, min.	120+30	120+30	120+30	120+30	120+30
— temperatura, °C	150+420	150+420	150+420	150+420	150+420
Vlaga u briketu posle sušenja, %	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30
Otpornost briketa na pritisak, kg/cm ²	138	105	141	180	166
Otpornost briketa na habanje, %	8,4	2,2	6,5	1,5	11,1
Specif. elektr. otpor, Ω mm ² /m	8,8 · 10 ⁸	5,8 · 10 ⁸	6,2 · 10 ⁸	4,5 · 10 ⁸	1,7 · 10 ⁸
Briketi posle 24 h stajanja u vodi:	dobro se drže	dobro se drže	dobro se drže	dobro se drže	dobro se drže
— upijena voda, %	11,0	8,7	13,2	7,1	7,7
— otpornost na pritisak, kg/cm ²	21	47	54,0	84	40
Postojanost na vatri:					
(žarenje 2 h na 900°C)	drže se	drže se	drže se	drže se	drže se
— gubitak žarenjem, %	7,9	7,9	11,8	8,7	8,5
— otpornost na pritisak, kg/cm ²	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1



Sl. 12 — Mikrosnimak briketa opita br. 4, tablica 16. Reflektovano svetlo; uveličanje 40 puta. Dobro granuliran i dobro vezan deo briketa — pornim vezivom
Abb. 12 — Brikett-Mikroaufnahme, Versuchsreihe Nr. 4, Tab. 16. Refl. Licht, Vergr. 40-fach. Gut granulierter und gut ver kitteter Brikettteil — mit Porenbindemittel



Sl. 15 — Mikrosnimak briketa opita br. 10, tablica 17 i 19. Reflektovano svetlo; uveličanje 40 puta. Deo briketa koji nije dobro homogeniziran. Koncentracija sitnih zrna sa mnogo mase

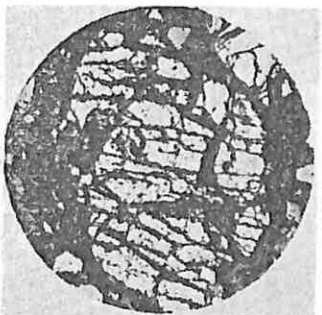
Abb. 15 — Brikett-Mikroaufnahme, Versuchsreihe Nr. 10, Tab. 17 und 19. Refl. Licht, Vergr. 40-fach. Der nicht gut ver gleichmäßigte Brikettteil. Feinkornkonzentration mit viel Masse



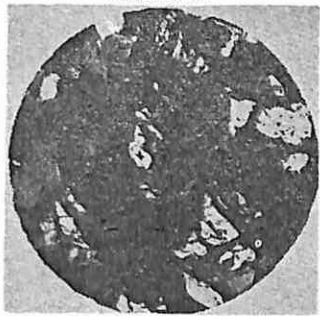
Sl. 13 — Mikrosnimak briketa opita br. 4, tablica 16. Reflektovano svetlo; uveličanje 40 puta. Dobro granuliran i dobro vezan deo briketa bazalnim vezivom
Abb. 13 — Brikett-Mikroaufnahme, Versuchsreihe Nr. 4, Tab. 16. Refl. Licht, Vergr. 40-fach. Gut granulierter und gut ver kitteter Brikettteil mit Grundbindemittel



Sl. 16 — Mikrosnimak briketa opita br. 10, tablica 17 i 19. Reflektovano svetlo; uveličanje 40 puta. Dobro granulirana smeša hrompikotita i koka sa šupljina u vezivu
Abb. 16 — Brikett-Mikroaufnahme, Versuchsreihe Nr. 10, Tab. 17 und 19. Refl. Licht, Vergr. 40-fach. Gut granuliertes Gemenge von Chrompikotit und Koks mit Bindemittel Hohlräumen



Sl. 14 — Mikrosnimak briketa opita br. 4, tablica 16. Reflektovano svetlo; uveličanje 40 puta. Ispucao hrompikotit dobro vezan
Abb. 14 — Brikett-Mikroaufnahme, Versuchsreihe Nr. 4, Tab. 16. Refl. Licht, Vergr. 40-fach. Zerbröckelter Chrompikotit, gut ver kittet



Sl. 17 — Mikrosnimak briketa opita br. 10, tablica 17 i 19. Reflektovano svetlo; uveličanje 40 puta. Deo briketa koji nije dobro homogeniziran. Ispucalost, šupljine i mnogo vezivne mase

Abb. 17 — Brikett-Mikroaufnahme, Versuchsreihe Nr. 10, Tab. 17 und 19. Refl. Licht, Vergr. 40-fach. Der nicht gut ver gleichmäßigte Brikettteil. Zerbröckelung, Hohlräume und viel Bindemittel

— da proizvedeni briketi, podvrgnuti procesu sušenja na 320°C (tablica 14), kod većine opita nisu otporni na dejstvo vode; raspadaju se u vodi;

— da se procesom sušenja briketa na 420°C (tablica 15) povećava otpornost prema vodi i otpornost na habanje, a smanjuje mehanička čvrstoća;

— da za dobijanje kvalitetnih briketa sa reducentom na bazi veziva sulfidne lužine treba primeniti sledeće radne uslove:

— sadržaj vlage u koncentratu	0,15%
— učešće reducenta g/kg koncentrata	220
— količina sulfidne lužine (računato na koncentrat)	11%
— sadržaj vlage u reducentu	0,2%
— sadržaj vlage u sulfidnoj lužini	45,3%
— pritisak presovanja	300 kg/cm ²
— Proces sušenja treba da traje 120 minuta na 150°C i 40 minuta na 420°C	

— da kvalitetni briketi dobijeni na opisani način imaju sledeća svojstva:

— sadržaj vlage	0,30%
— otpornost na pritisak	180 kg/cm ²
— procenat habanja	1,5%

Dobro se drže posle 24h potapanja u vodi (upijaju 7,1% vode i imaju posle toga otpornost na pritisak od 84 kg/cm²);

— pri propuštanju struje pokazuju vrlo veliki električni otpor ($4,5 \cdot 10^8 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$);

— postojani su na vatri — ne raspadaju se, posle 2h žarenja na 900°C gube 8,7% od težine, ali imaju vrlo slabu otpornost na pritisak (1,2 kg/cm²).

Mikroskopska ispitivanja briketa, dobijenog u opitu br. 10 tablice 13 i 15 pokazuju da ovaj ima slabe strukturno-teksturine osobine. Materijal nije dovoljno homogeniziran i vezivo je ispucalo. Na koksu se zapažaju tragovi reakcije (vidi mikrosnimke slika 15, 16 i 17).

Osvrt na izvršena ispitivanja

U okviru laboratorijskih uslova izvedena su ispitivanja mogućnosti briketiranja koncentrata turske hromne rude. Opiti briketiranja su vršeni sa vezivnim sredstvom smolom katrana kamenog uglja i sulfidnom lužinom i to sa reducentom i bez reducenta.

Najkvalitetniji briketi su dobijeni pri sledećim uslovima briketiranja:

Vezivo	Smola katrana kamenog uglja		Sulfidna lužina	
Količina veziva, % (računato na koncentrat)	7	7	9	11
Vlaga koncentrata	0,15	0,15	0,15	0,15
Reducent g/kg koncentrata	—	220	—	220
Vlaga reducenta	—	0,20	—	0,20
Radni pritisak, kg/cm ²	300	400	400	300
Temperatura mase za briket, °C	90	90	60	60
Očvršćavanje briketa	ne	ne	15' na 320°C	30' na 420°C

Osobine najkvalitetnijih briketa

Sastav briketa	Smola 7%	Smola 7%; reducent 220 g/kg	Sulfidna lužina 9%	Sulfidna lužina 11%; reducent 220 g/kg
Vlaga briketa	0,2	0,2	0,35	0,3
Otpornost na pritisak, kg/cm ²	131	190	310	180
Procent habanja, %	2,2	2,3	2,6	1,5
Posle 24 h stajanja u vodi:				
— upljena voda, %	3,9	3,0	6,8	7,1
— otpornost na pritisak, kg/cm ²	78	138	35	84
Specif. električni otpor $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	$7,2 \cdot 10^{11}$	$2,9 \cdot 10^7$	$8,06 \cdot 10^{11}$	$4,5 \cdot 10^8$
Posle 2 h žarenja na 900°C:				
— gubitak žarenjem	8,9	13,0	6,5	8,7
— otpornost na pritisak	15	3,0	45	1,2

Iz već izloženih podataka se vidi da se iz koncentrata hrompikotita mogu proizvesti pomoću veziva dobri briketi. Briketi dobijeni pomoću smole katrana kamenog uglja (7%) imaju visoku otpornost na pritisak (131 kg/cm^2) i vodu. Međutim, žarenjem na visokoj temperaturi (2 h na 900°C) ova osobina se menja i iznosi 15 kg/cm^2 . Otpornost na pritisak briketa, dobijenih pomoću sulfitne lužine (9%), je 310 kg/cm^2 i povoljna je i posle žarenja na visokoj temperaturi (45 kg/cm^2). Specif. električni otpor kod oba briketa je $7,2 \cdot 10^{11} - 8,06 \cdot 10^{11} \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Briketiranje hrompikotita zajedno sa reducentom pomoću veziva je dalo takođe pozitivne rezultate. Dobijeni briketi su čvrsti (oko 190 kg/cm^2) i otporni prema vodi. Posle žarenja na visokoj temperaturi njihova otpornost na pritisak iznosi $1,2-3 \text{ kg/cm}^2$.

Dodatak reducenta utiče na:

- smanjenje otpornosti briketa prema vodi
- povećanje gubitka žarenjem
- smanjenje otpornosti briketa na pritisak posle 2 h žarenja na 900°C
- smanjenje električnog otpora briketa.

ZUSAMMENFASSUNG

Über die Brikettierungsmöglichkeit des Chromerzkonzentrats auf der Republik Türkei mit Hilfe von Bindemittel und unter Zugabe von Reduktionsmittel

Dipl. Ing. M. Mitrović — Dipl. Ing. V. Stamenković*

In diesem Aufsatz wurden die Ergebnisse der Laboruntersuchungen über die Möglichkeiten der Stückigmachung des feinkörnigen Chromerzkonzentrats aus der Türkei unter Anwendung der Bindemittelbrikettierung und unter Zugabe des Hüttenkokses als Reduktionsmittel, behandelt. Ausserdem wurden auch Angaben über die Eigenschaften von Erzkonzentrat, Hüttenkokses, Bindemittel und hergestelltes Brikett angegeben.

Es wurde festgestellt, dass das Chromerzkonzentrat $49,54\%$ Cr_2O_3 enthält und die Mineralabart Chrompikotit darstellt.

Die Brikettversuche wurden mit Pechbindemittel aus Steinkohlenteer und Sulfitlauge, einmal ohne und das zweite mal mit Reduktionsmittel, ausgeführt. Als Reduktionsmittel wurde Hüttenkokses, der der Gruppe von schwach reaktionsfähigen Koks gehört, verwendet.

Diese Studie umfasste die Untersuchung des Einflusses von verschiedenen Faktoren auf die Chrompikotit-Brikettierung und zwar: Bindemittelmengen, Betriebsdruck, Betriebstemperatur, Konzentratfeuchtigkeit, die Anwesenheit von Reduktionsmittel, die Feuchtigkeit von Reduktionsmittel, die Temperatur der Brikettiermasse, die Temperatur und die Zeit der Brikettverfestigung.

Es wurde festgestellt, dass aus dem Chrompikotitkonzentrat mit angeführten Mitteln gute Briketts hergestellt werden können. Die mittels Steinkohlenteerpech gewonnenen Briketts (7% Pechzugabe) haben grosse Druckfestigkeit (131 kg/cm^2) und sind sehr widerstandsfähig. Durch Glühen bei hoher Temperatur (2 h auf 900°C) ändert sich diese Eigenschaft und die Festigkeit beträgt bloss 15 kg/cm^2 . Die Druckfestigkeit der mit Sulfitlauge (9%) hergestellten Briketts beträgt 310 kg/cm^2 und ist günstig auch nach dem Glühen bei hoher Temperatur (45 kg/cm^2). Der spez. elektrische Widerstand bei beiden Briketts ist $7,2 \cdot 10^{11} - 8,06 \cdot 10^{11} \text{ Ohm mm}^2/\text{m}$.

Die Chrompikotitbrikettierung zusammen mit dem Reduktionsmittel mittels angeführter Bindemittel hat ebenfalls gute Ergebnisse ergeben. Die hergestellten Briketts sind fest (etwa 190 kg/cm^2) und wasserabweisend. Nach dem Glühen bei hoher Temperatur beträgt die Brikettgedruckfestigkeit $1,2-3 \text{ kg/cm}^2$.

Die Zugabe des Reduktionsmittels hat Einfluss auf:

- Herabsetzung der Briketteigenschaften gegen Wasserabweisung
- Vergrösserung der Glühverluste
- Herabsetzung der Brikettgedruckfestigkeit nach 2 h währendem Glühen auf 900°C
- Herabsetzung des elektrischen Brikettwiderstandes.

*) Dipl. ing. Mira Mitrović, naučni saradnik Zavoda za PMS Rudarskog instituta, dipl. ing. Vera Stamenković, Beograd.

Literatura

- Gordienko, N. A., 1931: Briketirovanje hromistoga koncentrata. — *Žurnal Himičeskoj promišljenosti* No. 18, (32).
- Hitrik, S. I., Glikson, A. Ja., Cibakin, Ja. R., 1940: Briketirovanje hromstoj rudy. *Proizvodstvo ferrosplavov. — Teorija i praktika metalurgii*. No. 1, (42—46).
- Stülpnagel, K., Struve, G., 1959: Über Abbindevorgänge beim härten von Erz-Kalk-Koks Mischbriketts unter verschiedenen Bedingungen. — *Neue Hütte* No. 6.
- Decker, H., Wawroschek, S., Wolf, F., 1959: Die Briketierung. Klöckner Humboldt, Deutz AG, Köln.
- Schedel, A., 1960: A frissitorcek brikettezése. — *Kohászati Lapok*, 93.
- Ravič, B. M., Semenov, L. V., 1962: Novoe svjazujuščee dlja polučenija tehnologičeskih briketov. — *Obogašćenje i briketirovanje uglja*, Naučno-tehn. zbornik 10—11.
- Burstein, E., 1963: Preparation du poussier de coke pour l'agglomération des minerais de fer. — *Rev. ing. miner.*, 45, 11, str. 919—927, Paris.
- Petersen, W., Mingenbach, H., 1963: Briketierversuche mit feinkörnigen Eisenerzkonzentraten. — *Z. Erzbergb. Metallhüttenw.* 16.
- Ušakov, K. I., 1963: Briketirovanje oksidnih nikeljevih rud. — *Cvetnye metally*, No. 10.
- Schedel, A., 1963: Az ércelőkészítés új útjai. *Magyar tud. akad. Műsz. tud. oszt. közl.*, 32.
- Novak, J., 1964: Briketace železných rud. — *Rudy*, No. 12.
- Ravič, B. M., Jarho, A. N., 1964: Gorjačee briketirovanje rud. — *Stal'*, No. 2.
- Rubinovič, R., 1964: Postupak dobijanja briketa iz stena, ruda i minerala koji su u obliku praha. — *Bjul. naučno-tehn. inform. VIZMS-a*, No. 3.
- Mitchell, R. J., 1965: What's ahead for Iron Ore Briquetting? — *Metal Mining and Process*, No. 2.
- Metallgesellschaft Aktiengesellschaft — Procédé pour l'agglomération de combustibles et de minerais en grains fins et pour le durcissement consécutif des agglomérés en atmosphère oxydante.

Ispitivanje mogućnosti proizvodnje i upotrebe polukoksa iz domaćeg lignita kao bezdimnog goriva*

(II deo)

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Dimitrije Matić

Tehnološki proces industrijske proizvodnje polukoksa

Sitan polukoks proizveden je iz lignita Kreka na industrijskom postrojenju po postupku Lurgi — Ruhrgas AG, koji se skraćeno zove LR-postupak.

Princip postupka sastoji se u cirkulacionom kretanju jednog dela proizvedenog sitnog polukoksa koji služi kao čvrst nosilac toplote. Dimni gasovi nose i istovremeno zagrevaju cirkulacioni polukoks, koji zatim prenosi ovu toplotu dodatno, prethodno osušenom, uglju koji se šveluje.

Postupak je pogodan kako za karbonizaciju na visokoj tako i na srednjoj temperaturi uz

dobijanje odgovarajućeg polukoksa, koncentrovanog švelnog gasa i visokog prinosa tera.

Sistem cirkulacije uglja i polukoksa prikazan je na sl. 1.

Ispitivanje upotrebe polukoksa lignita kao bezdimnog goriva u industrijskim kotlovima i kotlovima za centralna grejanja

U industrijskom kotlu sa pneumatskim sistemom loženja

Za sagorevanje goriva i merenje bezdimnosti sagorevanja upotrebljen je ekranski kotao u fabrici »Galenika« — pogon penicilina, proizvodnja TPK, Zagreb, No. 769.

Ovaj kotao je konstruisan za toplotnu moć goriva od cca 3800 kcal/kg. Pri normalnom kapacitetu od 6—7 t/h projektovani stepen korisnog dejstva kotla iznosi 72%.

*) I deo članka objavljen je u »Rudarskom glasniku« br. 3/69.

Tehničke osobine ispitivanih goriva. — Kao bezdimno gorivo za ispitivanje uzet je sitan polukoks lignita »Kreka«, proizveden u Lukavcu po već opisanom tehnološkom postupku, a kao uporedno gorivo uzet je sitan mrki uglj »Zenica«. Osnovne karakteristike upotrebljenih goriva date su u tablici 1.

Tablica 2

Toplotni bilans kotla za vreme sagorevanja polukoksa »Kreka« i uglja »Zenica«, određen po indirektnoj metodi*

	P. koks »Kreka«	Uglj »Zenica«
Gubici toplote:		
gubici u šljaci (q_3)	3,8%	1,1%
gubici u letećem pepelu (q_6)	0,4%	0,7%
gubici u toploti dimnih gasova (q_d)	8,3%	12,2%
gubici usled nesagorelih gasova (q_n)	4,8%	5,8%
ostali gubici (zračenje kotla i dr.)	6—8%	6—8%
Ukupni gubici:	23,3—25,3	25,8—27,8
Stepen iskorišćenja kotla (η_k)	74,7—76,7	72,2—74,2
Proizvodnja pare po 1 kg goriva	7,0 kg	5,2 kg

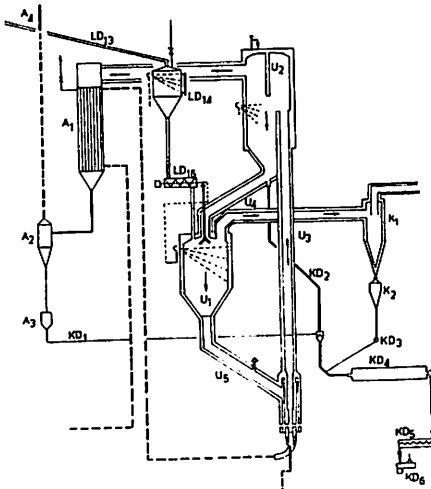
Tablica 1
Osnovne karakteristike upotrebljenih goriva

		Uglj »Zenica«	Polukoks »Kreka«
Vlaga %	20,3	—	10,0
Pepeo %	10,7	13,4	12,6
C-fix %	35,4	44,4	63,7
Isparljivo %	33,6	42,2	13,7
Sagorljivo %	69,0	86,6	77,4
S ukupan %	2,62	3,29	0,90
S sagorljiv %	1,86	2,34	0,05
Gornja toplotna moć, kcal/kg	4844	6078	6141
Donja toplotna moć, kcal/kg	4571	5760	5962
C %	48,2	60,4	68,5
H %	2,8	3,5	2,2
O + N %	15,4+0,8	20,3	6,1+0,6
			9,4+0,7

Tablica 3

Rezultati ispitivanja dimnosti

	Sitan polukoks »Kreka« 0—6 mm vlažna 10%	Sitan uglj »Zenica« 0—20 mm vlažna 20,3%
Količina utrošenog goriva, kg	3.040	2.880
Vreme trajanja sagorevanja, min.	240	240
Ukupna količina dobijenih dimnih gasova za vreme sagorevanja, Nm ³	22.830	21.053
Količina dimnih gasova izdvojena za hvatanje čadi i letećeg pepela, Nm ³	2,07	2,14
Dobijeno čadi i letećeg pepela, g	0,53	1,73
Količina čadi i letećeg pepela, Nm ³	0,256	0,808
Količina vlažnih dimnih gasova, Nm ³ /1 kg goriva	7,5	7,3
Količina čadi i letećeg pepela, g/1 kg goriva	1,92	5,90
Količina utrošenog goriva, kg/h	760	720
Količina razvijenih dimnih gasova, Nm ³ /h	5.700	5.260
Količina čadi i letećeg pepela, g/h	1.460	4.250



Sl. 1 — Sematski prikaz tehnološkog procesa proizvodnje polukoksa po LR-postupku

- A. Sistem dimnih gasova: 1 — pregrejač vazduha; 2 — multiklon; 3 — posuda za prašinu iz multiklona; 4 — dimnjak dimnih gasova
 U. 1 — švelni rov; 2 — bunker za sakupljanje; 3 — usponski vod; 4 — gornji silazni vod; 5 — donji silazni vod
 KD. Duvaljka: 1 — vazдушna duvaljka; 2 — duvaljka švelnog gasa; 4 — bubanj; 5 — tračna vaga
 K. Kondenzacija: 1 — ciklon švelnog gasa; 2 — rezervoar za prašinu iz ciklona
 LD. Treiranje lignita: 13 — presipavanje lignita; 14 — međubunker za lignit; 15 — puž za doziranje
- Abb. 1 — Schematische Darstellung des technologischen Prozesses der Halbkokserzeugung nach dem LR-Verfahren

*) Termotehnička ispitivanja vršio je Zavod za termotehniku Rudarskog instituta, Beograd.

Iz rezultata prikazanih u tablici 3 i priloženih slika može se zaključiti da je dimnost, odnosno količina čađi i letećeg pepela znatno manja pri sagorevanju polukoksa »Kreka« nego kod upotrebe uglja »Zenica«. Količina čađi i letećeg pepela je oko tri puta veća kod upotrebe uglja nego kod polukoksa, iako konstrukcija kotla nije predviđena za primenu tako sprasnenog goriva kao što je upotrebljen polukoks. Primena polukoksa u odgovarajućem kotlu bi dala daleko povoljnije rezultate.



Sl. 2 — Snimak filtra od vate sa čađi i letećim pepelom iz 2,07 Nm³ dimnog gasa izdvojenog iz dimnog kanala za vreme sagorevanja polukoksa »Kreka« u toku 240 min.
Abb. 2 — Wattenfilteraufnahme mit Russ und Flugasche aus 2,07 Nm³ Rauchgas abgezapft aus dem Rauchkanal während der Verbrennung von Halbkoks »Kreka« im Laufe von 240 min. entnommen



Sl. 3 — Snimak filtra od vate sa čađi i letećim pepelom iz 2,14 Nm³ dimnog gasa uzetog za vreme sagorevanja uglja »Zenica« u toku 240 min.
Abb. 3 — Wattenfilteraufnahme mit Russ und Flugasche aus 2,14 Nm³ Rauchgas entnommen während der Verbrennung der Kohle »Zenica« im Lauf von 240 min.

Ispitivanja na kotlu za centralna grejanja

Sa polukoksom »Kosovo«. — Ova ispitivanja izvedena su u Zavodu za termoteh-

niku Rudarskog instituta. Ispitivanja su vršena na kotlu za centralna grejanja »Neo-vulkan 3« sa sekundarnim vazduhom, fabrike kotlova — Zrenjanin koji je kod nas najviše u upotrebi kao kotao za čvrsta goriva za centralna grejanja toplom vodom ili parom.

Kotao ima grejnu površinu od 39,8 m² i radi u zatvorenom sistemu, pri čemu topla voda iz kotla odlazi u radijatore, odnosno u našem slučaju u hladnjak i pomoću pumpe vraća se u kotao.

Ispitivanje je vršeno po DIN-propisima i za sva merenja bili su obezbedeni odgovarajući merni instrumenti.

Kao uporedno gorivo u odnosu na polukoks »Kosovo« uzet je lignit »Kreka« asortimana »kocka«.

Polukoks je proizveden u REH — Kombinat »Kosovo« po postupku opisanom u 1 delu članka.

Tablica 4

Analiza goriva upotrebljenih za ispitivanje Tehnička analiza

		Ugalj »Kreka«	Polukoks »Kosovo«	
Vlaga	%	24,33	—	7,50
Pepeo	%	15,47	20,64	21,85 23,62
S — ukupan	%	0,51	0,67	0,05 1,03
S u pepelu	%	0,39	0,51	0,92 1,00
S - sagorljiv	%	0,12	0,16	0,03 0,03
koks	%	41,30	54,58	80,49 87,02
C - fix	%	25,83	34,14	58,64 63,40
Isparlj. mater.	%	34,37	45,42	12,01 12,98
Sagor. mater.	%	60,20	79,56	70,65 76,38
Toplotna moć:				
gornja, kcal/kg		3784	5000	5282 5710
donja, kcal/kg		3463	4768	5153 5619

Tablica 5

Elementarna analiza

		Ugalj »Kreka«	Polukoks »Kosovo«	
Vlaga	%	24,33	—	7,50
Pepeo	%	15,47	20,44	21,85 23,62
Ugljenik	%	40,42	53,41	61,99 67,62
Vodonik	%	3,24	4,30	1,56 1,69
Azet + kiseonik	%	16,42	21,69	7,07 7,64
S — sagorljiv	%	0,12	0,16	0,03 0,03

Sa polukoksom »Stanari«. — I ova ispitivanja izvršena su na parnom kotlu za centralna grejanja fabrike »Radijator« — Zrenjanin, tipa »Neo — vulkan« III. Karakteristike kotla date su u prethodnom poglavlju.

