

2 BROJ
67 GOD

RUDARSKI GLASNIK

B U L L E T I N O F M I N E S
B U L L E T I N D E S M I N E S
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л
B E R G B A U Z E I T S C H R I F T

IZDAVAC: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNICKI PUT 2
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNICKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN) YUGOSLAVIE
STAMPA: »SAVREMENA ADMINISTRACIJA« — GRAFIČKI POGON »BRANKO ĐONOVIC«,
GUNDULIČEV VENAC 25, BEOGRAD



2 BROJ
67 GOD

RUDARSKI GLASNIK

B U L L E T I N O F M I N E S
B U L L E T I N D E S M I N E S
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л
B E R G B A U Z E I T S C H R I F T

GLAVNI UREDNIK

GLUŠČEVIĆ prof. ing. BRANKO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

AHČAN dr ing. RUDOLF, Rudarski institut, Beograd

ANTIĆ dipl. ing. MILAN, Mašinski fakultet, Beograd

BLAŽEK dipl. ing. ALEKSANDAR, v. savetnik, Beograd

BULJAN prof. ing. VLADIMIR, Rudarski institut, Beograd

ČOLIĆ dipl. ing. DRAGOMIR, Industrijsko-energetski kombinat, Kostolac

DRASKIĆ dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

DULAR dipl. ing. SLAVKO, Udruženje jugoslovenskih železara, Beograd

IVANOVIĆ dipl. ekon. KOSTA, Odbor za koordinaciju olova i cinka, Beograd

KUN dipl. ing. JANOŠ, Rudarski institut, Beograd

LEŠIĆ prof. dr ing. ĐURA, Rudarski institut, Beograd

MAKAR dipl. ing. MILIVOJ, Rudarski basen »Kolubara«, Vreoci

MALIĆ, prof. dr ing. DRAGOMIR, Tehnološki fakultet, Beograd

MARKOVIĆ dr ing. STEVAN, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

MARUNIĆ dipl. ing. ĐURA, Rudarski institut, Beograd

MILUTINOVIĆ prof. VELIMIR, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

MITROVIĆ dipl. ing. DRAGOLJUB, Rudarski institut, Beograd

MITROVIĆ dipl. ing. MIRA, Rudarski institut, Beograd

NOVAKOVIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd

OBRADOVIĆ dipl. ing. PETAR, Rudarski institut, Beograd

PERIŠIĆ dr ing. MIRKO, direktor Rudarskog instituta, Beograd

PETROVIĆ dipl. geol. VERA, Rudarski institut, Beograd

SIMONOVIĆ dipl. ing. MOMČILO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

SPASOJEVIĆ dipl. ing. BORISLAV, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

STOJANOVIĆ prof. ing. DRAGUTIN, Mašinski fakultet, Beograd

TOMASIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd

VELICKOVIĆ prof. dr ing. DUŠAN, Mašinski fakultet, Beograd

VESOVIĆ dipl. ing. MILAN, Mašinski fakultet, Beograd

SADRŽAJ

INDEX

Eksploatacija mineralnih sirovina

DIPL. ING. BRANISLAV GENČIĆ

<i>Neki problemi kapaciteta bagera glodara sa stanovišta uticaja procesa rezanja</i>	5
<i>Some Problems of Bucket Wheel Excavator's Capacity as Influenced by the Cutting Process</i>	11

DIPL. ING. PETAR RADIČEVIĆ

<i>Osiromašenje olovo-cinkove rude pri eksploataciji u rudniku »Kopaonik« — Belo Brdo</i>	13
<i>Обеднение свинцово-цинковой руды в течении эксплуатации рудника „Копаноник“ — Бело Брдо</i>	18

DR ING. PETAR MILANOVIĆ

<i>Određivanje reoloških osobina stenskih masa</i>	19
<i>Determination of the Rheological Properties of Rocks</i>	24

DIPL. ING. M. JOŠIĆ — TEHN. M. MRĐENOVIĆ

<i>Rezultati ispitivanja na postizanju kvalitetnijih koncentrata i boljih iskorišćenja na rudi ležišta »Suplja Stijena«</i>	25
<i>Untersuchungsergebnisse zwecks Erzeugung höherger Konzentratgüte und einem besseren Ausbringen auf der Erzlagerstätte »Suplja Stijena«</i>	32

Priprema mineralnih sirovina

DR ING. DUSAN SALATIĆ

<i>Tehnološke mogućnosti izdvajanja molibdena iz koncentrata bakra flotacije u Majdanpeku</i>	33
<i>Testing of Separation of a Molybdenum Concentrate from Majdanpek Copper Concentrates</i>	42

DR ING. D. SALATIĆ — DR ING. J. GAVRILOVIĆ

<i>Ispitivanje efikasnosti kalijum etil ksantata proizvodnje »Župa« — Kruševac i Dow Chemical Co</i>	43
<i>Comparison of Efficiencies of Domestic »Župa« Kruševac Xanthate and the Dow Chemical Company Xanthate</i>	47

Ekonomika

PROF. DR ING. VELIMIR MILUTINOVIĆ

<i>Metod ekonomske ocene rudnika i ležišta kao kriterijum efektivnosti investiranja i projektovanja</i>	49
<i>Method of Mine and Deposit Economic Evaluation as a Criterion of Investment and Projection Efficacy</i>	58

Iz istorije rudarstva

DR VASILJE SIMIC

Strani stručnjaci u rudarstvu Srbije (II deo) — — — — — — — — — — 59

Kongresi i stručna putovanja

DR OLEG PODGAJNI

XIX savetovanje Međunarodne komisije za petrologiju ugljeva, Madrid, 1966 67

DIPL. ING. SVETLANA MAKSIMOVIC

Seminar »Mehanika stena«, Beograd, 1967 — — — — — — — — — — 68

Prikazi iz literature — — — — — — — — — — 69

Neki problemi kapaciteta bagera glodara sa stanovišta uticaja procesa rezanja

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Branislav Genčić

Razvitak naših površinskih otkopa lignita orijentisan je u pravcu izgradnje velikih proizvodnih kapaciteta i primene bagera glodara u kompleksu sa transportnim trakama i odlagačima velikih jediničnih kapaciteta. Pri rastućim zahtevima povećanja kapaciteta bagera glodara kao osnovne proizvodne mašine, savremena praksa je pokazala da ovaj problem treba rešavati samo delimično povećanjem prečnika radnog točka i snage za kopanje, jer ova rešenja povlače za sobom veća dinamička naprezanja, povećanje težine bagera, smanjenje manevarske sposobnosti, a samim tim i negativan uticaj na tehnički kapacitet bagera. Izbor teoretskog kapaciteta i programiranje tehničkog kapaciteta (efektivnog kapaciteta) predstavlja osnovu za određivanje i sinhronizaciju kapaciteta ostalih mašina za transport i odlaganje masa. Radi toga je od posebne važnosti optimiziranje režima rada bagera glodara i ispitivanje svih faktora koji mogu uticati na povećanje tehničkog kapaciteta bagera.

U teoriji procesa kopanja i praksi konstruisanja i eksploatacije bagera glodara postoji niz uzajamnih funkcionalnih odnosa, od kojih je jedan deo potrebno postaviti pre izbora osnovnih konstruktivnih karakteristika, a drugi deo odrediti praktičnim ispitivanjem na kopu u industrijskom obimu. U tome se upravo i manifestuje usklađivanje i

proporcionalni odnos teoretskog i tehničkog kapaciteta bagera.

Radi sveobuhvatnosti navodimo da na tehnički kapacitet bagera utiču sledeći kompleksi problema:

- radna sredina (osobine otkrivke, uglja i delimično podine),
- tehnološki proces rada bagera na etaži i projektovani parametri površinskog otkopa,
- transport i odlaganje masa,
- ostali faktori, kao što su: klimatski uslovi, organizacija rada, režim održavanja mehanizacije itd.

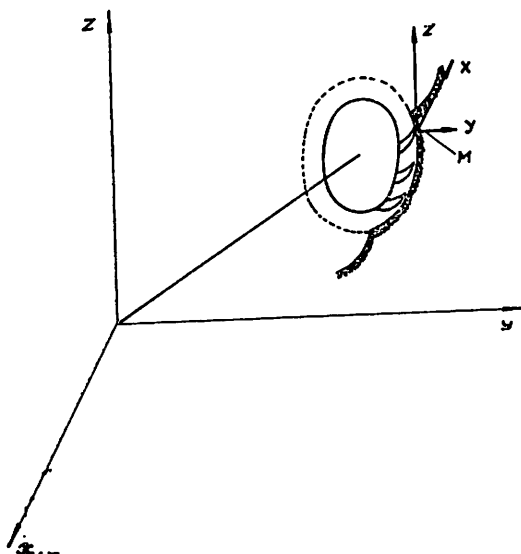
Iz toga proističe da je još pri izboru bagera potrebno poznavati sve faktore i karakteristike radne sredine, projektovati tehnološki proces otkopavanja i predvideti sve ostale faktore. Pošto je jedan od osnovnih problema korespondiranje bagera i radne sredine i izbor osnovnih konstruktivnih karakteristika, ovaj faktor je takođe od velikog uticaja na samu tehnologiju kopanja i izbor parametara otkopnog fronta. Usklađivanje parametara otkopnog fronta sa određenim karakteristikama bagera, s druge strane, postavlja istovremeno zahtev za optimiziranje rešenja ovog složenog problema iz dva pravca.

U ovom razmatranju pažnja će se obratiti na radnu sredinu i proces rezanja bagerom

glodarom pošto ostali faktori zahtevaju poseban tretman.

Proučavanje zakonomernosti procesa rezanja i uticaj na režim kovanja i tehnički kapacitet može se rešavati uglavnom na tri načina: analitičkim putem, analogijom i po principu invarijantnih korelacionih odnosa. Ocena mogućnosti primene svake od navedenih metoda je u suštini inženjerski zadatak kako pri izboru bagera, tako i pri ispitivanju uticaja radne sredine na tehnički kapacitet bagera.

Metoda analitičkog određivanja daje matematički izraz procesa rezanja polazeći od pretpostavke homogenosti i izotropnosti radne sredine. Saglasno tome zakonitosti raz-



Sl. 1 — Rezni elementi i sile reakcije.

Fig. 1 — The cutting edges and the reaction forces.

dvajanja radne sredine izražavaju se kroz teoriju elastičnosti. Očigledno je da terenski uslovi znatno odstupaju od pretpostavljenih, jer je radna sredina više ili manje promenljiva u svim pravcima, pri rezanju nastaju prsline, manifestacije pritiska masa itd., što praktično znatno ograničava primenu svakog matematičkog modela ovih zavisnosti.

Princip analognih rešenja u inženjerskom smislu može imati samo relativnu vrednost i zavisi od stepena analogije. Analogija može poslužiti samo kao početna postavka koja treba da bude korigovana praktičnim ispitivanjima.

Primeni principa invarijantnih korelacionih odnosa se u savremenoj praksi daje poseban značaj. Zadatak invarijantne metode definisanja procesa rezanja sastoji se u nalaženju nekih odnosa koji bi ostali neizmjenjeni (invarijantni) za različite radne sredine u slučaju zamene numeričke karakteristike otpornosti na kovanje pri datim radnim uslovima. Korelacioni karakter metode osniva se na statistički obrađenim eksperimentima i paralelnom izučavanju karakteristika otpornosti radne sredine na kovanje i samog procesa rezanja.

Ako se ocene sve tri metode sa stanovišta ispitivanja uticaja radne sredine na kapacitet bagera glodara, onda se može konstatovati da je matematičkim zavisnostima moguće doći do invarijantnih rešenja koja treba da obuhvate određene koeficijente utvrđene eksperimentalnim ispitivanjem. Metoda analogije u oblasti ispitivanja uticaja radne sredine ima sekundarni značaj i može se više primeniti u izboru konstruktivnih karakteristika bagera. Prema tome, nijedna metoda se ne može potpuno diskriminisati, ali je jasno da invarijantno utvrđivanje zavisnosti radne sredine, režima rada bagera i uticaja na kapacitet najviše se približuje optimumu i obezbeđuje najbolje karakteristike bagera.

Zavisnost procesa rezanja i kapaciteta bagera

Razdvajanje masiva u procesu rezanja je rezultat nastajanja složenog naprezanja koje se u raznim površinama reza manifestuje na različite načine. Pošto se rezanje vrši reznim ivicama ili reznim elementima (noževima ili zubima), u kontaktnim površinama nastaje koncentracija naprezanja i razdvajanje komada iz masiva. Na čeonj ivici noža nastaje smicanje i pritisak a na bočnim ivicama se pojavljuje složeno naprezanje smicanja, kidanja i obrušavanja materijala usled proširenja trajektorije kretanja noža. Nasuprot ovoj teoriji, u razjašnjenju procesa rezanja polazi se od pretpostavke da u masivu nastaje sabijanje i odvajanje komada sferičnih oblika. U svakom slučaju, rezanje materijala je praćeno odlamanjem komada ili odvajanjem sferičnih oblika, a u zavisnosti od granulometrijskog sastava i drugih fizičko-mehaničkih osobina.

Polazeći od opšte poznate konstatacije o složenosti procesa rezanja, navodimo samo

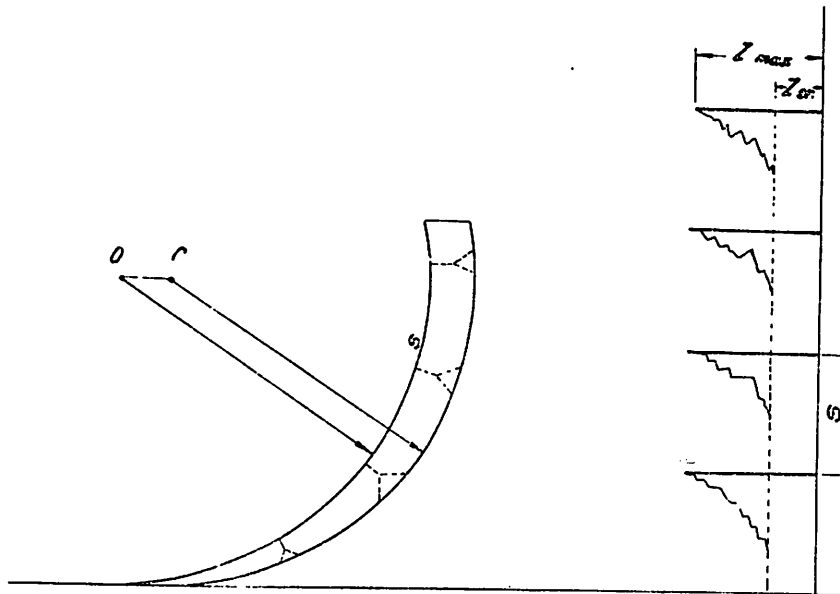
najvažnije zakonitosti i potrebu njihovih ispitivanja i regulisanja.

Najrasprostranjeniji proces rezanja, primenjen kod najraznovrsnih konstrukcija mašina, predstavlja proces rezanja oštrim reznim elementom sa približnim oblikom klina. Usled habanja vremenom nastaje promena oblika rezne ivice i površine, pri čemu se menjaju i neki parametri rezanja.

i za ostale komponente. Da bi se mogao vršiti izbor sile rezanja i izbor optimalnih parametara rezanja masiva, od kojih u krajnjoj liniji zavisi i kapacitet bagera, za izučavanje ovih zakonitosti polazi se od šeme rezanja nožem u obliku klina i otpora koje ovaj rezni element savlađuje posle promene oblika rezne ivice usled habanja. Složeni otpori kopanja koji nastaju u radnoj sredini

Sl. 2 — Dijagram promena komponente sile Z .

Fig. 2 — Diagram of fluctuating of the force Z .

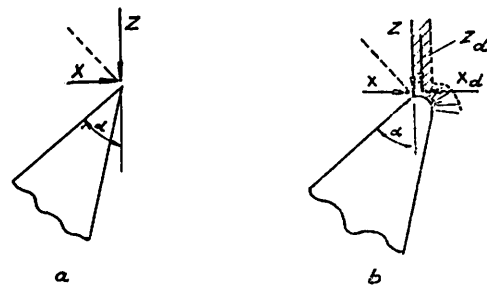


Na slici 1 prikazani su rezni elementi u obliku klina i sile reakcije koje pri tome nastaju.

Šematski prikazano ukupna naprezanja u tački M sastoje se od tangencijalne komponente Z , normalne komponente Y , koja deluje u pravcu masiva i omogućuje usecanje, i binormalne komponente X koja karakteriše trenje vedrice o masiv.

Tangencijalna komponenta Z sama po sebi predstavlja složeno naprezanje promenljivo u izvesnim granicama. Komponente X i Y su takođe promenljive i variraju od minimuma do maksimuma u zavisnosti promene uslova rezanja odnosno odvajanja komada ili rezova. Pri rezanju masiva veće čvrstoće (lignit) nastupiće veće razlike između minimuma i maksimuma (sl. 2), dok će u radnoj sredini izrazite plastičnosti (glina) ova razlika biti znatno manja.

U procesu rezanja računa se uvek sa srednjim vrednostima kako za tangencijalnu tako



Sl. 3 — Rezni elementi u obliku klina. a — prvobitni oblik; b — posle habanja.

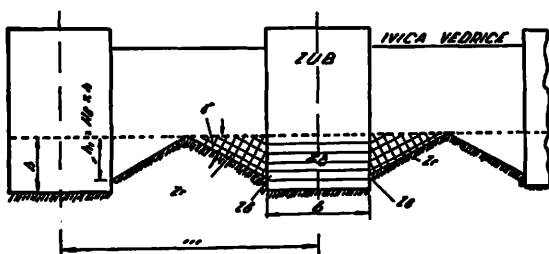
Fig. 3 — The cutting edges like pin.

usled posrednog dejstva reznog elementa i fizičko-mehaničkih karakteristika radne sredine posebno se uzimaju u obzir, a mnogi podaci i koeficijenti određuju eksperimentalno.

Na slici 3 prikazana je šema rezanja reznim elementom u obliku klina i dopunski otpori posle promene oblika usled habanja.

Prema tome, u procesu rezanja treba računati da sila rezanja savlađuje otpore rezanja koji zavise od fizičko-mehaničkih osobina radne sredine, zatupljenja ivice rezanja (sila Z_d), dimenzije reza i uglova rezanja (pre svega zavisi od prednjeg ugla rezanja α). U zoni dejstva sila Z_d i X_d nastaje gnječenje i zbog toga može ukupna sila rezanja porasti za 60—100% u odnosu na potrebnu silu rezanja oštrom ivicom.

Da bi se postigla najveća efikasnost procesa rezanja najmanjom odgovarajućom silom, pri izboru konstrukcije reznog elementa, vedrice i radnog točka, treba početi od postavke da se sila rezanja koncentriše na reznim elementima (zubima), da se omogući što lakše pražnjenje vedrice i da bočne ivice vedrice što manje učestvuju u procesu rezanja. S druge strane, treba odrediti optimalne uglove i elemente rezanja.



Sl. 4 — Šema rezanja zubima i elementi sile rezanja.