Kao bezdimno gorivo upotrebljen je polukoks dobijen karbonizacijom mladog lignita iz rudnika »Stanari«. Karbonizacija je izvršena u vertikalnim retortama h = 438 cm i φ 195 — 265 cm, proizvodnje nemačke firme »Didier«,

Tablica 6

Rezultati ispitivanja	Ugalj »Breza«	Polukoks »Kosovo«
Količina dimnih gasova uzetih za ispitivanje, l	4,620	5,794
Količina dimnih gasova uzetih za ispitivanje, Nm ³	4,139	5,176
Količina dimnih gasova pri sagorevanju Nm ³ /kg goriva	5,7	11,12
Količina čadi, katrana i letećeg pepela u dimnim gasovima, g/Nm ³	0,295	0,058
Količina čadi, katrana i letećeg pepela u dimnim gasovima g/kg goriva	1,68	0,645
Gubici za vreme sagorevanja:		
u propadu %	2,3	1,4
u šljaci %	2,5	1,1
u dimnim gasovima %	13,7	15,6
usled nepotpunog sagorevanja %	5,8	0,3
ostali gubici %	6,5	6,1
Ukupni gubici %	30,8	24,5
Iskorišćenje kotla, η_k %	68,2	75,5

Tablica 7

Analiza goriva upotrebljenih za ispitivanje

Tehnička analiza

	Ugalj »Breza«	Polukoks »Stanari«
Vlaga %	11,19	—
Pepeo %	16,67	18,77
S — ukupan %	2,94	0,20
S vezan %	0,78	0,17
S — sagorljiv %	2,16	0,03
Koks %	53,71	60,48
C-fix %	37,04	41,71
Isparljivo %	35,10	39,52
Sagorljivo %	72,14	81,23
Kalorična moć:		
gornja, kcal/kg	5285	5976
donja, kcal/kg	4998	5704

koje se upotrebljavaju za proizvodnju gradskog gasa, pri čemu se dobija koks, odnosno u našem slučaju polukoks sa niskim sadržajem isparljivih materija.

Dalje ispitivanje sa ovako dobijenim polukoksom izvršeno je da bi se utvrdilo kakvi se rezultati dobijaju upotrebom polukoksa proizvedenog na višim temperaturama i sa niskim

sadržajem isparljivih materija i to kako sa termotehničkog tako i sa gledišta bezdimnosti.

Za upoređenje efekta korišćenja bezdimnog goriva — polukoksa »Stanari« na ovom kotlu upotrebljen je mrki ugalj »Breza«. Za merenje količine čadi, katrana i letećeg pepela u dimnim gasovima upotrebljena je ista aparatura kao i kod laboratorijskog ispitivanja, opisana u I delu članka. U toku trajanja opita uzimana je konstantna količina dimnih gasova iz dimnih kanala za vreme sagorevanja šarži uglja odnosno polukoksa.

Tablica 8

Elementarna analiza

		Ugalj »Breza«	Polukoks »Stanari«
C	%	52,28	61,13
H	%	4,08	4,60
S — sagorljiv	%	1,92	2,16
O + N	%	11,86	13,34
		3,64	4,09
Kalorična moć izračunata iz elementarne analize:			
gornja, kcal/kg		5322	5992
donja, kcal/kg		5112	5836
		6683	7532
		6554	7464

Tablica 9

Rezultati ispitivanja

	Ugalj »Breza«	Polukoks »Stanari«
Količina uzetih dimnih gasova za ispitivanje, l	3,410	4,596
Količina uzetih dimnih gasova za ispitivanje, Nm ³	3,2	4,2
Količina dimnih gasova pri sagorevanju Nm ³ /kg	7,96	11,23
Količina čadi + katran + leteći pepeo u dimnim gasovima, g/Nm ³	0,812	0,0035
Količina čadi + katran + leteći pepeo u dimnim gasovima u g/kg goriva	6,46	0,0392
Gubici za vreme sagorevanja		
u pepelu i propadu, %	2,94	0,75
u šljaci, %	3,27	0,09
u produktima sagorevanja usled visoke temperature, %	13,96	12,75
usled nepotpunog sagorevanja gasova, %	5,42	0,74
ostali gubici, %	8,91	3,34
Ukupni gubici, %	34,50	17,67
Iskorišćenje kotla — goriva (η_k) %	65,50	82,33

Kao što se vidi iz rezultata iznetih u tablicama 6 i 9 i sl. 4 i 5, može se zaključiti:

- da upotreba polukoksa kao goriva u kotlovima za centralna grejanja daje znatno bolje iskorišćenje kotla (η_k) (75,5–82,3%) nego kad je kao gorivo upotrebljen lignit ili mrki ugalj (69,2–65,5%);



Sl. 4 — Snimak filtra od vate sa čađi iz 2 Nm³ dimnih gasova za vreme sagorevanja mrkog uglja »Zenica« u toku 180 min.

Abb. 4 — Wattenfilteraufnahme mit Russ aus 2 Nm³ Rauchgas während der Verbrennung der Hartbraunkohle »Zenica« im Laufe von 180 min.

- da je »dimnost« pri sagorevanju polukoksa uočljivo manja (0,058–0,0035 mg/Nm³ dimnih gasova) nego pri sagorevanju mrkog uglja i lignita (0,812–0,295 mg/Nm³ dimnih gasova).

Zaključak

Iz podataka iznetih u I i II delu ovog članka može se reći sledeće:

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchung der Erzeugungs- und Verwendungsmöglichkeiten des Halbkokses aus einheimischen Braunkohlen als rauchlosen Brennstoff

Dipl. Ing. D. Matić*)

Aus den im I. und II. Teil dieses Aufsatzes gemachten Angaben kann folgendes gesagt werden:

— Aus unseren Braunkohlen, deren Wassergehalt sich um 50% bewegt, kann durch Verkohlungsprozess bei Temperaturen von 500–600°C ein Brennstoff von hohem Heizwert, ein Halbkoks (ohne Wassergehalt) abhängig von Aschengehalt, mit einem Heizwert von 5600–7400 kcal/kg abhängig vom Aschengehalt, gewonnen werden;

— ein solcher Brennstoff verbrennt unter den Zentralheizungskesseln mit einem Wirkungsgrad von 75–82% in bezug auf verschiedene Kohlenarten, deren Wirkungsgrad auf denselben Kesseln sich von 65–69% bewegte;

— Russ- und Teeraussendung in die Luft war viel grösser bei den Kohlen als bei dem aus Braunkohle gewonnenen Halbkoks, so dass sich der Gehalt an Russ, Teer und Flugasche bei Rauchgasen bei Kohlen von 0,295–0,812 mg und beim Halbkoks von 0,0035–0,058 mg/l Nm³ Rauchgas bewegt.

*) Dipl. Ing. Dimitrije Matić, naučni saradnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

— da se iz naših lignita, čiji se sadržaj vlage kreće oko 50%, procesom karbonizacije na temperaturama od 500–600°C, može dobiti gorivo visoke kalorične vrednosti koja se kreće od 5600–7400 kcal/kg polukoksa (bez vlage) zaviso od sadržaja pepela;

— ovako gorivo sagoreva u kotlovima za centralna grejanja sa iskorišćenjem od 75–82%,



Sl. 5 — Snimak filtra od vate sa čađi iz 2 Nm³ dimnih gasova za vreme sagorevanja polukoksa »Stanari« u toku 180 min.

Abb. 5 — Wattenfilteraufnahme mit Russ aus 2 Nm³ Rauchgas während der Verbrennung von Halbkoks »Stanari« im Laufe von 180 min.

u odnosu na razne vrste ugljeva, čije se iskorišćenje na kotlu na kome je vršeno ispitivanje kreće od 65–69%;

— emitovanje čađi i katrana u atmosferu je mnogo veće kod ugljeva nego kod polukoksa dobijenog iz lignita, tako da se sadržaj čađi, katrana i letećeg pepela u dimnim gasovima kod ugljeva kreće od 0,295–0,812 mg, a kod polukoksa od 0,0035–0,058 mg na 1 Nm³ dimnih gasova.

Literatura

1. Bronowski, Y., 1969: L'évolution de nouveaux combustibles sans fumée. — Annales des Mines de Belgique, 1969/II.
2. Beskine, J. M., 1962: Die Herstellung einer Rauchlosen Kohle. — Erdoel und Kohle, 1962/IV.
3. Future availability of Solid Smokeless fuels. — Coke and Gas, 1961/V, 264/177.
4. Ledent, P., 1960: Production de boulets non fumeux par carbonisation a basse température. — Annales des Mines de Belgique, 1960/II, 853.
5. The Fuel Industries and Air Pollution. — Coke and Gas, 24/1962/281.
6. Evropska Ekonomičeska Komisija, Komitet po uglju. Bezdimnog tverdoe toplivo. Coal (U) Working Paper No 4, 16 July 1963 i No 4 Add. 1, 11 September 1963.
7. Volohov, N. J.: 1) Sagorevanje lignita u tankom sloju. 2) Sagorevanje lignita u debljem sloju. 3) Metode ispitivanja sagorevanja lignita. — Iz Zbornika radova Mašinskog instituta SAN, Tom LXX, knj. 8, IX knj. 8, LIV knj. 7.
8. Rammler, E., Alberti, H. J. V., 1962: Technologie und Chemie der Braunkohlenverwertung, Leipzig.
9. Ledent, P., Marcourt, M., 1961: Eude des aérosols émis par différents types de combustibles lors de leur combustion dans un poêle domestique. — Annales des Mines de Belgique 1961/VII—VIII.
10. Feliks, Đorđević, 1962: Merenja zagađenosti vazduha u Beogradu. — Narodno zdravlje.
11. Economic Commission for Europe, Coal Committee: Smokeless Fuels, Paper No 23, 10. I 1966.
12. Matic, D., 1964-66: Studija o proizvodnji i primeni bezdimnog goriva (I, II, III, deo). — Rudarski institut, Beograd.
13. Economic Commission for Europe, Coal Committee: Air Pollution Standards Concerning the Characteristics of Smokeless Fuels, Paper No 40, May 1967.
14. Opis LR — švelare za proizvodnju sitnog švel-koksa iz prethodno sušenog Kreka — lignita Koksare »Boris Kidrič« — Lukavac. Prevod s nemačkog Gazibara, 14. 8. 1963.
15. Matic, D., 1968: Izveštaj o mogućnosti proizvodnje i upotrebe polukoksa kao bezdimnog goriva na bazi kosovskog lignita. — Rudarski institut, Beograd.

Specifičnosti grafičke i vremenske analize izvođenja nekih rudarskih radova

(sa 3 slike)

Prof. ing. Vladimir Buljan

Prilikom razrade vremenskog programa izgradnje rudnika »Blagodat«, da bi se došlo do što tačnijih rezultata, pokazalo se da je potrebno upustiti se u direktnu analizu radova na nekim značajnijim rudarskim objektima. Analiza je pokazala da većina rudarskih radova ima neke posebne karakteristike o kojima treba voditi računa kod grafičkog prikaza vremenskog programa njihove izrade. Te karakteristike su sledeće:

— poželjno je da se neka operacija počne samo ako je situacija takva, da se ta operacija, kada je jednom početa, može izvesti u potpunosti i bez prekida,

— tehnička mogućnost za početak neke operacije ne zavisi uvek od potpunog završetka prethodne, nego najčešće od određenog stepena njenog napredovanja,

— tehnička mogućnost dovršenja neke operacije ne zavisi uvek od potpunog završetka prethodne, nego često od dovoljnog razmaka

između njenog završetka i završetka posmatrane operacije.

Pomenute karakteristike: nedeljivost, neopodan tehnički razmak od početka do početka, odnosno od završetka do završetka, moraju kod grafičkog prikaza vremenskog programa biti u celosti uzete u obzir, jer inače možemo doći do apsurdnih rezultata.

Pre nego navedeno ilustrujemo jednim primerom — bez namere da se upuštamo u detaljan opis metoda grafičkog prikazivanja vremenskog programa — smatramo za potrebno da podsetimo na bitne osobine dvaju najpriimenjenijih u praksi.

Grafikonli tipa Gantt

Mnogi se organizatori koriste grafikonima tipa Gantt gde se operacije prikazuju odgovarajuće postavljenim segmentima prave. Ovakvo prikazivanje ne zadovoljava u potpunosti, jer ne omogućuje reprodukciju međuakcija i zavisnosti raznih operacija od kojih se sastoji program. U tome smislu je mnogo svrsihodniji savremeni način prikaza metodom mrežnog programiranja.

Metoda mrežnog programiranja

Ova metoda, u stvari, predstavlja specijalnu primenu dinamičkog programiranja, a za prikaz vremenskih programa koristi dijagrame sa strelicom odnosno grafove.

Postoje, međutim, dve varijante grafičkog prikaza po ovoj metodi:

— najčešće je u primeni, može se reći, klasična varijanta po kojoj se u mrežnom dijagramu operacije prikazuju strelicama kojima je dodat broj, koji označava trajanje operacije, a kružići u vrhovima dijagrama označavaju realizaciju pojedinih operacija («događaji»).

Ovakva predstava dozvoljava vođenje računa o redosledu odnosno paralelnosti više operacija. Zavisnosti redosleda operacija često su izražene uslovima kao npr.: »Operacija »b« ne može početi, dok se ne završi operacija »a«.

Druga u pogledu grafičkog prikaza potpuno različita varijanta metode mrežnog programiranja je varijanta »potencijala« odnosno još po svome autoru nazvana »metoda ROY«.

Dok u dijagramu po prethodnoj varijanti svakoj operaciji pripada određeni luk, u modelu »potencijala« njoj pripada određeni vrh. Lukovi ovdje predstavljaju redosled među raznim operacijama, a vrednosti koje se dodaju lukovima predstavljaju najčešće ograničenja tipa:

»Da bi operacija »j« mogla da počne, potrebno je da trajanje, proteklo od početka neke

druge operacije »i« bude najmanje jednako određenom trajanju »t i j«, koje je dovoljno da se operacija »i« u celosti ili delimično završi«.

Varijanta potencijala može uzeti u obzir i ograničenja sledećeg tipa:

»Da bi operacija »j« mogla da počne, potrebno je da trajanje koje je proteklo od početka neke druge operacije »i« bude najviše jednako određenom trajanju »t i j«.

Ovaj poslednji tip ograničenja, iako redak, vrlo je važan. On nam omogućuje da izbegnemo neprihvatljive rezultate, da se osigura kontinuitet između dve operacije i da se izrazi simultanost. U tu svrhu dovoljno je da se drukčije formuliše:

»Da bi operacija »i« mogla da počne, potrebno je da trajanje, proteklo od početka neke druge operacije »j«, bude najmanje jednako određenom trajanju »t i j«.

Ovo je, zapravo, već navedeni tip — ali sa negativnim trajanjem.

Iz ovog proizilazi da se ova varijanta može okarakterisati kao varijanta operacija i ograničenja.

Iako postoje fundamentalne razlike između navedene dve varijante u pogledu grafičkog prikaza, u odnosu na rešavanje one se bitno ne razlikuju i mogu se koristiti isti algoritmi.

Primer grafičke i vremenske analize izgradnje rudarskog hodnika

Među objektima pomenutog rudnika u izgradnji posebnu je pažnju trebalo posvetiti izradi hodnika dužine od oko 7 km, čijim je potpunim ili delimičnim završavanjem bio uslovljen početak izgradnje gotovo isto tako velikih rudničkih objekata (okno, sipka i dr.); a niz operacija je trebalo simultano izvoditi.

Detaljna analiza izgradnje pomenutog hodnika pokazala je:

a) da se hodnik može izrađivati iz 3 napadne tačke, pa je njegova izgradnja podeljena na 3 deonice: A, B, C;

b) da je za tačnije sagledavanje vremenskog programa izgradnje pojedinih deonica hodnika potrebno njihovu izgradnju podeliti na sledeće operacije:

- iskop (Isk)
- betoniranje obloge (Bet)
- izrada kanala (Kan)
- postavljanje koloseka (Kol)
- postavljanje instalacija za trolejsku vuču (Tr).

Razmatranjem uslova rada na deonici A dužine 2.987 m² i uzimanjem u obzir raspoloživih sredstava i kadrova došlo se do sledećih zaključaka:

1. da potrebno vreme za izvršenje svake od pomenutih operacija iznosi i to za:

— iskop (Isk)	450 kalcn. dana
— betoniranje oblage (Bet)	427 "
— izrada kanala (Kan)	299 "
— postavljanje koloseka (Kol)	63 "
— postavljanje instalacija za trolejsku vuču (Tr)	100 "

2. uslovi redosleda i zavisnosti izgradnje su sledeći:

— odmah može započeti jedino operacija iskopa;

— operacija betoniranja obloge može početi tek kad iskop dovoljno napreduje da ne bi pofresi usled miniranja uticali na sveže betonske radove i da ne dođe do nagomilavanja sredstava i radnika na uskom prostoru. Taj razmak ocenjen je sa 50 m³ što izraženo kroz vreme potrebno za iskop iznosi 8 kal. dana. Osim toga, završetak iskopa treba da usledi dovoljno pre završetka rada na betoniranju obloge. Znači, u ovom slučaju dovoljno je vreme, koje je potrebno za betoniranje poslednjih 50 m³ iskopa, i koje iznosi 8 kal. dana.

— Operacija izrade kanala može najranije početi tek posle 28 kal. dana od početka betoniranja, pošto je toliko vremena potrebno da se stvrdnu prvi metri betona i da se s njega skine skela.

Iz istog razloga betoniranje obloge se mora završiti 28 kal. dana pre završetka izrade kanala.

— Operacija postavljanja koloseka može najranije da počne 5 dana posle početka izrade kanala, jer se ovaj vremenski razmak smatra dovoljnim, da radovi na postavljanju koloseka ne oštete relativno sveže betonske radove na kanalu.

Iz istog razloga se izrada kanala mora završiti 5 kal. dana pre završetka postavljanja koloseka.

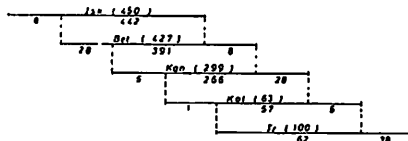
— Operacija postavljanja instalacija za trolejsku vuču može početi jedan kal. dan posle početka postavljanja koloseka, jer je jednodnevni napredak postavljanja koloseka dovoljan da ne dođe do nagomilavanja sredstava i ljudi na uskom prostoru.

Postavljanje koloseka treba da se završi 28 kal. dana pre završetka postavljanja instalacija za trolejsku vuču. Ovo proizilazi iz razlike predviđenog potrebnog vremena za izvršenje svake od ove dve operacije.

— Poželjno je, iz organizaciono-ekonomskih razloga, da svaka od navedenih operacija bude izvedena u neprekidnom toku. Jedanput sasta-

vljene ekipe i sredstva doneta na radilište jedino se racionalno mogu koristiti, ako nema prekida u izvođenju operacije. Svaki prekid radova i njihovo ponovno nastavljanje posle izvesnog vremena dovodi do njihovog poskupljenja.

Vremenski odnosi koji su proizašli iz gornje analize izgradnje deonice A prikazani su na sl. 1.



Sl. 1 — Šema vremenskih odnosa
Рис. 1 — Схема временных зависимостей

Način grafičkog prikaza i metoda rešavanja

Za grafički prikaz vremenskog programa izgradnje deonice A á priori je odbačen grafikon tipa Gantt i usvojen metod mrežnog programiranja. Ovo je urađeno zbog već iznetog osnovnog nedostatka grafikona tipa Gantt — nemogućnosti prikazivanja zavisnosti i povezanosti pojedinih operacija, što je od bitnog značaja za konkretni slučaj.

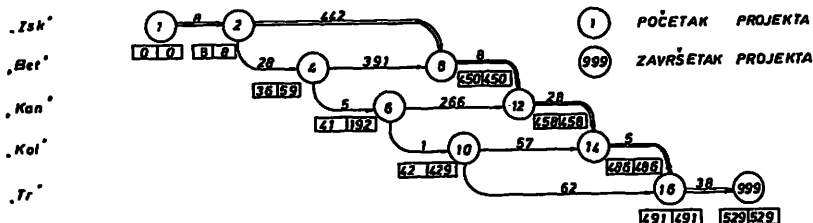
Prikaz pomoću »klasičnog« mrežnog dijagrama (dijagrama orijentisanog događajima)

Pošavši od šeme na sl. 1 vremenski program izgradnje deonice A pokušali smo prikazati pomoću klasične varijante mrežnog dijagrama i ručno ga rešiti pomoću poznatog uprošćenog algoritma koji se može primeniti na samom dijagramu.

Cilj rešavanja bio je:

- da se utvrdi najduži put od početka do završetka
- da se utvrdi »najraniji« i »najkasniji početak« svake operacije i »konsekventno najraniji« i »najkasniji završetak« svake operacije
- da se utvrdi »ukupan« i »slobodan zazor«
- da se utvrdi kritičan put tj. onaj koji postoji po operacijama sa ukupnim zazorom jednakim nuli.

Grafički prikaz dat je na sl. 2, a tablični pregled rezultata u tablici 1.



Sl. 2 — Mrežni dijagram po klasičnoj varijanti.
 Рис. 2 — Сетевая диаграмма согласно классической варианту

Pregledna tablica rezultata

Strelica	t	t _i ⁰	t _i ¹	t _j ⁰	t _j ¹	S _i
1 — 2	8	0	0	8	8	0
2 — 4	28	8	31	36	59	23
2 — 8	442	8	8	450	450	0
4 — 6	5	36	187	41	192	151
4 — 8	391	36	59	427	450	23
6 — 10	1	41	428	42	429	387
6 — 12	266	41	192	307	458	151
8 — 12	8	450	450	458	458	0
10 — 14	57	42	429	99	486	387
10 — 16	62	42	429	104	491	387
12 — 14	28	458	458	486	486	0
14 — 16	5	486	486	491	491	0
16 — 999	38	491	491	529	529	0

- t = trajanje
- t_i⁰ = najraniji početak
- t_i¹ = najkasniji početak
- t_j⁰ = najraniji završetak
- t_j¹ = najkasniji završetak
- S_i = ukupan vremenski zazor
- 0 = operacije koje leže na kritičnom putu

Osim na navedeni način rešenja su tražena i pomoću algoritma Bellman—Kalaba, postupak vršeci opet ručno, što je prikazano u tablicama 2, 3, 4 i 5.

Matrica osnovnih podataka

ka. \ od	1	2	4	6	8	10	12	14	16	999
1	—	8	.	.	.	.	.	.	.	.
2	.	—	28	.	442	.	.	.	.	.
4	.	.	—	5	391	.	.	.	.	.
6	.	.	.	—	1	266	.	.	.	.
8	—	8	.	.	.	.
10	—	57	62	.	.
12	—	28	.	.
14	—	5	.
16	—	38
999	—

Tablica 2

Tablica 3
 Iteracije — linije (proračun najdužeg trajanja između svakog vrha i završetka projekta)

Vrh.	1	2	4	6	8	10	12	14	16	999
1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38
2	.	.	.	.	.	100	.	43	38	0
3	.	.	.	101	.	100	71	43	38	0
4	.	.	106	337	79	100	71	43	38	0
5	.	521	470	337	79	100	71	43	38	0
6	529	521	470	337	79	100	71	43	38	0
7	529	521	470	337	79	100	71	43	38	0
t _j	0	8	59	192	450	429	458	486	491	529

Tablica 4
 Inverzne iteracije — kolone (proračun najdužeg trajanja između početka projekta i svakog vrha)

Vrh.	1	2	4	6	8	10	12	14	16	999
1	0	8	.	.	.	.	.	.	.	.
2	0	8	36	.	450	.	.	.	.	.
3	0	8	36	41	450	.	458	.	.	.
4	0	8	36	41	450	42	458	486	.	.
5	0	8	36	41	450	42	458	486	491	.
6	0	8	36	41	450	42	458	486	491	529
7	0	8	36	41	450	42	458	486	491	529
t _i	0	8	36	41	450	42	458	486	491	529

Proračun zazora

Tablica 5

	1	2	4	6	8	10	12	14	16	999
t_j	0	8	59	192	450	429	458	486	491	529
t_0^j	0	8	36	41	450	42	458	486	491	529
S_t	0	0	23	151	0	387	0	0	0	0

Analizirajući rezultate grafičkog vremenskog prikaza izgradnje deonice A pomoću klasične varijante mrežnog dijagrama dolazimo do sledećih zaključaka:

— za konstrukciju odgovarajućeg dijagrama bilo je potrebno deliti operacije i

— na kritičnom putu ne leže cele operacije nego samo njihovi delovi, pa u vezi s tim postoje i zazori među pojedinim delovima jedne te iste operacije, iz čega sledi, da postoji sloboda da se pojedini delovi operacije počnu odnosno završe na relaciji između najranijeg i najkasnijeg.

Već na prvi pogled, polazeći od gornjih rezultata, vidimo da prikaz nije zadovoljio kroz analizu problema izgradnje iznetu poželjnost o nedeljivosti operacija, dozvolivši odgovarajuće slobode u pogledu započinjanja, a prema tome i završavanja pojedinih delova operacija.

Analizirajući dalje posledice postojanja zazora došli smo do niza nelogičnosti ili bolje reći apsurdna.

Ilustracije radi navodimo sledeći primer:

Ukoliko se svi radovi počnu najranijeg mogućeg datuma i odvijaju po programu, posle 41 kal. dana od početka iskopa može se početi sa postavljanjem koloseka, a posle 58 kal. dana izgradnje koloseka odnosno 99 kal. dana od početka iskopa, može biti završeno 92,1% koloseka, tj. kolosek će biti postavljen na 2.753 m' deonice A hodnika, dok će u tom istom momentu iskop biti završen na 22% celokupne predviđene dužine tj. oko 657 m'. Eto apsurdal! U hodnik dužine 657 m smestili smo 2.753 m' koloseka, iako je postavka da m' hodnika od govara m' koloseka.

Ovo jasno govori o nepodobnosti grafičkog prikaza vremenskog programa rudarskih rado-

va klasičnom varijantom mrežnog programiranja čim se ukaže potreba za ulaženje u detalje samoga rada.

Rešenje pomoću varijante »potencijala« mrežnog programiranja, odnosno dijagrama orijentisanog operacijama — aktivnostima

Podoban način grafičkog prikaza vremenskog programa za isti problem, kao i u prethodnoj tački, pokušali smo naći posluživši se varijantom »potencijala« metode mrežnog programiranja; odgovarajući mrežni dijagram prikazan je na sl. 3.

Iako smo — sa malo više pažnje i truda zbog učešća negativnih vremena, pa prema tome i više rizika da se napravi neka greška — dijagram mogli rešiti istim uprošćenim algoritmom kao i u prethodnom slučaju kada se radilo o prikazu putem klasične varijante mrežnog dijagrama, ovaj smo rešavali samo pomoću algoritma Bellman—Kalaba radeći ručno. Izabrali smo baš ovaj algoritam imajući u vidu njegove prednosti pri rešavanju pomoću elektronskih računara, posebno kada se radi o varijanti »potencijala« i slučaju projekta kad broj operacija prelazi stotinu, a što ćemo docnije poblje objasniti.

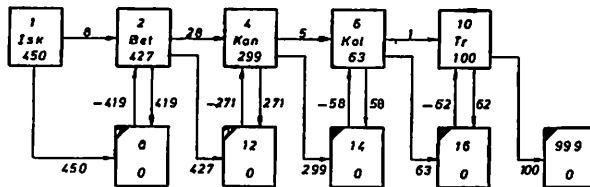
Podsećamo da algoritam Bellman—Kalaba bazira na teoremi optimaliteta dinamičkog programa. On je matematski izraz definicije kritičkog puta i izražava sledeće evidentno svojstvo:

»Najduži put između početka i završetka, koji prolazi kroz vrh P_i sastoji se iz najdužeg puta između početka i P_i i najdužeg puta između P_i i završetka«.

Postupa se korak po korak počevši od završetka, tražeći sve puteve sa jednim lukom, zatim dva luka itd., dok ne dođemo do početka.

Algoritam Bellman—Kalaba može se isto tako primeniti kod traženja minimalne vrednosti kritičkog puta.

Postupak i rešenje prikazani su u tablicama 6, 7, 8 i 9.



Sl. 3 — Mrežni dijagram po varijanti »potencijala«

Рис. 3 — Сетевая диаграмма согласно варианти »потенциалов«.

Već prvi pogled na dijagram, izrađen po varijanti »potencijala« pokazuje, da nam ovaj pruža daleko veći volumen podataka od onoga, koji je izrađen po prethodnoj varijanti pri obradi jednog te istog problema.

Matrica osnovnih podataka Tablica 6

ka	1	2	4	6	8	10	12	14	16	999
od										
1	—	8			450					
2		—	28	5	419		427			
4			—	5			271	299		
6				—		1		58	63	
8		—419			—					
10						—			62	100
12			—271				—			
14				—58				—		
16						—62			—	
999										

Iteracije — linije Tablica 7

Vrh.	1	2	4	6	8	10	12	14	16	999
iter.										
1	.	.	.	.	.	100	.	.	.	—
2	.	.	.	101	.	100	.	.	38	0
3	.	.	106	101	.	100	.	43	38	0
4	.	134	342	101	.	100	165	43	38	0
5	152	376	342	101	285	100	71	43	38	0
6	378	498	342	101	102	100	71	43	38	0
7	506	498	342	101	79	100	71	43	38	0
8	529	498	342	101	79	100	71	43	38	0
9	529	498	342	101	79	100	71	43	38	0
t ₁	0	31	187	428	450	429	458	486	491	529
t	450	427	299	63	0	100	0	0	0	0
t ₂	450	458	486	491	450	529	458	486	491	529

Inverzne iteracije — kolone Tablica 8

Vrh.	1	2	4	6	8	10	12	14	16	999
iter.										
1	0	8	.	.	.	450	.	.	.	.
2	0	31	36	.	450	.	435	.	.	.
3	0	31	164	41	450	.	458	335	.	.
4	0	31	187	277	450	42	458	463	104	.
5	0	31	187	405	450	278	458	486	340	142
6	0	31	187	428	450	405	458	486	468	378
7	0	31	187	428	450	429	458	486	491	505
8	0	31	187	428	450	429	458	486	491	529
9	0	31	187	428	450	429	458	486	491	529
t ₁	0	31	187	428	450	429	458	486	491	529
t	450	427	299	63	0	100	0	0	0	0
t ₂	450	458	486	491	450	529	458	486	491	529

Proračun zavora Tablica 9

	1	2	4	6	8	10	12	14	16	999
t ₁	0	31	187	428	450	429	458	486	491	529
t ₂	0	31	187	428	450	429	458	486	491	529
S _z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Osim toga, iz rešenja se vidi da je izbegnuto neželjeno deljenje operacija, pa smo, što je najbitnije, na ovaj način došli do željenog rezultata: u dijagramu su uzeti u obzir svi ograničavajući faktori i želje, izražena je simultanost i kontinuitet između operacija, a izbegnuto je neželjeni prikaz sloboda u pogledu počinjanja odnosno završavanja pojedinih operacija, koje kod datih ograničenja i želja ne postoje, iako su u osnovi moguće.

Iz rešenja se vidi da operacije ne treba početi odmah kada to omogući situacija na terenu, nego u momentu kada nam njihovo programsko i simultano sa ostalim operacijama izvođenje osigurava kontinuitet izvođenja i završetak u programom predviđeno vreme.

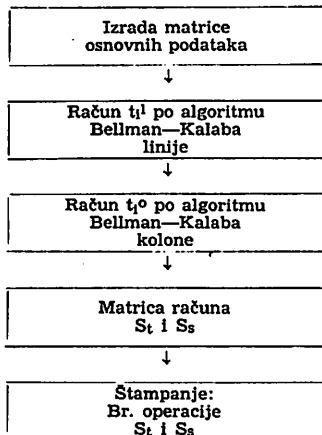
Grafički prikaz vremenskog programa izgradnje, predstavljen modelom »potencijala«, i njegovo rešavanje pomoću algoritma Bellman—Kalaba iziskuje minimum vremena za pripremu kod rešavanja pomoću elektronskih računara. Dovoljno je imati listu operacija sa oznakom njihovog trajanja i njima prethodećih i sledećih operacija sa oznakom trajanja.

Računar radi sistematski, sledeći šemu algoritma Bellman—Kalaba, a polazeći od podataka koji su uvedeni u računar pomoću bušenih kartica. Postoje dva tipa kartica:

— jedna bušena kartica po operaciji na kojoj je označen broj operacije i njeno trajanje;

— jedna bušena kartica za svaku vezu među operacijama na kojoj je napisan broj operacije koja »prethodi« i one koja »sledi« sa trajanjem razmaka.

Ordinogram rada na računaru imaće sledeći oblik:



Zaključak

U mnogim slučajevima grafički prikaz vremenskog programa pomoću varijante »potencijala« mrežnog programiranja ima prednost u odnosu na varijantu prema kojoj se operacije u dijagramima prikazuju strelicama.

Osim prednosti koje pokazuje ova varijanta u pogledu modifikacije problema, prikazivanja operacija koje se sastoje iz delova prikazivanja paralelnih operacija, prikazivanja nezavisnih i zavisnih operacija od posebne je važnosti za rešavanje određenih problema njeno svojstvo, da se mogu pomoću nje prikazivati i limitirajući uslovi započinjanja odnosno završavanja neke operacije, a što je pokazano na primeru iznetom u našem članku. U našem primeru ograničavajući podaci su bili tehničke i organizaciono-ekonomske prirode, ali to mogu biti

i drugi kao npr.: rok isporuke materijala, klimatske prilike itd.

Prikaz po varijanti »potencijala« je, može se slobodno reći, neophodan, kada se ukaže potreba da se priđe direktnoj analizi radova.

Prikaz po varijanti »potencijala« omogućuje da se osigura kontinuitet dveju operacija i izrazi simultanost.

Kao što smo iz primera videli, prevodenje logičke analize, koju je pri izradi vremenskog programa rudarskih radova neophodno napraviti, u model »potencijala« je vrlo jednostavno.

Polazeći od tako dobivene mreže sve sledeće operacije planiranja mogu se obaviti bez teškoća: proračun početka i završetka operacija najranije i najkasnije, račun ukupnih i slobodnih zazora, harmonizacija sredstava, kalendar izgradnje, grafikon Gantt itd.

Samo rešavanje pomoću elektronskog računara, a po algoritmu Bellman—Kalaba nije posebno komplikovano.

РЕЗЮМЕ

Специфические особенности графического и временного анализа производства некоторых горных работ

Проф. инж. В. Булян*)

На примере взятом из практики показано что, поскольку появится необходимость анализа горных работ в течении их программирования, то представление программы во времени классическим вариантом сетевой техники, в котором диаграмма определяется происшествиями, не соответствует и может привести к абсурдным выводам.

В случае, если нужно представить условия ограничения для начала или завершения отдельных операций, что часто встречается в горном деле, автор отдает предпочтение графическому представлению при помощи варианта »потенциалов« (РОИ) сетевой техники.

Указывается также на преимущество этого варианта в связи с переработкой на ЭВМ по алгоритму Беллмана—Калаба.

Literatura

- Brandenberger, J., Konrad, R., 1967: L'etude du Planing des travaux routiers par la methode P. E. R. T. — Widmayer — Centre de Recherches Routieres, Bruxelles, 1967.
- Buljan, V., Mihaldžić, N., 1969: Programiranje i praćenje izgradnje rudnika »Blagodol« metodom mrežne tehnike. — Rudarski institut, Beograd.
- Technique de programmation et d'ordonnement. — Centre de formation postuniversitaire Faculté Polytechnique de Mons, Belgique, 1969.
- Essai de Systematisation de l'analyse logique de travaux routiers en vue de leur planification par la Methode P. E. R. T. — Centre de Recherches Routieres, Bruxelles, 1967.
- Le Calcul partique des graphes P. E. R. T. — Temps par l'algorithme de Bellman—Kalaba. — Centre de Recherches Routieres, Bruxelles, 1967.

*) Prof. ing. Vladimir Buljan, naučni savetnik Rudarskog instituta, Beograd.

Integracija i koncentracija u proizvodnji i preradi bakra u svetu

Dipl. ekonom. Stevan Majdanac

Opšti pogled

Integracija i koncentracija svetske industrije bakra predstavlja jedan od bitnih faktora njenog razvoja. Istorijski posmatrano, proces integracije i koncentracije ostvarivao se različitim metodama, dobijajući katkad i forme direktnog nasilja. U savremenoj svetskoj industriji bakra ovaj proces pre treba shvatiti kao formu savremene organizacije rada i proizvodno-tehnološke ekspanzije, nad kojima ipak dominira finansijski kapital najrazvijenijih zemalja.

Preko 80% ukupne proizvodnje primarnog bakra u kapitalističkom svetu otpada na SAD, Čile, Zambiju, Kongo, Kanadu i Peru. Koncentracija obimnih i veoma kvalitetnih nalazišta bakra na mali broj nerazvijenih zemalja (Čile, Zambija, Kongo, Peru), bez najosnovnijih finansijskih sredstava za preduzimanje opsežnih investicija, omogućavala je da razvijene zemlje u prošlosti na jednostavan način dobiju koncesije za eksploataciju bakra i da plasmanom svog kapitala obezbede kontrolu u rudarskoj proizvodnji bakra ovih zemalja. Otuda se preko 75% ukupnih rezervi bakarne rude u svetu, bez socijalističkih zemalja, nalazi pod kontrolom i uticajem visoko razvijenih zemalja (u prvom redu američkih, britanskih i belgijskih kompanija). Uticaj američkih kompanija ipak je dominantan, jer one pored proizvodnje u SAD, kontrolišu bogata nalazišta u Čileu, Meksiku i drugim latinskoameričkim zemljama. Engleska je, međutim, zadobila najznačajnije učešće i kontrolu nalazišta bakra u Zambiji i Rodeziji, dok je Belgija uspeła da ostvari kontrolu u Kongu (Leopoldvil), mada i ovde značajnu ulogu igra američki i engleski kapital.

Visok stepen koncentracije proizvodnje i monopolnog uticaja na svetsko tržište bakra, ogleda se preko činjenice, da ključne pozicije na međunarodnom tržištu bakra kapitalističkih

zemalja drži sedam velikih korporacija (kompanija)* iz SAD, Vel. Britanije i Belgije:

SAD

- Anaconda Sales Co.,
- Kennecott Sales Corp.,
- Phelps Dodge Corp.,
- American Metal Climax inc.

Vel. Britanija (i SAD)

- Anglo-American Corporation of South Africa
- Rhodesian Selection Trust Ltd.

Belgija (i Vel. Britanija)

- Union Miniere du Haut Katanga

Najčešće se osnovna forma integracije u industriji bakra u svetu identifikuje sa pojmom velike proizvođačke organizacije (kompanije). Međutim, treba imati u vidu da se integrisana proizvodno-tehnološka i finansijska celina ne poklapa uvek sa pojmom velike kompanije. Velika kompanija ima širi i uži značaj u tom smislu što je ona, ukoliko i sama nije prerasla u nosioca nekog finansijskog koncerna, obično član takvog koncerna, te na taj način kompanija deluje u okviru jedne šire finansijske integracije. Tako je, na primer, krajem pedesetih g. predstavnik bankarske i finansijske kuće »Morgan« bio direktor »Kennecott Copper Co.«, dok je predsednik saveta direktora bankarske kuće »National City Banck«, koja je bila pod kontrolom »Morgana« bio direktor »Anacondae«, kao i da su potpredsednici »Morgana« bili direktori »Phelps Dodge«-a. Finansijska grupa »Morgana« uticajna je, takođe, i u kanadskoj industriji

*) Zadnjih godina vlade pojedinih zemalja u kojima se nalaze eksploataciona područja bakra (Zambija, Kongo) sprovele su izvesne poteze koji imaju za cilj da ograniče prava velikih stranih kompanija u eksploataciji bakra na njihovoj teritoriji. Međutim, sušina u svetskoj koncentraciji i monopolnog uticaja velikih kompanija time se ne menja.

bakra, kao i u kanadskom moćnom trustu za proizvodnju nikla. U Nemačkoj, na primer, veoma ugledna kompanija za preradu bakra »VDM« (Vereingte Deutsche Metallwerke AG), u čijem sastavu je i »Norddeutsche Affinerie«, nalazi se u okviru moćnog koncerna »Metallgesellschaft AG«. F/M.

S druge strane, integracija može da ima i uži značaj od pojma velike kompanije, pošto, po pravilu, velike (matične) kompanije objedi njuju više krupnih proizvođača, koji, svaki za sebe, predstavlja posebnu proizvodno-tehnološku i komercijalnu celinu, odnosno integraciju, jer objedinjuje vertikalno i horizontalno više preduzeća i pogona. Tako, na primer, kompanija »American Smelting and Refining Company« — New York, objedinjuje 7—8 osnovnih kompanija, od kojih svaka predstavlja integraciju za sebe. Isti je slučaj sa matičnom »Anacona dom«, koja u svom sastavu ima 5 krupnih integrisanih kompanija. Na tom principu je organizovana krupna integracija za proizvodnju i preradu bakra »Phelps Dodge Corp.«, »Kennecott Copper Corporation« i druge velike kompanije u SAD. Isti je, na primer, slučaj sa velikim proizvođačima »Noranda Mines Ltd.« i »International Nickel Co« u Kanadi; grupacijom za preradu bakra »Trefimetaux« u Francuskoj, koja se sa više svojih preduzeća, nalazi u sastavu najveće zapadnoevropske grupacije za proizvodnju aluminijuma »Pechiney« veoma poznatim svetskim proizvođačem polufabrikata bakra i kablova »British Insulated Callender's Cables« u Engleskoj; istaknutim preradačima bakra: »AB Swenska Metallwerke« u Švedskoj, »Hackethal Draht und Kabel Werke« u SR Nemačkoj i drugim značajnijim proizvođačima i preradačima bakra u svetu.

Savremena kretanja na svetskom tržištu bakra, a slično je i kod ostalih osnovnih obojenih metala, nije moguće shvatiti niti otkriti njihovu unutrašnju zakonitost, bez analize i razumevanja integracionih celina, njihovih oblika povezanosti i načina delovanja na tržištu.

Uticao na svetsko tržište bakra ne sprovodi se samo preko visokog obima koncentracije proizvodnje i direktnog posedovanja bogatih eksploatacionih područja bakra u sopstvenim zemljama i van njih. Odgovarajući uticaj se sprovodi na širem planu, putem razvijene integracije u oblasti finansijskog kapitala, posedovanja vrhunske tehnologije, uživanja monopola u oblasti potrošnje i primene bakra, s tim da se u pojedine od ovih aktivnosti, pod pritiskom velikih integrisanih grupacija često uključuju i nacionalne vlade.

Ovakvo snažne kompanije bakra, povezane sa moćnim finansijskim grupama, u mogućnosti su da monopolizuju svetsko tržište bakra. One to stvarno i čine, s tim što se njihov monopolski uticaj naročito oseća u onim vremenskim pe-

riodima kada na svetskom tržištu bakra pretežno deluju ekonomski faktori. Međutim, kada na svetskom tržištu bakra deluju pretežno vojno-politički činioci, monopolski uticaj velikih kompanija slabi. Tako, na primer, zadnje 2—3 godine, nerazvijene zemlje (Čile, Zambija, Kongo i Peru), koristeći povoljnu političku klimu i visoku konjunkturu bakra, pokušavaju da oštvere u odnosu na velike kompanije jednu vrstu svog državnog monopola u pogledu formiranja cena bakru. Naime, ove države, iako je eksploatacija bakra u njihovim zemljama zasnovana na inostranom kapitalu (američkom, engleskom i belgijskom), sprovode zajedničku akciju da one određuju propozicije cena bakru. Ove zemlje, zahvaljujući izuzetnoj situaciji, u tome u priličnoj meri i uspevaju. One su zainteresovane za viši nivo cena, jer se u tom slučaju i prihodi ovih zemalja, preko odgovarajućih taksa koje plaćaju inostrane kompanije, povećavaju. Ali, čim se situacija stabilizuje, te ekonomski faktori prevagnu, nerazvijene zemlje teško da mogu ostvariti takav značajniji uticaj na velike kompanije.

Integraciju u oblasti industrije bakra u svetu treba u prvom redu shvatiti kao krupnu proizvodno-tehnološku, finansijsku, razvojno-istraživačku i komercijalnu organizaciju, koja na širokom prostoru omogućuje delovanje specijalizacije, unutrašnje podele rada, ekonomičnijeg korišćenja proizvodnih i finansijskih sredstava i povezivanja razvoja i tehnologije sa tržištem. Zbog toga krupnu integrisanu organizaciju (matičnu kompaniju) ne treba tretirati kao strogo centralizovanu celinu, već kao organizaciju koja je sastavljena od mnoštva autonomnih celina, koje imaju zajednički ekonomski interes za razvoj i prosperitet a koje ujedinjuje i simbolizuje i kojima krči put matična kompanija. Ovakva organizacija omogućuje znatno veći manevarski prostor za ostvarivanje programirane razvojne politike i daleko jači uticaj na tržištu.

Ako svetsku industriju bakra posmatramo sa stanovišta najpresudnijih faktora za ekspanziju, u koje ubrajamo: tehnološki nivo, raspoložive izvore sirovina, stepen integracije i finansijsko-ekonomske moći povezano sa međunarodnim finansijskim koncernima, onda se SAD i Kanada nalaze u velikoj prednosti nad ostalim svetom. Integracija je za proces razvoja i ekspanzije najvažniji činilac, jer ona povezuje i otvara prostor za najcelishodnije delovanje svih ostalih faktora. Još jedna zemlja kapitalističkog sistema pokazuje izrazitu ekspanziju u industrijskoj preradi i potrošnji bakra, iako raspolaze veoma oskudnim sopstvenim izvorima. Radi se o Japanu. Slično kao i u drugim oblastima, Japan svoju životvornu snagu za ekspanziju crpi iz nešto drukčijih, sebi svojstvenih potencijala. To su izrazita vitalnost i smisao

za prilagođavanje. Savremena organizacija i disciplina rada, veoma brzo ovladavanje vrhunskim tehnološkim dostignućima sa proporcionalno veoma malim angažovanjem sredstava za istraživanje i relativno niska cena radne snage.

Integracije u oblasti obojene metalurgije u SAD i Kanadi razlikuju se od onih u Evropi i Japanu.

Integracije u industriji bakra u SAD odlikuju se, pre svega, po tome što su one u proizvodno-tehnološkom pogledu pretežno zasnovane na vertikalnoj koncepciji povezivanja (eksploatacija rude — topljenje i rafinisanje bakra — proizvodnja polufabrikata bakra i kablova) s tim da su one često povezane i sa velikim finalnim potrošačima. Evropske integracije, međutim, pretežno se odlikuju koncentracijom proizvodnje po horizontalnoj liniji, dok integracija u Japanu nosi izvesne specifičnosti, jer se odvija u industriji koja ima izvesna posebna obeležja, kako u odnosu na američku tako i evropsku industriju. Isto tako, integracije u SAD se odlikuju većom prostornom obuhvatnošću, većom koncentracijom materijalno-proizvodnih snaga i finansijskih sredstava, kao i većim delovanjem van nacionalnih granica.

Integracija u SAD i Kanadi

Ove dve zemlje, kao istaknuti proizvođači bakra i drugih obojenih metala u svetu, u oblasti koncentracije proizvodnje i integracije nose izvesna zajednička obeležja. Na to utiče što je kapital, i jedne i druge zemlje, u industriji bakra međusobno često povezan i isprepletan, što daje pečat da se sličnim metodama i koncepcijama utiče na tržište bakra.

SAD

Industrija bakra SAD, slično kao i u ostalim industrijskim oblastima, predstavlja daleko najveći stepen integracije i koncentracije proizvodnje u svetu. Integracija je sprovedena u više pravaca.

Pre svega, integracija je sprovedena po vertikalnoj liniji: rudarska proizvodnja bakra — topljenje i rafinisanje — prerada otpadaka — priprema sirovina (proizvodnja raznih valjaoničkih, presaoničkih i livenih oblika bakra i bakarnih legura) — valjanje, presovanje i izvlačenje i proizvodnja kablova. Mnoge od fabrika odnosno kompanija su povezane sa finalnim potrošačima iz oblasti metalne, metaloprerađivačke i elektroindustrije, brodogradnje, PTT, željeznice itd. Integracija nije sprovedena na principu stroge centralizacije, već na decentralizovanom principu, jer se radi o jednoj organizacionoj celini — finansijski i proizvodno povezanoj — dejstvom akcijskog i finansijskog kapitala, sa čitavim nizom manjih i većih kompanija u

čijem sastavu su posebni specijalizovani pogoni, koji u određenoj. krupnoj integralnoj celini deluju sinhronizovano po liniji proizvodnje, razvoja, tehnologije, finansijski i komercijalno. Svaka veća integracija nije vezana samo za tržište SAD; već se interesi i direktna proizvodno-tehnološka i finansijska povezanost prošire na područje van SAD. Tako su sve velike kompanije direktno povezane i preko posebnih preduzeća — kompanija, koje se nalaze u njihovom sastavu, putem učešća, i tako ostvaruju svoje interese u Kanadi, Meksiku, Peru, Čileu, Brazilu, Ekvadoru, Paragvaju, zatim u Africi a i Evropi (Engleskoj, Zap. Nemačkoj, Francuskoj, Italiji, Španiji itd.).

Svaka matična kompanija, bez izuzetaka, kao krupna integrisana celina, pored direktnih članica — većih i manjih kompanija, koje među sobno čine jedinstvenu celinu u okviru velike kompanije, imaju u svom sastavu veći ili manji broj pomoćnih kompanija (afilijacija), koje se prostiru kako na područje SAD, tako i van nje. Na primer, kompanija »American Smelting and Refining Company« — New York,*) pored 7—8 osnovnih kompanija, koje su u sastavu ove velike integracije, deluje još i preko 30 preduzeća kao pomoćnih kompanija, koje često nemaju direktne veze sa proizvodnim programom osnovne kompanije, ali koje zasnivaju svoj razvoj i interese povezivanjem sa ovom kompanijom. Takav je slučaj i sa ostalim velikim proizvođačima odnosno kompanijama bakra u SAD. Zbog toga je njihov uticaj znatno širi i obuhvatniji od onog koji proističe po osnovu direktne vezanosti za preduzeća, pogone i kompanije koji su u direktnom sastavu matične kompanije.

Integrisana organizacija (matična kompanija), koja se sastoji od mnoštva autonomnih celina — vertikalno i horizontalno razgranatih, na raznim tačkama u SAD i van njih, ali koja ipak deluje po jasno utvrđenom i jedinstvenom programu, omogućuje znatno veći manevarski prostor za ostvarivanje programirane razvojne politike i znatno jači uticaj na tržište. U okviru ovakvih celina, na raznim tačkama Amerike, a zatim i ostalih kontinenata, nalaze se specijalizovana preduzeća i pogoni, koji predstavljaju samo jedan proizvodni detalj u krugu celine. Tako u sastavu krupnih kompanija ima krupnih često rudarskih kapaciteta, zatim metalurških pogona za ekstrakciju metala (pogona za livenje i pripremu primarnih i sekundarnih sirovina, specijalizovanih valjaonica, presaonica i

*) American Smelting and Refining Co N. Y., osnovana 1899. g. proizvodi značajne količine bakra, olova, cinka, antimona, arsena, bizmuta, kadmijuma, germanijuma, zlata, indijuma, platine, paladijuma, selena, srebra, telura, talijuma, legure i razne proizvode od raznovrsnih metala.

izvlačionica, fabrika kablova itd.). Prerađivački kapaciteti bakra su takođe specijalizovani, pa je stoga redak slučaj da se jedna fabrika odlikuje širokim proizvodnim programom, jer kod takve proizvodnje specijalizacija ne dolazi do izražaja, a ekonomske i tehnološke prednosti se umanjuju.