Fig. 4 — Method of cutting by pins and elements of the cutting force.

Saglasno postojećim teorijama, rezanje se može posmatrati kao proces u ravni rezanja i bočnog obrušavanja između dva uzastopna rezna elementa (zuba). Prema tome, sila rezanja se menja u zavisnosti od širine reznog elementa i dubine reza. Razmak između zuba definisan je stepenom deblokiranja rezanja, a najveći otpori rezanja se javljaju kod najvećeg razmaka zuba.

Ako se proces rezanja ocenjuje sa navedenog stanovišta, onda se ukupna sila rezanja sastoji iz tri dela (slika 4):

— komponente Z_ϵ , koja savlađuje čeonu otpor, paralelna je širini reza (b) i zavisi od čvrstoće radne sredine i ugla rezanja (α);

— komponente Z_r , koja zavisi od čvrstoće radne sredine i površine bočnog obrušavanja, a ne zavisi od širine (b), dubine reza (h) i ugla rezanja (α);

— komponente Z_b , koja je proporcionalna dubini reza (h) i zavisi od čvrstoće radne sredine, a ne zavisi od širine (b), dubine reza (h) i ugla rezanja (α).

Ukupna sila rezanja Z_R jednaka je:

$$Z_R = Z_\epsilon + Z_r + Z_b \quad (1)$$

a pojedinačne sile:

$$Z_\epsilon = p_\epsilon \cdot F_\epsilon$$

gde je:

p_ϵ — specifična sila rezanja čeonog dela zuba u kp/cm^2

$$F_\epsilon = b \cdot h \text{ u cm}^2$$

gde je:

$$Z_r = p_r \cdot F_r$$

p_r — specifična sila rezanja u bočnim proširenjima reza u kp/cm^2

$$F_r = k^2 \cdot h^2 \cdot \cotg \gamma$$

gde je:

k , — koeficijent dubine na kojoj je proširen rez: $k_r = \frac{h_1}{h} = 0,80 \text{ do } 0,95$

$$Z_b = p_b \cdot L_b$$

gde je:

p_b — specifična sila rezanja na bočnim ivicama noža u kp/cm

L_b — ukupna dužina linije bočnog rezanja u cm $L_b = 2h(1 - k_b)$

Zamenom vrednosti u izrazu (1) dobija se:

$$Z_R = (p_\epsilon \cdot F_\epsilon) + (p_r \cdot F_r) + (p_b \cdot L_b) \quad (2)$$

Radi uprošćenja izraza specifičnih sila p_ϵ , p_r i p_b mogu se zameniti sledećim koeficijentima:

$$p_\epsilon = \varphi \cdot m_\epsilon$$

gde je:

m_ϵ — specifična sila rezanja u čeonom delu reza pri uglu rezanja 45° u kg/cm^2

φ — koeficijent koji uzima u obzir uticaj ugla rezanja; vrednosti ovog koeficijenta prikazane su u tablici 1.

$$p_r \cdot F_r = p_r \cdot k_r^2 \cdot h^2 \operatorname{ctg} \gamma = 2 m_r h^2$$

$$m_r = \frac{1}{2} p_r k_r^2 \operatorname{ctg} \gamma$$

i predstavlja koeficijent koji karakteriše specifičnu silu rezanja masiva u bočnim delovima reza.

$$p_b \cdot L_b = p_b \cdot 2h (1 - k_b) = 2 m_b h$$

$$m_b = p_b (1 - k_b)$$

i predstavlja koeficijent koji karakteriše specifičnu silu rezanja masiva bočnim ivicama noža.

Zamenom navedenih koeficijenata u izrazu (2) dobija se zavisnost ukupne sile rezanja:

$$Z_R = \varphi \cdot m_\varepsilon \cdot b \cdot h + 2 m_r h^2 + 2 m_b h$$

odnosno

$$Z_R = h (\varphi \cdot m_\varepsilon b + 2 m_r + 2 m_b)$$

U tablici 2 prikazane su vrednosti koeficijenata m_ε , m_r i m_b za neke materijale.

Dopunska sila rezanja usled promene oblika noža habanjem može se izračunati (Z_d , slika 3 pod b):

$$Z_d = p_d \cdot L_d$$

gde je:

p_d — sila za savlađivanje dopunskog otpora:

$$p_d = p_0 + p_1 \frac{h}{h + h_1}; \text{ empirička zavisnost}$$

L_d — dužina zatupljene ivice noža

U tablici 3 prikazane su vrednosti p_0 , p_1 i h_1 za neke materijale.

Kod primene iznetih principa za proračun sile rezanja glodara može se uzeti da su komponente sile rezanja praktično proporcionalne površinama i linearnim razmerama odgovarajućih rezova. Prema tome, sila rezanja pri rezanju složenim sistemom noževa može se izračunati:

$$Z_R = \sum_{i=1}^n p_{\varepsilon_i} \cdot F_{\varepsilon_i} + p_r \sum_{i=1}^n F_{r_i} + p_b \sum_{i=1}^n L_{b_i} + \sum_{i=1}^n p_{d_i} \cdot L_{d_i}$$

Tablica 1

Ugao rezanja °	Vrsta materijala		
	plastične gline	uslojene gline	peskovite gline
25	0,59	1,13	0,78
30	0,66	1,00	0,78
35	0,74	0,85	0,78
40	0,85	0,85	0,85
45	1,00	1,00	1,00
50	1,35	1,35	1,35
55	1,70	1,70	1,70
60	2,05	2,05	2,05

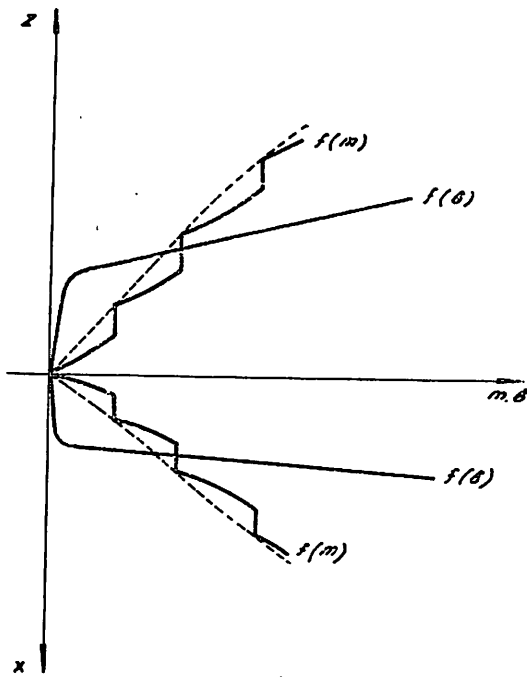
Tablica 2

Vrsta materijala	Koeficijenti		
	m_ε	m_r	m_b
ilovača	0,97	0,13	1,42
mrka glina	0,54	0,80	1,26
mrka vlažna glina	0,31	0,09	0,74
mrka glina zamrznuta	20,50	7,30	20,40
sivo-zelena laporovita glina	1,74	0,21	0,40
slabo vezani pesak sa glinenim cementom	0,97	0,36	0,49

Tablica 3

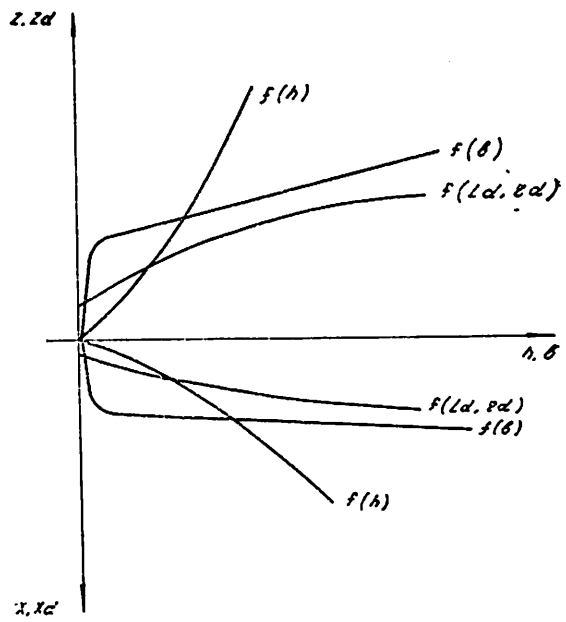
Vrsta materijala	Širina površine habanja, mm	Radijus zatupljenosti, mm	Vrednosti u kp/cm		
			p_0	p_1	h_1
sivo-zelena	50	—	11,3	61,9	63,6
peskovita glina	—	19	6,1	74,4	139,8
siva zamrznuta glina	40	—	131,6	165,9	1,3
glina	—	5	51,8	214,5	3,05
siva	40	—	5,0	24,2	55,5
ilovača	—	15	3,0	62,7	66,0

Normalna sila rezanja određuje se prema tangencijalnoj sili i uglovima rezanja, te trenja noža i masiva. Dopunska normalna sila usled zatupljenosti ili habanja određuje se po dopunskoj tangencijalnoj sili, uglu nagiba



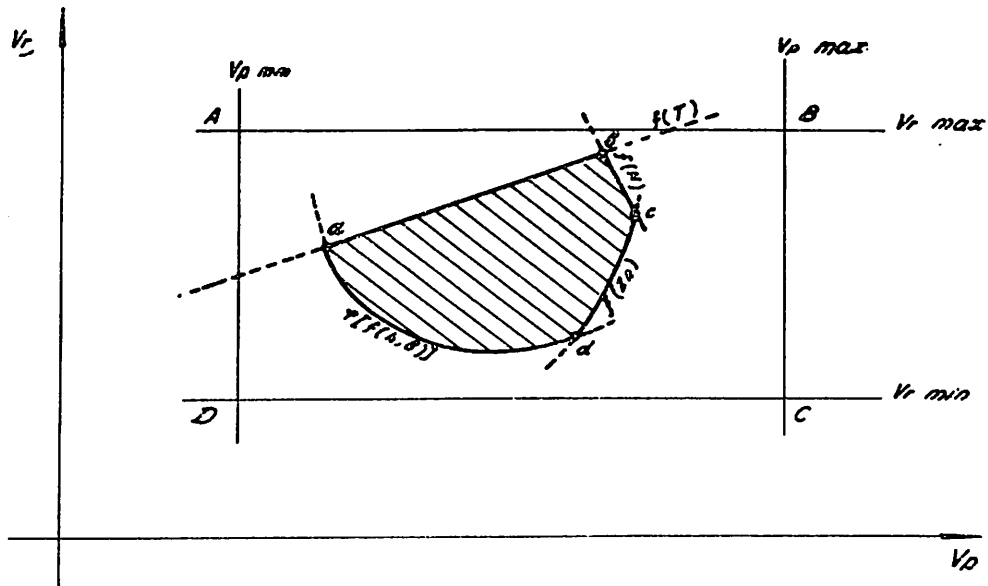
Sl. 5 — Dijagram zavisnosti sile Z i m, b.

Fig. 5 — Diagram to the dependence of the force Z and m, b.



Sl. 6 — Dijagram zavisnosti sile Z i Zd i h, b.

Fig. 6 — Diagram to the dependence of the force Z and Zd and h, b.



Sl. 7 — Mogućnosti regulacije kapaciteta.

Fig. 7 — Possibilities of the capacity control.

površine habanja i uglu trenja između noža i masiva.

Na osnovu navedenih zavisnosti može se vršiti izbor sile rezanja prema radnoj sredini, odnosno vršiti podešavanje parametara rezanja u cilju postizanja maksimalnog kapaciteta bagera.

Regulacija kapaciteta u zavisnosti rezanja

Značajan uticaj na kapacitet bagera glodara ima pravilna regulacija rada bagera. Imajući u vidu pojedine zavisnosti, pri zadatoj tehnologiji i parametrima bagera, najvažnije mogućnosti regulacije rezanja su sledeće:

- a. konstante: promenljive:
dubina rezanja (h) širina zuba (b)
visina zahvata (H) korak zuba (m)
brzina rezanja (v_r)

Na slici 5 grafički je prikazana ova zavisnost.

- b. konstante: promenljive:
visina zahvata (H) dubina (h)
brzina rezanja (v_r) širina zuba (b)
korak zuba (m)

Na slici 6 grafički je prikazana ova zavisnost, kao i zavisnost od dopunske sile rezanja usled promene oblika zuba habanjem.

Na sličan način mogu se prikazati i druge zavisnosti koje misu funkcija konstruktivnih karakteristika reznih elemenata, kao što je uzet primer pod a. i b. Međutim, za neki bager sa postojećim karakteristikama, regulacija kapaciteta u pravcu maksimuma može obuhvatiti samo ona rešenja koja se nalaze u granicama tehničkih karakteristika bagera. Navedena dva primera su pokazala da zavisnosti nisu linearne, pa se prema tome ne može primeniti sistem linearnog programiranja u slučaju automatskog traženja optimuma, već je celishodnije problem rešavati upoređenjem varijanata, odnosno invarijantnim rešenjem.

Za svaki bager se može oblast regulacije predstaviti grafički kao na slici 7, pri čemu je izabrana zavisnost brzine usecanja rotora (v_p) i brzine rezanja (v_r).

Površina ABCD predstavlja oblast mogućih rešenja u kojoj se nalazi optimalna varijanta. U ovoj oblasti se nalazi minimum i maksimum sledećih veličina: $f(T)$ — čvrstoća, $f(Z_R)$ — sila rezanja, $f(H)$ — visina zahvata, $\varphi [f(h, b)]$ — utrošak energije. Očigledno je da se optimalni kapacitet nalazi u granicama abcd. Ukoliko se šrafirana površina na slici 7 više približava površini ABCD utoliko je veće iskorišćenje tehničkih karakteristika bagera.

SUMMARY

Some Problems of Bucket Wheel Excavator's Capacity as Influenced by the Cutting Process

B. Genčić, min. eng.*)

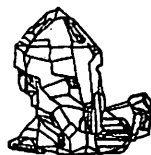
The development of the open pit lignite mines in SFRJ has a tendency towards large capacities and the application of bucket wheel excavators as primary working machine. The ratio between the theoretical and the effective capacity of the bucket wheel excavator and the complexity of the machines for overburden transport and dumping first of all depends upon the cutting régime. The complexity of the cutting process requires a knowledge of the working medium and its influence on the cutting régime, obtained on the basis of investigations or research of many factors to be experimentally determined.

In the paper part which is related to the dependence of the cutting force and the most important coefficients is comprised. This dependence is related to the form and disposition of cutting edges of the working wheel. Also, some examples and possibilities of the control of the excavator capacity are quoted.

*) Dipl. ing. Branislav Genčić, docent Ru darsko-geološkog fakulteta, Beograd.

Literatura

- Beron, L. I: Osnovnye naučno-metodičeskie voprosy razrušenija gornyh porod mehaničeskimi sposobami
- Mihailov, V. G: Issledovanija pročnosti režuščego instrumenta porodoprohodčeskih mašin.
- Vetrov, J. A., 1965: Osnovnye rezultaty i zadatki issledovanija procesa rezanija gruntov primenitel'no k rotornym ekskavatoram.
- Naučnye soobščeniya IGD AN SSSR, 1966. Problemy mehanizacii gornyh rabot, AN SSSR, 1963.



Osiromašenje olovo-cinkove rude pri eksploataciji u rudniku „Kopaonik“ — Belo Brdo

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Petar Radičević

Gubici rude pri eksploataciji mineralnih ležišta nanose ogromne štete, s jedne strane — izazivajući nepotpuno vađenje rude, a s druge strane — skraćujući vek rudniku. Osiromašenje rude, osim povećanih troškova (počev od procesa eksploatacije, zatim transporta, pa sve do prerade) utiče i na smanjenje iskorišćenja metala pri preradi tih ruda zbog povećanog učešća jalovine.

U praksi se često pod pojmom osiromašenje ili gubici rude, svrstavaju sve pojave koje se manifestuju u procesu eksploatacije. Nemogućnost izdvajanja svih faktora koji dovode do osiromašenja i gubitaka rude (Radičević, P.) i višestruko značenje i tumačenje istih pojmova, otežava njihovu potpunu definisanost.

Polazeći od toga, da osiromašenje predstavlja gubitak kvaliteta, a gubici rude — gubitak količine, trebalo bi izdvojiti:

— osiromašenje u užem smislu — razblaženje (predstavlja smanjenje sadržaja korisne komponente ili komponenti u oborenoj rudi u odnosu na sadržaj u rudnom telu pre obaranja),

— osiromašenje u širem smislu (smanjenje sadržaja korisne komponente ili komponenti pri prvoj preradi u odnosu na sadržaj u rudnom telu pre obaranja),

— gubici u užem smislu (predstavljaju neiskorišćeni deo rezervi, koji je u ležištu ostao neizvađen — u sigurnosnim, zaštitnim stubovima, raznim celcima, itd.), i

— gubici u širem smislu (pored neizvađenog dela rezervi, predstavljaju i deo rude, koji je izgubljen u toku eksploatacije).

Svakako, da se i osiromašenja i gubici međusobno prepliću, dopunjuju i uslovljavaju, te ih veoma često nije moguće posebno izdvajati, a što zavisi i od načina oprobavanja tj. mogućnosti njihovog registrovanja.

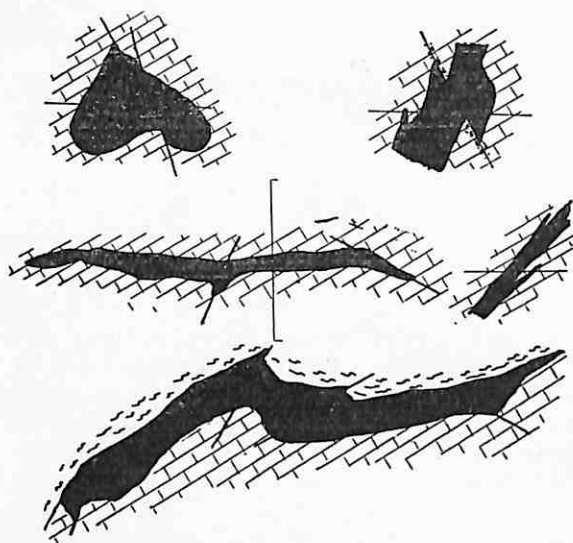
Osiromašenje olova i cinka u rudi u periodu 1961—1965. g. u rudniku »Kopaonik«

Na osnovu rezultata oprobavanja u periodu 1961—1965. godine i rezultata određivanja sadržaja Pb-Zn u rudi pri ulazu u flotaciju (flotacija »Trepča« — Zvečan) u mesečnim bilansima metala, izračunavana je razlika tih sadržaja, koja je određena kao osiromašenje rude.

Nepobitno je, da u ovom »osiromašenju« ima veliki deo gubitaka (bilo to u užem ili širem smislu) izazvanih nizom faktora, npr. primenom pojedinih metoda otkopavanja (Petrović M., 1959), zbog načina zasipavanja, transporta u jami i na površini, itd. — a što se u ovom rudniku nije moglo izdvojiti.