Na primer, matična kompanija »Anaconda« (The Anaconda Co.), koja je osnovana 1895. godine i koja danas raspolaže osnivačkim kapitalom od oko 1,1 milijardu dolara, u svom sastavu ima centralne pogone matične kompanije i još 5 velikih kompanija, koja, svaka za sebe, predstavlja visok stepen koncentracije proizvodnje, sa velikim brojem posebnih preduzeća (afilijacija) i pogona. Tih pet velikih kompanija u sastavu matične »Anaconde« su:

— Anaconda American Brass Company — sa posebnim afilijacijama i pogonima za preradu bakra u Konektikatu, Bufalu, Njujorku, Detroitu, Mičigenu, Viskonsinu, Los Anđelosu, Kaliforniji, Torontu;

— Anaconda Wire and Cable Co. — sa posebnim preduzećima i pogonima za proizvodnju raznih tipova kablova i žice u Indijani, Montani, Misuri, Njujorku, Mičigenu, Kaliforniji, Illinoisu, Karolini, Đordžiji;

— International Smelting and Refining Co. — sa velikim rudarsko-metalurškim pogonima za proizvodnju raznih kategorija bakra (kapaciteta od oko 220.000 t bakra godišnje), olova i preradu bakarnih otpadaka u Nju Džersiju i Utahu;

— Anaconda Aluminium Co. — kapaciteta od oko 175.000 tona proizvodnje i prerađe aluminijuma (sirovi aluminijum i valjanje, presovanje i izvlačenje) u Montani, Nju Džersiju, Indijani;

— Chile Copper Co. — kompanija za eksploataciju bakra iz čileanskih rudnika. Vadi se oko 300.000 t bakra godišnje. Bakar se delimično rafiniše u Čileu, delimično u SAD.

Pored toga, u sastavu matične »Anaconde« nalazi se nekoliko posebnih preduzeća i pogona, direktno vezanih za matičnu kompaniju, za eksploataciju rude i proizvodnju bakra, olova i cinka i pratećih metala u Montani, Nevadi i Novom Meksiku. Tako se u centralnim pogonima matične »Anaconde« proizvodi godišnje oko 150.000 t elektrolitnog bakra, oko 130.000 tona cinka visoke čistoće, a zatim vrlo značajne količine: olova, bizmuta, kadmijuma, zlata, kon-

centrata molibdena, paladijuma i paladijum spužve, selena, indijuma, srebra, telura, uranijum oksida i dr.

Na sličnom principu su zasnovane i ostale velike integracije u SAD (kao što su matične kompanije: »Kennecott Copper Corporation« New York*), »Phelps Dodge Corp.«**» American Smelting and Refining Co.« i druge.

Sve velike integracije u SAD objedinjuju u različitim proporcijama i kombinacijama rudarsku i metaluršku proizvodnju bakra, često uz kombinaciju sa proizvodnjom drugih metala (olovo, cink, aluminijum, zatim retki plemeniti metali). Na primer, »Anaconda« i »American Smelting and Refining Co.«, u svojim afilijacijama i pogonima, proizvode značajne količine bizmuta, kadmijuma, zlata, platine, paladijuma, srebra, molibdena, germanijuma, indijuma, uranijuma, telura i drugih metala. U sastavu ovih integracija (Anaconda, Kennecott, Phelps, Dodge i drugi) objedinjena je prerada bakra (valjanje, presovanje, izvlačenje, proizvodnja žice i kablova), sa čitavim pogonima za proizvodnju raznih tipova legura na bazi primarnog bakra i otpadaka, s tim što se u manjoj meri obavlja i prerada drugih metala (olova, cinka, aluminijuma, nikla, srebra i drugih). »Phelps Dodge«, na primer, ima čitavu mrežu prerađivačkih pogona, u prvom redu bakra i njegovih legura, u SAD i drugim zemljama.

Proces koncentracije i integracije u industriji bakra u SAD, u prošlosti, bio je potpomagan opštim razvojem privredne aktivnosti, novim pronalascima u oblasti primene bakra, koji su u SAD bili vrlo intenzivni, potencirani još razvojem konkurencije, na bazi čega je izrasla ekonomska snaga pojedinih kompanija, koje su na taj način zauzimale dominirajuću ulogu na tržištu. U ovom procesu ekonomski jače kompanije su primenjivale odgovarajuća ekonomska i vanekonomska sredstva za uspostavljanje svoje prevlasti — nemilosrdno i efikasno. Svaka od američkih kompanija prošla je kroz relativno dug razvojni put, pri čemu se odigravao proces stapanja sa drugim kompanijama i sprovala koncentracija proizvodnje i kapitala.

I pored visokog stepena koncentracije proizvodnje i finansijske moći u rukama velikih kompanija, koje igraju odlučujuću ulogu u SAD, a sem toga utiču i na međunarodnu industriju i tržište bakra, ipak postoji i priličan broj manjih preduzeća, koja svoju egzistenciju

*) »Kennecott Copper Corporation«, N. York, osnovana 1945. god. direktno objedinjuje i raspolaže najznačajnijim preduzećima i pogonima u Arizoni, Harliju, Utahu, Nevadi, Ohaju, Čileu, Vaterburu i dr. za eksploataciju, oplemenjivanje, topljenje i rafinisanje bakra, proizvodnju legura bakra i valjanje, presovanje i izvlačenje bakra i njegovih legura (kapaciteti godišnje: 650.000 t bistera i anoda, 385.000 t elektrolitnog bakra, 295.000 t plameno-rafinisanog bakra, 10.000 kg zlata, 100.000 kg srebra, 50.000 kg selena, 14.000 t molibdena, 8.000 t malibdenoksida, zatim cirkonijum i dr.). Direktno je povezana sa udruženim kompanijama i akcionarima iz Kanade, a svoju aktivnost ostvaruje preko

velikog broja pomoćnih kompanija i afilijacija u SAD, Kanadi (»Kensarite« i »Kensco« i dr.), Vel. Britaniji (»British Columbia Molybdenum«), Meksiku (»Minera Kenmax«), Australiji (»Ozark Lead Kennecott Explorations«) i dr. ***) »Phelps Dodge Corporation«, New York, objedinjuje veliki broj udruženih i pomoćnih preduzeća i kompanija u Kolumbiji, Salvadoru, Indiji, Meksiku, Filipinima, Portoriku, Venezueli, Engleskoj, SR Nemačkoj i dr. Najvažnija delatnost je eksploatacija bakra (proizvod u SAD godišnje oko 270.000 t bakra u Morencima, Ažovi, Daglasu) i prerađivanje bakra i njegovih legura, kao i priprema i prerada bakarnih otpadaka.

zasnivaju na visokom stepenu specijalizacije. Koncentracija i integracija su odigrale pozitivnu ulogu na efikasnu podelu rada i specijalizaciju, jer u suprotnom opstanak malih preduzeća ne bi bio moguć.

Kanada

Po mnogim osnovnim karakteristikama i razvojnim pravcima industrija bakra u SAD izvršila je odgovarajući uticaj na ovu industriju u Kanadi. Industrija bakra u Kanadi takođe se odlikuje visokim stepenom koncentracije proizvodnje i integracije, s tim što ovdje nije mogao biti u velikoj meri proširen vertikalni vid integracije (na preradu bakra) zbog činjenice što se radi o daleko užem unutrašnjem tržištu. Jer je Kanada po broju stanovnika za oko 13 puta manja od SAD.

Obojena metalurgija Kanade zauzima jednu od vodećih pozicija u svetu, što samo po sebi stvara uslove za visok stepen koncentracije proizvodnje i integracije.*)

Dve najjače integrisane grupacije koje objedinjuju oko 80% rudarsko-metalurške proizvodnje bakra u Kanadi su »Noranda Mines Ltd« — Toronto i »The International Nickel Company of Canada Ltd« — Ontario. Ova dva velika trusta objedinjuju ne samo najveći deo proizvodnje bakra, već skoro svu proizvodnju nikla (oko 200.000 t nikla godišnje), zatim veliki deo proizvodnje olova i cinka, a posebno retkih i plemenitih metala. Pored toga, u pomoćnim kompanijama koje su u sastavu »Norande« obavlja se veliki deo prerade bakra u obliku valjanih i vučenih proizvoda, kablova i provodnika. Obe kompanije (»Noranda« i »International Nickel«) u velikoj meri prevazilaze nacionalne granice i vrše uticaj i plasman sredstava u druge zemlje (primer: kompanija »Chile Canadian Mines« i »Empresa Minera de El Sentrion« pripadaju grupi »Noranda«). Industrija bakra Kanade povezana je u velikoj meri sa ovom industrijom u SAD (primer: »The Anaconda Company Canada Ltd« je sastavni deo »Anaconda American Brass Co« i posle grupe »Noranda« ima najveće učešće u proizvodnji polufabrikata na bazi bakra u Kanadi).

*) Po rudničkoj proizvodnji cinka (oko 950.000 t godišnje) Kanada zauzima prvo mesto u svetu, po proizvodnji aluminijuma (blizu 850.000 t) Kanada je treća u svetu tj. posle SAD i SSSR, po rudničkoj proizvodnji bakra (oko 400.000 t) ona je peta, posle SAD, SSSR, Čilea i Zambije, a po rudničkoj proizvodnji olova četvrta u svetu tj. posle Australije, SSSR i SAD. Po proizvodnji nikla, kao i retkih plemenitih metala, Kanada se nalazi u samom vrhu najvećih svetskih proizvođača (po proizvodnji nikla zauzima prvo mesto u svetu i sa oko 250.000 t rudničke proizvodnje nikla predstavlja preko 50% ukupne svetske proizvodnje ovog metala). Cifre u pogledu proizvodnje obojenih metala u Kanadi utoliko su impozantnije ukoliko se zna, da ova zemlja ima oko 13 puta manji broj stanovnika u odnosu na SAD, a oko 17 puta manji broj u odnosu na broj stanovnika u SSSR.

Karakteristično je, kao što je već rečeno i u prethodnim izlaganjima, da je u velikoj meri proizvodnja i prerada bakra u SAD i Kanadi putem integracije povezana sa proizvodnjom i preradom drugih obojenih metala. Kanadski trust za nikel pored nikla (preko 200.000 t) direktno objedinjuje preko 200.000 tona proizvodnje bakra, zatim velike količine platine, paladijuma, radijuma, rutila, iridijuma, zlata, srebra, kobalta i drugih metala. U sastavu kanadske grupacije »Noranda Mines«, pored ostalih, nalazi se i kompanija »Canadian Electrolytic Zinc«, koja objedinjuje proizvodnju od oko 150.000 t cinka godišnje. Slično je i sa kanadskom kompanijom »The Canada Metal Co« koja proizvodi razne bakarne, cinkove i olovne legure, a pripada matičnoj kompaniji »National Lead Co« — New York.

Kanadska industrija bakra i ostalih obojenih metala, preko veoma razvijenih integrisanih grupacija, povezanih sa međunarodnim kapitalom, a na osnovu izrazitih sopstvenih potencijala, ispoljava tendencije daljeg ubrzanog razvoja

Integracija u Zapadnoj Evropi

Vertikalni oblik integracije između ekstraktivne i prerađivačke industrije bakra u Evropi znatno je manje zastupljen u poređenju sa ovom industrijom u SAD. Evropa je veoma rano iscrpila mineralne izvore (rudne rezerve) za dobijanje bakra, pa ovaj oblik integracije na evropskom kontinentu nije imao dovoljno uslova za razvoj. Otvaranje rudnika bakra u drugim zemljama zahtevalo je značajna finansijska sredstva, pa su se na ovo odlučivale one zemlje koje su u tom momentu bile najdalje otišle u sopstvenom razvoju industrije bakra, te su najbolje shvatile dalju perspektivu razvoja ove industrije (Engleska i Belgija). Međutim, u ovom pogledu ove zemlje nisu mogle obezbediti potpunu autonomiju, već je engleski kapital u afričkim rudnicima bakra delimično participirao sa američkim.

Evropske zemlje se više odlikuju po horizontalnim oblicima integracije tj. po međusobnoj povezanosti fabrika i pogona koji se bave preradom bakra. Katkad je vertikalna povezanost sprovedena sa velikim potrošačima polufabrikata na bazi bakra. Veoma je čest slučaj, da je prerada bakra integrisana sa preradom drugih metala, najčešće sa preradom aluminijuma.

Najveći stepen integracije u industriji bakra na evropskom kontinentu sproveden je u Engleskoj. Jedan od najvećih pojedinačnih proizvođača bakra u svetu »Roan Selection Trust Limited« (RST) nalazi se pretežno u rukama engleskog, a jednim delom i američkog kapitala. Zajednička prava u proizvodnji i profitu ovog trusta (RST) ostvaruju se preko zajedni-

ke finansijske grupe »Zambian Anglo-American Ltd.«*) Ovaj trust preko nekoliko rudnika i to pionira u Zambiji ostvaruje godišnju proizvodnju od oko 300.000 t bakra (6% od ukupne svetske proizvodnje).**) Pored toga, ova finansijska grupa raspolaže sa još nekoliko pogona za eksploataciju bakra u Zambiji i Rodeziji.

Dve najkrupnije kompanije iz oblasti prerađivačke industrije bakra su »British Insulated Callender's Cables Ltd« i »Association Electrical Industries Ltd«.

Prva kompanija ima veoma razgranatu mrežu pogona za proizvodnju polufabrikata na bazi bakra, a delimično i na bazi aluminijuma. Zatim, u direktnom sastavu ove kompanije nalazi se više fabrika za proizvodnju raznih vrsta i tipova kablova u Engleskoj i van nje (u Africi, Indiji, Novom Zelandu, Pakistanu, Portugaliji i Venecueli). U sastavu ovog giganta prerađivačke industrije bakra nalazi se veoma značajna kompanija (»British Copper Refiners Ltd«), koja proizvodi godišnje preko 100.000 dugih tona raznih valjaničkih formata iz visokoprovodljivog i fosforom dezoksidsisanog bakra i bakarnih legura. Pored toga, »British Insulated Callender's Cables« u svojoj organizaciji ima više udruženih kompanija (afilijacija) u Engleskoj, kao i drugim zemljama (u Africi — dve, u Australiji — pet, Kanadi — jednu, Maleziji i Italiji — po jednu).

»Associated Electrical Industries Ltd« raspolaže sa nekoliko centralnih fabrika za valjanje, presovanje i izvlačenje bakarne žice i proizvodnju raznih vrsta kablova u Engleskoj. S druge strane, preko velikog broja afilijacije (preko 20 pomoćnih i pridruženih preduzeća), ova kompanija ostvaruje visok stepen koncentracije proizvodnje i uticaja na tržište. Pored ostalih, afilijacije ove kompanije nalaze se u Australiji, Kanadi, Indiji, Novom Zelandu, Pakistanu, Irskoj, Francuskoj i Africi.

Belgija

Ovo je druga evropska zemlja (pored Engleske), koja sprovodi kontrolu nad eksploatacijom bakra van Evrope (u Kongu), koja ima veoma razvijenu metalurgiju za dobijanje i prerađivanje bakra, zasnovanu gotovo isključivo na uvoznim sirovinama, koje pretežno priliču po osnovu plasmana belgijskog kapitala.

*) Od pre nekoliko nedelja vlada Zambije vodi pregovore sa kompanijama »RST« i »Anglo American Ltd«, o ustupanju vladi Zambije 51% učešća u industriji bakra. Među je ovo veoma značajan događaj, obimljanje pregovora na »-« bazi u slični neće bitno promeniti položaje odnose, niti bitno uticati na smanjenje uticaja anglo-američkog.

***) Prema podacima: Roan Selection Trust Ltd — Annual Report 1966. g. kompanija »RST« je u 1966. g. ostvarila profit uključiv i takse od 71,4 mil. dolara, a isplaćena dividende akcionarima iznosile su 21,5 mil. dolara.

Belgijska kompanija »Union Miniere de Haute Katanga« (UMHK)*) predstavlja jednu od najpoznatijih svetskih kompanija za proizvodnju bakra u Africi (Kongo). Ova kompanija pripada matičnoj kompaniji »Societe General des Minerais«, s tim što je sa »Union Miniere« udružena takođe veoma poznata kompanija »Tanganyika Concessions Ltd. Metallurgie Hoboken«. UMHK, takođe, objedinjuje 8 pridruženih preduzeća koje se bave proizvodnjom energije, uglja i drugih sirovina, kao i istraživanjem mineralnih sirovina i finansiranjem određenih delatnosti ove integracije. UMHK u više svojih pogona proizvodi blizu 300.000 t bakra, oko 8.000 t kobalta, cink koncentrata blizu 150.000 t, germanijuma oko 9.000 kg, a zatim značajne količine kadmijuma, srebra, zlata i radijuma. »Hoboken« u svojim pogonima i afilijaciji »Sa Fanstels«, raspolaže značajnim kapacitetima za proizvodnju elektrolitnog bakra, germanijuma, olova, zlata, srebra, kalaja, uranijuma, a zatim antimona, bizmuta, kobalta, kolumbijuma, paladijuma, platine, selena, silikata, tantala i ostalih retkih i plemenitih metala.

Belgija raspolaže značajnim kapacitetima za prerađivanje bakra koji, sem sporazuma o dugoročnim isporukama sirovina, nisu u velikoj meri integrirani sa proizvođačima bakra. Međutim, horizontalna integracija među prerađivačkim preduzećima je razvijena.

Najpoznatija prerađivačka preduzeća (po skraćenom nazivu) su: »Cuivre et Zinc«, »Lamitref«, »VTR«, »Cables Electriques«, »De Rosse« i »Laminolre de Hale«, koja proizvode raznovrsni asortiman valjanih i vučenih proizvoda od bakra i njegovih legura i kablova. Jedno od njih (»Cables Electriques«) pripada matičnoj kompaniji »Kabelwerk Phenania GmbH«, Aachen (SR Nemačka).

Francuska

Nema nikakvih sopstvenih sirovina za proizvodnju bakra, pa je prerađivačka industrija bakra u celini zavisna od uvoza. Francuski prerađivači sprovode centralizovano snabdevanje bakrom preko svoje zajedničke organizacije GIRM — (»Groupement d'Importation et de Reparation des Metaux«), na principu udruženja, jer snabdevanje obavlja preko svojih punktova u inostranstvu, skladištenjem u zemlji, zaračunavajući samo efektivne troškove kupoprodaje i skladiaranja.

Najveći deo proizvodnje polufabrikata bakra koncentrisan je na nekoliko preduzeća, koja pored bakra često prerađuju i druge metale

*) Zadnjih godina »UMHK« je delimično nacionalizovana od strane vlade Konga, ali je uticaj Belgije još uvek značajan.

(aluminijum, olovo). Najznačajniji prerađivač bakra je firma »Trefimetaux«. Ova kompanija istovremeno predstavlja, među zemljama — članicama EEZ, najznačajnijeg prerađivača drugih metala prvenstveno aluminijuma i olova. Od pre nekoliko godina ova kompanija se integrisala sa kompanijom »Pechiney« — najvećim francuskim i zapadnoevropskim proizvođačem aluminijuma. »Trefimetaux« objedinjuje 5 prerađivačkih fabrika koje raspolažu pogonima lociranim na raznim tačkama Francuske (u Marseju, Dižonu, Šerlevilu, Remsu, Sen Denisu, Sent-Morisu, Havru i drugim centrima). Ova kompanija u svoju organizaciju uključuje više pridruženih preduzeća, raznih delatnosti, koja imaju interesa za saradnju i proizvode matične kompanije. Ova organizacija raspolaže svojim predstavničkim — prodajnim servisima u mnogim proizvođačko-potrošačkim centrima u nizu zemalja sveta.

Druga značajna kompanija je »Segedur — CIL Generale du Duralumin et du Cuivre«. Ova kompanija raspolaže prerađivačkim kapacitetima: za proizvode iz bakra i njegovih legura oko 100.000 t/god., za proizvode iz aluminijuma oko 70.000 t/god. Ova kompanija je zajednička afilijacija kompanija »Cie Generale et l'Electrometallurgie« i »Pechiney-a«, a u njenom sastavu se nalazi nekoliko pridruženih kompanija. Ova kompanija, pored proizvoda na bazi bakra i proizvoda iz aluminijuma, proizvodi još i magnezijum i titan. Prema tome, francuska prerađivačka industrija bakra u velikoj meri je oslobođena i integrisana sa moćnom evropskom grupacijom aluminijuma »Pechiney«. Među ostalim prerađivačima bakra najznačajniji su: »Cables de Lyon«, »Thomson-Houtson«, »Jeumont Schneider« i drugi. »Cables de Lyon« objedinjuje nekoliko pogona u Francuskoj (u Buržeu i Lionu), za proizvodnju bakarne žice i kablova kao i Al žicu. Naročito je specijalizovan za proizvodnju podmorskih kablova.

SR Nemačka

S jedne strane ima razvijenu integraciju po horizontalnoj liniji između prerađivačkih preduzeća bakra, ali i veliki broj malih preduzeća za preradu bakra i bakarnih otpadaka. SR Nemačka je poznata po razvijenoj prerađivačkoj industriji bakra. Godišnje proizvodi blizu 800.000 t polufabrikata na bazi bakra i njegovih legura, pa u tom pogledu zauzima zajedno sa Engleskom vodeće mesto u Z. Evropi.

Najveća koncentracija i integracija prerađivačke industrije bakra u SR Nemačkoj objedinjena je preko dva moćna koncerna: »Metallgesellschaft AG Frankfurt/Main« i »Gutehoffnungshütte«.

U sastavu »Metallgesellschaft-a« nalazi se veoma značajna kompanija za preradu bakra

»Vereinigte Deutsche Metallwerke AG« (skraćeno VDM). U sastavu VDM nalazi se velika rafinerija bakra »Norddeutsche Affinerie«, najpoznatija u Z. Evropi. Ova integracija istovremeno predstavlja jedini slučaj vertikalne integracije sa proizvođačem sirovina u industriji bakra u SR Nemačkoj, a on je gotovo jedini i u celoj Z. Evropi. U 1966. god. »Metallgesellschaft« i »Alusuisse« (moćni koncern aluminijuma iz Švajcarske) su uspostavili zajedničku koordinaciju interesa radi regulisanja ekonomske i razvojne ravnoteže svojih kompanija: »VDM« — »Singen-a« — »Rheinfelden-a«. VDM raspolaže preduzećima i pogonima za preradu bakra, njegovih klasičnih i specijalnih legura, kao i u manjem obimu za preradu aluminijuma u Frankfurtu, Altenu, Duisburgu, Manhajmu (Metallindustrie) u Vedhlu. Za ove fabrike uobičajeno je da se u poslovnoj praksi upotrebljavaju sledeći simboli: »F, A, D, K, M, N, W«. »Norddeutsche Affinerie«^{*)} koja je preko VDM član moćnog koncerna »Metallgesellschaft-a« i raspolaže značajnim pogonima za topljenje i rafinisanje bakra i olova, uređajima za dobijanje raznovrsnih legura bakra, kao i retkih i plemenitih metala.

U okviru drugog velikog koncerna »Gutehoffnungshütte« nalaze se istaknute organizacije za preradu bakra kao što su: »Hackethal Draht und Kabel Werke AG«, zatim »Osna-brücker Kupper und Drahtwerke« — (skraćeno OKD). »Hackethal Draht...« saraduje sa pridruženim kompanijama ovog koncerna, ima više pogona za proizvodnju žice i bakarnih kablova i provodnika, a od 1965. god. uvedena je i proizvodnja cevi na bazi bakra. »OKD« proizvodnju uskladuje sa više od 10 udruženih kompanija. U kompleksu pogona ove organizacije proizvode se prah, lokalni i telekomunikacioni kablovi od bakra, a izvesni tipovi i na bazi aluminijuma, čelična žica i čelični proizvodi. »OKD« raspolaže prodajnim servisima u mnogim centrima Evrope i drugim regionima. Uživa značajan ugled u Evropi među proizvođačima ove vrste i potrošačima. Značajan deo svoje proizvodnje izvodi i poseduje veoma racionalan proizvodni program.

U SR Nemačkoj, kao i Francuskoj i drugim evropskim zemljama, mnoge firme, čija je osnovna delatnost prerada bakra, bave se u mnogim slučajevima i preradom aluminijuma, a neke i preradom olova i cinka.

^{*)} Kapaciteti bakra i olova iznose oko: 200.000 t elektrolinog bakra, 30.000 t plameno-rafinisanog bakra, 34.000 t rafinisanog olova. Osim toga, »Norddeutsche Affinerie« raspolaže uređajima za dobijanje raznovrsnih legura bakra — klasičnih i specijalnih Al praha, nikla, bizmuta, zlata, srebra, platine, paladijuma, arsena, selena, telura, oksida bakra, kobalta, cinka; metalnih hlorida, sulfata i acetata i dr. Svi ovi produkti se praktično i proizvode u ovom preduzeću.

Među ostale značajne prerađivače bakra u SR Nemačkoj ubrajaju se: »Busch Jäger Dürener Metallwerke« (proizvodi valjane i vučene proizvode bakra i njegovih legura oko 2/3 proizvodnje, a oko 1/3 otpada na preradu Al i Al-legura); »Diehl Metal Works« — Nürnberg, osnovana 1903, sa njenom udruženom firmom »Sundwiger Messingwerk« (proizvodi raznovrsni asortiman valjanih i vučenih proizvoda bakra i njegovih legura oko 70.000 t godišnje); »Kredler's Metall und Drahtwerke GmbH« — Stuttgart (raspolaze kapacitetima za valjanje, presovanje i izvlačenje bakra i njegovih legura, a u manjoj meri i Al i njegovih legura) i drugi.

Svedska

Nalazi se u samom vrhu u svetu po stepenu razvijenosti proizvodnje i potrošnje polufabrikata na bazi bakra. Najveći deo proizvodnje bazira na uvoznim sirovinama, pošto iz sopstvenih primarnih sirovina proizvodi svega 15—17% bakra.

Svedska industrija bakra je u velikoj meri integrisana vertikalno (najčešće sa velikim potrošačima polufabrikata) i horizontalno.

Najznačajnija rudarsko-metalurška kompanija je »Boliden Aktiebolag« (Boliden AB), sa kojom je integrisana norveška kompanija »Det Norske Zinkkompani« i koja raspolaže afilijacijom »AB Förende Superfosfatfabriker«. »Boliden« raspolaže značajnim kapacitetima za proizvodnju bakra pretežno na bazi uvoznih sirovina (naročito otpadaka), zatim olova, srebra, piritnog koncentrata i raznih hemijskih proizvoda.

U oblasti prerađivačke industrije bakra najistaknutije mesto zauzima »Ab Swenska Metallwerken«. Ova kompanija direktno integriše pet fabrika u raznim mestima Svedske, koje obavljaju pripremu i livenje sirovina, proizvodnju polufabrikata, inženjering i unapređenje, sklapanje i montažu. Sem toga, za ovu kompaniju je vezano oko 10 posebnih fabrika (afilijacija) koje se bave proizvodnjom i preradom polufabrikata bakra, aluminijuma i drugih metala. »Swenska Metallwerken« je istovremeno (preko svojih decentralizovanih fabrika i pogona) jedini švedski proizvođač i prerađivač aluminijuma. U 1965. godini polovina vrednosti prodaje ove kompanije (oko 200 mil. \$) poticala je od aluminijuma i njegove prerade. Ova kompanija ima svoje istraživačke i razvojne centre koji se naročito bave pitanjima ekonomičnije primene bakra i proširenja oblasti njegove namene u klasičnim i novim sektorima, pa su zadnjih godina u tom pogledu naročito postignuti dobri rezultati za oblast građevinarstva. Iako se primena bakarnih polufabrikata u najvećoj meri prepliće i supstituiše polufabrikatima aluminijuma i plastikom, »Swenska Metallwerken«

preko svojih pogona i fabrika, integriše kako preradu bakra, tako i preradu aluminijuma, kao i proizvodnju polufinalnih i finalnih proizvoda dobijenih presovanjem plastičnih materijala. Proizvodnja produkata na bazi bakra, aluminijuma i plastike, u okviru jedinstvene organizacije, na najbolji način može dati realan odgovor pri međusobnom upoređenju ekonomske opravdanosti upotrebe jednog na račun drugog materijala. Ova kompanija ostvaruje visok stepen vertikalne povezanosti sa velikim specijalizovanim potrošačima proizvoda na bazi bakra, među kojima se naročito ističe veliki proizvođač teške električne opreme — kompanija »ASEA«.

Grupa »ASEA« kao najistaknutiji finalni potrošač bakra, preko teške električne opreme, pored saradnje i kooperacije sa kompanijom »Swenska Metallwerken«, ima u svom sastavu značajnog prerađivača bakra »AB Electrokoppar« i neke druge prerađivačke organizacije. Jedan drugi veliki potrošač bakra — kompanija za telekomunikacije »LM Ericsson« u Štokholmu, integrisan je sa poznatim prerađivačem bakra »Sieverts Kabelverk Aktiebolag«.

Svedska, zajedno sa Švajcarskom, predstavlja najveći domet u Z. Evropi u pogledu specijalizacije, finalnih oblika prerade, racionalizacije i potrošnje bakra. Zajedno sa SAD, one imaju najveću potrošnju polufabrikata bakra i njegovih legura po stanovniku.

Italija

Iako ne raspolaže gotovo nikakvim sopstvenim izvorima sirovina (sem otpadaka na bazi bakra)*), italijanska prerađivačka industrija bakra u odnosu na ostale evropske zemlje ima najvišu stopu porasta proizvodnje (u periodu 1951—1957. god. ova stopa je iznosila 11%, u 1957—1961. — 9%, 1963—1965. god. zbog recesije potrošnja stagnira, a od 1965. god. stopa porasta bakarnih polufabrikata prelazi 7%).

Prerađivačka industrija bakra u Italiji je međusobno u velikoj meri integrisana, a sem toga ona pokazuje tendenciju ekspanzije i izgradnje kapaciteta i u drugim zemljama, kao i povezivanja kroz integraciju sa ovom industrijom u drugim zemljama. Značajni prerađivač bakra — kompanija »A. Tonolli« iz Milana ima svoje tri afilijacije (dve u Kanadi, jednu u Brazilu). Drugi istaknuti prerađivač bakra, sa veoma raznovrsnim proizvodnim programom (»DELTA«, Societa Metallurgica Ligure), poslu-

* Otpaci bakra i njegovih legura za sve razvijene zemlje predstavljaju veoma značajnu bazu za prerađivačku industriju bakra. U svetu, od ukupne potrošnje bakra, prosečno preko 40% obavlja se kroz potrošnju otpadaka. Zbog toga se sekundarne sirovine bakra (otpaci), popularno nazivaju »rudnikom bakra iznad zemlje«, koji se stalno puni i prazni.

je u sastavu poznate potrošačke firme »Finmeccanica« iz Rima. Jedan poznati italijanski prerađivač bakra »TLM« (Traffilerie e Laminatoi di Metalli — Milan), sa svoje tri pridružne kompanije, takođe iz Milana, u sastavu je poznate francuske kompanije za preradu bakra — kompanije »Trefimetaux«, koja je takođe integrisana sa poznatom grupom »Pechiney«.

Italijanska prerađivačka industrija bakra pokazuje veoma dobre rezultate u uvođenju novih tehnoloških procesa (postupak emajlirane bakarne žice, postupak »Pedone« za bakarne limove i dr.). Kvalitet i prilagodljivost bakarne emajlirane žice doprineo je da italijanska industrija aparata za domaćinstva (frižideri, mašine za pranje, usisivači i sl.), stekne izvesne prednosti i postane drugi proizvođač u svetu (posle SAD). I u nekim drugim oblastima primena bakra postiže vanredne rezultate (primena u zanatstvu, predmeti za dekoraciju, umetnički kovci i sl.).

Ostale evropske zemlje

Među ostalim evropskim zemljama, zbog izvesnih posebnih karakteristika, treba istaći:

Švajcarsku, čija se industrija za preradu bakra odlikuje visokim stepenom specijalizacije (primer preduzeća »Swiss Metalworks Selve Co«), horizontalne integracije i povezanosti sa preradom aluminijuma. Švajcarska industrija za preradu bakra u velikoj meri saraduje, međusobno se dopunjuje i integriše, naročito preko velikog concerna »Aluswiss«, sa industrijom aluminijuma. Tako je, na primer, značajna kompanija za preradu bakra — »Sa des Cableries et Trefferies de Cossonay« iz Lozane, sa svojom afilijacijom »Metallwerke AG Fornach/SO« u još 5—6 manjih preduzeća, jedna od osam udruženih kompanija sa »Aluswiss-om«.*)

Španiju, koja raspolaze sa oko 20.000 t rudničke proizvodnje bakra, a godišnje proizvodi oko 65.000 t rafinisanog bakra. Industrija za proizvodnju i preradu bakra u Španiji je pretežno pod uticajem i dominacijom inostranog kapitala. Tako je najveći proizvođač polufabrikata (»Sad Espanola de Construcciones Electro-Mecanicas« iz Madrida), u stvari, afilijacija »Pirelli« (Italija) i »Trefimetaux« (Francuska), sa kapacitetima prerade od oko 70.000 t bakarnih i 15.000 t aluminijumskih polufabrikata.

*) Concern aluminijuma »Swiss Aluminium Ltd« (»Aluswiss«) raspolaze kapacitetima za proizvodnju aluminijuma od blizu 350.000 t i sa kapacitetima za proizvodnju Al i Al-legiranih polufabrikata od preko 220.000 t i aluminijumskih folija od oko 60.000 t. U svom sastavu ima 8 udruženih kompanija i veliki broj afilijacija (oko 35) u Švajcarskoj i ostalim evropskim i drugim zemljama. Ova trust po svojoj snazi, tržištu, obimu proizvodnje, tehnologiji, istraživanju, vlasnomu kapitalu ima u potpunosti međunarodni karakter i uživa vrlo visok ugled u svetu.

Jedan manji prerađivač bakra »General Cable Co« iz Barcelone), sa još jednim pomoćnim preduzećem, afilijacija je američke kompanije »General Cable Co« — New York. Isto tako, proizvođač žice i kablova raznih tipova (Productos Pirelli SA iz Barcelone) kapaciteta 35.000 t predstavlja afilijaciju kompanije »Ste — International Pirelli« (Bazel — Švajcarska).

Integracija u Japanu

Japanaska potrošnja i industrijska prerada bakra pokazuju visok trend ekspanzije. Zahva ljujući visokoj stopi porasta celokupne privredne aktivnosti, japanska proizvodnja i potrošnja žice i ostalih polufabrikata na bazi bakra, uspeła je zadnjih godina da se uspešno na drugo mesto u svetu (posle SAD), te da u ovom pogledu za veoma kratko vreme stigne i pretekne Vel. Britaniju.

Izrazita ekspanzija razvoja proizvodnje i potrošnje polufabrikata na bazi bakra utoliko je interesantnija, s obzirom da Japan nema povoljnu situaciju u sirovinskim izvorima za proizvodnju bakra, kojima se u velikoj meri zadržava iz uvoza, pod relativno nepovoljnim uslovima, a sem toga, i deo bakra koji se dobija iz sopstvene rude, uslovljava visoke proizvodne troškove. Naime, gruba statistička situacija japanske industrije bakra je:

— Japan raspolaze sopstvenom rudarskom proizvodnjom bakra od oko 120.000 metr. tona godišnje,

— ostali deo potreba u bakru pokriva se uvozom i to: uvozi se oko 700.000 t koncentrata radi dobijanja odgovarajuće količine bakra. Na osnovu sopstvene rude i uvoznih koncentrata dobija se godišnje oko 370.000 t topioničkog bakra, koji je predmet rafinacije u japanskim rafinerijama. Pored toga, Japan uvozi bakrenac (matte) u količinama od oko 30.000 t, koji je predmet dalje prerade u japanskim topionicama i rafinerijama, kao i oko 130.000 t sirovog, i naročito, raznih oblika rafinisanog bakra i to pretežno iz Zambije i SAD,

— japanska industrija troši godišnje oko 510.000 metr. tona primarnog bakra i značajne količine otpadaka na bazi bakra (200—250.000 t/god.),

— proizvodnja bakarnih polufabrikata iznosi približno nešto preko 700.000 t sa tendencijom da 1968/69. godine dostigne, a možda i prevaziđe nivo od 800.000 t/godišnje,

— japanska industrija prerade bakra nije u dovoljnoj meri konkurentna na svetskom tržištu, pa je izvoz bakarnih polufabrikata relativno nizak i ne prelazi 5% proizvodnje,

— s obzirom na visoka tehnološka dostignuća u finalnoj industriji (elektroindustrija, mašinogradnja, brodogradnja i druge grane), kao i na izvanrednu disciplinu rada i relativno ni-

sko učešće troškova rada u ceni, japanska finalna industrija je sposobna da nadoknadi relativno više troškove u ceni sirovina i da stekne izvesne prednosti u ceni finalne proizvodnje, te da se na svetskom tržištu pojavljuje sa ovim proizvodima i bude konkurentna, ispoljavajući karakteristike ekspanzije u odnosu na ostale svetske proizvođače.

Prerađivačka industrija bakra u Japanu, u pogledu strukture i stepena integracije, nosi izvesna specifična obeležja. S jedne strane, ona se odlikuje značajnom koncentracijom proizvodnje, a uporedo s tim, ona je i veoma rascepkana, sa velikim brojem malih preduzeća i usitnjenom proizvodnjom. U japanskoj prerađivačkoj industriji bakra ispoljavaju se elementi međusobne izrazite konkurencije, koja naročito dolazi do izraza u onim godinama, kada se na tržištu pojavljuju znaci usporene privredne aktivnosti, kakav je slučaj bio 1965/66. godine.

Prema mišljenju japanskog udruženja proizvođača legura, u koje je učlanjeno 111 proizvođača, japanska industrija raspolaze sa oko 160 valjaonica i presaonica bakra. Od ovog broja samo šest kompanija zapošljava više od 500 radnika, a ove kompanije drže oko jednu trećinu ukupne japanske proizvodnje valjanog bakra, legura i legiranih proizvoda. Isto tako, prema podacima japanskog udruženja proizvođača električne žice i kablova, u Japanu ima 380 preduzeća koja proizvode električnu žicu i kablove. Najveći deo proizvodnje elektrožice i kablova otpada, takođe, na šest velikih integriranih kompanija, na koje dolazi 60% ukupne japanske proizvodnje bakarne žice, 90% ukupne proizvodnje kablova, gotovo 70% proizvodnje gole bakarne žice i oko 40% proizvodnje izolovane

bakarne žice. Vodeće japanske valjaonice bakra integrisane su sa proizvođačima žice i kablova. Tako na primer, dve vodeće kompanije žice i kablova »Furkawa Electric Co« i »Sumitomo Industries« imaju u svom sastavu i nekoliko najvećih proizvođača valjanih i vučenih proizvoda na bazi bakra. Većina prerađivača bakra u svojim pogonima bave se pored prerađivanja bakra još i prerađivanjem aluminijuma, bilo da se radi o proizvodnji ostalih polufabrikata, bilo o žici i kablovima.

Sve velike kompanije, koje se bave prerađivanjem bakra u Japanu, organizovane su na taj način što je sprovedena horizontalna i vertikalna integracija. Horizontalna integracija deluje preko priličnog broja afilijacija matične kompanije. Vertikalna integracija u prvom redu je sprovedena preko centralnih pogona matične kompanije, koji se međusobno vertikalno tehnološki povezuju i dopunjuju. Pored toga, veliki proizvođači polufabrikata i kablova su vertikalno povezani sa velikim potrošačima njihovih proizvoda na taj način, što je matična kompanija obično udružena sa velikim potrošačkim kompanijama. Tako su, na primer, sa matičnom kompanijom »Sumitomo Electric Industries« udružene kao veliki potrošači još i kompanije: »International Telephone and Telegraph« u USA; Sumitomo Metal Industries; Sumitomo Chemical Co; Nippon Electric Co, i druge, tj potrošačke kompanije iz oblasti telegrafa i telefona, metalne, hemijske i elektroindustrije. Isto tako u sastavu ove integracije nalazi se i posebna finansijska organizacija (Sumitomo Bank), koja finansira poslove među integrisanim preduzećima, kao i poslove kupoprodaje ovog koncerna sa ostalim svetom.

Literatura

1. Metallstatistik, 1958—1967. Metallgesellschaft A. G., 54, Jahrgang 1968.
2. World Metal Statistics, 1967.
3. Copper, a Metal Bulletin Special Jusue May 1965, London.
4. Cuivre — Laition Alliages, mesečni bilteni za 1967. i 1968. g.
5. Metal Bulletin Handbook, 1968. London.
6. »Copper and Brass« — posebna publikacija Metal and Mineral Markets, 24. oktobra 1965. god.
7. The Associations. — »Copper and Brass«, oktobra 1966. god.
8. C. Corsetti: Razvoj i novosti u industriji bakra Italije. — »Metall« br. 11/1966.
9. Copper Supply and Consumption 1947—1966, Annual Data Report 1967. — Copper development Association inc. New York.
10. Uklapanje u međunarodnu podelu rada proizvoda na bazi bakra sa aspekta spoljno-trgovinskog i deviznog režima. — Institut za spoljnu trgovinu — Beograd, 1969.

*) Dipl. ekonom. Stevan Majdanac, rukovodilac ekonomsko-konjunkturne službe Udruženja proizvođača i prerađivača bakra Jugoslavije, Beograd.

Cene nekih primarnih proizvoda rudarstva

Dipl. ekonom. Milan Žilić

Prosečne cene uglja i koksa 1966—1968. g.

	\$/m. t						
	1966.	1967.	1968.	1	2	3	4
Kameni uglalj							
— Savezna Republika Nemačka							
koksni uglalj — 10 mm,							
opran	17	17	16				
gasno plam. kom. + 80 mm	18	18	17				
antracit, orah 80—85 mm	26	26	25				
— Francuska							
masni orah 50—80 mm	16	16	16				
plam. orah 20/30—15/35 mm	17	17	17				
sarski, masni	20	20	21				
antracit, orah, 30—50 mm							
— kućni	39	38	40				
— Belgija							
masni orah 30—50 mm,							
opran	18	17	17				
posni 30—50 mm, opran	29	27	27				
antracit, orah III, 18/30—							
—20/30 mm	39	36	36				
— Holandija							
koksni uglalj	16	16	16				
antracit, orah IV,							
10—16/18 mm	32	32	32				
— Italija							
gasno plam. poljski							
40—80 mm	22	22	22				
antracit, orah —							
nemač. 30—50 mm	43	43	43				
antracit, j. afrič.							
30—60 mm	36	36	36				
— Velika Britanija							
antracit, fini, opran,							
izvoz	12	11	11				
				— Švajcarska			
				antracit, rurski, uvoz,			
				30—50 mm	—	43	42
				— Švedska			
				Gor. Šlezija + 30 mm,			
				uvoz	17	17	18
				Gor. Šlezija 10—30 mm,			
				uvoz	16	16	16
				Gor. Šlezija, fini uglalj,			
				uvoz	11	11	11
				— Austrija			
				Gor. Šlezija, kocka	40	40	40
				— Španija			
				antracit	14	16	19
				— Maroko	36	37	37
				— SAD			
				ugalj domaće upotrebe	7	7	7
				bitum. grub dom.			
				sortiran	8	8	8
				industr. ostatak pri			
				prosejavanju	6	6	6
				metalurg. koksni, visok			
				volatil	7	7	7
				antracit, kesten	14	14	15
				antracit za sobne peći	14	14	15
				antracit, izvoz, cena,			
				fob	14	14	14
				— Kanada			
				amer. uvoz uglalj	28	29	30
				— Japan			
				fini »Kyushu«	13	13	13
				antracit, dom. cena	18	18	18
				koksni uglalj	17	17	17

	1	2	3	4
Mrki uglj				
— Sav. Republika Nemačka				
rajnski briket		11	11	10
— Francuska				
fino zrnast		17	17	18
— Italija				
nemački briket		23	23	23
— Švajcarska				
»Union«, uvoz. cena		24	25	26
— Austrija				
orah I		22	23	24
briket, rajnski		32	33	35
»Union«				
briket, sred. nem.		30	31	32
»Record«				
Koks				
— Sav. Republika Nemačka				
lomljiv, I/II				
90—40 mm		22	22	21
— Belgija				
livački		23	23	23
topionički		22	22	23
— Francuska				
topion., nemački		28	27	27
topion., sev. franc.				
90 mm		20	20	20
livački, franc.				
80 mm		23	24	24
— Holandija				
topionički, 60—80 mm		21	21	22
— Italija				
topionički 40—70 mm		32	32	32
livački		41	41	41
gasni 40—70 mm		33	29	29
— Švedska				
topionički, vestfalijski		29	27	26
livački, vestfalijski		36	35	35
— Švajcarska				
lomljiv, 40—60 mm,				
uvoz		29	29	29

	1966.	1967.	1968.
— Austrija			
koks običan	42	42	43
— Španija			
koks običan	17	17	18
— SAD			
konelsville, za peći	17	17	17

Napomena: Kod cena uglja treba uzeti u obzir razne vrste drž. intervencije

Cene nekih ruda crne i obojene metalurgije

	1966.	1967.	1968.
	\$/m. t Sb		
Ruda antimona			
— Velika Britanija			
sulfid 60% Sb	442	642	643
— SAD			
ruda 65% Sb	844	649	659
	\$/m. t		
Boksit			
— Francuska			
55% Al ₂ O ₃ , 5% SiO ₂	3,6	4,1	4,4
	\$/m. t		
Hromiti			
— Velika Britanija			
rodez. 48% Cr ₂ O ₃	37,9	37,9	nom.
— Turska			
izvozna cena	20,3	23,0	24,8
— SAD			
turski 48% Cr ₂ O ₃	31,9	31,9	32,4
	\$ po m.t Mn		
Rude mangana			
— Velika Britanija			
46—48 Mn, uvoz	68,4	64,0	64,0

	1966.	1967.	1968.
— SAD			
sa 46—50% Mn, uvoz	176,9	164,0	143,5
sa 35% Mn i preko iz			
Afrike \$/m. t	32,4	29,8	29,7

	\$/m. t Mo		
Ruda molibdena — koncentrat			
— SAD			
koncentrat 90—95% MoS ₂	3.417	3.571	3.571

Rude cinka			
— Velika Britanija			
sulfid, 52—55% Zn	42,3	45,9	45,7
— SAD			
Joplin, 60% Zn	90,5	86,0	82,7

	\$/m. t		
Rude gvožđa			
— Sav. Republika Nemačka			
uvoz iz Švedske	10,7	9,8	9,3
— Francuska			
32% Fe	3,3	2,9	2,8
52,5% Fe i 12% SiO ₂	9,2	8,7	8,7
— Velika Britanija			
uvoz raznog porekla	10,3	10,2	11,1
uvoz iz Švedske	10,9	10,4	10,6
— Švedska			
Kiruna D 60% Fe i 1,8% P	9,9	8,7	8,4
— SAD, Gornja Jezera			
51,5% Fe Bessemer	10,5	10,5	10,5
51,5% Fe ne Bessemer	10,4	10,4	10,4
51,5% Fe staro klasir.	10,8	10,8	10,8
51,5% Fe Taconiti	13,0	13,0	13,0
— SAD, N. York			
uvoz iz Švedske, min. 68% Fe	13,8	13,8	13,8
uvoz iz Brazil. kom. 68—69% Fe	10,2	10,0	9,2
— Venecuela			
Orinoco 58% Fe	7,7	7,7	7,7
— Japan			
58% Fe, Goa, uvoz	11,6	11,2	10,9
62% Fe, Texasada, uvoz	14,1	13,8	12,6

	1966.	1967.	1968.
--	-------	-------	-------

	\$/m. t		
Hematit — sirovo liveno gvožđe			
Sav. Republika Nemačka			
Vestfal. 2—2,5% Si, 0,08—0,12% P	60,8	59,4	55,5
— Francuska			
2,5—3% Si, 0,06% S, 0,08—0,12% P	68,2	67,6	65,0
— Belgija			
max 3% Si, 0,06—0,08% P	68,3	68,3	68,3
— Holandija			
0,06—0,08% P	69,6	70,2	70,8
— Italija			
domaći, 0,08—0,16% P	67,2	67,2	67,2
— Velika Britanija			
do 0,08% P	68,4	66,5	53,7

	\$/m. t		
Fosforasto — sirovo liveno gvožđe			
— Sav. Republika Nemačka			
Oberh., livarstvo III, 0,7—1% P	59,2	57,7	53,4
— Francuska			
livarstvo III, 2,5—3% Si, 1,4—2% P	57,1	57,1	55,5
— Belgija			
livarstvo III, 2,5—3% Si, 1,4—2% P	54,3	54,3	54,3
— Holandija			
livarstvo III, 1,4—1,6% P	60,6	61,1	61,7
— Italija			
livarstvo III, domaće	60,0	60,0	60,0
— Velika Britanija			
bogato fosforom, 0,75—1,2% P	63,9	62,7	51,4
fosforasto, 0,40—0,75% P	62,8	63,0	53,1
sirom. fosforom, 0,08—0,4% P	69,8	67,4	53,7
— Švedska			
koksn. kvalitet, 2,5—3% Si	54,1	47,9	47,9
— Švajcarska			
utovaren u vagon, Basel		52,5	52,6
— SAD			
topioničke pros. cene	61,8	61,7	61,7
do 1,5% Si, do 0,4% P	62,0	62,0	62,0
livarstvo II, 1,75—2,25% Si, 0,4—0,8% P	63,0	63,0	63,0

	1966.	1967.	1968.		1966.	1967.	1968.
— Kanada				— Velika Britanija			
livarstvo I, fco sklad.	59,2	59,2	59,2	stand. kval., 78% Mn,			
— Japan				0,5% C	139,7	141,2	121,0
livarstvo I, fco sklad.	73,6	73,6	73,6	— SAD			
Fero-mangan — visoke peći				stand. kval.,			
— Francuska				74—78% Mn	164,8	163,7	161,9
ugljenični, 76—80% Mn,							
0,2—0,3% P	147,6	147,8	147,8				

Komparativne prosečne mesečne cene nekih obojenih metala na Londonskoj berzi metala 1968. i 1969. god.

§ po m. t, a za Au i Ag § po kg

Meseci	el. bakar		olovo		cink		kalaj		zlat		srebro	
	1968.	1969.	1968.	1969.	1968.	1969.	1968.	1969.	1968.	1969.	1968.	1969.
Januar	1395	1250	219	254	263	269	3125	3228	1126	1360	67	64
Februar	1646	1271	228	258	260	267	3110	3245	1127	1370	64	59
Mart	1602	1268	234	261	258	271	3112	3243	1133	1368	72	59
April	1243	1378	235	268	258	273	3106	3304	1217	1392	72	58
Maj	1093	1373	237	278	260	279	3084	3356	1308	1397	80	57
Juni	1136	1421	238	285	262	281	3085	3379	1322	1332	80	53
Jul	1053	1461	247	344	265	318	3075	3473	1271	1342	76	52
Avgust	1058	1613	250	349	269	327	3063	3504	1259	1322	71	53
Septembar	1110	1591	251	336	263	333	3071	3503	1293	1314	72	58
Oktober	1078	1543	247	309	261	309	3111	3535	1261	1301	64	60
Novembar	1098	—	248	—	264	—	3320	—	1279	—	65	—
Decembar	1183	—	250	—	269	—	3258	—	1322	—	64	—
Prosek	1221	—	240	—	263	—	3126	—	1246	—	71	—

Ekstremi i proseci cena nekih obojenih metala na L. B. M. 1968. i 1969.