Geološki faktori, koji su mogli dovesti do pojave osiromašenja, imali su znatan uticaj. Ležište je izraziti tip kontaktno-metasomatskog olovo-cinkovog orudnjenja. Rudna tela se karakterišu veoma nepravilnim oblicima i

vrlo složenim isklinjavanjima. Nekada je prelaz između rude i okolne stene postepen (skarnovska orudnjenja), što neminovno dovodi do osiromašenja — razblaženja. Sklop i fizičke osobine mineralne sirovine imaju bitan uticaj kod onih rudnih tela, koja pokazuju znatnu razliku u tvrdoći između rude i okolne stene. Postrudna tektonika manjim delom dovodi do gubitaka vezanih za proces eksploatacije a utiče na osiromašenje pove-



Sl. 1 — Strukturno-morfološke karakteristike nekih rudnih tela u ležištu Pb-Zn «Kopaonik».

Рис. 1 — Структурно-морфологические характеристики некоторых рудных тел в месторождении свинцово-цинковой руды «Копанник».

ćanim obaranjem jalovine. Nepovoljne inženjersko-geološke i hidrogeološke prilike, odražavaju se preko veličine i posledica podzemnog pritiska, preko neravnomernosti pritoka podzemnih voda, itd., što uslovljava otežane uslove rada a delom pojave osiromašenja i gubitaka rude.

Sadržaj u rudi pre obaranja (koji je dobijen na osnovu rezultata operativnog opробavanja) i sadržaj u rudi pri ulazu u flotaciju, dat je u tablici 1.

Izračunavajući odnos srednjih sadržaja pri ulazu u flotaciju i srednjih sadržaja u rudi pre obaranja, dobijen je procenat iskorišćenja metala, čija razlika do 100 daje veličinu, koja je izdvojena kao osiromašenje (date veličine su srednje vrednosti meseč-

nih osiromašenja po godinama) i prikazana u tab. 2.

Tablica 1

Godina	Srednji sadržaj			
	pre obaranja		pri ulazu u flot.	
	Pb%	Zn%	Pb%	Zn%
1961.	9,21	6,41	7,66	4,91
1962.	8,62	6,09	7,81	4,67
1963.	8,82	5,89	7,24	4,47
1964.	8,66	5,54	7,12	4,86
1965.	7,86	4,72	6,66	4,45

Tablica 2

Godina	Iskorišćenje metala		Osiromašenje metala	
	Pb%	Zn%	Pb%	Zn%
1961.	83,17	75,88	16,83	24,12
1962.	90,60	76,19	9,40	23,81
1963.	82,09	75,89	17,91	24,11
1964.	82,22	87,73	17,78	12,27
1965.	84,74	94,28	15,27	5,72

Posmatrajući mesečna ostvarena osiromašenja, primećuje se, da ona variraju u širokim granicama. Njihovim upoređenjem, određena zakonomernost zapaža se u periodu juni—juli, kada je razlika u sadržaju u rudi pre obaranja i sadržaja u rudi pri ulazu u flotaciju — najveća, i za vreme oktobra i novembra meseca, kada je ta razlika najmanja.

Uzimajući u obzir opšte i eksploatacione faktore (Radičević, P.) koji mogu dovesti do ovih pojava, može se zaključiti da oni nisu bitno uticali na:

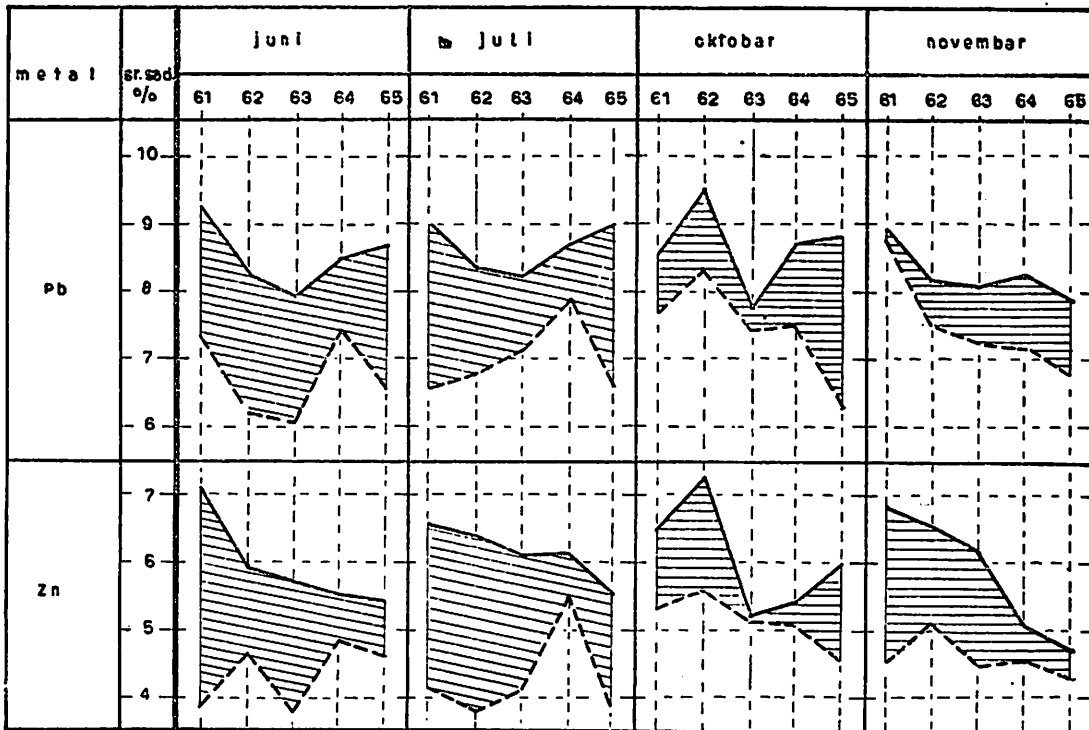
— o b i m r a d o v a, mesečni planovi proizvodnje su skoro uvek isti, proizvodnja raste iz godine u godinu, a osiromašenja pokazuju u tim periodima jedan približno stalan odnos, što ne isključuje mogućnost da je i ovaj faktor delom uticao, ali samo na ukupnu vrednost osiromašenja;

— h i t n o s t r a d o v a, kao faktor koji može dovesti do ovih pojava, javljaće se

prvostepeno krajem godine, trenutnim forsiranjem proizvodnje i sl., što se ovde ne može uzeti kao odlučujuće;

— ostali faktori, koji se svrstavaju u opšte (netačnost dokumentacije: jamome-račke, geološke, itd., gubici pri uskladištenju, i dr.) verovatno je, da su imali mali uticaj.

ju, rade i na njivi i u jami. Period juni—juli pada u vreme najintenzivnijih poljskih radova (proleće i leto na Kopaoniku nešto kasne). Zbog prezamorenosti i nedovoljne brižljivosti, dolazi pri otpucavanju i utovaru rude do povećanog mešanja jalovine, a sve u težnji da se ispune radne norme. U periodu



Sl. 2 — Karakteristična osiromašenja po mesecima za period 1961—1965. g. (na dijagramu su dati periodi koji pokazuju najveća odnosno najmanja odstupanja).

Legenda: — srednji sadržaj pre otkopavanja;
 - - - - - srednji sadržaj pri ulazu u flotaciju.

Рис. 2 — Характеристическое обеднение по месяцам за период 1961—1965. г. (на графике даны периоды, показывающие максимальные и минимальные отклонения).

Od eksploatacionih faktora, jednim delom, možda, je uticala nedovoljna istraženost ležišta tj. rudnih tela, čijoj se pripremi za eksploataciju, a i samoj eksploataciji, prilazi vrlo često na osnovu rezultata bušenja jedne ili dve, vrlo retko više, bušotina.

Moguće je, da se uzrok ovim pojavama nalazi dobrim delom u ljudskom faktoru.

Od ukupno zaposlenih rudara u jami rudnika »Kopaonik« oko 80% je sa sela, koji kada to vreme i druge podobnosti dozvoljava-

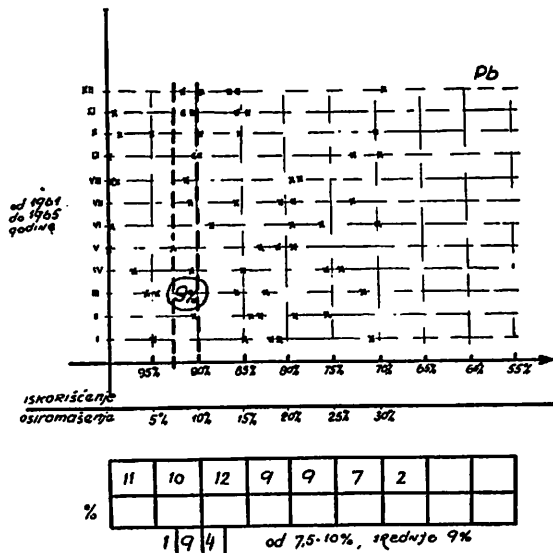
oktobar—novembar, situacija je suprotna. Kad bi trebalo očekivati slabije radne rezultate (posle leta i odmora, dolaskom jeseni i zime, dolazi do izvesne psihičke opterećenosti ljudi i slabljenja radne aktivnosti), osiromašenja u rudi su znatno manja (iako su uslovi rada u jami nepromenjeni). Jesen je na Kopaoniku kratka i prvih dana oktobra treba očekivati i prva zahlađenja, a tada prestaju skoro svi poljski radovi. Rudar sada celokupnu svoju aktivnost posvećuje radu u

jami, što daje odraza i na veličinu ostvarenog osiromašenja.

Kolikli je stvarni uticaj ljudskog faktora, teško je sa većom tačnošću utvrditi (i ne samo u ovom slučaju).

Izračunavanje »stalnog osiromašenja«

Da li srednje osiromašenje, koje predstavlja aritmetičku sredinu ostvarenih osiromašenja za neki period (i različitog uticaja faktora koji su doveli do tih pojava) treba uzeti kao pokazatelj na kome bazirati dalje izvođenje radova?



Sl. 3 — Dijagram za određivanje »stalnog osiromašenja«.

Рис. 3 — График для определения „постоянного обеднения“.

U svakom slučaju, treba naći novu veličinu, koja će označavati neko konstantno ili »stalno osiromašenje«, s tim:

— da ta novodobijena veličina osiromašenja mora ulaziti u svako ostvareno mesečno ili godišnje osiromašenje, kao rezultat uticaja nepromenljivih faktora koji dovode do pojave osiromašenja i gubitaka rude pri eksploataciji;

— da bude manja od srednje ostvarenog osiromašenja za određeni period, jer isto predstavlja dejstvo svih faktora (stalnih ili povremenih), koji se načinom ili organizaci-

jom rada, ili promenom tehnološkog postupka, mogu smanjiti ili eliminisati;

— da to »stalno osiromašenje« predstavlja veličinu koja se u datim geološkim i tehničko-eksploatacionim uslovima ne može izbeći a kojoj pri eksploataciji treba težiti;

— da svaka razlika ostvarenog osiromašenja u odnosu na »stalno« predstavlja rezultat promenljivih uticaja pojedinih faktora.

Izračunavanje »stalnog osiromašenja« moguće je izvršiti na sledeći način:

— sve veličine osiromašenja za neki period, nanose se na grafikom ili »rešetku osiromašenja«. (Na jednu osu se nanosi vreme na koje se odnose dobijeni rezultati — mesečni, nedeljni, a na drugu, veličine osiromašenja. Treba težiti, da polja rešetke budu pravougaonici, jer će time učestanost pojedinih rezultata više doći do izražaja.) Onda se naneti rezultati dele na klase, obično, 5—10, što zavisi i od razlike minimalno i maksimalno ostvarenog osiromašenja (ukoliko je ona veća i klase mogu biti veće ili obrnuto), pa se onda jedna od najnižih i najučestanijih uzima za stalno osiromašenje, a da pri tome učestanost ili zastupljenost te klase (pojedinačnih mesečnih, nedeljnih ili dnevnih osiromašenja) od obe susedne klase bude veća za 20%. (Verovatno, da je zastupljenost neke klase od obe susedne za 20% dovoljno izrazita.) Ako se to prvom podelom na klase ne postigne, onda treba povećati broj klasa. (Moguće je, da se nekada na dijagramu dobiju i dve takve klase, ali za traženu veličinu treba uzimati onu nižu, sa manjim osiromašenjima, kojoj i u radu treba težiti, jer se »... u datim geološkim i tehničko-ekonomskim uslovima ne može izbeći«.)

Način izračunavanja »stalnog osiromašenja« u rudniku »Kopaonik« dat je na sl. 3.

Na rešetku osiromašenja nanete su sve vrednosti mesečnih osiromašenja u periodu 1961—1965. godine. Podelom na klase od 5%, nužna razlika od 20% između klasa nije dobijena. Novom podelom na klase od 2,5% u predelu od 7,5—10% taj uslov je zadovoljen, što ukazuje, da bi vrednost — srednja 9% — trebalo da predstavlja »stalno osiromašenje olova« u Kopaoniku.

Iznalaženje »krive P« ili »krive kritičnog osiromašenja«. — Da

bi se došlo do određenih zakonitosti pojava povišenih osiromašenja, može se grafičkim putem dobiti kriva, koja bi trebalo da ukaže na periode kritičnih ili maksimalnih osiromašenja. (Neosporno je, da su postignuta osiromašenja uvek ili skoro uvek rezultat uticaja većeg broja faktora, redovno promenljivih, koji dovode do istih, a i da taj rezultujući uticaj faktora pokazuje bar izvesnu zakonitost tj., postoji neki, više ili manje izražen odnos pojava ostvarenih osiromašenja, koji bi se mogao predstaviti nekom krivom.)

Za primer su poslužili mesečni rezultati osiromašenja olova u rudi u rudniku »Kopaonik« (u periodu 1961—1965. g.)

Na rešetku osiromašenja, dobijeni rezultati se ucrtavaju u najbližu sredinu donjeg pravougaonika. (Upravo, to je dijagram kao u prethodnom slučaju, sa istim rezultatima, s tim što se sada tačke — vrednosti osiromašenja — »spuštaju« u najbližu sredinu donjeg pravougaonika). U svakom polju — pravougaoniku, prebrojavaju se tačke i označavaju njihovim brojnim indeksom (uslovno vezanim za sredinu pravougaonika — u preseku dijagonala). Po tim indeksima se izvlače izolnije — izolnije osiromašenja. Kroz dobijene maksimume povlači se kriva (koja bi trebalo da prolazi kroz sredine tih maksimuma, ili približno njima).

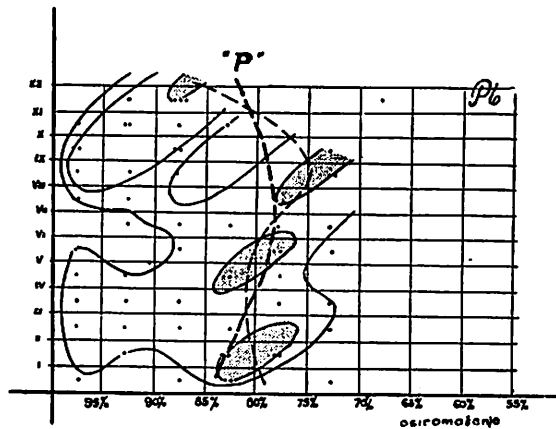
Tada se može javiti više slučajeva:

— ako postoje samo dva-tri maksimuma, dobijena kriva će biti konačna i predstavljaće najverovatniji odnos vrednosti koje su nane na rešetku,

— ako postoje četiri ili više maksimuma, dobijena kriva može biti jako izlomljena. Metodom »razvlačenja« ili »izjednačavanja« kroz srednju vrednost dva susedna maksimuma, povlači se nova kriva, u kojoj se jednostavnije i jasnije ističu opšte promene osiromašenja. (Koliko susednih maksimuma treba spajati u jednu tačku, zavisi od broja maksimuma, a ovi od broja podataka i stepena zakonitosti promena veličine osiromašenja. »Izravnavanje« treba vršiti jedanput, eventualno dvaput ali ne ići u krajnost da se ona približi pravoj.)

Takva »kriva P« imaće još jednu prednost — jer će eliminisati ili smanjiti uticaj slučajnih (pa i sistematskih) grešaka pri određivanju osiromašenja.

Na datom primeru maksimum dobijene krive pada u period juni—juli, što opet ukazuje na to — da se kritična ili povišena osiromašenja u rudi u rudniku »Kopaonik« javljaju u tim mesecima.



Sl. 4 — Dijagram za dobijanje »krive kritičnog osiromašenja«.

Рис. 4 — График для получения „кривой“ критического обеднения“.

Kriva kritičnog osiromašenja, treba da ima i svoje praktične — pozitivne strane. Iznaženje perioda sa povećanim osiromašenjima a i faktora koji ih izazivaju, nizom mera je moguće, da se osiromašenja svedu u granice tolerancije.

Zaključak

Pojavu osiromašenja i gubitaka rude pri eksploataciji treba posmatrati u sklopu racionalnog korišćenja rudnog blaga — gledati ga u sklopu dijalektičke neminovnosti tj., iscrpljivosti i neobnovljivosti rudnih bogatstava, gde svaki gubitak (bez obzira na faktor kojim je izazvan) predstavlja nenadoknadiiv gubitak.

Isti se uvek javlja, kao rezultat više faktora. Zavisno od geoloških i eksploatacionih karakteristika, jedan te isti faktor može u više ležišta imati približne rezultate, čak možda i iste, ali je njihov uticaj uglavnom različit: u nekim slučajevima oni se prepliću, ili nekada preovlađuje jedan a u drugom slučaju drugi.

РЕЗЮМЭ

Обеднение свинцово—цинковой руды в мерении эксплуатации рудника „Копанник” — Бело Брдо

Инж. П. Радичевич*)

Автор в своей статье описывает явление обеднения свинцово-цинковой руды в руднике „Копанник” в периоде 1961—1965 годах.

Учитывая ранее объявленную систематизацию факторов которые вызывают явления обеднения и потери руды в течении разработок месторождений металлов, он подчеркивает их закономерность в руднике „Копанник” и объясняет влияние отдельных факторов.

Нахождение „постоянного обеднения” (на примере найдено для свинца) и возможное определение „графика Р” (график критического обеднения для определенного металла) — являются новыми данными, которые могут играть важную роль в процессе эксплуатации месторождения металлов а также в работе рудничных геологов.

Literatura

- Agoškov, M., Simakov, V., 1961: Kriterii i prjame metody opredelenija poter i razobuživanja pri razrobotke mestoroždenij, Moskva.
- Albov, N. M., 1965: Oprobovanje mestoroždenij poleznych iskopaemyh. — »Nedra«, Moskva.
- Hodov, L., 1949: Učet poter i razobuživanja rud. — »Gornyj žurnal« No. 5.
- Janković, S., 1956: Ekonomska geologija, Beograd.
- Milutinović, V., 1965: Rudnička ekonomija, Beograd.
- Petrović, M., 1959: Otvaranje, razrada i metode otkopavanja, Beograd.
- Radičević, P., 1966: Osiromašnja i gubici rude pri eksploataciji metaličnih ležišta sa osvrtom na ove pojave u Pb-Zn ležištu »Kopanik« (stručni rad).