Proizvod i vrsta	1 9 6 8.			1 9 6 9. januar—oktobar		
	Najviša	Najniža	Prosek	Najviša	Najniža	Prosek
B a k a r						
Cash prodaje, el. vajerbar katode	1928	1021	1237	1667	1203	1554
Tromeseč. prodaje, el. vajer. katode	1783	1022	1221	1670	1199	1543
Setl. prodaje, el. vajerbar katode	1638	994	1167	1634	1428	1538
	1588	982	1157	1624	1190	1523
	1930	1022	1236	1668	1205	1555
	1786	1023	1222	1672	1200	1544
K a l a j						
Cash prodaje	3437	3043	3126	3666	3185	3535
Tromesečne prodaje	3376	3057	3236	3658	3302	3618
Setlem. prodaje	3439	3045	3227	3667	3286	3637
O l o v o						
Cash prodaje	257	215	240	324	250	294
Tromesečne prodaje	254	216	237	319	252	295
Setlem. prodaje	257	215	241	325	250	294
C i n k						
Cash prodaje	275	253	263	303	265	294
Tromesečne prodaje	271	256	262	306	269	295
Setlem. prodaje	276	254	263	306	265	294

Godišnji prosjeci cena nekih obojenih metala na Njujorškom tržištu

\$/m. t i živa \$/34,45 kg

Godina	Elek. bakar		Olovo		Cink	Kalaj	Živa	Antimon	Alumi- nijum
	Proizvod. cena	Berz. cena	N. York	St. Luis					
1955.	827	825	334	329	282	2.110	247	709	522
1960.	713	708	264	259	296	2.235	210	690	601
1961.	668	664	240	235	265	2.492	197	747	561
1962.	683	679	213	208	267	2.527	191	766	527
1963.	683	679	245	241	276	2.568	189	766	498
1964.	713	708	300	296	311	3.477	313	930	523
1965.	779	776	353	348	320	3.929	571	1.009	540
1966.	794	789	333	329	320	3.616	411	1.009	540
1967.	840	836	309	304	305	3.382	490	1.009	551
1968.	908	837	291	287	298	3.263	538	1.009	564

Ekstremi i prosjeci cena nekih obojenih metala na Njujorškom tržištu

Proizvod	\$/m. t					
	1939—1945.			1968.		
	Naj- viša	Naj- niža	Pro- sek	Naj- viša	Naj- niža	Pro- sek
Elektro- litni bakar	273	218	258	931	838	908
Olovo	140	101	129	304	271	287
Cink	182	99	163	298	298	298
Kalaj	1.653	1.104	1.134	3.704	3.114	3.283
Antimon	354	248	326	1.009	1.009	1.009
Alumi- nijum	441	331	363	584	573	564

Prosečne god. cene nekih važnijih proizvoda na pojed. tržištima 1966—1968.

	1966.	1967.	1968.

Mangan

	\$/ po m. t			
— Francuska elektrotermički 97% Mn		456	456	460
— Italija metalitički, 96—97% Mn		658	680	653
— Velika Britanija elektrotermički 99,9% Mn		476	486	545
— SAD elektrotermički 99,9% Mn		636	636	642

Molibden

— Velika Britanija prah, 99% Mo	11.574	11.574	9.920
---------------------------------	--------	--------	-------

1966. 1967. 1968.

— SAD

prah 99,5% Mo 7.385 8.069 8.134

Nikl

— Francuska

rafinirani, osnov. cena 1.813 2.025 2.202

— Italija

elektr. katode, 99,5% Ni 2.448 3.590 3.596

— Velika Britanija

stand. rafiniran stare anode, slob. tržište 1.796 2.033 2.132
1.990 3.281 3.025

— Švajcarska

promptne isporuke 2.029 2.280

— SAD

kanad. el. katode do 99% Ni 1.741 1.957 2.072

— SAD

odsečki žica 1.391 1.930 2.115

Kanada

el. katode 1.742 1.934 2.071

	1966.	1967.	1968.		1966.	1967.	1968.
Ziva	\$ m/t i \$/flaš od 34,5 kg						
— Francuska neočišćena \$/t	13.771	14.541	16.113	— Francuska oporezovano	43	53	74
— Italija \$/flaš 34,5 kg	491	553	576	— Italija osnovna cena	44	54	74
— Velika Britanija \$/flaš 34,5 kg	447	506	547	— Velika Britanija fino 999/1000, u žici	42	53	71
— Španija \$/flaš 34,5 kg	372	408	449	— Austrija nab. cena	40	50	66
— SAD unutraš. prodaja \$/34,5 kg	444	490	538	— SAD 999/1000 u žici	42	50	69
				— Indija 999/1000, Bombaj	47	52	74
				— Japan 999/1000, franco sklad.	45	55	77
Zlato	\$ /kg			Platina	\$ /kg		
— Savezna Republika Nemačka 999,9/1000	1.133	1.132	1.235	— Sav. Rep. Nemačka min. 99,8% Pt, u žici, tržišne cene	4.760	5.557	8.437
— Francuska fino zlato	1.131	1.132	1.268	— Velika Britanija čisto raf., kan. i juž. afr. ug. cene ostala porekla tržiš. cene	3.246	3.656	3.779
— Italija u žicama 1000/1000	1.126	1.124	1.244	— SAD	4.654	5.557	7.607
— Velika Britanija 1000/1000	1.170	1.163	1.311	— N. York, čisto raf., ug. cene	3.198	3.545	3.768
— Švajcarska	1.119	1.120	1.242				
Srebro	\$ /kg						
— Savezna Republika Nemačka fino srebro neleg. i leg.	42	52	71				

Cene nekih nemetala i metala u 1969. godini

Proizvodi	\$ /m.t		
	januar	avgust	oktobar
Azbest			
Kruding No 1	1.554	1.631	1.631
Kruding No 2	778	862	882
Grupa			
No 3, vlakno za pletenje	404—661	424—694	424—694
No 4, krupno vlakno	222—376	234—396	234—396
No 5, papir vlakno	159—185	167—198	167—198
No 6, ostaci i slično	115	121	121
No 7, rasuti ili kratki	50—96	55—101	55—101
Bariti			
Osnovne boje, bele i sortirano po bojama			
96—98% BaSO ₄ , 99% 350 meš	58—64	65—71	65—71
Mikroniziran, min 99%, fini	81	91	91
Neosnovnih boja, 80—88% BaSO ₄	26—35	26—35	26—35
Bušnjem sortirano	30—35	30—35	30—35

Proizvodi	januar	avgust	oktobar
Boksit (Al₂O₃)			
Kalcinirani, grubo sortirani min 86%	44	44	44
Bentoniti			
Kugle ilovače vazduš. osušen mleven vazd. flotiran	12—14 21—24	12—14 21—24	12—14 21—24
Bentonit, WYOMING, livački sortir. 85% kroz 200 meša	64—66	64—66	64—66
Klina ilovača, osnovna, sortirana	21—71	21—71	21—71
Flint ilovača, kalcinirana	37—46	37—46	37—46
Fulerova zemlja, prir., liv. sort.	35—38	35—38	35—38
Hromiti			
Transval, drobitv, hem. sort. preko 46%	23—26	23—26	23—26
Filipini, grubo sort. min 30%	34—37	34—37	34—37
Fesak, kval. za kalup, 98% kroz 30 meša	50—52	50—52	50—52
Feldspat			
Keramički, prah, 200 meša	22—28	33—40	33—40
Komadasti	18—24	18—24	18—24
Kriolit			
Prirodni, Grenland 88/98	236—291	236—291	236—291
Grafit			
Razni asortimani 50/55 — 97/99	59—180	59—180	59—180
Gips			
Kruding, ex rudnik	4—5	4—5	4—5
Fosfat			
Florida			
66—68 % TCP	8	8	8
70—72% TCP	9	9	9
72—73 % TCP	9,5	9,5	9,5
74—75 % TCP	10	10	10
76—77 % TCP	10	10	10
Maroko, 73% TCP	19—20	19—20	19—20
Alžir — Tunis 65—68% TCP	14—15	14—15	14—15
Naura 83% TCP	16—19	28—33	28—33
Kvarc			
Osnova silika, 99,5% + SiO ₂	15—20	15—20	15—20
Komad. kvarc	9—12	9—12	9—12
Volastonit			
Izvojni — uvozni kvalitet	87—99	87—99	87—99
Potaša			
Muriata potaša 60% K ₂ O	32—35	31—34	31—34
Magnezit			
Kruding komad.	14—21	14—21	14—21
Kaustik — kalc.	45—61	45—61	45—61
Dobro pečen, sortirani	47—64	47—64	47—64
Engleski, sir. magnez. kom.	52—57	52—57	52—57

Proizvodi	januar	avgust	oktobar
Mika			
Razni asortimani	54—137	54—137	54—137
Pirit			
Španski, baza 48% S	11,1	11,1	11,1
Španski, baza 49% S	11,3	11,3	11,3
Portugal, baza 48% S	10,9	10,9	10,9
Ostali (Kipar, Norv. i dr.)	10,2—13,2	10,2—13,2	9—13
Sumpor			
SAD, freš, sjajan (bistar)	40	40	40
Meksiko, freš, sjajan (bistar)	45	34—39	34—39
Kanadski	39—44	27—32	24—29
Francuski	nom.	nom.	nom.
Ostali	39—46	31—36	31—36
Nitrat	81	81	81
Talk			
Norveški, francuski i dr.	22—97	44—109	44—109

Izvori podataka:

Metal Statistics, 1969.

Preise Löhne Wirtschaftsrechnungen, 1968.

Metal Bulletin — Bilteni, 1968—1969.

Engineering and Mining Journal, 1968—1969.

Metals Week — Bilteni, 1968—1969.

Industrial Minerals — Bilteni, 1968—1969.

U. N. Quarterly Bulletin — Bilteni, 1968—1969.

World Mining — Bilteni, 1968—1969.

Rudarstvo antimona u Podrinju

(sa 4 slike)

Dr Vasilije Simić

Antimonit, glavna antimonova ruda, bio je zapažen na rudištima u Podrinju još u srednjem veku, ako ne i ranije, za vreme antičkog rudarskog rada.

Ovaj je mineral u srednjem veku morao biti poznat mnogobrojnim rudarima u Podrinju, koji su pronašli i otkopali svaki izdanak olovno-cinkovih, olovnih, bakarnih ili gvozdernih ruda. Kraj zajačkog rudnika srebroznog olova iz 15. veka, izbijali su na površinu izdanci antimonskih ruda i M. A t a n a c k o v i ć je 1888. godine ili još ranije, video u Zajači gomilu »naslagane čiste stare antimonske rude, koja je nađena pred potkopom, i već travom obrasla«. Kad je otvorio stari potkop pokazalo se, da antimonska ruda na ovome mestu nije uzgred vađena, uz olovno-srebrnu, već

je potkop zbog nje bio i postavljen. U nekom starom periodu rudarskog rada rudari su istraživali izdanak antimonske rude potkopom i povadili rudu. Ali kako je nisu mogli pretopiti ostavili su je da leži pred potkopom.

Antimonske rude morali su videti i prvi naši rudarski stručnjaci, šemnički pitomci, kada su posle završenih studija 1845. godine putovali po Podrinju. No kako su njihovi izveštaji pogubljeni, a nisu ništa štampali o tome, to će se i vreme prepoznavanja antimonskih ruda u Podrinju pomeriti čak do šezdesetih godina prošloga veka.

Prvi podatak o pojavi antimonskih ruda u Srbiji štampan je u »Protokolima« Narodne skupštine za 1867. godinu. Govoreći pred skupštinom o radu Ministarstva finansija za godinu 1865/6. ministar K o s t a C u k i ć je napome-

nuo, u referatu o rudarstvu, da su u Podrinju, pored olovnih, nađene rude cinka i antimona. Pretpostavljam da je na značaj antimoniskih ruda u Podrinju upozorio Ministarstvo finansija Jozef Sefel, upravnik istražnih rudarskih radova u Podrinju od 1862—1864. godine (ako ne i dalje). Najverovatnije je, da je Sefel prvi stručnjak, koji ih je zapazio na više mesta i o tome izvestio Rudarsko odeljenje u Beogradu.

Mineral antimonit iz Podrinja pomenuo je zatim 1867. godine J. Pančić u svome udžbeniku »Mineralogija i geologija«. Iste godine M. Marić u napisu »Naši rudnici« veli: »U jadranskoj oblasti ima ... rude antimona u Kostajniku na više mesta. Antimon je metal upola skuplji od olova, on se domeće olovu, pa se iz te smese liju štamparska slova«. Sledeće godine za antimon u Podrinju zna i F. Kanić (1868). Cim je jednom ušao u štampu, antimon će se kasnije pominjati u svima napisima, našim i stranim, kad je reč o rudarstvu Srbije. Evo i prvog novinskog dopisa o antimonu:

»Jedan od većih naših kapitalista uzeo je isključivo pravo na vađenje rude antimona u opštini Kostajničkoj okr. Podrinskog. Tu su dosta najbolji izgledi, da će se rudarska radnja, kod privatnih najpre stalno razviti, i mi mu to predužec iskreno čestitamo, a i nadamo se da će u tome da uspe, počem tim radom rukovodi naš poznati profesor velike škole g. M. Rašković, koji se energično zauzima za razvitak rudarstva i svojim stručnim znanjem ga svuda podpomaze. Po najnovijim izveštajima ruda je antimona tamo u steni tako zvanog porfir, i nalazi se u dosta znatnoj količini, tako, da će vred no biti da se i sama topionica na tome mestu podigne, koje će g. Rašković izvršiti.« »Jedinstvo«, 1871. br. 54.

Antimonske rude, kako reče M. Marić, bile su otkrivene u Kostajniku na više mesta. Jedno od prvih nalazišta bilo je pod Kikom, nedaleko od rudnika Stolice, prema Kostajniku. 4. juna 1870. god. obratili su se okružnom načelstvu u Loznici Živko Vasiljević, trgovac iz Zemuna i Živko Karabiberović, trgovac a kasnije i pred sednik Narodne skupštine iz Beograda. Oba su tražila pravo istraživanja antimonske rude u Kostajniku. Dva dana kasnije Vasiljević je zatražio i isključivo pravo. Kako okružno načelstvo nije bilo nadležno da odobrava isključiva prava, ono je njegovu molbu sprovelo u Beograd Rudarskom odeljenju. Na poleđini molbe J. Gudovića, ondašnjih načelnik Rudarskog odeljenja, napisao je da se Vasiljeviću ne može odobriti korišćenje rudarskih prava, jer je strani državljanin (čl. 5 rud. zakona).

Prema tome, prvi vlasnik antimoniskih terena u Srbiji odnosno u Podrinju je Živko Karabiberović, trgovac iz Beograda. O njegovom ra-

du na antimoniskim rudištima nema podataka. Iz Gudovićevoeg »Zapisnika« (pod br. 1) čitamo, da je 1872. godine bilo odobreno istraživanje antimoniskih ruda u Kostajniku. Do 1874. godine prosto pravo istraživanja u Kostajniku pružavano je dva puta. 2. Karabiberović ili neki njegov suvlasnik odnosno zastupnik počeo je odmah da otkopava i prodaje antimonisku rudu u inostranstvu. U računskoj godini 1871/72. izvezeno je iz Srbije 2687 kg antimonske rude u vrednosti 16.122 groša. Iste godine izvezena je i 2181 oka olovnih ruda, čija je vrednost iznosila svega 3272 groša. Ovde se u oba slučaja radilo svakako o koncentrovanim rudama. Antimonska je prodata pet puta skuplje od olovne. Godine 1873/4. opet je izvožena u inostranstvo antimonska ruda, ali je iskazana zajedno sa olovno-cinkovom iz Kučajne. Iz ovih oskudnih podataka vidi se samo toliko, da su vlasnici kostajničkih antimoniskih terena otvarali izdanke antimoniskih ruda, otkopali najbogatije delove ležišta i rudu prodavali u inostranstvu.

Godine 1876. antimonska ruda pominje se i u selu Brštici. To je već u blizini krupanjske topionice olova. Međutim, uprava podrinskih rudnika ne pokazuje nikakav interes za iskorišćavanje antimoniskih ruda, iako je mogla da ih dobro proda u inostranstvu i popuni bar delimično deficit u proizvodnji olova.

Obrazovanje središta za proizvodnju antimona u Krupnju

Krajem 1882. godine doneta je najzad odluka, da uprava podrinskih rudnika pristupi pronalaženju i istraživanju antimoniskih rudišta. U to vreme podrinske rudnike vodio je preduzimljiv i sposobni inženjer S. Mašin. U jednom izveštaju on se pravda pred ministarstvom što još prvih meseci 1883. godine nije počeo istraživati pojave antimoniskih ruda »zbog nagemilanosti poslova i nastalog, kišovitog vremena«. Iste godine on je otvorio neke rudne pojave i istraživanje »je dobre rezultate dalao«. Za 1884. godinu Mašin traži poseban kredit za istraživanje antimoniskih ruda u visini od 6000 dinara da bi se rudišta u dovoljnoj meri ispitala, topionički opiti izvršili i prodnja bilo rude bilo antimonijum kruduma, bilo antimoniskog metala izvela i osigurala«. Ali kako niko od srpskih rudara nema iskustva u preradi antimoniskih ruda, Mašin predlaže Rudarskom odeljenju da on, ili »svršavajući pitomac g. Milojković, pre no što se vrati, dve do tri antimonske topionice i rudnika na strani prošudira, kako bi nužnog iskustva za tačnu ocenu radnje pribavio«.

Koliko se dalje radilo na državnim antimonimski rudištima u Podrinju nema podataka sve do 1888. godine. Međutim, taj je rad morao biti uspješan, jer je uprava podrinskih rudnika otkrila i delom istražila znatan broj rudnih pojava. Blagodareći tome, mogao je V. Karić u svojoj »Srbiji« od 1887. godine da napiše, kako antimoniskih ruda u Podrinju ima od planine Boranje do Valjeva. »Rude ovih rudišta« nastavlja dalje Karić, »izbile su većinom na površinu i u velikim masama, stari ih nisu vadili, jer nisu znali upotrebu antimona«.

Godine 1888. bio je poznat najveći deo pojava antimoniskih ruda u Podrinju. Putujući po podrinskim terenima radi prikupljanja primeraka za parisku izložbu M. Atanacković je zabeležio sledeće pojave antimoniskih ruda u selima:



Sl. 1 — Krupanj sa topionicom (u donjem levom uglu) iz sedamdesetih godina prošlog veka po F. Kaniću

»Kostajniku: Stolica, Ivica, Jazišta, Kik, Goli Obrežak, Purkova Bašta, Cista, Njiva, Rovine, Stara Bašta Pere Mitrovića u Delu, Dedovača, Grabić, Jablanova Bara, Kod belege Lipe, Čalije, Dubrava, sniže Radičevića, Žižak, Vrela, Priboj, Jama, Kozja Stena.

Borini: Ravanica (kod Katića kuće), sporred kuće Rankove,

Lipenovići: Dobri Potok (kod crkve), Stojkovićiško Brdo, Dušim.

Zajači: niže Sarampova, Vasin Potok, pod Mamutovcem, pod Osojcem, niže Torina, Prlače (sniže Kičera), sniže Milinkove kuće, pod starim baštama, niže kuće Vasilija Mikića, više kuće Mije Pajsića u Rupnom Dolu.«

Ovako brojni nalazi antimoniskih ruda ukazivali su na to, da se ovdje radi o izrazitom antimoniskom rudnom rejonu, gde mora biti i značajnijih rudišta. Osim toga, u ovo vreme i cene antimona metala bile su visoke. Zbog toga je

Rudarsko odeljenje odlučilo, da u Krupnju, kod topionice olova, podigne malu, probnu topionicu antimona »u prvo vreme radi pokušaja, pa ako bi se postigli povoljni rezultati, i steklo dovoljno iskustva za ovu izradu, da se docnije pristupi podizanju naročite topionice na mestu, gde bi bilo najpovoljnijih uslova za to«.

Probna peć za topljenje antimoniskih ruda počela je da se gradi krajem 1889. godine, a završena je 4. januara 1890. Stajala je 552,6 dinara. U toku 1890. podignuta je i peć za rafinaciju antimona; za njenu izradu plaćeno je 522,5 dinara. Krajem 1890. godine na terenima uprave podrinskih rudnika bilo je izvađeno 218.915 kg antimoniskih ruda, čija je proizvodnja stajala 36.019 dinara. Celokupna količina rude bila je dobijena površinskim radom, sa rudnih izdanaka. U topionici je te godine prevezeno 64.802 kg rude, a istopljeno je 20.622,5 kg regulusa. Rad na proizvodnji antimona u toku 1890. godine prikazao nam je M. Atanacković reči-ma:

»Ovaj je rad kod uprave bio nov i nepoznat, i pošto je u prošlog godini zidanje furune otpočeto i 4. Januara dovršeno, pristupilo se odmah samome topljenju, čim je furuna osušena i za grejana bila.

Sa postignutim rezultatima Uprava ima razloga da bude zadovoljna. Proces topljenja podešen je i radnici — seljaci iz okoline topljenju obučeni; i na slučaj da prodaja antimoniske rude naiđe na teškoće, Upravi uvek ostaje da bira, da li će sa sirovinom najprostije vrste izlaziti na strane pijace ili će sama rudu topiti i kao metal prodavati.

Cista dobit ovog početničkog topljenja antimona od 20.000 kgr. iznosi 4.541,62 dinara. Pored ove novčane dobiti, koja izlazi otuda, što je novac u 24.800 dinara zadržat u zemlji, i data mogućnost našem svetu, da ga iz dubina zemskih znojem svoga lica zaradi, a da ne mora gotov novac, koji jedino od svoje poljske privrede dobavlja, onamo vraćati odakle ga je i dobio.

Topljenjem antimona u zemlji samo je ovaj izvor za zaradu osnažen, i kad se uzme u obzir onoliko silno nošenje sviju svetskih ruda na topljenje u Englesku, Saksonsku i dr. zemlje, koje svoga računa nalaze da ih tope, onda se daje lako oceniti: koliko ekonomska dobit leži u tome, što je Uprava u stanju, da sama svoje rude i topi.«

U 1891. godini antimoniske rude otkopavane su, uglavnom, na terenima kostajničke povlastice. Ruda je bila mešovita, oksidna i sulfidna jer je vađena sa izdanaka. Budžetom za 1891. godinu bilo je odobreno 60.000 din. za proizvodnju ruda u Zajači. Od ove sume iskorišćeno je, međutim, samo 11.640 dinara, jer država nije imala novaca za rudarstvo. U ovoj godini uprava podrinskih rudnika imala je u Šapcu 100.000 kg antimoniskih ruda izvađenih na kostajničkoj

povlastici, od kojih je prevezeno u Krupanj 40400 kg.

Do kraja 1891. godine Uprava podrinskih rudnika izvadila je 123.964 kg antimonске rude. Prerađeno je, međutim, samo 13.079 kg i otpremjeno u Sabac 5557 kg metala. Zašto je topionica ove godine slabo radila nije poznato. Antimonska ruda u topionici vredela je u 1891. godini 35 dinara 100 kg.

U toku 1892. godine živo se radi na proizvodnji antimonskih ruda, iako je ove godine cena metalu antimonu bila znatno niža nego ranije. Najobimniji rudarski radovi vode se u Zajači, ali se radi i na Krnjoj Jeli, u Plandištu i Dobrom Potoku, u neposrednoj blizini topionice. Avgusta 1892. godine prevezeno je sa Krnje Jele i Plandišta u Krupanj 13.433 kg rude, a krajem godine još 62.128 kg. Koliko je rude izvađeno u Zajači i Dobrom Potoku nije poznato, ali je zabeleženo da za rudari i topioničari za svoj rad primili po mesecima:

	Zajača	Dobri Potok	Topionica
I	1414 din.	—	—
II	1676 din.	—	—
III	1722 din.	—	775
IV	1669 din.	—	969
V	2290 din.	—	—
VI	2339 din.	—	636
VII	2272 din.	—	1043
VIII	2117 din.	306	1109
IX	1745 din.	239	643
X	1889 din.	679	—
XI	1100 din.	243	659
XII	592 din.	—	84

Antimonska ruda prevozi se i ove godine iz Sapca u Krupanj; za prevoz se plaćalo 2,5 dinara za 100 kg. Ista količina rude prevožena je iz Zajače u Krupanj za 2 dinara.

U toku 1891—92. godine u krupanjskoj topionici spravljan je, kako mi se čini, prirodan krumum. Godine 1891. prevezeno je iz Sapca u Krupanj 40.400 kg rude koja je u topionici tučana i mlevena. Iste godine preneto je sa Krnje Jele preko 13 tona rude, koja je takođe tučana i mlevena. U 1892. godini antimonska ruda mlevena je u krupanjskim vodicama (26. avgusta 1892. godine plaćeno za mljevenje rude 126 dinara). Da li je sva ova ruda upotrebljena za krumum ne zna se. Prirodni krumum prodavan je u manjim količinama »vojeno-tehničkom zovodu« u Kragujevcu i drugima po ceni od 1,30 dinara po kilu. Trgovačko ime mu je bilo »Sum-pornača antimona«.

Kako se dalje radilo na proizvodnji antimona u Krupnju nije poznato. Zabeleženo je samo toliko, da je od 1889—1895. godine krupanjska topionica antimona pretopila 624.835 kg antimonskih ruda sa prosečno 63,29% Sb i 3—7%

vlage. Iz ovih ruda dobijeno je 256.271 kg regulusa ili 40% metala iz rude. Godine 1895. bilo je proizvedeno 487 kg regulusa u vrednosti 33.281 din. Način topljenja antimonskih ruda opisao nam je upravnik krupanjskih rudnika J. M. Ilojković:

»Ruda se kod topionice sitnila u veličini graška; zatim je ubacivano na 4 sahata po 300 kilograma ove rude u peć za prženje (Forschauflungsofen), gde je ostala 6 dana; odatle se dobijala ispržena (oksidna) ruda. Pri tom je bilo gubitaka 11,85% Sb a pržena ruda imala je prosečno 51,34% Sb.

Redukcija antimon metala iz oksida njegovog vršena je u plamenjači, koja je dozidana do peći za prženje rude, tako, da su obe peći zagrevane jednim vatrištem. Ovaj proces vršen je ovako. U crveno usijanu peć ubaci se 300 kg pržene rude pomešane sa 27 kgr. (9%) glauberove soli i sa njom 45 (15%) kgr. smešanog drvenog uglja. Vrata se od peći dobro zatvore, i posle 1,5—2 sahata vrata se otvore i meša se cela ražidena masa, iz koje se dobija u predognjištu metalan antimon, odakle se gvozdanim kašikama vadi i sipa u gvozdene kalupe. Ova operacija traje 2 sahata tako, da cela šarža traje 4 sahata. Iz 300 kilograma pržene rude dobija se prosečno 133,81 kgrama metalnog antimona, ili 44,57%. Goriva se utroši za jednu šaržu 268 kgr. Gubitak antimona iznosi prosečno 10—12%. Rafinacija antimon metala vrši se u istoj peći, gde je i dobijen.

U ovu peć crveno usijanu ubaci se samo 400 kgr antimon metala, i posle 3/4 sahata prosečno — kad je metal istopljen, skine se sva troskva sa njega, pa se onda sipaju po površini metalna dodaci — primese, i to 2,25% sode, 2,25% potaše, antimon krumuma 3% i antimon oksida 5%. Drugoj šarži ovi dodaci dodaju se po sledećoj podeli: 0,77% sode, 0,77% potaše, 1% antimon krumuma, 0,50% antimon oksida i 60% troskve dobivene pri rafinaciji. Ova naizmenična promena u dodacima vrši se zbog dobijanja potrebne troskve za dalju šaržu.

Pošto se u peći stopi sva masa, a to je obično posle 3/4 — 1 sahata, pri jakoj vatri i zatvorenim vratima, prečišćavanje je dovršeno, i otpočne se pažljivo sa crpljenjem antimon regulusa, i sipanjem u naročite kalupe, da se dobiju zvezdice, i čiste površine, prema čemu se u trgovini ovom metalu daje vrednost.

Šarža traje 4 sahata, a za 24 sahata, dobijalo se prosečno 2244 kgr. antimona regulusa. Gubitak antimona pri prečišćavanju iznosio je prosečno 6,5%.

Kako je izrada ognjišta u plamenjači, kako za redukciju tako i za rafinaciju metala, jedno od najvažnijih pitanja, to je uprava ovo pitanje rešila na potpuno zadovoljstvo, jer se uspeo, da se sa jednim ognjištem moglo raditi 4—6 nedelja (jedno je ognjište izdržalo 8 nedelja).

Osim dobijanja antimon regulusa, dobijan je antimon krumum u cilindričnoj upravinoj muflji-peći, na običan, poznat način. Antimon krumum većinom je upotrebljavan za prečišćavanje metala a neka količina naročito izrađena prodata je u zemlji.

Troškovi oko dobijanja antimon-regulusa bili su sledeći:

	din.
100 kgr. izrađene i prebrane rude	0,51
Za prenos 100 kgr. rude od Zajače do Krupnja	2,00
Sitnjenje rude 100 kilograma	0,50
100 kgr. rude staju kod topionice	3,01

Topionički troškovi

Prženje 100 kgr. rude	1,07
Redukcija	15,53
Rafinacija	5,88
Svega	22,48

Transport do Šapca od 100 kgr. 2 dinara.

Iz 100 kgr. antimonske rude dobija se 39,33 kilograma antimon regulusa, što prema gore izloženim cenama izlazi: da 100 kilograma antimon regulusa koštaju u Šapcu na obali Savskog 55,43 dinara.

Prodajne cene bile su prosečno 60 dinara a u maju 1899. godine prodata je jedna veća partija po 84,74 dinara 100 kilograma, što je dalo dobiti od 29,31 dinara po 100 kilograma.

Ako se ceo primenjen proces prouči, uvideće se odmah, da su gubici na metalu dosta veliki, a naročito pri prženju, koji iznose i do 14% Sb, što se da objasniti nepodesnom peći i nedovoljnom dužinom kanala za skupljanje antimon oksida, dok kod redukcije i rafinacije nema velikih mana, i iste bi se mogle otkloniti podesejnom konstrukcijom peći.

Kao što se iz izloženoga vidi pokušaj proizvodnje antimona u Krupnju završen je uspešno krajem 1895. godine. Iako je rađeno bez ikakvih iskustava, proizvodnja je bila rentabilna. Kako srpska država nije imala nameru da otvara nove rudnike u sopstvenoj režiji, krajem 1896. godine dala je povlasticu za korišćenje antimonskih ruda u rejonu Zajača—Kostajnik; upravo na najpoznatijim i najvažnijim pojavama antimonskih ruda, na kojima su dotle radili najpre Binder pa zatim podrinjski rudnici.

Pauza u proizvodnji antimonskih ruda u Krupnju trajala je punih 12 godina, do prelaska podrinjskih rudnika u ruke privatnog kapitala. Proizvodnja antimona u Krupnju obnovljena je 1907. godine. Povod za njeno obnavljanje bio je skok cena antimona metala za vreme rusko-japanskog rata. Vlasnik podrinjskih rudnika P e r a D e s p i ć počeo je odmah da otvara sva dotle poznata nalazišta antimonske rude na svojim povlasticama, jer su rudišta, iz kojih se krupnjska topionica snabdevala rudom od 1890—1895. godine najvećim delom pripala Zajači. Despić je najpre obnovio rudnik u Dobrom potoku, jer se ovaj nalazio u neposrednoj blizini topionice. Ovo je rudište bilo, u stvari, i najzdašnije, i na njemu je neprekidno rađeno sve do izbijanja prvog svetskog rata sa 30—40 radnika dnevno. Dobropotočke rude, prebrane u

jami, imale su prema Piču 15—30% Sb₂S₃. Sem Dobrog potoka rađeno je i na ostalim pojavama antimonskih ruda. U toku 1908. godine antimonske rude se istražuju i uzgred otkopavaju u Cirevinama, na Barama, u potoku Mađjupcu, Dvorskoj, Bačinovcu, Krnjoj Jeli, Plandištu. Na svima rudištima radilo se je isključivo ručno. Prrema Antuli (1911) ondašnja proizvodnja antimonskih ruda iznosila je oko 3.000 t godišnje sa prosečno 18—25% Sb.

Novi vlasnik počeo je polovinom 1907. godine da gradi novu topionicu antimona, koja će, kao i zajačka, moći da topi i rude sa manje od 15% antimona. U to vreme to su smatrane siro mašne rude. Nova topionica antimona sastojala se od instalacija za prženje ruda i topljenje regulusa. Izgradnja je stajala 80.000 dinara. Osim toga bile su podignute instalacije za izradu antimonpentasulfida (zlatnog sumpora Sb₂S₅), koji se koristio u industriji boja, kaučuka i zapaljivih stvari. Nova topionica završena je polovinom 1908. godine i prema mišljenju stručnjaka odgovarala je »svima zahtevima današnjeg modernog topioništva«. Bogate antimonske rude topljene su u staroj peći na isti način kao i ranije. Troske iz peći imale su sada 2% Sb, pošto su prethodno tucanjem izdvojene zaostale antimonske kapljice.

U toku 1908. godine preduzeće je prodalo 100.169 kg regulusa za sumu od 73.847 dinara. Metal je prodat najvećim delom u Beču, a nešto malo srpskog državi, železničkoj direkciji i državnoj štampariji u Beogradu. Međutim, ukupni izdaci preduzeća za ovu godinu, iznosili su 213.221 dinar. Kad se uzme u obzir vrednost novih građevina i instalacija, onda je čist gubitak na proizvodnji antimona u 1908. godini iznosio 43.980 dinara. Za prethodnu godinu ovaj je gubitak iznosio znatno manje (27.381 din.).

Za vreme austrijske okupacije Srbije (1915—1918) neprijateljske vojne vlasti požurle su da u Podrinju obnove proizvodnju antimona, toliko potrebnog metala za ratnu industriju Centralnih sila. Meseca novembra 1915. god. vrše se pripreme za proizvodnju antimona, a 1. januara 1916. pristupa se otvaranju rudišta u Dobrom potoku. Ovo najznačajnije antimonsko rudište podrinjskih rudnika bilo je dobrim delom povadeno još pre rata, ali kako je bilo najbliže topionici na njemu se najživlje radilo. Za prvih 9 meseci rada Dobri potok je sam snabdevaio topionicu rudom. Na rudniku je odmah uvedeno mašinsko bušenje, a rudište je otkopavano površinski i podzemno. Površinski kop i najviši potkop svoznicom su spuštali rudu do najnižeg potkopa, gde je bila postavljena rampa. Odatle je ruda prebacivana u topionicu kamionima. Ruda se u jami odvajala na jednu, sa 30—60% Sb i siromašnu sa prosečno 14% Sb. U prvo vreme bogata ruda slata je nekoj olov-

noj topionici u Mađarsku, pa je sa olovnom stapanom neposredno u tvrdo olovo. Na Dobrom potoku radilo je za vreme rata povremeno i po 300 radnika dnevno.

Topionicu antimona u Krupnju vojne vlasti osposobile su za rad tek posle tri meseca. Za prženje siromašnih ruda izgradili su obrtnu peć (Drehofen) sa kondenzacionim komorama. Siromašne rude, pre prženja u peći, koncentri sanje su sitnjem i sejanjem, a zatim tretirane u šahtnoj peći. Oksidi antimona, uhvaćeni u komorama, topljeni su u plamenoj peći.

Kako je Dobri potok bio pred iscrpljenjem, austrijska vojna uprava tražila mu je zamenu na svim pojavama antimonskih ruda krupanjske okoline. Pošto je imala na raspolaganju veliki broj ratnih zarobljenika, radila je jednovremeno na svim nalazištima ruda. Samo na Cirevinama radilo je jedno vreme 30 ljudi dnevno. No svi ovi napori nisu dali bogzna kakve rezultate. Pronađena rudišta bila su mala i pretežno siromašna.

I onda je, sasvim slučajno, pronađeno jedno od najbogatijih rudišta antimonskih ruda u Podrinju. Popravljajući put od Krupnja prema Loznici, radnici su na Stolicama jednu minu zabušili u sam vrh rudnoga tela. Posle eksplozije pristupilo se istraživanju otkrivene rude i tako se ušlo u najveće i najbogatije rudište krupanjske okoline. Stolice su kao nalazište antimona bile poznate još osamdesetih godina prošloga veka. Ali je takvih nalazišta bilo mnogo, pa se sva nisu mogla jednovremeno istraživati.

Rudarske vlasti u Krupnju počele su užurbano da otvaraju novo rudište na tri horizonta. Da bi se radovi što brže odvijali nabavljen je pokretan kompresor. Ruda je na licu mesta sortirana, pranjem koncentrovana i prevožena u krupanjsku topionicu. Kasnije je sva stolička ruda, pošto je bila uglavnom bogata, slata kamionima u Loznicu preko Zavlake, a odatle transportovana je u Austro-Ugarsku. Dnevno je otpremeno prosečno po 10 tona rude. Na rudniku je bilo zaposleno oko 100 ljudi, pretežno ratnih zarobljenika, Rusa i Italijana. Instalacija nije bilo nikakvih od nekog primitivnog prališta. U drvenoj baraci bilo je smešteno 50 radnika.

Posle oslobođenja Srbije rudnici i topionica u Krupnju prešli su opet u Despićev posed. On je, međutim, prodao sva svoja prava u podrinjskim rudnicima rusko-jevrejskom društvu 1920. godine, koje se zvanično zvalo »The International Russian Corporation«. Novo društvo počelo je odmah sa radom i 1921. godine bile su proizvedene prve tone antimona.

U preduzeću je bilo 78 radnika i službenika. Od toga su 45 bili jamski radnici. Kako se rudnik na Stolicama nalazio u sused-

noj, zajačkoj povlastici, a bio je na domaku krupanjske topionice, rusko društvo otkupilo je 1924. ili 1925. god. rudnik sa okolnim terenom za sumu od 200.000 dinara. Iz povlastice Kostajnik bila je izdvojena nova povlastica Kostajnik A, sa rudnikom na Stolicama, koji skoro neprekidno proizvodi rudu od otvaranja pa do naših dana.

Proizvodnja antimona u Krupnju dvadesetih godina našega veka bila je niska. Samo 1924. godine premašila je 200 tona. A zatim je 1929. god. došla opšta privredna depresija, koja nije poštedela ni našu proizvodnju antimona, pa je ova obustavljena krajem 1929. godine; 1931. godine pokušalo se sa obnavljanjem proizvodnje. Otkopano je bilo skoro 1.200 tona rude od koje je probno istopljeno samo 2 tone kruduma.

Napad fašističke Italije na Abisiniiju oživeo je u Podrinju proizvodnju antimona kao izrazitog ratnog metala. U 1935. godini obrazuje se novo društvo pod imenom »Podrinje Consolidated Mines Ltd.« London. Upravni odbor društva sačinjavaju R. K. Law, A. Cohan, G. Nobel i A. Zuppinger. Novo društvo počelo je da radi ozbiljno na organizaciji proizvodnje. Obnavlja se rudnik na Stolicama, a topionica se prepravlja i dograđuje. Krajem januara 1936. godine proradila je topionica antimona u Krupnju.

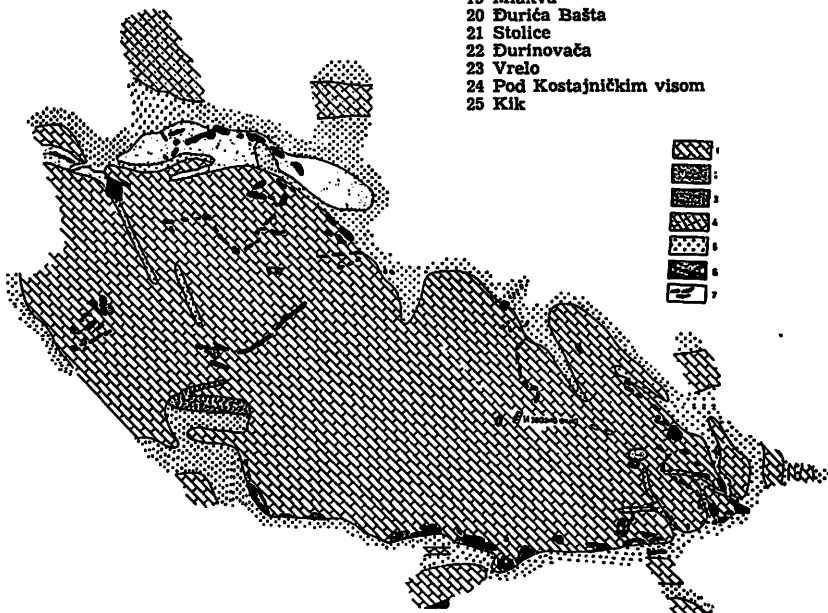
Za četiri godine rada (1936—1939) proizvodnja antimona bila je manje-više ujednačena (prosečno oko 570 t godišnje), ali se resko snizio srednji sadržaj metala u rudi (za 4%), pa je prema tome porasla proizvodnja rude. U 1940. godini »Podrinjski udruženi rudnici« proizveli su maksimalnu količinu metala — 716 tona regulusa. To je bila i njihova labudova pesma, jer je posle tri godine obustavljena proizvodnja antimona regulusa u Krupnju. Društvo »Montania«, vlasnik zajačkih rudnika, obustavilo je 1943. godine rad u krupanjskoj topionici. Od tada postoji u Podrinju samo jedno središte za proizvodnju antimona — Zajača.

Na kraju ću ukratko prikazati kako su izgledali rudnici i topionice u Krupnju krajem 1940. godine maksimalnog uspona.

Rudnik na Stolicama bio je skoro jedini snabdevač topionice rudom. Otvoren je bio okom, dubokim 137 m. Potpuno ili delimično bili su prohodni horizonti: +12, +9,0, —12, —30, —50, —80. Zarušeni su bili horizonti +7 i +25. Iznad horizonta —30 nije se radilo. U napuštenim radovima bilo je nekoliko hiljada tona zaspisa sa nekoliko procenata antimona (oko 6%). Naročito je bio bogat zasip iz perioda rada topionice posle prvog svetskog rata, kad se u topionicu zivila ruda samo preko 30% St. Ruda se u rudniku otkopavala na horizontima —50 i —80. Samo izuzetno i na horizontu —30. Ruda je bila najvećim delom sulfidna. Horizont —30 izlazio je potkopom prema Kostajničkoj

reci i odvodnjavao je dubinske horizonte rudnika. Potkopom 0 iz Brštičke reke ulazili su radnici i stubama se spuštali pored izvoznog okna na radišta—50 odnosno —80 metara. Istim putem su se i vraćali. Krajem 1940. godine počeo se raditi horizont — 100. Ruda se prebivala kod okna, u pokrivenim šupama i svoznicom spuštala do bunkera na putu Loznica—Krupanj. Odatle je kolima prebacivana topionici. Za podvoz se plaćalo 30 dinara po toni. Rastojanje — 7 km. Za vreme poljskih radova seljaci skoro da nisu ni prevlačili rudu, pa je u to vreme i topionica smanjivala proizvodnju. Rudnik je za pošljavao u tri smene 170 radnika. Rudarske nadnice su se kretale između 25 i 44 dinara.

- 1 Potok Madjupac
- 2 Pleć
- 3 Dolovsko Brdo
- 4 Čirevine
- 5 Đulim
- 6 Branjevine
- 7 Dobri Potok
- 8 Bare
- 9 Ravna Njiva
- 10 Pajići
- 11 Mijakovac
- 12 Barine
- 13 Rajkovača
- 14 Ornice (Dvorska)
- 15 Plandište (Korenita)
- 16 Žižak
- 17 Janjići
- 18 Bojinovača
- 19 Mlakva
- 20 Đurića Bašta
- 21 Stolice
- 22 Đurinovača
- 23 Vrelo
- 24 Pod Kostajničkim visom
- 25 Kik

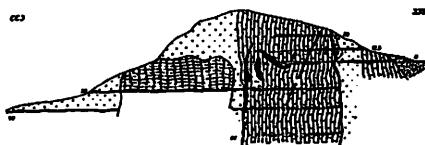


- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Sl. 2 — Geološka karta horizonta — 30 na radištu, Stolice iz 1939. godine
 1 — krečnjaci gornjeg karbonsa; 2 — isti krečnjaci samo smrvljeni; 3 — škriljci gornjeg karbonsa; 4 — krečnjaci gornjeg perma; 5 — mikrograniti; 6 — kalcitske mase; 7 — rudna tela

Radnici su bili pretežno okolni seljaci. U maloj rudničkoj koloniji stanovali su radnici sa strane i nameštenici. Svi uređaji na rudniku bili su dotrajali, pa su zbog toga troškovi proizvodnje jedne tone rude iznosili 250 din. po toni.

Krajem 1940. godine na povlasticama Likodra i Kostajnik A bile su poznate pojave anti-monskih ruda na mestima:



Sl. 3 — Profil kroz stolice rudište iz 1929. godine

- 26 Jama
 27 Plandište (blizu Stolice)
 28 Prljine (Dvorska)
 29 Fodosojnica (Kostajnik)
 30 Mljkovac
 31 Dubrava
 32 Ivce
 33 Kozja Stena
 34 Srednja Njiva
 35 Zivanovića Majdan

U topionici ruda se sipala na pojedine gomile, prema sadržaju metala, koji se od oka određivao. Gomile su svakoga dana analizirane, da bi se mogla utvrditi standardna šarža za prženje rude, u kojoj je trebalo biti 15% Sb.

Antimonska ruda pržila se je u tri mala konvertora, kapaciteta 14 tona za 24 časa i u obrtnoj peći, koja je za isto vreme pržila 35 tona rude. Konvertori i obrtna peć zagrevani su prahom od kokska i drvenog uglja. Koksna prašina kupovana je u Varešu. Postrojenja za prženje rude mogla su da prerade godišnje oko 16.000 t rude.

Za redukovanje oksida u antimon služile su tri stare plamene peći, koje su godišnje mogle da pretope 960 tona regulusa. Nove bi pretapale još i više. Odgovarajuća količina oksida za jednu šaržu mešala se je sa 12 kg drvenog uglja i 3—10 kg sode. Osim toga, šarži je dodavana i stara troska iz plamenih peći, koja je u ras topljenom stanju čuvala metal od oksidacije. Topljenje je trajalo oko 9 časova. Troske iz plamenih peći imale su 20% metala bilo u kapljicama ili korama. Nešto antimona vezivalo se sa arsenom i odlazilo u trosku u obliku arsenijata. Ukupni gubici pri prženju rude i topljenju oksida iznosili su najmanje 30% antimona.

Plamene peći i gasni generatori loženi su bukovim drvima. U 1939. godini potrošeno je 33.000 m³ drveta. Drva su sečena najvećim delom u sopstvenoj režiiji preduzeća u državnoj šumi Boranje. Još tada je ova planina imala dosta zrelog drveta za seču. Nešto drva otkupljivano je i od okolnih seljaka. Od neupotrebljivog drveta u Boranji palio se ugljen. U 1939. godini preduzeće je potrošilo 1.476 m³ drvenog ugljena. Drvo je stajalo u topionici 50 dinara prostorni metar.

Krupanjska topionica proizvodila je i topljeni krudum. Za ovo je bila udešena jedna plamena peć. Bogata antimonska ruda stavljana je u šuplje grafitne lonce. Rastopljeni sulfidi kapali su u glinene ili gvozdene kokile. I ovdje se, prilikom topljenja rude, gubilo 30% sulfida. Podrinjski rudnici bili su u stanju da 1940. godine proizvode mesečno samo 2—3 tone kruduma, bez bojazni da ne osiromaše šarže za prženje rude.

Krupanjski regulus izlazio je na tržište u blokovima od po 25 kg sa oznakom PD (Pera Despić). Pod tim imenom bio je poznat na svetском tržištu kao metal izvanrednog kvaliteta.*) U preduzeću su pakovana po četiri bloka u sanduke i prevožena kamionima u Šabac preko Loznice. Iz Šapca su kamioni vozili obratno koksnu prašinu, sodu i ostali materijal za rudnike i topionicu. Troškovi proizvodnje regulusa u novembru i decembru 1940. godine iznosili su 11,5 din/kg. U isto vreme prodajna cena metala kretala se od 30—40 din/kg.

Proizvodnja rude i regulusa

Godina	Stolice	Dobri potok	Vojnovata	Bare, Cirevine, Dobri potok	Svega rude	u tonama		Regulusa
						% Sb	u rudi	
1936.	6040	—	36	—	6076	20,06	538	
1937.	7125	—	—	172	7297	18,6	579	
1938.	8265	25	—	—	8290	17,3	549	
1939.	8769	91	—	—	8860	15,9	579	
1940.	10800	30	—	—	10830	14,6	716	

Proizvodnja rudnika u 1940. god. (prva polovina)

Mesec	Stolice		Dobri potok		Regulusa
	rude	% Sb	rude	% Sb	
I	827	17,3	8,5	6,2	
II	639	18,7	4	8,2	
III	710	16,4	—	—	
IV	582	15	—	—	
V	715	14,4	—	—	
VI	1122	15,7	3,5	17,8	

Uzorak bogate antimonske rude sa Stolice, analiziran u Londonu, pokazao je ovakav sastav:

Sb	30,75 %	Fe	1,19%
As	0,013%	S	12,71%
Pb	0,005%	Al ₂ O ₃	3,43%
Cu	0,007%	CaO	9,10%
Bi	0,001%	MgO	0,88%
Sn	nema	BaO	1,05%
Ag	trag	SiO ₂	31,76%
Au	nema	CO ₂ +H ₂ O+O	8,90%

*) Pre prvog svetskog rata imao je 99,89% Sb, a 1940. god. 99,4%.

Središte za proizvodnju antimona u Zajači

Još u početku ovog poglavlja napomenuo sam, da je antimonska ruda u Podrinju pronađena najpre na terenima »Kostajničkog rudnika«. Tamo se počela i eksploatisati, iako u malom obimu. Da li je Z. Karabiberović sam pokušao da organizuje proizvodnju ili je terene ustupio drugome nije poznato. Kad sam 1940. godine snimao geološku kartu listova Krupanj i Zvornik slušao sam od starih, penzionisanih rudara meštana, da je Mihailo Falkone, pre 1889. godine vadio po Kostajniku antimonske rude, pakovao ih u džaciće od po 50 kg i slao kolima u Sabac. Meštani nisu znali da kažu, da li je Falkone radio za sebe ili nekoga vlasnika prava; kasnije će se videti da je Falkone radio na račun Bindera. U našoj literaturi je zabeleženo, da su Ilija Kolarac i Milan Piročanac imali neka rudarska prava oko Zajače. Kanić izričito veli, da je povlasticu »Kostajničkog rudnika« dobio M. Piročanac kao predsednik ministarskog saveta i da ju je 1889. godine preneo na Bindera. Nešto od ovoga je i istinito. Piročanac je zaista bio vlasnik nekog rudarskog prava u Kostajniku. Ali povlastica nikada nije glasila na njegovo ime. On je kao zastupnik naslednika N. Milovanovića povlasticu »Kostajnički rudnik« zaista preneo na Bindera, kao advokat. No on je mogao biti i suvlasnik Milovanovićev. O rudarskim pravima Ilije Kolarca nisam našao nikakvih bližih podataka. On je ova prava mogao imati šezdesetih godina prošloga veka, pa bi, prema tome, bio i prvi istraživač antimonskih ruda kod nas.

Istraživanje antimonskih ruda na terenima uprave podrinjskih rudnika dalo je podstreka, da se obrazuje novo središte za proizvodnju antimona u Zajači. Nisam mogao utvrditi kako je došlo do promene vlasnika kostajničkih terena, no 10. septembra 1884. godine beogradski trgovac Nikola Milovanović zatražio je, prema odredbama rudarskog zakona, povlasticu za otkopavanje antimonskih ruda. Maja 1885. godine izašla je na teren komisija Rudarskog odeljenja i ograničila povlasticu od 119 rudnih polja pod imenom »Kostajnički rudnik«. Povlastica se nalazila u selima Brštici, Dvorskoj, Kostajniku, Zajači i Borini. Milovanović je 10. juna 1885. godine dobio povlasticu na 50 godina.