*) Dipl. ing. Petar Radičević, Geološka služba rudnika »Kopanik«.

Određivanje reoloških osobina stenskih masa

(sa 5 slika)

Dr ing. Petar Milanović

Uvod

U poslednje vreme sve se više posvećuje pažnja značaju reoloških osobina stenskih masa kao jednom od faktora koji se mora uzeti u obzir kod proučavanja manifestacija jamskog pritiska. Karakter mehaničkih procesa i sleganja (pomeranja) stenskih masa pri izradi jamskih prostorija i otkopavanju pogoduje pojavi reoloških procesa. S druge strane, mnoge stenske mase po svojim fizičko-mehaničkim osobinama bitno se razlikuju od klasičnih elastičnih ili sipkih sredina, jer poseduju reološke osobine — plastičnost, puzanje i relaksaciju.

Primena klasičnih teorija elastičnosti i sipkih sredina kod teoretskih rešavanja nekih problema mehanike stena nije našla potvrdu u rezultatima direktnih merenja manifestacija jamskog pritiska.

Pri projektovanju podzemnih prostorija nameće se kao neophodno, a u cilju pravilne ocene uticaja faktora vremena na naponsko stanje i deformacije stenskog masiva, proučavanje reoloških osobina stenskih masa.

U tom cilju u Laboratoriji za mehaniku stena Rudarskog instituta započeta su 1965. god. ispitivanja reoloških osobina pojedinih stena. Teoretska i eksperimentalna ispitivanja i dalje su u toku. Opiti su vršeni na uzorcima krečnjaka, laporca, magnezita i serpentina.

Reološki modeli i njihove jednačine

Reologija, u svom savremenom značenju, predstavlja onu granu fizike koja se odnosi na deformacije materijala u vezi sa napona koji prate te deformacije.

Fenomenološka reologija proučava homogene materijale, posmatrajući ih kao neprekidne sredine. Makroreologija tretira sve materijale kao da nemaju nikakvu strukturu (čiste tečnosti, savremeni kristali i sl.) Mikroreologija izvodi zaključke o reološkim osobinama složenih materijala iz reoloških osobina sastojaka (na primer suspenzije). U reologiji se obično pretpostavlja da su svi procesi izotermički. Postoje dve vrste reoloških osobina: osnovne osobine su elastičnost, viskoznost i plastičnost; složene osobine nastaju kombinacijom osnovnih osobina.

Idealna tela mogu se predstaviti pomoću tzv. reoloških modela, koji predstavljaju ćelije ili elemente čijom kombinacijom možemo konstruisati modele složenih tela. Upotreba modela je ograničena na linearne reološke jednačine.

U tablici 1 dat je pregled najvažnijih reoloških modela. Takođe se daju i definicije osnovnih reoloških osobina.

Elastičnost

Pod elastičnošću podrazumevamo osobinu materijala da posle prestanka delovanja

sila, koje su izazvale deformaciju, u potpunosti povratu svoju prvobitnu konfiguraciju. Ova osobina je simbolizovana spiralnom oprugom, a tela sa ovom osobinom nazivamo Hukovim (Hooke) telima, jer prema Hukovom zakonu-napon elastičnih tela proporcionalan je deformaciji.

silom, sa datim koeficijentom trenja. Takvo telo se naziva idealno plastičnim, dok kod realnih materijala napon može da raste sa povećanjem deformacije, ali taj porast napona nije reverzibilan (kao što je slučaj kod elastične deformacije), pa se često plastična deformacija naziva i anelastičnom.

Tablica 1

VRSTA MATERIJALA	1	2	3	4	5	6
	ELASTIČNO (Hooke)	PLASTIČNO (St Venant)	VISKOZNO (Newton)	VISK. ELASTIČNO (Maxwell)	VISK. ELASTIČNO (Kelvin)	VISK. ELASTIČNO (Maxwell-Kelvin)
SIMBOL						
REOLOŠKI MODEL						
KARAKTERISTIČNA DEFORMA.						
OSNOVNA JEDNAČINA	$\epsilon = \frac{\sigma}{E(\sigma)}$	$\epsilon = \frac{\sigma}{E(\sigma)} + \epsilon_{PL}$	$\dot{\epsilon} = \frac{\sigma}{\eta(\sigma)}$	$\dot{\epsilon} = \frac{\sigma}{E(\sigma)} + \frac{\sigma}{\eta(\sigma)}$	$\dot{\epsilon} = (1 - \frac{E(\sigma)}{E_2(\sigma)}) \frac{\sigma}{\eta(\sigma)}$	$\dot{\epsilon} = \frac{\sigma}{E_1(\sigma)} + \frac{\sigma}{E_2(\sigma)} + \frac{\sigma}{\eta_2(\sigma)}$

Viskoznost

Viskoznost predstavlja unutrašnje prigušivanje u tečnim telima, do kog dolazi usled unutrašnjeg trenja. Ova osobina je prikazana na modelu suda ispunjenog nekom viskoznom tečnošću (na primer uljem), u kome se pločica kreće slobodno kao klip. Viskozne materijale nazivamo Njutnovim telima.

Sen Venanovo telo (St. Venant) po definiciji je kruto do izvesnog stanja napona, koji nazivamo uslov plastičnosti, a pri daljim deformacijama napon ostaje konstantan, dok materijal teče plastično. Napon tečenja i deformacija na kojoj počinje tečenje određuju tačku tečenja.

Plastičnost

Plastičnost je osobina nekih materijala da dopuštaju plastično tečenje pri kome napon ostaje konstantan. Model takvog tela predstavljen je teškim telom koje se po hrpavoj horizontalnoj ravni vuče konstantnom

Složena tela

Povezujući elemente koji predstavljaju Hukovo, Njutново i Sen Venanovo telo, možemo da konstruišemo složena tela obično okarakterisana imenom autora koji ih je prvi proučavao. Elementi mogu da se vežu paralelno ili u seriji. Na primer, opruga i sud sa viskoznom tečnošću predstavljaju neko vi-

sko-elastično telo, ali njihove reološke jednačine i fizičke osobine biće različite, prema tome da li su vezani paralelno ili u seriji.

Kod vezivanja u seriju, ukupno izduženje jednako je zbiru komponentalnih izduženja, dok je za paralelno vezane elemente ukupan napon jednak zbiru komponentalnih napona. Pomenućemo samo nazive pojedinih složenih tela kao što su: Maxwell-ovo telo, Foigt-ovo telo, Bingham-ovo telo, Jeffreys-ovo telo, Schwedoff-ovo telo itd.

Puzanje i relaksacija

Pojava stalne lagane deformacije poznata je pod imenom puzanje materijala (creep).

Deformabilnost čvrstih tela sa vremenom pri konstantnoj deformaciji kada postoji pad napona sa porastom trajanja vremena opita naziva se relaksacijom.

Eksperimentalno ispitivanje

Probna tela pripremljena su od uzoraka magnezita. Opiti za određivanje osobine puzanja vršeni su na uzorcima stepena opterećenjem na savijanje. Pravilnije je vršiti ispitivanja pri naprezanju na istezanje ali je eksperimentalno izvođenje opita teže.

Kako su ispitivanja vršena na uzorcima u obliku gredica i to na savijanje, odgovarajuće naponsko stanje je složeno. Naime, u gornjem delu grede imamo naprezanje na pritisak, a u donjem naprezanje na istezanje, što se mora uzeti u obzir kod obrade eksperimentalnih podataka.

Za ispitivanja uzete su gredice dimenzija $20 \times 20 \times 160$ mm, opterećene silom po sredini (slučaj proste grede na dva oslonca).

Kod laboratorijskog ispitivanja uticaja vremena na ponašanje uzoraka stene moguća su dva načina: pri stalnom opterećenju merenje promene deformacije sa vremenom (ispitivanje na čisto puzanje) ili pri stalnoj deformaciji merenje promene napona sa vremenom (ispitivanje na prostu relaksaciju). S tačke gledišta tehnike izvođenja opita prostiji je prvi slučaj pa su zato i naša ispitivanja bila na prostu puzanje.

Neposredni cilj ispitivanja uzoraka-gredica je bio:

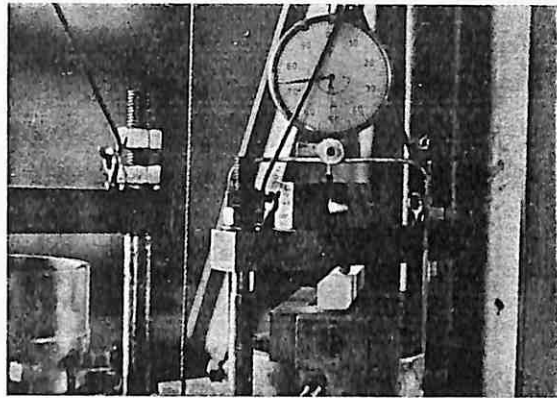
- određivanje čvrstoće pri lomu,

- određivanje modula elastičnosti pri savijanju,

- utvrđivanje stepena linearnosti deformacije sa vremenom,

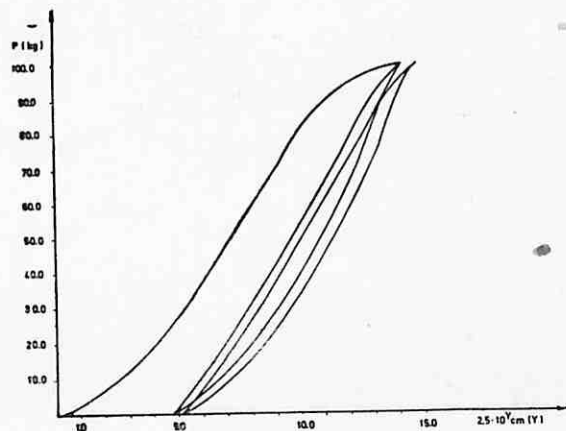
- dobijanje dijagrama puzanja pri različitim opterećenjima uzoraka magnezita.

Na sl. 1 prakazan je uređaj na kome su vršena ispitivanja. Preko sistema poluga od-



Sl. 1 — Uređaj na kome je vršeno ispitivanje.

Fig. 1 — Loading device used in experiments.



Sl. 2 — Dijagram napon-deformacija magnezita.

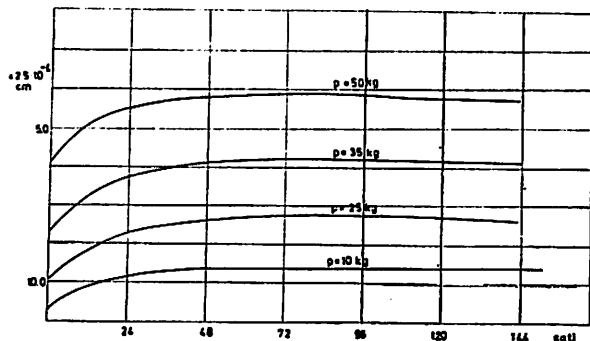
Fig. 2 — Stress-deformation curves for magnezite.

nosa 1 : 10 na sredini raspona grede deluje sila. Ugib grede na mestu dejstva sile meren je komparaterom tačnosti 0.0001".

Postepenim dodavanjem opterećenja do loma grede određena je čvrstoća na lom kao srednja vrednost pet gredica. Čvrstoća na lom magnezita je iznosila 105 kp/cm^2 .

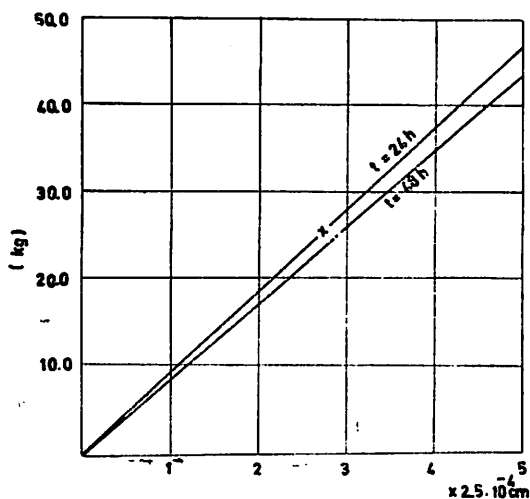
Modul elastičnosti pri savijanju E_0 određen je na tri uzorka. Pri tom uzorki su ciklič-

no opterećivani i rasterećivani i na taj način dobiven dijagram deformacija sa petljama histerezisa. Na sl. 2 dat je izgled jednog takvog dijagrama.



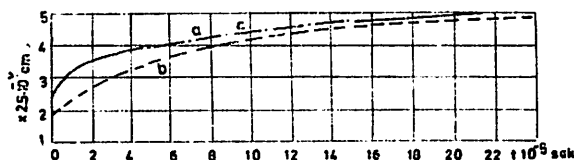
Sl. 3 — Dijagram puzanja magnezita.

Fig. 3 — Creep curves for magnezite.



Sl. 4 — Dijagram puzanja magnezita za određivanje stepena linearnosti deformacije.

Fig. 4 — Creep curves for determining the linearity of deformation.



Sl. 5 — Dijagram puzanja magnezita.

a — na osnovu eksperimentalnih podataka; b — grafik eksponencijalne funkcije; c — grafik stepena funkcije.

Fig. 5 — Creep curves for magnezite

Modul elastičnosti pri savijanju određen je na osnovu ovakvih dijagrama i to za svaku petlju histerezisa kao srednja vrednost grane opterećenja i rasterećenja.

Puzanje realnih materijala treba deliti na linearnu i nelinearnu zavisnost. Kod linearne zavisnosti prirast deformacije vremenom je proporcionalan prirastu opterećenja. Da bi se utvrdilo do koje se mere puzanje kod magnezita može smatrati linearnim, izvršeno je ispitivanje gredica u trajanju od 48 časova sa pet različitih veličina opterećenja (20—80% od čvrstoće na lom).

Na sl. 3 prikazan je grafikon puzanja magnezita dobiven ispitivanjem jedne od ispitivanih gredica.

Na osnovu ovih dijagrama izrađeni su dijagrami opterećenje-ugib za različita vremena opterećenja 0, 24 i 48 časova, da bi se videlo da li postoji linearnost puzanja uzoraka magnezita.

Ispitivanja pokazuju da je zakon deformacija vremenom, pri stalnom opterećenju, linearan.

Analiza rezultata ispitivanja

Analize ovakvih grafika deformacija, sačinjenih na osnovu serije ispitivanja, pokazuju da je zakon deformacija vremenom pod dejstvom stalnog opterećenja, do 70% čvrstoće na lom, linearan.

Puzanje različitih materijala karakteriše se određenom zavisnošću deformacije u datom momentu vremena od svih prethodnih deformacija (istorija).

Zakon linearne deformacije materijala može se dati u sledećem obliku (Boltzman, Voltere):

$$\varepsilon(t) = \frac{1}{E_0} \left[\sigma(t) + \int_0^t k(t, \tau) \sigma(\tau) d\tau \right] \quad (1)$$

vreme t meri se od trenutka opterećenja, E_0 modul elastičnosti, $k(t, \tau)$ karakteristika datog materijala koja daje uticaj opterećenja u momentu vremena τ na deformaciju u momentu vremena t ; ta funkcija se naziva jezgrom puzanja.

Rešenjem jednačine (1) po $\sigma(t)$ dobija se

$$\sigma(t) = E_0 \left[\varepsilon(t) - \int_0^t \varphi(t, \tau) \varepsilon(\tau) d\tau \right] \quad (2)$$

gde je:

$\varphi(t, \tau)$ rezolventa jezgra $k(t, \tau)$.

Zakon linearne deformacije može se dati i u diferencijalnom obliku:

$$a_0 \varepsilon + \sum_{i=1}^n a_i \frac{d^i \varepsilon}{dt^i} = b_0 \sigma + \sum_{j=1}^m b_j \frac{d^j \sigma}{dt^j} \quad (3)$$

gde su:

$$a_0, a_1, \dots, a_n$$

$$i b_0, b_1, \dots, b_n \text{ konstante.}$$

Ograničimo diskusiju na slučaj ispitivanih uzoraka magnezita, drugim rečima potražimo konkretni izraz za jezgro-karakteristiku puzanja te stene.

Jednačinu (1) napišimo u obliku pogodnom za uklapanje rezultata ispitivanja jednoosnog ali složenog naponskog stanja, koje postoji kod savijanja grede.

Ugib u momentu t na sredini gredeice raspona l , pravougaonog poprečnog preseka oslonjene na dva oslonca i na sredini opterećene teretom $P/t/$ je

$$y(t) = \rho \frac{P(t)}{E_0}$$

gde je:

E_0 — modul elastičnosti pri savijanju

ρ — konstanta, karakteriše uticaj geometrije uzorka-gredice:

$$\rho = \frac{l^3}{4bh^3} \left(1 + 2,95 \frac{h^2}{l^2} - 0,02 \frac{h}{l} \right)$$

gde je:

h — visina gredeice

b — širina gredeice

Tada jednačina ugiba za slučaj savijanja gredeice dobija oblik:

$$y(t) = \frac{\rho}{E_0} \left[P(t) + \int_0^t k(t, \tau) P(\tau) d\tau \right] \quad (4)$$

Kod ovog slučaja ispitivanja promene deformacije sa vremenom pri stalnom opterećenju razmotrićemo dva tipa funkcija jednačina jezgra — eksponencijalnu i stepenu.

Kod rešavanja problema jamskih pritiska najpogodnija funkcija za jezgro puzanja je eksponencijalna funkcija:

$$k(t, \tau) = w e^{-m_1(t-\tau)} \quad (5)$$

gde su w i m_1 karakteristike puzanja,

Zamenom ove vrednosti u jednačini (4) za slučaj konstantnog opterećenja, kada je $P/t/ = P_0 = \text{const.}$ dobija se zakon deformacije uzorka sa vremenom u obliku

$$y(t) = y_0 + y_0 \frac{w}{m_1} (1 - e^{-m_1 t}) \quad (6)$$

gde je:

y_0 — trenutni ugib grede

Ako gornja jednačina zadovoljava eksperimentalne podatke njeni parametri w i m_1 su konstantni sa vremenom.

Na sl. 5 nacrtan je grafik jednačine (6). Vidi se da eksponencijalni zakon deformacije nedovoljno aproksimira puzanje uzorka magnezita. Znači potrebno je potražiti drugi izraz.

Ako se za jezgro puzanja uzme funkcija stepena

$$k(t, \tau) = \theta (t-\tau)^{-\lambda} \quad (7)$$

gde su θ i λ karakteristike puzanja

dobija se izraz za zakon deformacije uzorka vremenom:

$$y(t) = y_0 + y_0 \frac{\theta}{1-\lambda} t^{1-\lambda} \quad (8)$$

Upoređivanjem krive eksperimentalnih podataka sa stepenom funkcijom (8) vidi se da postoji skoro potpuno slaganje i da ova kriva aproksimira puzanje magnezita pod dejstvom različitih vrednosti opterećenja (do 80% od cvrstoće na lom).

SUMMARY

Determination of the Rheological Properties of Rocks

Dr P. Milanović, min. eng.*)

In article is given a short description of works on investigations of rheological properties of rocks. On the basis of the experimental works was determined the linearity of deformations for magnesite. Also mathematical expression for time dependent deformation is given.

Literatura

- Jaeger, J.C., 1962: Elasticity, Fracture and Flow, Methuen and Co. Ltd. Zeltov, P., 1966: Deformacii gornyh porod. — Nedra, Moskva.
- Reiner, M., 1960: Deformation, Strain and Flow, H. K. Lewis and Co., London. Stojanović, R., 1965: Uvod u nelinearnu mehaniku kontinuuma, Beograd



*) Dr ing. Petar Milanović, naučni saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

Rezultati ispitivanja na postizanju kvalitetnijih koncentrata i boljih iskorišćenja na rudi ležišta „Šuplja Stijena“

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Milorad Jošić — teh. Mrđen Mrđenović

Uvod

U rudniku »Šuplja Stijena« eksploatiše se sulfidna olovo-cinkova ruda sa znatnim sadržajem pirita. U rudi su najzastupljeniji sledeći rudni minerali i to: pirit, sfalerit, galenit i halkopirit.

Ruda se pojavljuje uglavnom na tri načina: u obliku rudnih žica različite moćnosti (od nekoliko santimetara do nekoliko metara — najčešće od 50—80 cm), u obliku impregnacionih rudnih tela (koja se prostiru između rudnih žica) i u obliku sočivastih zadebljanja rudnih žica koja prelaze u rudno telo. Ruda današnjeg eksploatacionog polja deponovana je u spletu pukotina obrazovanih u porfiritskom masivu kao osnovnoj steni. Porfirit je na bokovima rudnih žica često izmenjen procesima propilitizacije i kaolinizacije, koji na određeni način imaju negativan uticaj na proces otkopavanja i proces flotiranja rude.

Kratak opis postrojenja i dosadašnji rezultati

Pre i za vreme izgradnje preduzeća nisu vršena nikakva obimnija i detaljnija ispitivanja rude u cilju određivanja uslova koncentracije, već je izvršeno samo nekoliko preliminarnih opita flotiranja. U periodu od

1951. do 1953. g. otvoren je rudnik i na bazi rezultata preliminarnih opita flotiranja, a još više na osnovu postojećeg iskustva sa drugim našim rudama olova i cinka, izgrađena je flotacija za flotiranje rude sa nominalnim kapacitetom od 250 t rovne rude za 24 časa.

Rovna ruda se drobi u dva stepena i to oba u otvorenom krugu do ggk 25 mm, a zatim se melje u mlinu sa dijafragmom i kuglama kao drobećim telima. Mlevenje se vrši u zatvorenom krugu sa spiralnim klasifikatorom, a finoća mliva na prelivu klasifikatora ostvarivana je u početku sa 35—40%, a kasnije sa 40—50% klase minus 74 mikrona.

Pulpa gustine oko 36% čvrstog kondicionira se oko 5 min., a zatim se vrši grubo i kontrolno flotiranje minerala olova postupkom selektivnog flotiranja od minerala cinka i pirita. Flotiranje minerala olova trajalo je u početku rada flotacije samo 10 min., a kasnije je povećano na oko 23 min.

pH vrednost pulpe u kojoj se flotiraju minerali olova iznosi oko 8,4 do 8,6 i ona je regulisana u početku pomoću Na_2CO_3 , a kasnije pomoću CaO . Kao kolektor i penušavac stalno se upotrebljava Phosokrezol B ili Speld 1334. Grubi koncentrat olova u početku je prečišćavan dva, a kasnije tri puta.

Po završenom flotiranju minerala olova, pulpa se u početku kondicionirala samo oko

4 min, pa je kasnije produženo na 10 min, a zatim se vrši flotiranje minerala cinka pri gustini pulpe od oko 25% čvrstog i pH vrednosti oko 10,5 u trajanju od oko 15 min. Grubi koncentrat cinka odlazi na dvostruko prečišćavanje, a koncentrat kontrolnog flotiranja na trostruko i to: prvo prečišćavanje koncentrata kontrolnog flotiranja vršeno je posebno, a druga dva zajedno sa grubim koncentratom. I za osnovno flotiranje i za prečišćavanje služile su flotacione mašine tipa Fagergreen, koje su kasnije zamenjene mašinama tipa Denver.

Prve godine normalnog rada (1954.) postignuti su sledeći tehnološki rezultati:

Ulazna ruda	4,95% Pb	i	11,98% Zn
Koncentrat olova	67,00% Pb		—
Koncentrat cinka	—		47,50% Zn
Jalovina	1,10% Pb		1,98% Zn
Iskorišćenje	76,00% Pb		82,00% Zn

Kasnije, iz godine u godinu, prerađivana je sve siromašnija ruda, pa se pristupilo povećanju kapaciteta prerade. Povremeno su vršena izvesna i nedovoljno sistematska laboratorijska ispitivanja flotabilnih osobina rude, vršene su manje promene i rekonstrukcije odeljenja flotiranja pa su dobijani i bolji rezultati pripreme. Prosečni tehnološki rezultati trogodišnjeg rada (za period 1962. do 1964. g.) prikazani su na tablici 1.

Tablica 1

Ostvareni bilans metala u periodu 1962—1964. g.

Proizvodi	T%	Sadržaj metala		Raspodela	
		Pb%	Zn%	Pb%	Zn%
Ruda	100,00	2,76	7,32	100,00	100,00
KPb	3,22	68,45	7,77	79,78	3,42
KZn	12,55	2,17	51,26	9,86	87,84
J	84,23	0,34	0,76	10,36	8,74

Tehnološki rezultati postignuti u periodu od 1962. do 1964. g. su bolji od rezultata dobivenih u prvim godinama rada, ali preduzeće ni sa njima nije moglo biti zadovoljno pa je postavilo zahtev da se ispita mogućnost

postizanja kvalitetnijih koncentrata i boljih iskorišćenja.

Zavod za PMS Rudarskog instituta — Beograd izvršio je u periodu 1964—1966. g. sistematska ispitivanja.

Na bazi rezultata postignutih sistematskim ispitivanjima predloženo je preduzimanje konkretnih mera, a u cilju postizanja rezultata postavljenih zadatkom. Cilj ovog članka se i sastoji u tome da prikaže rezultate izvršenih ispitivanja i ukaže na potrebu preduzimanja neophodnih mera za postizanje boljih tehnoloških rezultata.

Laboratorijska ispitivanja

Laboratorijska ispitivanja su vršena na srednjem reprezentativnom uzorku rude sledećeg hemijskog sastava:

Pb (ukupno)	2,85%	Ag	30,00 g/t
Pb (oksidno)	0,26%	Cd	trag
Zn (oksidni)	9,98%	SiO ₂	31,50%
Zn (oksidni)	0,19%	Al ₂ O ₃	6,90%
Fe	13,96%	MgO	2,78%
S	17,58%	CaO	4,04%
As	0,14%	Na ₂ O	0,25%
Sb	0,05%	K ₂ O	1,85%
Cu	0,12%	CO ₂	4,66%
Mn	0,44%	Specifična težina	3,28 g/cm ³
Bi	0,001%		

Na osnovu mikroskopsko-mineraloških ispitivanja i hemijske analize urađena je racionalna analiza koja je dala sledeći mineralni sastav:

galenit	2,99%
ceruzit	0,34%
sfalerit	14,59%
smitsonit	0,36%
halkopirit	0,35%
pirit	22,92%
Svega	41,55%

Ostalih 58,45% čine minerali jalovine među kojima preovlađuju: kvarc, kalcit i aluminosilikati, a u sasvim podređenim količinama i ostali metalni minerali, koji će se pomenuti u poglavlju o mikroskopsko-mineraloškim ispitivanjima.

Mikroskopsko-mineraloška ispitivanja

U cilju utvrđivanja mineralnog sastava i stepena otvaranja korisnih minerala (galenita i sfalerita) izvršena su mikroskopska ispitivanja samlevenog uzorka.

Uzorak GGK 5 mm samleven je mokrim putem u laboratorijskom mlinu sa kuglama do finoće mliva od 63,38% minus 71 mikron. Ovako samleven uzorak klasiran je na sledeće klase krupnoće:

— 0,295 + 0,208 mm	4,04%
— 0,208 + 0,147 mm	7,83%
— 0,147 + 0,104 mm	11,72%
— 0,104 + 0,071 mm	13,03%
— 0,071 + 0,017 mm	25,84%
— 0,017 mm	37,54%
	100,00%

Svaka klasa krupnoće, sem klase — 0,017 mm, ispitivana je rudnim mikroskopom pa su utvrđeni sledeći rudni minerali: pirrit, sfalerit, galenit, halkopirit, zatim vrlo retko: pirhotin, kovelin, ceruzit, smitsonit, bornit, magnetit i limonit.

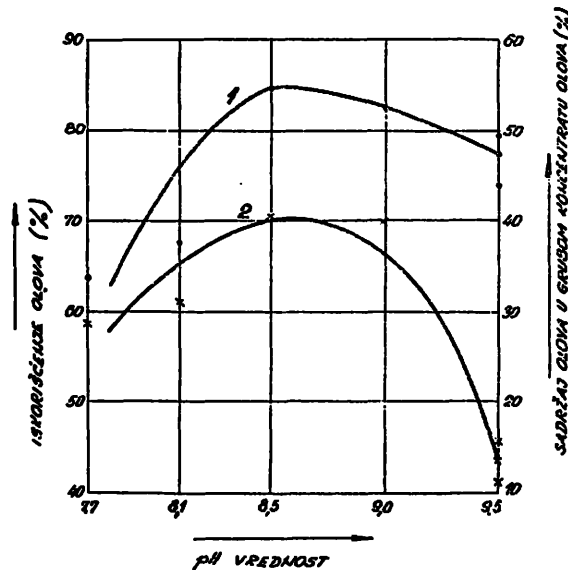
Ispitivane klase krupnoće sadržale su 70% od ukupnog galenita u rudi, dok se ostalih 30% nalazi u klasi minus 17 mikrona. Dalje je ustanovljeno da je 82,58% od ukupne količine galenita u obliku slobodnih zrna, dok je 17,42% u vidu sraslaca. Detaljnim ispitivanjem sraslih zrna došlo se do zaključka da je sledećih 8,27% takvih dimenzija i tako sraslo da se finijim mlevenjem može osloboditi svoje prirodne veze i time uvrstiti u slobodna zrna, što bi sačinjavalo ukupno 90,85% galenita u slobodnim zrnima. Ostalih 9,15% galenita ostaju u obliku sraslaca koji se ne mogu osloboditi praktično ni najfinijim mlevenjem.

Isto tako utvrđeno je da ispitivane klase krupnoće sadrže 71% od ukupnog sfalerita u rudi i da je 86,61% sfalerita u obliku slobodnih zrna, dok je 13,39% u obliku sraslaca. Detaljnim pregledom sraslaca došlo se do zaključka da se sledećih 1,96% sfalerita u obliku sraslaca može osloboditi mlevenjem, što ukupno čini 88,57% sfalerita u obliku slobodnih zrna. Preostalih 11,43% sfalerita ostaje neoslobodeno te ne treba ni očekivati da će se iskoristiti. Rezultati mikroskopskog

ispitivanja ukazuju da je nedovoljno mlevenje rude do finoće 68,38 minus 71 mikron i da ju je potrebno finije mleti. Pri dovoljnom stepenu usitnjavanja može se očekivati da će ipak oko 9% galenita i oko 11% sfalerita ostati u obliku najfinije proraslih zrna. Ova postavka je kasnije proverena i eksperimentalno laboratorijskim opitima flotiranja.

Određivanje optimalne pH vrednosti

S obzirom da je za uspešan proces flotiranja od posebnog značaja pH vrednost pulpe, odnosno koncentracija OH jona u pulpi, to se prvo prišlo sistematskom ispitivanju uticaja pH vrednosti na rezultate flotiranja. Kao regulator sredine upotrebljavan je CaO i za ciklus olova i za ciklus cinka. Izvršeni



Sl. 1 — Dijagram iskorišćenja i kvaliteta koncentrata olova u zavisnosti od pH vrednosti.

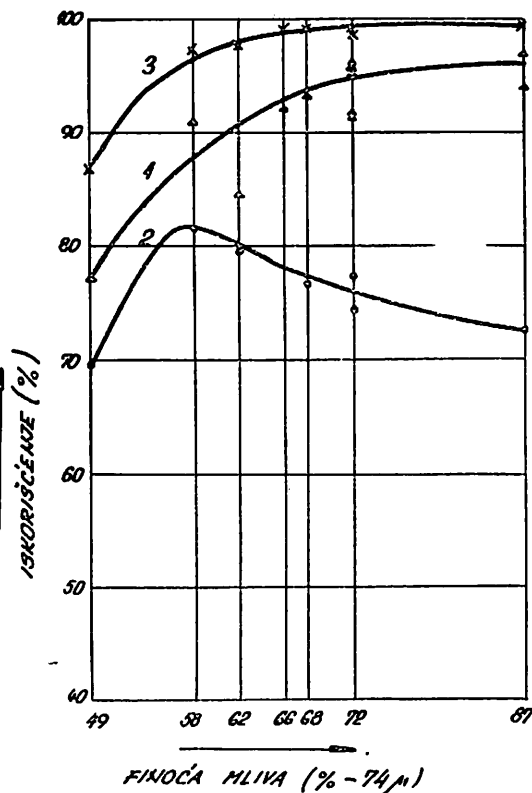
1 — kriva iskorišćenja olova u grubom KPb; 2 — kriva kvaliteta grubog KPb.

Abb. 1 — Diagramm des Ausbringens und der Bleikonzentratgüte in Abhängigkeit von dem pH-Wert.

su opiti i sa upotrebom Na_2CO_3 kao regulatora sredine u ciklusu olova, međutim nisu dobijeni povoljniji rezultati no kada je primenjivan CaO.

Serijom opita ustanovljeno je da sa porastom pH vrednosti pulpe u ciklusu olova do određenog nivoa rastu i kvalitet koncentrata i iskorišćenje metala, a zatim opadaju.

Optimalna pH vrednost za flotiranje minerala olova iz rude »Šuplja Stijena« kreće se u intervalima od 8,5 do 8,7 što se vidi iz dijagrama na sl. 1. Minerali cinka uspešno flotiraju u bazičnoj sredini pri pH vrednosti pulpe iznad 10; međutim, potpuno deprimiranje pirita i vrlo kvalitetan koncentrat cinka postiže se pri pH vrednosti od 11,5—11,8.



Sl. 2 — Dijagram iskorišćenja metala u zavisnosti od finoće mliva.

1 — kriva iskorišćenja olova u grubom KPb; 2 — kriva iskorišćenja cinka u grubom KZn; 3 — kriva raspodele cinka u grubom KPb i KZn zajedno.

Abb. 2 — Diagramm des Metallausbringens in Abhängigkeit von der Mahlfeinheit.

Pri pH vrednosti ispod 11,5 opada kvalitet koncentrata zbog nepotpunog deprimiranja pirita, a iznad 11,8 sfalerit pokazuje tendenciju sporijeg flotiranja što se negativno odražava na iskorišćenje cinka.

Određivanje optimalne finoće mliva

Mikroskopsko-mineraloška ispitivanja su pokazala da su korisni minerali fino srasli i da se postavljeni zadatak ne može postići

bez pravilno izvedene operacije oslobađanja korisnih minerala, te rešenje problema treba očekivati u prvom redu u izboru optimalne finoće mliva. U skladu sa tim izvršena je serija laboratorijskih opita pri finoći mliva od 49 do 87% klase minus 74 mikrona.

Rezultati ovih opita pokazuju da sa porastom finoće mliva raste iskorišćenje korisnih metala (vidi dijagram na sl. 2) i da se optimalnom finoćom mliva može smatrati mlivo sa 72 do 75% klase minus 74 mikrona. Pri finijem mlevenju raste i kvalitet koncentrata cinka; međutim, u laboratorijskim uslovima sa porastom finoće mliva raste sadržaj cinka u koncentratu olova, zbog čega opada kvalitet koncentrata olova. Sa prečišćavanjem grubog koncentrata i dobijanjem visokokvalitetnog koncentrata cinka nema nikakvih teškoća ako se proces vodi pod određenim uslovima (finoća mliva i pH vrednost pulpe). Nasuprot ovome prečišćavanje koncentrata olova nismo mogli uspešno da izvršimo u laboratorijskim uslovima zbog teškoća u deprimiranju sfalerita. Međutim, kao što će se kasnije videti, u industrijskom obimu potiskivanje sfalerita iz koncentrata olova izvršeno je uspešno, te je dobijen kvalitetan koncentrat olova.

Utvrđivanje potrebnog vremena flotiranja

Kako iskorišćenje korisnih metala veoma mnogo zavisi i od vremena flotiranja, a pri finijem mlevenju, kakvo smo ovde odredili, potrebno je duže vreme flotiranja, to je vrlo sistematski ispitivan uticaj vremena flotiranja i kondicioniranja na tehnološke rezultate procesa. Opiti su pokazali da je pre flotiranja neophodno kondicionirati pulpu i to za minerale olova oko 8 min, a za minerale cinka oko 20 min. Isto tako ispitivanja nedvosmisleno pokazuju da sa porastom vremena flotiranja rastu iskorišćenja korisnih metala (vidi dijagram na sl. 3). Iz priloženog dijagrama se vidi da vreme flotiranja ne sme biti kraće od 20 min, a kad se uzme u obzir i kružna šarža u neprekidnom procesu ono mora biti po 25 min i za minerale olova i za minerale cinka.

Laboratorijski opiti selektivnog flotiranja izvršeni pod već izloženim uslovima (pH vrednost, finoća mliva i vreme flotiranja) i sa odgovarajućim reagensima dali su rezultate koji se mogu prikazivati u obliku bilansa na tablici 2.

Tablica 2

Bilans metala laboratorijskih opita

Proizvodi	T%	Sadržaj metala		Raspodela	
		Pb%	Zn%	Pb%	Zn%
Ruda	100,00	2,97	9,92	100,00	100,00
KPb	9,35	29,01	10,00	91,42	9,42
KZn	14,92	1,20	57,90	6,03	87,07
J	75,73	0,10	0,46	2,55	3,51

Laboratorijski opiti flotiranja sa zatvorenim ciklusom

U cilju izbora šeme tehnološkog procesa kao i veće sigurnosti u interpretaciji laboratorijskih rezultata na pogonske uslove izvršeno je nekoliko laboratorijskih opita selektivnog flotiranja sa zatvorenim ciklusom. Rezultati laboratorijskih opita sa zatvorenim ciklusom prikazani su takođe u obliku bilansa na tablici 3.