Šta je i koliko je Milovanović radio na svojoj povlastici nije zabeleženo. Međutim, 1884. godine zabeleženo je izvoz antimonskih ruda iz Srbije. To će svakako biti ruda iz »Kostajničkog rudnika«. Za ovu i ostale godine antimonska ruda iskazana je zajedno sa bakarnom (svakako iz Vragočanice) i živinom (sa Avale). Evo kako je izgledao izvoz bakarnih, antimonskih i živinih ruda za nekoliko godina:

1884.	44.096 kg	u vrednosti	64.084 dinara
1885.	13.034 kg	u vrednosti	11.780 dinara
1886.	101.400 kg	u vrednosti	41.115 dinara
1887.	61.800 kg	u vrednosti	61.838 dinara

Za poslednju godinu zabeleženo je, da je ruda izvezena u Austriju. Jedan deo ove iskazanih antimonskih ruda mogao je poticati sa povlenskih rudišta, jer su ona u ovo doba otkopavana.

Godina 1888. bila je osobito značajna za antimonska rudišta u Podrinju. Cene antimona bile su visoke, pa je rađeno po svim nalazištima antimonskih ruda. Do rude se dolazilo lako sa površine; to nisu bila stara, olovna rudišta, crpljena vekovima, već nova, dotle nedirnuti, sa mnogim rudnim telima koja su izbijala na površinu. Način istraživanja takvih ruda bio je veoma jednostavan, troškovi proizvodnje niski, a rude uglavnom bogate.

U 1889. godini, baš u vreme kad su podrinjski rudnici užurbano pripremali proizvodnju antimona, došlo je do prodaje »Kostajničkog rudnika«. Kad je Milovanović umro, njegovi naslednici su, preko Milana Piročanca, prodali 20. maja 1889. godine povlasticu Moricu Binderu trgovcu iz Zemuna za 30.000 dinara.

Cim je postao vlasnik povlastice, Binder je odmah počeo da vrši bezobzirnu eksploataciju antimonske rude na svima nalazištima svoje povlastice. Čak je bespravno upadao i u terene podrinjskih rudnika i tamo vadio antimonsku rudu. Za rekordno vreme, od novembra 1889. do maja 1890., Binder je bacio na inostrano tržište 700 tona bogatih antimonskih ruda, proizvedenih uz minimalne troškove.

Binder je antimonsku rudu prodavao u Šapcu. Tamo bi prikupio 100—300.000 kg rude i pozivao trgovce iz Londona, Marselja i Beča pa im prodavao rudu, koja je imala preko 60% antimona. Binder je, međutim, plaćao državi doprinos, kao da je ruda imala samo 52% antimona. Transport rude iz Zajače do Šapca plaćao se 2,2 dinara na 100 kg.

Bezobzirno i užurbano otkopavanje antimonskih ruda dovelo je vlasnika povlastice u sukob sa rudarskim zakonom, pa su rudarske vlasti pokrenule postupak protiv Bindera i kaznile ga najpre sa 70 dukata i tromesečnom zabranom rada na eksploataciji ruda. Osim toga, morao je da plati podrinjskim rudnicima 1.141,89 din. »za kradenu rudu sa rudnih izdanaka u krugu upravinom«. Binder je mirno platio kaznu i nastavio da radi bezobzirno kao i do tada. Rudarske vlasti su ponovo intervenisale; ovoga puta 19. oktobra 1890. godine Binderu je zabranjen dalji rad i oduzeta povlastica »za svagda« Kostajnički rejon antimonskih ruda pripojen je podrinjskim rudnicima.

Uprava podrinjskih rudnika u Krupnju nameravala je da u toku 1891. godine povede op-

sežne rudarske radove na povlastici »Kostajnički rudnik«. Za ovu svrhu joj je bilo odobreno državnim budžetom 60.000 dinara. No od odobrene sume u toku godine realizovano je samo 11.640 dinara i utrošeno na vađenju antimoniskih ruda u Zajači. Pa ipak je i pored malih troškova izvađena značajna količina antimoniskih ruda i 100.000 kg poslato je u Šabac da se tamo proda, kako je to radio i Binder Početkom 1891. godine cena antimonskoj rudi bila je povoljna, ali je kasnije pala i u Šapcu se nije mogao prodati po odgovarajućoj ceni Zbog toga se morala voziti ponovo u Podrinje, u krupanjsku topionicu, da se tamo pretopi. Za prevoz rude od Zajače do Šapca plaćalo se za 100 kg 2,2 dinara, a od Šapca do Krupnja 2,5 dinara. U toku 1891. godine poslato je iz Šapca u Krupanj 40.400 kg rude. Ostalo je prevezeno sledeće godine. Krajem 1891. godine tržišna vrednost bogate antimonske rude (60% Sb) iznosila je 35 dinara za 100 kg, a olova 45 din. Zbog izlišnih troškova oko prevoza rude u Šabac i Krupanj napadan je u javnosti i narodnoj skupštini Milovan Atanacković, rukovodilac podrinskih rudnika. Posle toga antimonska ruda prevožena je iz Zajače u Krupanj, ali kratko vreme, pa je zatim svaki dalji rad obustavljen.

Kostajnički rudnik mirovao je do 29. novembra 1896. godine kada je prešao u ruke francuskog kapitala. Povlasticu su dobili Pavle Lorens (Paul Laurence) veleposednik iz Pariza i Moric Binder industrijalac iz Zemuna. Posle dve godine (8. oktobra 1898. god.) »Francusko društvo za kopanje i preradivanje ruda u Srbiji (Société française minière et métallurgique en Serbie) uzelo je povlasticu za proizvodnju antimoniskih ruda, u produženju kostajničke, zvanu Zajača, u veličini od 108 rudnih polja. Ova je povlastica 11. februara 1906. godine prenetu na Lorensa i Bindera. Isto francusko društvo dobilo je 28. oktobra 1899. godine još jednu povlasticu za korišćenje antimoniskih ruda u opštini koviljačkoj, zvanu Brasina, u veličini od 58 rudnih polja. I ova je povlastica kasnije prenetu na Bindera i Aleksu Novakovića, advokata iz Beograda.

Novo središte za proizvodnju antimona počelo se izgrađivati odmah po uzimanju povlastice »Kostajnički rudnik«. U Zajači se gradi mala topionica antimona po uputstvima profesora rudarske škole u Sent Etjenu Babi-a Kako su zajačke rude za ono vreme bile siromašne, jer su imale 20% metala, to je trebalo izgraditi i odgovarajuću topionicu. Po Babi-evom projektu ozidana je cilindrična, jamasta peć za prženje antimoniskih ruda i komore za hvatanje antimonskog oksida. Gorivi materijal za cilindričnu peć predviđeno je da bude uglj, ali kako ovaj nije imao dovoljno čvrstine, upo-

trebljavan je koks. Oksidi su topljeni u plamenim pećima.

Topionica u Zajači proradila je 1897. godine i za vreme probnog topljenja proizvedeno je 126 tona regulusa. U 1898. godini nastavljeno je sa probnim topljenjem. Oksidacija rude vršena je u cilindričnoj peći a u plamenoj je topljen metal. U ovoj godini pretopljene rude bile su većim delom oksidne i imale prosečno 20% Sb. Proizvodnja jedne tone rude stajala je 2—5 dinara. U preduzeću je bilo zaposleno 70 radnika. Nije bilo nikakvih zgrada za stanovanje ni snabdevanje radnika.

Opitni radovi na preradi antimoniskih ruda u Zajači tekli su sve do kraja 1900. godine, jer je trebalo usavršiti postupak prerade siromašnijih antimoniskih ruda. Oko 1900. godine zajačke rude imale su 10—20% antimona. Preduzeće se uz eksperimentisanje i izgrađivalo, otvarana su nova rudišta i podizana različita topionička postrojenja. Društvo je nameravalo da pretapa godišnje 10.000 t rude i 500 t regulusa.

Prava proizvodnja počela je tek 1901. godine. Glavni zajački rudnici bili su Zavorje i Dolovi. Na prvom rudištu ruda je vađena podzemno, a na drugom površinski. Na rudištu zvanom Podstenična ruda je takođe vađena površinski. Krajem 1903. godine u Zavorju je rudnička pruga bila duga 268 metara, a ukupno je bilo 600 m koloseka u rudniku i napolju. Ruda je sa rudnika spuštana u topionicu pomoću tri svoznice (dve po 50 i jedna od 100 metara).

Topionica je bila smeštena u dvema zgradama, koje su imale površinu od 1.173 m². U jednoj zgradi bile su smeštene dve peći za prženje rude, sa odgovarajućim prostorijama, a u drugoj zgradi bila je komora za hlađenje, peć za prženje rude, komora za kondenzaciju antimona oksida, dve peći za regulus, aparat za osvetljavanje i dr. Dimnjak topionice bio je visok 23 m, a dimni kanal dug 135,8 m. Vrednost ovih postrojenja iznosila je 79.060 dinara. U topionici je jedna mašina od 14 k. s. pokretala ventilator, pumpu i testere. Ruda je pržena u trima jamastim pećima (foura e cuve), oksid kondenzovan u komori a topljen u dvema plamenim pećima. U troškama jamastih peći ostajalo je 0,9% Sb a u troškama plamenih peći 3%. Smatralo se da su ukupni gubici pri preradi rude u antimon iznosili samo 10%, što je svakako bilo pogrešno, jer su gubici dostizali i 40%. Topljenje 100 kg metala stajalo je 39,04 dinara.

Uprava rudnika sa laboratorijom i stanom za nadzornika bila je smeštena u dvospratnoj zgradi od 176 m², sa 4 odeljenja u prizemlju i 6 na spratu. Vrednost ove građevine iznosila je 7.500 din. Za direktora rudnika bila je podignuta zgrada od 240 m² sa 10 odeljenja od tvrdog materijala. Njena izgradnja stajala je

Neki pokazatelji poslovanja zajačkih rudnika i topionice antimona od 1901—1903. god.

	1901.	1902.	1903.
Izrađeno m ³ podzemnih radova	337	162	242
Cena m ³ podzemnih radova	—	—	45
Površinskim radovima otkopano m ³	3000	4000	3500
Cena m ³ površinskog otkopa	—	—	2—2,5
Vrednost 1 t rude	—	11,83	11,60
Utrošak jamske građe u m ³	—	5572	9227
Troškovi nabavke građe	—	1003	1661
Utrošak drvenog uglja u t	—	1480	1460
Cena 1 t drvenog uglja	—	26	26
Utrošeno drva za topionicu, m ³	—	2000	2480
Proizvedeno rude sa 14% Sb u tonama	3613	6003	3941
Tona rude staje (sa 12% Sb) din.	17,20	11,83	11,60
Proizvedeno antimon oksida, t	453	518	489
Proizvedeno regulusa, t	242,465	304,640	278,475
Prodato antimon oksida, t	50	25,387	45,247
Prodato regulusa, t	229,865	294,052	253,024
Uzeto za oksid, din.	—	19395	—
Uzeto za regulus, din.	—	200565	—
Ruda u topionici topljena, dana	—	304	300
Pretopljeno rude u t	—	4348	4200
Sadržaj Sb u oksidu, %	—	67	67
Broj radnika	—	170	190

20.000 dinara. Direktorova zgrada imala je 7 soba, kujnu, dve komore, kupatilo, podrum, u potkrovlju soba za mlade i mračnu komoru. Pred zgradom je bio basen za kupanje, severno od zgrade bila je perionica, a jugozapadno štala za domaće životinje. Za stanovanje radnika ili službenika bile su podignute dve građevine, jedna od 30 m², a druga od 24. Obe su vredele 1.000 dinara. Na Zavorju i Dolovima bila je po jedna zgrada od slabog materijala, čija je pojedinačna vrednost iznosila 180 dinara.

Celokupna pokretna i nepokretna imovina preduzeća iznosila je krajem 1903. godine 187. 673 dinara. Kad se ovoj sumi doda još 129.671 din. koliko je plaćeno za otkup povlastice, onda je ukupna vrednost Zajače iznosila 317.344 dinara. Bilans poslovanja za 1902. godinu pokazivao je gubitak od 16.592 dinara. Preduzeće je za prodati metal uzelo 219.961 dinar, a utrošilo je iste godine 236.861 dinar.

Radnici u zajačkom preduzeću početkom našega veka bili su seljaci iz okoline i plaćeni

»vrlo malo i slabo«, kako čitamo iz izveštaja rudarske komisije za 1903. god. Prosečna vrednost nadnice za 1902. godinu iznosila je 1,35 din, a za 1903. god. 1,41 din. Obični nadzornici primali su mesečno po 60 dinara, a glavni nadzornik 200 dinara mesečno. Rudari su stanovali po okolnim selima a stranih radnika bilo je samo pet.

Preduzeće u Zajači poslovalo je i 1904. godine sa gubićkom, jer je ove godine došlo do znatnog pada cena antimonu na londonskoj berzi. Zbog toga je ono 1. novembra 1904. godine obustavilo rad, po odobrenju ministarstva narodne privrede, za godinu dana. U 1906. godini, zbog rusko-japanskog rata, cene antimona metala su naglo skočile, pa je francusko društvo u Zajači požurilo da dođe u posed i drugih dveju povlastica, Zajače i Brasine. Ove godine u preduzeću se radi intenzivno, i sa prosečno 247 radnika dnevno. Bilo je proizvedeno, međutim, samo 170,5 tona regulusa u vrednosti 314.170 dinara. Koliko je proizvedeno i prodato antimon oksida nije zabeleženo. Cista dobit za 1906. god. iznosila je 58.485 dinara. Ovakom mala proizvodnja metala bila je rezultat osiromašavanja rudišta. Otkopavane rude u glavnim rudištima Zajače, Zavorju i Dolovima imale su prosečno 9—10% Sb.

Prema izveštaju načelnika rudarskog odeljenja u Beogradu za 1907. godinu rudarstvo antimona u Zajači izgledalo je ovako:

Zajača—Kostajnik—Brasina. Ova su rudišta u Podrinju nedaleko od Loznice, gde ih eksploatiše jedno strano društvo. U Zajači, podignuta je topionica, gde se iz istih ruda dobija regulus i antimonoksid. Antimonska ruda pojavljuje se kao sklad između trijanskih pločastih krečnjaka u povlati, i masivnih krečnjaka u podini; i kao žice u trahitskim stenama ili u raznim škriljcima. Ruda se javlja i kao sulfid, ili kao oksid, u raznom stepenu oksidacije. Bogatije rude sadrže do 60% antimona, a siromašnije 9—10%. Od ove poslednje ima mnogo više, i zato je podignuta u Zajači podesna topionica po sistemu Babljevom, u kojoj se antimon ispira i kondenzacijom dobije kao antimonoksid. Iz ovog poslednjeg, dobije se redukcijom u plamenjači, antimon regulus.

U 1908. godini preduzeće u Zajači radi opet nerentabilno. Ono je »zbog znatnih konstruktivnih izmena« u topionici proizvelo svega 89,8 t regulusa. Radile su samo dve prulje i tretirale 1.181 t rude; iz ove je dobijeno 98 tona oksida. U plamenim pećima pretvoreno je u regulus 114 tona oksida. Preduzeće je ove godine knjižilo gubitak od 8.610 dinara.

Godišnjak rud. odeljenja (III, 1910) piše:

»Povlastičari, koji eksploatišu spojene Zajački i Kostajnički antimonski rudnik, preraduju ove rude u svojoj topionici u Zajači, koja je posle znatnih konstruktivnih izmena, otpočela da topi ponova u 1908. godini. U toj godini izrađeno je 898 mc antimona regulusa, u vrednosti 62.289

dinara; a u 1907. godini 1.123 mc antimon regulusa u vrednosti 168.927 dinara. Ova razlika po- tiže zbog smanjene produkcije, a naročito zbog razlike u smanjenoj vrednosti antimona između 1907. i 1908. godine.

O daljem poslovanju preduzeća u Zajači do prvog svetskog rata nisam našao skoro nikak- vih podataka. Iz priloga Bratinske kase za 1909. godinu vidi se da se broj radnika, prema 1908. godini, smanjio za 25%. U 1910. godini pri- hodi kase su smanjeni na 1/3 od 1909. godine, a za 1911. god. piše, da je rudnik »zbog rdavih cena antimonu prestao da radi«. Radovi su me- dutim obustavljeni u proleće 1910. godine.



Sl. 4 — Topionica u Zajači 1918. godine, za vreme austrij- ske okupacije

Za vreme prvog svetskog rata, u borbama iz 1914. i 1915. godine Zajača je postradala znatno više od Krupnja. Rudnici su bili zarušeni, a to- pionica opljačkana i devastirana. Zbog toga su okupacione vlasti čitavu godinu posle zape- sanja Srbije pristupile oživljavanju rudarskih i topioničkih radova u Zajači. Restauracija je počela 20. novembra 1916. godine sa jednom vojnom rudarskom jedinicom od 100 ljudi i na- šim rudarskim radnicima iz okoline. Obnov- ljeni su rudnici u Zavorju, Dolovima i Pađi- nama. Stolece su ustupljene rudarskoj vojnoj upravi u Krupnju. U Zajači je uvedeno elek- trično osvetljenje. Topionica je proradila počet- kom 1917. godine. Austrijanci su doveli u Za- jaču oko 300 ruskih ratnih zarobljenika sa na- merom da ih koriste kao rudare u jami. Rusi su, međutim, odbili da rade u jami i pored žestokih represalija. Za celo vreme okupacije kao rudari radili su austrijski vojnici i naši se- ljaci. Na proizvodnji antimonskih ruda za vre- me rata radilo je oko 600 ljudi. No za celo ovo vreme proizvedeno je svega 200 tona metala. Zajačka topionica bila je mala i proizvođila je mesečno najviše 20—25 tona regulusa.

Posle proterivanja austrijske vojske iz Sr- bije preduzeće u Zajači je ponovo opljačkano od okolnog stanovništva, materijalno potpuno upropašćenog za vreme rata. Koucki je 1921. godine video tamo još čitavu veliku zgradu to- pionice pokrivenu plehom, sa dve peći za pr- ženje rude i dve za topljenje oksida. Bile su očuvane i ostale zgrade, ali u bednom stanju.

Zajački rudnici i topionica mirovali su, po- sle prvog svetskog rata sve do 1936. god., ka- da je »Montania«, društvo sa nemačkim kapi- talom otkupilo Zajaču sa sve tri povlastice. Go- vorilo se da je sve ovo otkupljeno za 20 mil. dinara, što izgleda preterano. Topionica je pro- radila 1938. godine. Avgusta 1941. partizani su je tako teško oštetili da nije proradila čitavu godinu dana. Od 1942. godine Zajača radi nepre- kidno, a od 1944. godine je jedino središte za proizvodnju antimona metala u Podrinju.

Zajački metal je, kao i krupanjski, pre- vog svetskog rata liven u blokove od po 25 kg prosečno. Nosio je oznaku SF (Societe fran- caise). Po Kouckom metal je imao:

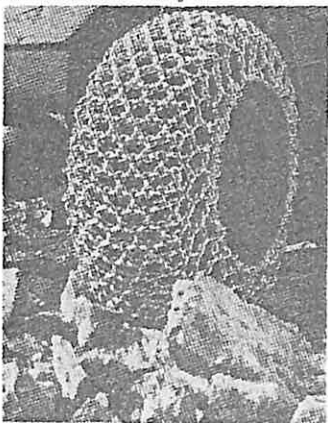
	I	II
Arsena	0,068	0,064
Olova	0,096	0,096
Gvožđa	0,03	0,028
Bakra	nema	nema
Sumpora	tragovi	tragovi
Antimona	99,806	99,812

Posle drugog svetskog rata na povlasticama Zajača, Kostajnik i Brasina bila su poznata na- lazista antimonskih ruda na mestima:

1 Brasina	21 Ravanica
2 Graovište	22 Prisedo
3 Stankovića Njive	23 Ispod Vlakove njive
4 Marin Potok	24 Jazište
5 Pod Stražilom	25 Grabić
6 Eminove Vode	26 Prigrada
7 Zuta Cesta	27 Baštine
8 Velika Hajka	28 Bačinovac
9 Gvozdenjača pod Biljegom	29 Izvor Bukovog potoka
10 Lom	30 Brezići (D. Borina)
11 Mitrovića Bašta	31 Jazavčara
12 Rovine	32 Goli breg
13 Spasovnica	33 Rupe, iznad srednjo- vekovnih radova
14 Pavitnica	34 Zavorje
15 Dolovi Vičentića	35 Dolovi
16 Dolić—Purkova Bašta	36 Mamutovac
17 Djedovača	37 Pađine
18 Breza-Dijelo	38 Štira
19 Pod Krajevima—Krajinja Ravan	39 Katića Korita
20 Okno na Biljegu	40 Čalije

Novi pancir lanac omogućuje zaštitu penumatika za teške radove

RUD je lanac od legiranog čelika koji štiti pneumatik od probijanja rupa, bočnih zaseka, prosecanja, preteranog trošenja i drugih oštećenja u stenama kojima su izložene utovaračice i vozila za terensku vožnju.



Tamo gde je vek pneumatika približno 600 do 1000 časova proizvođač pancir lanca garantuje za ovaj lanac i pneumatike vek od 3000 do 4000 časova rada.

Celik od koga je napravljen lanac ima veliku silu kidanja, sa tvrdoćom jezgra 380—400 jedinica po Vickersu i silom kidanja oko 130 kg/cm². Lanac je, u stvari, savitljiva gusta mreža. Proizvođač je »Tromac, Div. of Tradex International (Canada) Ltd. 1550 Chabanel St. W, Montreal 355 Que«.

S. Š.

»Canadian Mining Journal«, May 1969., str. 106.

Novi postupak razbija stene snagom indukovane električne energije!

Electrofrac Corporation razvila je opremu za razbijanje stena pomoću indukovane električne energije. Petnaestogodišnje istraživanje na polju razbijanja uljunosnih slojeva pomoću električne energije dovelo je do postupka za električno razbijanje tvrdih stena. Primarni i sekundarni sistemi razbijanja stena su upotrebljivi kod polukonduktivnih stena. Sila, stvorena električnim putem, stvara jednu mrežu pukotina u masi, koja se raspada dejstvom mehaničkog postupka.

Prednost električnog razbijanja stena, u poređenju sa korišćenjem eksploziva, leži u eliminisanju buke, vibracija zemljišta i nesrećnih slučajeva od komada stena, koje lete na sve strane.

Ispitivanja u rudnicima takonita, u Minesoti, utvrdila su potrošnju energije za sekundarno razbijanje rude magnetita i to od jedan do dva kilovat časa po toni stene. U primarnom razbijanju potrošnja energije je 10 do 15 kW-časa po toni, što zavisi od stepena fragmentacije.



Kao izvor energije služio je Diesel-generator od 100 KS i za primarno razbijanje. U praksi su pogodni i mnogo slabiji izvori energije.

Electrofrac laboratorija besplatno nudi usluge za utvrđivanje pogodnosti uzoraka stena za električno razbijanje.

S. Š.

»World Mining«, August, 1969., str. 68.

Krupova bušilica za velike rupe izbušila tunel za vodu dužine 9.120 m

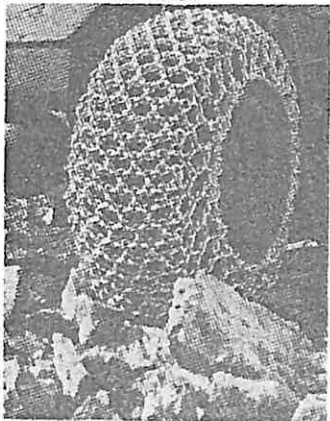
Ova bušilica završila je bušenje 9 km dugačkog tunela za vodu u južnoj Nemačkoj. Na slici je prikazan momenat kada se probija posled-



NOVA OPREMA I NOVA TEHNIČKA DOSTIGNUĆA

Novi pancir lanac omogućuje zaštitu pneumatika za teške radove

RUD je lanac od legiranog čelika koji štiti pneumatik od probijanja rupa, bočnih zaseka, prosecanja, preteranog trošenja i drugih oštećenja u stenama kojima su izložene utovaračice i vozila za terensku vožnju.



Tamo gde je vek pneumatika približno 600 do 1000 časova proizvođač pancir lanca garantuje za ovaj lanac i pneumatike vek od 3000 do 4000 časova rada.

Čelik od koga je napravljen lanac ima veliku silu kidanja, sa tvrdoćom jezgra 380—400 jedinica po Vickersu i silom kidanja oko 130 kg/cm². Lanac je, u stvari, savitljiva gusta mreža. Proizvođač je »Tromac, Div. of Tradex International (Canada) Ltd. 1550 Chabanel St. W, Montreal 355 Que«.

S. Š.

»Canadian Mining Journal«, May 1969., str. 106.

Novi postupak razbija stene snagom indukovane električne energije!

Electrofrac Corporation razvila je opremu za razbijanje stena pomoću indukovane električne energije. Petnaestogodišnje istraživanje na polju razbijanja uljunosnih slojeva pomoću električne energije dovelo je do postupka za električno razbijanje tvrdih stena. Primarni i sekundarni sistemi razbijanja stena su upotrebijivi kod polukonduktivnih stena. Sila, stvorena električnim putem, stvara jednu mrežu pukotina u masi, koja se raspada dejstvom mehaničkog postupka.

Prednost električnog razbijanja stena, u poređenju sa korišćenjem eksploziva, leži u eliminisanju buke, vibracija zemljišta i nesrećnih slučajeva od komada stena, koje lete na sve strane.

Ispitivanja u rudnicima takonita, u Minesoti, utvrdila su potrošnju energije za sekundarno razbijanje rude magnetita i to od jedan do dva kilovat časa po toni stene. U primarnom razbijanju potrošnja energije je 10 do 15 kW-časa po toni, što zavisi od stepena fragmentacije.



Kao izvor energije služio je Diesel-generator od 100 KS i za primarno razbijanje. U praksi su pogodni i mnogo slabiji izvori energije.

Electrofrac laboratorija besplatno nudi usluge za utvrđivanje pogodnosti uzoraka stena za električno razbijanje.

S. Š.

»World Mining«, August, 1969., str. 68.

Krupova bušilica za velike rupe izbušila tunel za vodu dužine 9.120 m

Ova bušilica završila je bušenje 9 km dugačkog tunela za vodu u južnoj Nemačkoj. Na slici je prikazan momenat kada se probija posled-