Tablica 3

Bilans metala laboratorijskih opita sa zatvorenim ciklusom

Proizvodi	T%	Sadržaj metala		Raspodela	
		Pb%	Zn%	Pb%	Zn%
Ruda	100,00	2,56	5,46	100,00	100,00
KPb	4,36	54,70	7,80	93,16	6,23
KZn	9,31	0,56	54,50	2,03	92,93
J	86,33	0,14	0,05	4,81	0,84

Ostala laboratorijska ispitivanja

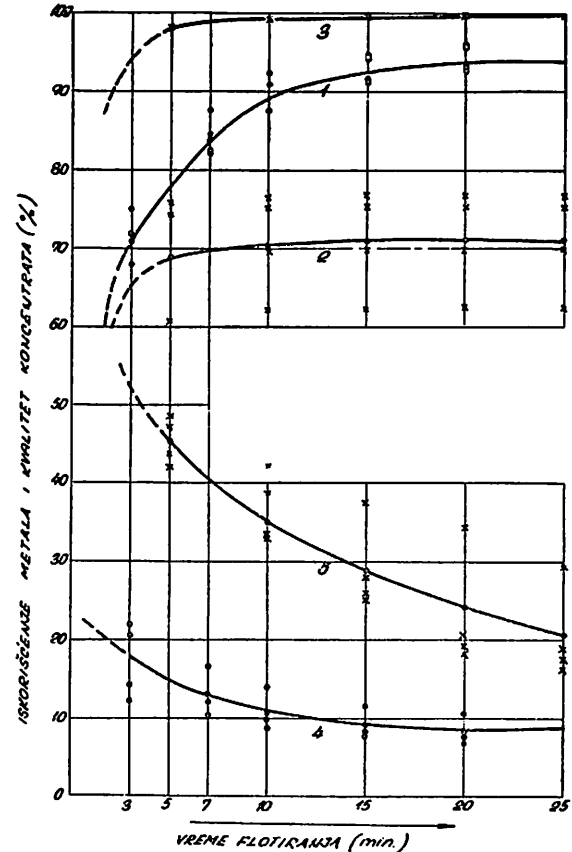
Pored navedenih ispitivanja, vršena su ispitivanja negativnog uticaja stajanja otpucane rude u otkopima i jamskim prostorijama. Ova ispitivanja su pokazala da pod dejstvom vlage i vazduha nastaje proces površinske oksidacije metaličnih minerala usled čega minerali delimično gube svoje flotabilne osobine. Kao posledica toga dobijaju se znatno slabiji tehnološki rezultati, naročito ako ruda stoji otpucana duže od 5 meseci. Zato je preporučljivo da otpucana ruda ne stoji duže u jami i to najviše 2—3 meseca.

S obzirom da joni kalcijuma često deluju deprimirajuće na galenit i da se u flota-

ciji »Šuplja Stijena« upotrebljava kalcijum oksid kao regulator sredine u ciklusu flotiranja minerala olova, vršeni su uporedni opiti flotiranja sa naizmeničnom upotrebom CaO i Na₂CO₃. Ovi opiti su pokazali da u tehnološkom pogledu praktično nema razlike. Samo u nekim opitima, pri upotrebi CaO, koncentrat olova sadrži nešto više cinka nego pri upotrebi Na₂CO₃ kao regulatora sredine.

Provera laboratorijskih rezultata u industrijskom obimu

Laboratorijska ispitivanja su pokazala da se može dobiti vrlo kvalitetan koncentrat cinka (sa 58% Zn) i znatno niži sadržaj korisnih metala u jalovini u odnosu na pogon-



Sl. 3 — Dijagram iskorišćenja metala i kvaliteta koncentrata u zavisnosti od vremena flotiranja.

1 — kriva iskorišćenja olova u grubom KPb; 2 — kriva iskorišćenja cinka u grubom KZn; 3 — kriva iskorišćenja cinka u grubom KPb i KZn zajedno; 4 — kriva kvaliteta grubog KPb; 5 — kriva kvaliteta grubog KZn.

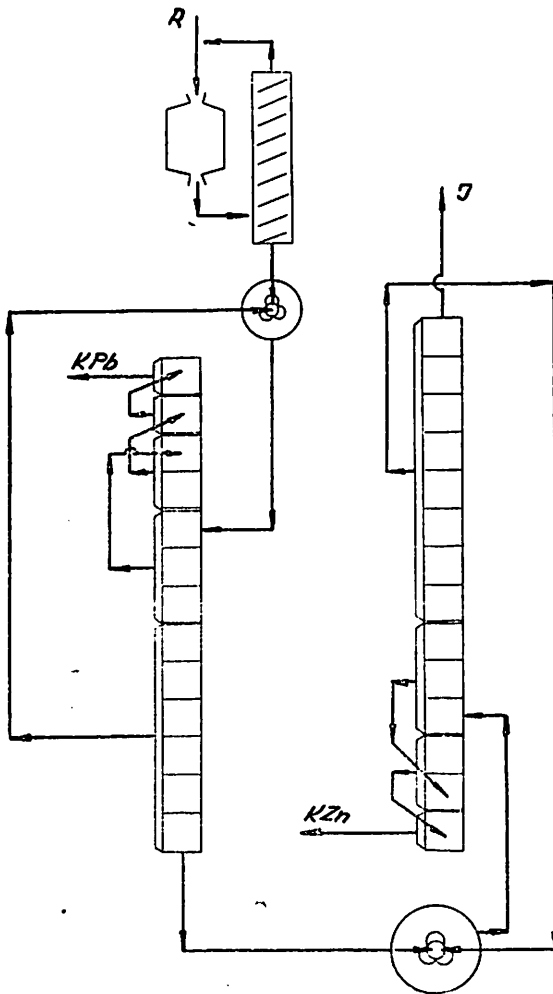
Abb. 3 — Diagramm des Metallausbringens und Konzentratqualität in Abhängigkeit von Flotationsdauer.

ske rezultate, ali koncentrat olova sadrži mnogo cinka u sebi (i do 10%), pa je zbog toga i sam slabog kvaliteta. Visokokvalitetan koncentrat cinka i mali gubici korisnih metala u jalovini predstavljaju logične rezultate; međutim, slab kvalitet koncentrata olova, koji je čak slabiji od onog koji se dobija u pogonu, bio je povod da se laboratorijski re-

tetnog koncentrata cinka i koncentrata olova sa niskim sadržajem cinka.

Preliminarna provera laboratorijskih rezultata u industrijskom obimu izvršena je po šemi datoj na sl. 4 pri finoći mliva od 66,8% klase minus 74 mikrona, sa vrlo kratkim vremenom grubog flotiranja (u ciklusu olova 7,5 mesto 13 min, a u ciklusu cinka samo 4 mesto 13 min), i sa kraćim ukupnim vremenom flotiranja od potrebnog (za minerale olova 23 mesto 25 min, a za minerale cinka 15 mesto 25 min). Ostali uslovi su bili vrlo bliski uslovima laboratorijskih opita.

Provera je vršena tri puta u po jednoj smeni i dobijeni su očekivani rezultati koji su se ogledali u vrlo kvalitetnim koncentratima (koncentrat olova sa 76% Pb i 3,24% Zn — što je posebno važno — i koncentrat cinka sa 59,89% Zn). Ovoga puta su nastali i veći gubici korisnih metala, ali — po našem mišljenju — to ne treba da predstavlja bojazan kad se ima u vidu da je vreme flotiranja kraće od potrebnog, a naročito vreme grubog flotiranja. Zbog ovako kratkog vremena grubog flotiranja visok procenat korisnih minerala prelazi u kontrolno flotiranje pa se u obliku koncentrata kontrolnog flotiranja vraća na početak procesa i time obrazuje kružnu šaržu sa visokim sadržajem korisnih minerala. Tako, na primer, u jednoj od ovih smena prerađivana je ruda sa 1,65% Pb i 7,58% Zn; međutim, usled kružne šarže sa visokim sadržajem korisnih minerala ulaz u proces grubog flotiranja olova sadržao je 13,67% Pb, a ulaz u proces grubog flotiranja cinka sadržao je 16,17% Zn. Zbog toga su i nastali visoki gubici korisnih metala, ali oni će se izbeći produženjem vremena grubog, kao i ukupnog vremena flotiranja. Rezultati ovih proveravanja prikazani su na tablici 4.



Sl. 4 — Sadašnja šema tehnološkog procesa.

Abb. 4 — Derzeitiges Schema des technologischen Prozesses.

zultati provere u industrijskom obimu. Pokušali smo u pogonu flotacije »Šuplja Stijena« — ne vršeći nikakve prepravke u šemi tehnološkog procesa — da bar približno imitiramo potrebne uslove (naročito u pogledu finoće mliva) u cilju dobijanja visokokvali-

Tablica 4

Bilans metala preliminarnih pogonskih opita

Proizvodni	T%	Sadržaj metala		Raspodela	
		Pb%	Zn%	Pb%	Zn%
Ruda	100,00	1,85	8,20	100,00	100,00
KPb	1,87	76,00	3,24	76,82	0,74
KZn	12,11	1,41	59,89	9,23	88,39
J	86,02	0,30	1,04	13,95	10,87

Zaključak

U periodu od 1964. do 1966. god. izvršena su sistematska i do sada najobimnija i najdetaljnija ispitivanja rude ležišta »Šuplja Stijena« u pogledu uslova flotiranja, a u cilju dobijanja kvalitetnijih koncentrata i boljih iskorišćenja. I laboratorijska i industrijska ispitivanja su pokazala da se u sadašnjem pogonu flotacije »Šuplja Stijena« moraju preduzeti izvesne promene koje omogućavaju to poboljšanje:

— Najznačajnija i osnovna promena, bez koje ne može biti reči o nekom poboljšanju, je povećanje finoće mliva, koja treba da se kreće između 72 i 75% klase minus 74 mikrona mesto dosadašnje 40 do 45%. Grublje mliivo od 72% minus 74 mikrona ne obezbeđuje potrebno oslobađanje korisnih minerala te je normalno da se sa njim očekuju slabiji rezultati.

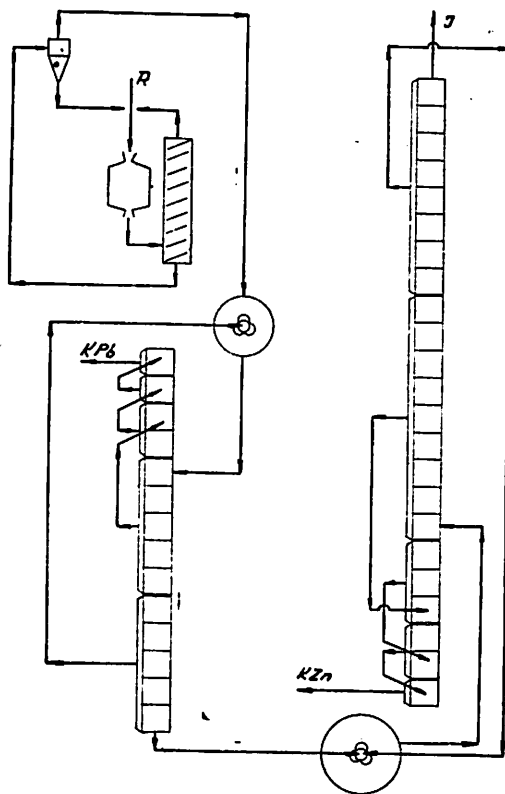
— Ruda ležišta »Šuplja Stijena« sadrži lako flotabilne minerale (galenit i sfalerit) čije su površine podložne promenama u smislu oksidacije pod dejstvom vode i vazduha. Male promene na površinama minerala znatno umanjuju flotabilne osobine korisnih minerala. Zbog toga je neophodno da se organizuje takva dinamika otkopavanja i izvoza rude koja će obezbediti da se otkopana ruda ne zadržava na otkopima i u jamskim prostorijama, već da se izveze na preradu najduže u roku od 2 do 3 meseca. U suprotnom tehnološki rezultati flotiranja biće slabiji.

— Flotacijsku pulpu podvrgnuti procesu dužeg kondicioniranja i to za minerale olova 8 mesto sadašnjih 5 min, a za minerale cinka 20 mesto sadašnjih 10 min.

— Vreme grubog flotiranja produžiti za oba ciklusa na 13 minuta (umesto oko 7,5 min za ciklus olova i oko 4,5 min za ciklus cinka) a vreme kontrolnog flotiranja za 12 min (umesto sadašnjih oko 15,5 za ciklus olova i oko 10,5 min za ciklus cinka). Sadašnja šema procesa sa vrlo kratkim vremenom grubog flotiranja (od svega 7,5 odnosno 4,5 min) vrlo loše se odražava na iskorišćenje metala i to naročito u smenama kada se prerađuje bogatija ruda. Radi ostvarenja ovoga uslova i navedene povećane finoće mliva potrebno je ostvariti šemu procesa prema sl. 5 (umesto šeme prikazane na slici 4).

— pH vrednost održavati konsekventno na određenom nivou i to za ciklus olova na 8,5—8,7, a za ciklus cinka na 11,5—11,8. Ako

je pH ispod navedenih vrednosti osetno opada kvalitet koncentrata, naročito cinka kao što je danas čest slučaj.



Sl. 5 — Predlog šeme tehnološkog procesa.

Abb. 5 — Vorschlag des neuen technologischen Prozesses.

Tablica 5

Očekivani bilans metala

Proizvod	T%	Sadržaj metala		Raspodela	
		Pb%	Zn%	Pb%	Zn%
Ruda	100,00	2,76	7,32	100,00	100,00
KPb	3,19	74,20	3,50	85,77	1,52
KZn	12,19	1,50	56,00	6,62	93,26
J	84,62	0,25	0,45	7,61	5,22

Sem naročito istaknutih uslova koji se moraju menjati i stalno održavati na određenom nivou, prirodno je da se mora paziti i

na ostale važne i do sada održavane uslove kao što su:

— vrsta, količina i mesto dodavanja flotacijskih reagensa,

— gustina flotacijske pulpe,

— ispravnost i tačno funkcionisanje flotacijskih mašina i ostalih uređaja.

Rezultati obavljenih ispitivanja, a naročito rezultati laboratorijskih opita selektivnog flotiranja sa zatvorenim ciklusom koji su prikazani na tab. 3 i rezultati preliminarnih industrijskih opita izvršenih u pogonu

flotacije »Šuplja Stijena« koji su prikazani na tablici 4 *dokazuju da se u slučaju vođenja tehnoloških procesa pod navedenim uslovima mogu očekivati prosečni tehnološki rezultati bar kao što su navedeni u tablici 5, a možda i bolji, mesto rezultata ostvarenih u periodu 1962—1964. g. prikazanih na tablici 1. U tom slučaju od svakih 100.000 t prerađene rude ispitivanog kvaliteta dobilo bi se više preko 160 t metala olova i preko 390 t metala cinka u obliku znatno kvalitetnijih koncentrata od dosadašnjih*

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungsergebnisse zwecks Erzeugung höherer Konzentratgüte und einem besseren Ausbringen auf der Erzlagerstätte »Šuplja Stijena«

Dipl. ing. M. Jošić — teh. M. Mrđenović

Im Aufsatz wurde in kurzen Zügen die bestehende Flotationsanlage des Bergwerkes »Šuplja Stijena« beschrieben und der Stammbaum mit den Betriebesergebnissen gegeben. Danach wurden Untersuchungsmethoden in der Aufgabe zwecks Erzeugung höherer Konzentratgüte und besserem Ausbringen sowie die Untersuchungsergebnisse, die im folgenden bestehen, erläutert:

Es kann ein Bleikonzentrat mit 74% Pb statt mit 68% und Zinkkonzentrat mit cca 56% Zn statt mit 51%, wie es bisher hergestellt wurde, gewonnen werden.

Beiausbringen kann auf cca (86% bisher 80%) und Zinkausbringen auf (93% bisher 88%), erhöht werden.

Es wurden konkrete Massnahmen vorgeschlagen um die angeführten Ergebnisse zu erzielen und ein neuer Vorschlag für das neue technologische Schema gegeben.

Literatura

Kmet S. Špaldon F., 1965: *Natürliche Oberflächenveränderungen von Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies und deren Einfluss auf die Flotierbarkeit dieser Sulfide.* — Freiburger Forschungshefte A-335, Leipzig.

Mitrofanov S. I., 1958: *Selektivnaja flotacija.* — Metallurgizdat, Moskva.

Mitrofanov S. I., 1962: *Issledovanie poleznyh iskopaemyh. na obogatimost'.* — Gosgortehizdat, Moskva.

*) Dipl. ing. Milorad Jošić, viši stručni saradnik Zavoda za PMS Rudarskog instituta, Beograd
Tehn. Mrđen Mrđenović, viši tehnički saradnik Zavoda za PMS Rudarskog instituta, Beograd.

Tehnološke mogućnosti izdvajanja molibdena iz koncentrata bakra flotacije u Majdanpeku

(sa 5 slika)

Dr ing. Dušan Salatić

Uvod

Molibdenit je glavni mineral iz koga se dobiva molibden. Pored njega industrijski značaj imaju još vulfenit i povelit. Molibdenit se često javlja u društvu sa mineralima bakra. Najveće ležište molibdenita je Climax u SAD. Ruda sadrži u proseku 0,5% Mo. Ostali glavni proizvođači molibdena u SAD su rudnici bakra, u Arizoni i Utahu, gde se molibden dobiva kao nusprodukt. Njegov sadržaj u rudi kreće se od 0,02 do 0,2% Mo. Značajniji proizvođači molibdena, pored SAD, su SSSR, Čile, Meksiko i Kanada. SAD daju preko 80% svetske proizvodnje molibdena.

Molibden je metal koji ima višestruku primenu u današnjoj nauci i tehnici. Proizvodnja mu je neprekidno u porastu još od I svetskog rata. Danas se 70% proizvodnje troši za izradu brzorežućih čelika, alata za rad na visokim temperaturama i šipki za zavarivanje.

Cena jedne tone koncentrata molibdena, na svetskom tržištu, sa 54% Mo u decembru 1966. godine bila je 3.420 dolara.

U Jugoslaviji su poznata dva ležišta molibdenove rude: Mačkatica, gde se molibden javlja u obliku molibdenita, i Mežice gde se molibden javlja kao vulfenit. Rudno ležište Mačkatica otvorili su Nemci 1943. g. i dnevno

prerađivali 500 t rude sa 0,08% Mo. Pri tom su dnevno dobivali 12 tona koncentrata sa oko 31% Mo. Proizvodnja je nastavljena posle rata sve do 1949. godine, kada je rudnik, kao nerentabilan, zatvoren.

U ležištu Mežice molibden se javlja kao sekundarni mineral vulfenit u društvu sa mineralima cinka. Ovde se proizvodi kao nusprodukt. Proizvodnja je mala.

Danas naša zemlja uglavnom uvozi molibden za svoje potrebe.

Pri istraživanju rudnog ležišta bakra u Majdanpeku utvrđeno je da ruda sadrži i molibdenit, koji se javlja u obliku samostalnih zrna u impregnaciji sa magnetitom, ili je istaložen između granita i andezita na sučeljanju raseda. Ovde mu je i koncentracija povećana, tako da se može i makroskopski zapaziti u kvarcnoj žici. Raspodela molibdena u ležištu je neravnomerna. U pojedinim partijama ruda nalazi se samo u tragovima, a negde dostiže i 0,01%. Ceni se da ležište u proseku sadrži 0,003% Mo.

Današnja proizvodnja rude u Majdanpeku, a pogotovu proizvodnja po završetku programa investicione izgradnje II faze, dostiže takve razmere da i ovako nizak sadržaj molibdena u rudi postaje interesantan za rad u industrijskim uslovima, pa je rudnik pristupio rešavanju problema njegovog izdvajanja u poseban koncentrat. Rad na rešava-

nju problema izdvajanja molibdenita u poseban koncentrat obuhvatao je nekoliko faza:
— ispitivanja flotabilnosti molibdenita u ciklusu flotiranja minerala bakra

Tablica 1

Sadržaj Mo u mesečnim kompozitima ulazne rude i koncentrata bakra i iskorišćenje Mo u koncentratu u 1964. godini.

Mesec	Mo % u rudi	Mo % u koncentratu	Mo % Iskorišćenje
Januar	0,0012	0,0091	31,75
Februar	0,0015	0,0085	24,60
Mart	0,0015	0,0099	28,34
April	0,0017	0,0085	27,82
Maj	0,0008	0,0081	47,05
Juni	0,0024	0,0051	10,22
Juli	0,0019	0,0194	45,55
Avgust	0,0023	0,0178	31,26
Septembar	0,0019	0,0190	38,24
Oktobar	0,0042	0,0166	16,40
Novembar	0,0039	0,0108	7,60
Decembar	0,0039	0,0123	11,56
Prosek	0,0023	0,0121	22,15

Tablica 2

Granulosastav, sadržaj i raspored Mo i Cu po klasama krupnoće kompozitne rude nakon usitnjavanja ispod 65 meša

Mikrona	T%	Mo%	Cu%	I Mo%	I Cu%
+ 209	0,8	0,0015	0,52	0,86	0,48
+ 147	2,7	0,0012	0,53	2,29	1,62
+ 105	8,6	0,0010	0,62	6,17	6,15
+ 74	12,4	0,0012	0,73	10,63	10,45
+ 50	30,2	0,0015	1,29	32,40	44,55
+ 35	20,0	0,0016	0,89	23,00	20,65
+ 23	12,0	0,0012	0,29	10,30	4,04
+ 16	8,0	0,0015	0,83	8,60	7,70
+ 13	5,2	0,0015	0,72	5,60	4,34
+ 0	0,1	0,0016	0,18	0,15	0,02

- u laboratorijskim uslovima
- u industrijskim uslovima
- ispitivanja mogućnosti izdvajanja molibdenita u poseban koncentrat iz koncentrata bakra
- u laboratorijskim uslovima
- u poluindustrijskim uslovima.

Laboratorijska ispitivanja izvođena su u laboratoriji Zavoda za nuklearne sirovine — Tehnološki sektor u Beogradu i u laboratoriji rudnika u Majdanpeku. Poluindustrijska i industrijska ispitivanja izvođena su u flotaciji rudnika u Majdanpeku.

Hemijske analize vršene su u laboratoriji rudnika u Majdanpeku pod rukovodstvom dipl. ing. Aleksandra Šilova.

Ispitivanje flotabilnosti molibdenita u ciklusu flotiranja minerala bakra

Laboratorijska ispitivanja

Analičkim praćenjem kretanja molibdena po pojedinim produktima flotacije bakra u Majdanpeku, po puštanju u rad iste, konstatovano je nejednako izvlačenje molibdena u koncentrat bakra. Sadržaj molibdena u koncentratu bakra retko je prelazio 0,02% Mo, premda je bilo dana kada je u ulaznoj rudi bakra bilo i do 0,005% Mo. Jasno da su i iskorišćenja molibdena u ciklusu flotacije bakra bila niska. Po mesečnim bilansima kretala su se od 7 do 50%.

U tablici 1 dato je kretanje molibdena po mesečnim kompozitima za 1964. godinu.

Iz izloženog u tablici 1 se vidi da je za uspešno rešavanje izdvajanja molibdena iz koncentrata bakra u poseban koncentrat neophodno da se prethodno reši problem izdvajanja molibdena iz rude u koncentrat bakra tokom ciklusa flotacije bakra.

U tom cilju obavljena su laboratorijska ispitivanja u Zavodu i industrijska ispitivanja u flotaciji rudnika u Majdanpeku.

Ekperimentalni rad. — Na površinskom otkopu sa etaže 500 uzeta su tri uzorka sa raznih mesta u težini po cc 200 kg. Od ove količine rude napravljen je kompozit i obrađen za flotacijsko tretiranje.

U tablici 2 dat je granulosastav uzorka, sadržaj i raspored Mo i Cu po klasama krupnoće.

Hemijskom analizom utvrđeno je da srednji uzorak kompozitne rude sadrži 0,0016% Mo, 0,95% Cu, 1,84% S, 1,00 g/t Au i 3,25 g/t Ag.

Flotacijski opiti. — Brojni flotacijski opiti (50) izvedeni na rudi imali su za cilj da se ispita flotabilnost molibdenita u zavisnosti od finoće mliva, utroška i vrste kolektora za minerale bakra i vrednosti pH pulpe. Posebno je ispitivan uticaj dodavanja petroleja u ciklus flotiranja bakra.

Treba naglasiti da se stalno moralo voditi računa o tome da je bakar osnovni i glavni proizvod u majdanpečkoj flotaciji, te se ne bi smeli bitno menjati postojeći uslovi rada u cilju poboljšanja iskorišćenja molibdena, a da pri tom opadne iskorišćenje bakra.

Iskorišćenje metala u funkciji finoće mliva. — Za optimalne uslove flotiranja bakra u majdanpečkoj flotaciji, u pogledu otvaranja minerala, ruda se usitnjava do 0,5% + 65 meš. Međutim, učesće klase + 65 meš. često iznosi i do 20%. Zbog toga je ispitana zavisnost iskorišćenja metala u funkciji usitnjavanja rude u granicama od 0,5 do 20% klase + 65 meš. Rezultati su dati u tablici 3 i dijagramu na sl. 1.

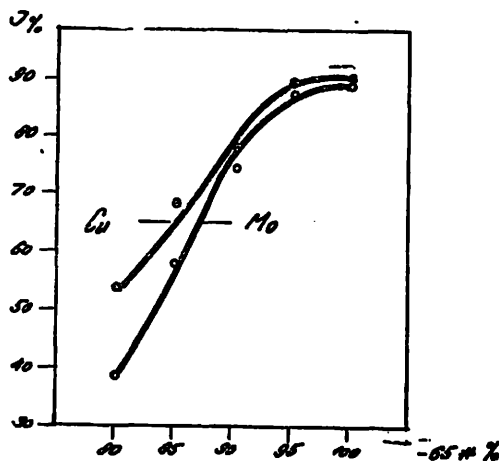
Tablica 3

Sadržaj i iskorišćenje metala u koncentratu u zavisnosti od finoće mliva pri utrošku Aeroflota-238 60 g/t rude i petroleja 50 g/t rude

65 meš %	Mo %	Cu %	I Cu %	I Mo %
80,1	0,0195	21,78	37,8	53,4
86,0	0,0232	20,82	57,5	67,9
90,3	0,0292	24,60	74,0	78,1
95,3	0,0320	24,10	86,9	89,1
99,6	0,0416	23,72	88,2	90,3

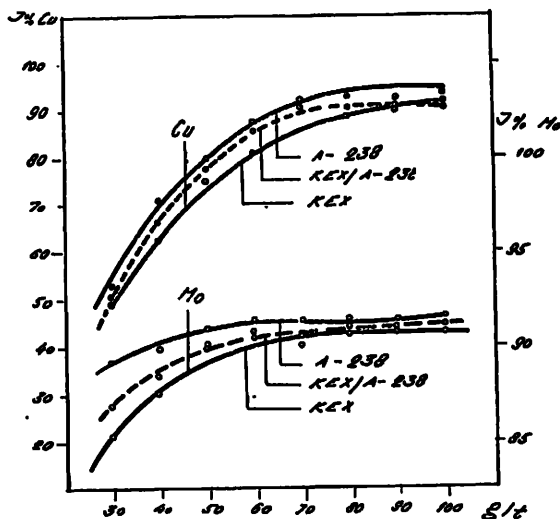
Uočljivo je da pri krupnijem mlevenju rude bakar bolje flotira i da se pri finijem mlevenju ta razlika smanjuje tako da je nakon usitnjavanja preko 95% — 65 meš. praktično i nema. Iz opita proizilazi da je za optimalne rezultate potrebno rudu usitnjavati do 100% — 65 meš. Tablica 3 grafički je prikazana i na dijagramu 1.

Iskorišćenje metala u funkciji vrste i utroška kolektora. — Kako se u flotaciji bakra u Majdanpeku kao kolektori koriste kalijum etil ksantat i aero-flot — 238 to je i u flotacijskim opitima ispi-



Sl. 2 — Iskorišćenje Cu i Mo u zavisnosti od finoće mliva.

Fig. 2 — Recovery of Cu and Mo depending on fineness of grinding.



Sl. 3 — Iskorišćenje Cu i Mo u zavisnosti od vrste i utroška kolektora za bakar.

Fig. 3 — Recovery of Cu and Mo depending on the type and consumption of collector copper minerals.

tivana zavisnost iskorišćenja bakra i molibdena od ova dva reagensa kao i od njihove mešavine u odnosu 50 : 50. Pored navedenih kolektora u svakom opitu je dodavano petro-

leja po 50 g/t rude. Rezultati su dati na dijagramu na sl. 2.

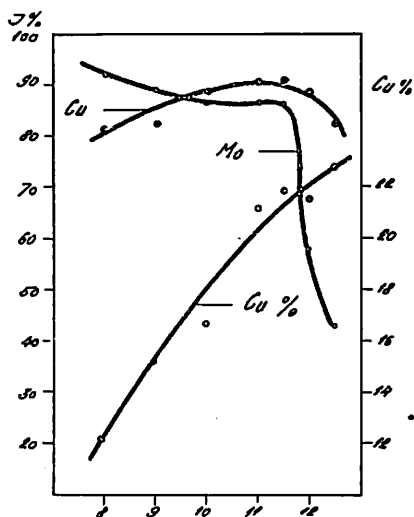
Iz dijagrama se može zaključiti da iskorišćenja bakra i molibdena manje zavise od vrste kolektora, a više od njegovog utroška. Ipak, nešto povoljniji rezultati dobiveni su radom sa aeroflotom — 238. Utrošak pojedinih

reagensa, pri konstantnom utrošku petroleja, manje se odražava na iskorišćenje molibdena nego na iskorišćenje bakra. Iz ovoga proizlazi da je svejedno kojim će se od navedenih kolektora flotirati minerali bakra. Važno je da utrošak bude iznad 60 g/t rude.

Iskorišćenje metala u funkciji vrednosti pH pulpe. — Vrednosti pH pulpe u majdanpečkoj flotaciji kreću se uglavnom od 11—12. Pri tim vrednostima postižu se dobri rezultati i bez upotrebe natrijumcijanida. Pri nižoj vrednosti pH pulpe i pri upotrebi natrijumcijanida postižu se koncentracije bakra slabijeg kvaliteta. Za regulisanje pH vrednosti pulpe koristi se kreč.

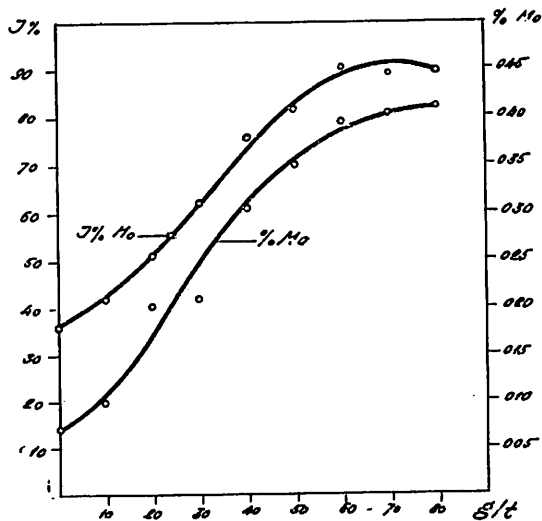
Flotacijski opiti za ispitivanje iskorišćenja oba metala (bakra i molibdena) u zavisnosti od vrednosti pH pulpe izvođeni su u intervalu prirodne vrednosti pH (7,4) do pH = 12,5.

Rezultati opita dati su u tablici 4 i dijagramu na sl. 3. Opiti su izvođeni pri konstantnoj potrošnji aeroflota-238 i petroleja (60 g/t i 50 g/t).



Sl. 4 — Iskoriscenje Cu i Mo i sadrzaj Cu u zavisnosti od pH vrednosti.

Fig. 4 — Recovery of Cu and Mo and content of Cu depending on pH value.



Sl. 5 — Sadržaj i iskorišćenje Mo u zavisnosti od utroška petroleja.

Fig. 5 — Grade and recovery of Mo depending on consumption of petroleum.

Tablica 4

Sadržaj i iskorišćenje metala u koncentratu u zavisnosti od vrednosti pH pulpe

pH pulpe	Mo %	Cu %	I Mo %	I Cu %
8,0	0,0384	12,84	90,7	81,8
9,0	0,0296	15,70	88,7	82,9
10,0	0,0223	17,47	86,9	89,1
11,0	0,0322	21,02	86,8	90,3
11,5	0,0293	21,88	87,1	86,4
12,0	0,0232	20,82	57,5	87,9
12,5	0,0175	24,74	42,1	81,0

Molibden najbolje flotira pri vrednosti pH oko 8, zatim neznatno opada do 11,5 i potom naglo slabi flotiranje. Sadržaj Mo u koncentratu bakra ne zavisi od bazičnosti pulpe. Kod bakra je obrnut slučaj. Iskorišćenje se bitno ne menja sve do vrednosti pH pulpe 12, ali je zato sadržaj Cu u koncentratu u direktnoj zavisnosti od pH.

Za majdanpečku rudu, posmatrano u odnosu na oba metala, optimalna vrednost pH pulpe nalazi se između 10,5 i 11,5.

Iskorišćenje molibdena u funkciji potrošnje petroleja. — Proveravanjem rezultata hemijskih analiza i posmatranjem jalovine pod binokularom uočava se da znatan deo molibdena odlazi u jalovinu, kada se radi samo sa kolektorima pogodnim za minerale bakra. Dodavanje petroleja u ciklus flotiranja bakra poboljšava izvlačenje molibdena u koncentrat bakra. Iskorišćenje molibdena u zavisnosti od utroška petroleja dato je na dijagramu sl. 4. Svi ostali uslovi reagensnog režima su konstantni — optimalni za minerale bakra.

Iskorišćenje molibdena raste sa povećanjem utroška petroleja do količine od 60 g/t rude. Daljim povećanjem utroška petroleja iskorišćenje ostaje praktično nepromenjeno, tj. ustaljuje se na oko 90% i pri znatno većem utrošku. Sadržaj Mo u koncentratu bakra takođe raste sa povećanjem utroška petroleja, ali ne prelazi 0,05%, čak ni kod utroška petroleja i preko 100 g/t.

Na osnovu rezultata postignutih laboratorijskim ispitivanjima možemo reći da se optimalni rezultati, u pogledu sadržaja bakra i molibdena, kao i u pogledu iskorišćenja oba ova metala u kolektivnom koncentratu minerala bakra i molibdena, mogu postići pri sledećim uslovima rada:

- finoća mlevenja 95—100% — 200 meš.
- utrošak kolektora za minerale bakra (aeroflot — 238, ili kalijum etil ksantat, ili mešavina ova dva kolektora u odnosu 50 : 50) 60—70 g/t rude
- utrošak kolektora za molibdenit (petrolej) 40—50 g/t rude
- utrošak penušača (dowfroth — 250, ili metilamilalkohol) 10—15 g/t rude
- vrednost pH pulpe 10,5—11,5
- vreme kolektivnog (osnovnog) flotiranja 10—12 minuta
- vreme I prečišćavanja 3 minuta
- vreme II prečišćavanja 1 minut.

Ako bi se navedeni uslovi rada primenili u pogonu flotacije Majdanpek, u industrijskim razmerama, mogao bi se očekivati bilans metala dat u tablici 5.

Industrijska ispitivanja

Po završenim laboratorijskim ispitivanjima, koja su dala zadovoljavajuće rezultate, prešlo se na industrijska ispitivanja u flotaciji rudnika bakra u Majdanpeku.

Tablica 5

Proizvod	T%	Cu%	Mo%	I Cu %	I Mo %
Ulaz	100,0	0,76	0,003	100,0	100,0
Koncentrat	3,0	22,80	0,070	90,0	70,0
Jalovina	97,0	0,08	0,0009	10,0	30,0

Da se ne bi remetio normalan rad na flotiranju bakra to su postojeći uslovi rada prilagođeni ovim ispitivanjima. Zadržan je postojeći režim reagensa, a samo se nastojalo da se vrednost pH pulpe održi između 10,5 i 11,5.

Laboratorijskim ispitivanjima je utvrđeno da dodatak petroleja nema negativno dejstvo na flotabilnost bakarnih minerala, a veoma povoljno utiče na flotabilnost molibdenita. Zato je petrolej dodavan u mlin sa kuglama. Optimalni utrošak petroleja takođe je utvrđen u laboratorijskom radu i kreće se od 40—50 g/t rude.

U tablici 1 prikazan je sadržaj molibdena u mesečnim kompozitima ulazne rude i koncentrata bakra, kao i iskorišćenje molibdena u 1964. godini. Posmatrajući navedene rezultate jasno se uočava nizak sadržaj molibdena u koncentratu bakra. To je manje više slučaj i kod rude koja ima relativno visok sadržaj molibdena (iznad 0,003%). Iskorišćenja su konstantno veoma niska i ni u jednom mesecu ne dostižu 50%. Prosek za celu 1964. godinu je svega 22,15%.

U prvoj seriji industrijskih opita, koja predstavlja rad u trajanju od 8 dana, dodavan je optimalni utrošak petroleja iz laboratorijskih opita tj. 50 g/t rude. Rezultati proizvoda flotacije tokom ovih 8 dana dati su u tablici 6.

Iskorišćenje molibdena tokom ovih 8 dana bilo je u proseku 74,2%. To je sasvim zadovoljavajuće iskorišćenje u odnosu na sadržaj molibdena u ulaznoj rudi, koji je ispod prosečnog (manje od 0,003% Mo). Kvalitet koncentrata bakra u odnosu na Cu je vrlo dobar. Sledeća serija industrijskih opita obuhvatila je trinaestodnevni rad sa utroškom petroleja 40 g/t rude. Ostali režim reagensa bio je isti kao i kod ranijih opita, odnosno postojeći u flotaciji Majdanpeka. Rezultati ispitivanja navedeni su u tablici 7.

Tablica 6

Sadržaj Mo u ulaznoj rudi, koncentratu bakra i jalovini i Cu u koncentratu pri utrošku petroleja 50 g/t rude

Dan	U-Mo%	K-Mo%	J-Mo%	K-Cu%
1	0,0016	0,0125	0,0007	26,94
2	0,0014	0,0122	0,0007	26,55
3	0,0018	0,0166	0,0006	25,02
4	0,0023	0,0142	0,0007	23,46
5	0,0030	0,0196	0,0006	22,12
6	0,0025	0,0360	0,0003	22,12
7	0,0030	0,0068	0,0008	17,65
8	0,0014	0,0142	0,0005	17,23
Prosek	0,0021	0,0165	0,0006	22,61

Tablica 7

Sadržaj Mo u ulaznoj rudi, koncentratu bakra u jalovini i Cu u koncentratu pri utrošku petroleja 40 g/t

Dan	U-Mo%	K-Mo%	J-Mo%	K-Cu%
1	0,0061	0,0084	0,0014	19,13
2	0,0070	0,0346	0,0018	22,98
3	0,0049	0,0206	0,0016	13,01
4	0,0106	0,0483	0,0033	15,46
5	0,0048	0,0355	0,0016	17,49
6	0,0037	0,0380	0,0018	14,07
7	0,0046	0,0483	0,0015	15,69
8	0,0026	0,0365	0,0006	20,60
9	0,0029	0,0140	0,0006	19,22
10	0,0034	0,0153	0,0010	20,90
11	0,0024	0,0312	0,0008	18,89
12	0,0037	0,0196	0,0012	16,52
13	0,0038	0,0198	0,0011	14,77
Prosek	0,0046	0,0285	0,0014	17,59

Srednja vrednost iskorišćenja molibdena tokom ovih trinaestodnevni ispitivanja bila je 73,4%.

Kako je u drugoj seriji opita ruda bila bogatija molibdenom nego u prvoj seriji (0,0046 : 0,0021% Mo), može se zaključiti da su postignuti slični rezultati u odnosu na molibden. Zato je izvedena još jedna serija industrijskih opita sa utroškom petroleja 50 g/t rude i to u vreme kada se u flotaciji prerađivala bakarna ruda bogatija molibdenom. Opiti su trajali 20 dana i rezultati ovog rada dati su u tablici 8.

Tablica 8

Sadržaj Mo u ulaznoj rudi, koncentratu bakra i jalovini i Cu u koncentratu pri utrošku petroleja 50 g/t rude

Dan	U-Mo%	K-Mo%	J-Mo%	K-Cu%
1	0,0070	0,0346	0,0018	18,24
2	0,0050	0,0283	0,0018	20,12
3	0,0042	0,0366	0,0016	17,53
4	0,0042	0,0422	0,0012	21,13
5	0,0047	0,0388	0,0012	21,40
6	0,0049	0,0410	0,0016	12,27
7	0,0080	0,0936	0,0015	18,10
8	0,0032	0,0286	0,0008	18,44
9	0,0050	0,0362	0,0008	19,81
10	0,0046	0,0755	0,0016	19,82
11	0,0056	0,0520	0,0015	22,22
12	0,0054	0,0275	0,0018	17,24
13	0,0076	0,0590	0,0021	19,81
14	0,0047	0,0955	0,0018	19,35
15	0,0046	0,0513	0,0014	15,48
16	0,0057	0,0324	0,0018	18,11
17	0,0062	0,0830	0,0024	14,93
18	0,0070	0,0383	0,0020	19,82
19	0,0054	0,0398	0,0008	19,87
20	0,0054	0,0406	0,0022	19,76
Prosek	0,0052	0,0485	0,0016	18,17

Srednje iskorišćenje molibdena u ovoj trećoj seriji ispitivanja bilo je 74,9%, što je sasvim zadovoljavajuće za sadržaj molibdena u ulaznoj rudi od 0,0052%.

Rezultati industrijskih ispitivanja potpuno su potvrdili rezultate laboratorijskog rada. Postignuta iskorišćenja molibdena od 70—75% ista su kao i u laboratoriji pri istoj finoći mliva od 90 do 95% meš.

U odnosu na normalan rad tokom cele 1964. godine dodavanjem petroleja u ciklus flotiranja bakra postiže se preko tri puta veće iskorišćenje molibdena u koncentratu bakra.

Zbog toga je, pri eventualnom radu na izdvajanju molibdenita u poseban koncentrat, neophodno dodavati petroleja 40—50 g/t rude, uz zadržavanje postojećeg reagensnog režima i ostalih uslova rada flotacije.

Ispitivanje mogućnosti izdvajanja molibdenita u poseban koncentrat iz koncentrata bakra

Laboratorijska ispitivanja

Prethodna ispitivanja. — Orientaciona ispitivanja na uzorku koncentrata bakra, dopremljenom iz Majdanpeka u laboratoriju Zavoda, pokazala su mogućnost izdvajanja molibdena u poseban koncentrat. Iz uzorka koji je sadržao 0,02% Mo dobiven je koncentrat sa 15% Mo.

S obzirom da je od momenta uzimanja uzoraka koncentrat bakra u flotaciji Rudnika u Majdanpeku do početka tretiranja istoga u Zavodu u Beogradu prošlo više dana to za desorpciju kolektora (kalijumetilksantata) sa površina mineralnih čestica nije bilo potrebno agitirati koncentrat sa Na_2S niti pak koristiti druge metode razaranja kolektorske opne, pošto se kolektorski film raspao i za deprimiranje minerala bakra dovoljno je bilo dodavanje kalijumfericijanida i natrijumcijanida. Kao kolektor za molibdenit dodavan je petrolej ili sintex-L, a kao penušač metilamalkohol. Sintex-L daje nešto kvalitetnije koncentrate. Kako kod kontinuelnog tretiranja koncentrata bakra u cilju izdvajanja molibdena neće dolaziti do spontanog razaranja kolektorske opne, to se mora vrši desorpcija kolektora. Zbog toga su dalja ispitivanja nastavljena u laboratoriji rudnika u Majdanpeku, gde se u svakom opitu tretirao svež uzorak koncentrata bakra uziman u flotaciji posle drugog prečišćavanja.

Desorpcija kolektora sa mineralnih površina koncentrata. — Nekoliko opita razaranja kolektorske opne

sa mineralnih površina putem zagrevanja koncentrata na 150°C dalo je dobre rezultate. Međutim, primena ovog postupka zahteva velike izdatke oko zagrevanja pulpe na 150°C .

Autor ovog članka obradio je ranije temu »Studija mogućnosti koncentracije majdanpečke rude primenom specifičnog postupka: kolektivno flotiranje — desorpcija pomoću Na_2S — selektivno flotiranje«, gde je tretirao kolektivno flotiranje bakarnih minerala i pirita i dalje njihovo razdvajanje u posebne koncentrate.

Ova studija je pokazala da je navedeni postupak znatno pogodniji i jeftiniji od drugih metoda za razdvajanje kolektivnog koncentrata minerala bakra i pirita. Postupak primenjen za razdvajanje kolektivnog koncentrata minerala bakra i molibdena je u osnovi isti.

Desorpcija pomoću Na_2S zasniva se na poznatoj činjenici da čestice minerala ne flotiraju, ako im se na površini nalaze joni sulfida ili sulfhidril HS^- joni. Da bi čestice mogle stupiti u reakciju sa jonima kolektora nužno je na površini minerala stvoriti sulfoksi jedinjenja, koja zatim stupaju u reakciju sa jonima kolektora i stvaraju na površini minerala monomolekularne ili multimolekularne hidrofobne filmove nerastvorljive u vodi. Ovo se postiže oksidisanjem mineralnih površina uvođenjem vazduha u pulpu.

U slučaju desorpcije joni sulfhidril HS^- potiskuju sa površine minerala jone kolektora i obrazuju višemolekularne slojeve sulfhidrila metala, koji usled nedostatka vazduha ne prelaze u sulfoksi jedinjenja i ne dozvoljavaju ponovnu sorpciju kolektora iz rastvora.

Eksperimentalno je utvrđeno da joni sulfhidril HS^- imaju sposobnost da sa površina minerala kolektivnog koncentrata potiskuju jone kolektora i na toj pojavi zasniva se proces obogaćivanja ruda specifičnim postupkom: kolektivno flotiranje-desorpcija pomoću Na_2S — selektivno flotiranje.

Desorpcija kolektora sa površina čestica minerala po metodi Konjeva u laboratorijskim uslovima sastoji se u kondicioniranju kolektivnog koncentrata najpogodnije gustine (35—50% C), bez dodavanja sveže vode, sa Na_2S obično 3—5 minuta, a nikako više od 10—15 min. Agitaciju je poželjno izvoditi u cilindričnom sudu ne usisavajući vazduh u pulpu. U pulpi se obrazuje levak u koji

utiče mineralizovana pena sa površine i u njemu biva razorena.

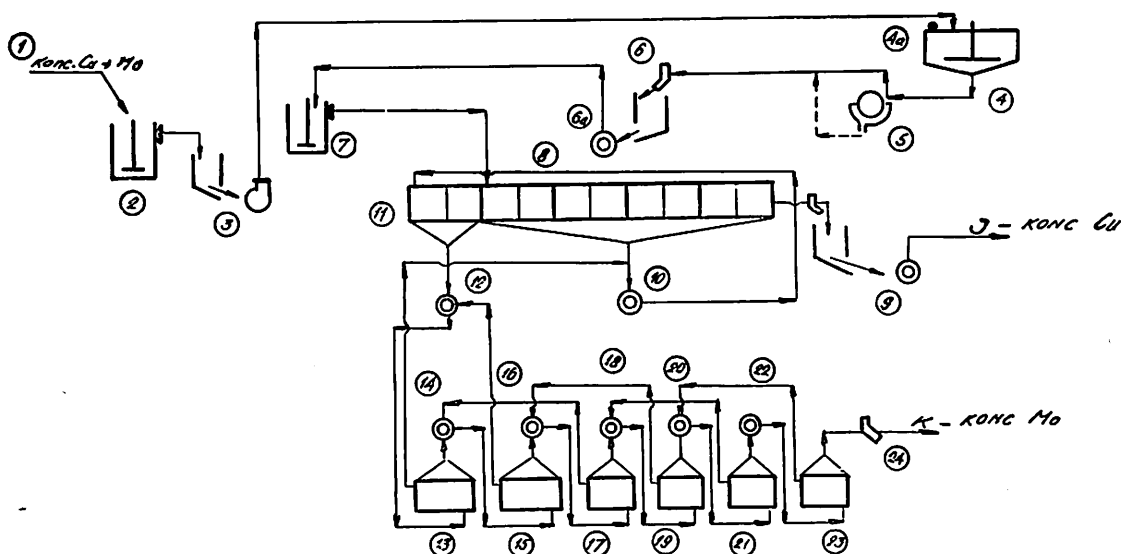
Ocena uspešnosti desorpcije može se dati na osnovu ponovne pojave mineralizovane pene nakon prestanka agitiranja, odnosno na osnovu činjenice da se ista više ne pojavljuje. Na osnovu toga se može utvrditi neophodni utrošak Na_2S i vreme potrebno za desorpciju.

Nakon desorpcije koncentrata kolektor prelazi sa mineralnih površina u rastvor pulpe. Radi odstranjenja kolektora potrebno je odstraniti sam rastvor. Ovo se postiže dodavanjem sveže vode u pulpu radi razblaženja koncentracije kolektora i naknadnim filtrir-

hodan za deprimiranje minerala bakra i selektivno flotiranje molibdena.

Uzorci kolektivnog koncentrata na kojima su vršeni opiti desorpcije i selektivnog flotiranja molibdena uzimani su svakodnevno neposredno iz pogona i odmah tretirani. Sadržaj molibdena u tako uzetim uzorcima je varirao između 0,01 i 0,1% Mo, što, međutim, nije uticalo na proces izdvajanja molibdena u poseban koncentrat. Brojnim opitima ustanovljeni su sledeći optimalni uslovi rada:

- utrošak Na_2S 1,2 kg/t koncentrata Cu (za desorpciju)
- vreme kondicioniranja 10 min



Sl. 1 — Šema procesa izdvajanja koncentrata molibdena iz koncentrata bakra

1 — koncentrat Cu-Mo; 2 — kondicioner; 3 — SRL pumpa sa rezervoarom; 4 — zgušnjivač; 4a — dijafrazna pumpa; 5 — filter; 6 — uzimač uzoraka; 6a — vertikalna pumpa sa rezervoarom; 7 — kondicioner; 8 — flotaciona mašina (8 ćelija), osnov, flotiranje; 9 — vertikalna pumpa i rezervoar za jalovinu sa uzim. uzoraka; 10 — vertikalna pumpa za grubi koncentrat i otok II prečišćavanja; 11 — flotacione mašine (2 ćelije) I prečišćavanje; 12 — vertikalna pumpa za koncentrat I prečišć. i otok III prečišć.; 13 — flotacione mašine (2 ćelije), II prečišć.; 14 — vertikalna pumpa za koncentrat II prečišćavanja i otok IV prečišćavanja; 15 — flotac. mašine (2 ćelije), III prečišćavanje; 16 — vertikalna pumpa za koncentrat III prečišć. i otok V prečišć.; 17 — flotaciona ćelija za IV prečišćavanje; 18 — vertikalna pumpa za koncentrat IV prečišćavanja i otok VI prečišćavanja; 19 — flotaciona ćelija za V prečišćavanje; 20 — vertikalna pumpa za koncentrat V prečišćavanja i otok VII prečišćavanja; 21 — flotaciona ćelija za VI prečišćavanje; 22 — vertikalna pumpa za koncentrat VI prečišćavanja; 23 — flotaciona ćelija za VII prečišćavanje; 24 — uzimač uzoraka finalnog koncentrata.

Fig. 1 — Flowsheet of separation of a molybdenum concentrate from a bulk copper concentrate.

ranjem koncentrata. Potom se uobičajenim postupcima selektivnog flotiranja razdvajaju minerali bakra od molibdenita.

Ekperimentalni rad. — Cilj ispitivanja je bio da se utvrdi optimalna potrošnja Na_2S , optimalno vreme kondicioniranja u gustoj pulpi i režim reagensa neop-

- utrošak kalijumfericijanida 1,5—2,0 kg/t koncentrata Cu (za deprimiranje minerala bakra)
- utrošak vodenog stakla 400 g/t koncentrata Cu (za deprimiranje jalovih minerala)

- utrošak petroleja 50 g/t koncentrata Cu (za flotiranje molibdenita)
- utrošak penušača (dowfroth-250) 10 g/t koncentrata Cu
- vrednost pH pulpe 7,5—8,5
- broj prečišćavanja 6 do 8.

Radom pod navedenim uslovima dobiveni su koncentraci molibdena sa preko 50% Mo uz iskorišćenje molibdena preko 70%.

Ilustracije radi daje se na tablici 9 bilans jednog opita sa šestostepenim prečišćavanjem, gde su svi međuproizvodi spojeni u jedan i tako analizirani.

Tablica 9

Proizvod	T%	Mo%	MoS ₂	Iskorišćenje Mo %
Ulaz	100,00	0,037	0,067	100,0
Koncentrat	0,05	53,340	88,900	72,5
Međuproizvod	4,30	0,0725	0,121	8,4
Jalovina	96,65	0,0072	0,012	19,1

Ova ispitivanja dokazala su da je tehnološki moguće izdvajanje molibdena u poseban koncentrat iz koncentrata majdanpečke flotacije.

Poluindustrijska ispitivanja

Laboratorijska ispitivanja su pokazala da je tehnološki moguće izdvojiti molibden iz koncentrata bakra u poseban koncentrat. Na osnovu istih ispitivanja ustanovljena je šema tehnološkog postupka, koju je trebalo proveriti radom u poluindustrijskim uslovima.

U poluindustrijskim ispitivanjima, a prema raspoloživim uređajima primenjena je šema tehnološkog procesa prikazana na slici 5, a koja se razlikuje od laboratorijske šeme po tome što se pranje desorbovanog koncentrata obavljalo samo preko zgušnjivača, bez filtriranja, tako da je znatan deo desorbovanog kolektora zaostajao u rastvoru. To je otežavalo deprimiranje minerala bakra tako da se nisu dobili koncentraci kvaliteta laboratorijskih koncentrata. Takođe je konstatovano da se u prelivu zgušnjivača gubio jedan deo molibdena usled svoje ljuspičaste strukture.

Radom po datoj šemi na sl. 1 prerađeno je oko 100 tona koncentrata. Rezultati rada kontrolisani su po smenama. Smenski koncentraci sadržali su od 11—27% Mo, a iskorišćenja su se kretala od 70—91%. Bolji rezultati postignuti su pri većem utrošku deprimatora kalijumfericijanida. Potrošnja ovog reagensa pela se i do 6 kg/t, za razliku od laboratorijskih uslova gde potrošnja ovog reagensa nije prelazila 2 kg/t koncentrata. Potrošnja ostalih reagensa bila je ista kao u laboratorijskom radu.

Jedan od smenskih opita dao je sledeći bilans metala prikazan na tablici 10.

Tablica 10

Proizvod	T%	Mo %	Cu %	Iskorišćenje Mo%
Ulaz	100,00	0,083		100,00
Koncentrat	0,25	26,98	3,87	80,87
Jalovina	99,75	0,016		19,13

Rezultati u ovom bilansu metala postignuti su pri sledećim uslovima rada:

- utrošak Na₂S 1,2 kg/t koncentrata Cu
- vreme kondicioniranja 10 minuta
- utrošak kalijumfericijanida 2,8 kg/t koncentrata Cu
- utrošak vodenog stakla 400 g/t koncentrata Cu
- utrošak petroleja 50 g/t koncentrata Cu
- utrošak penušača (dowfroth-250) 8 g/t koncentrata Cu
- vrednost pH pulpe 8,2
- broj prečišćavanja 7.

Poluindustrijska ispitivanja su potvrdila rezultate laboratorijskog rada. Kvaliteti koncentrata mogu se poboljšati do preko 50% Mo daljim prečišćavanjem ili prelaskom na pranje desorbovanog koncentrata putem filtriranja. Naravno da se ovde zbog toga može očekivati opadanje iskorišćenja, no ono će svakako biti oko 75%. Pošto je iskorišćenje molibdena u kolektivnom koncentratu oko 70% to je ukupno iskorišćenje molibdena u molibden koncentratu u odnosu na rudu nešto iznad 50%

SUMMARY

Testing of Separation of a Molybdenum Concentrate from Majdanpek Copper Concentrates

Dr D. Salatić, min. ing*)

Concentration tests on the Majdanpek copper ore on laboratory and industrial scale were carried out with the aim of improving recovery of molybdenum in the copper flotation concentrate, and to examine the possibility of separation of a molybdenum concentrate from a bulk copper flotation concentrate in laboratory and a pilot plant. In the copper flotation an additional reagent — petroleum — was used and the recovery of molybdenum was tripled. Copper concentrate with a small amount of molybdenum can be treated by selective flotation and a good quality concentrate of molybdenum is obtained. In this second cycle of flotation, copper minerals are depressed by potassium-ferricyanide, after the collector film on mineral surfaces is desorbed by sodiumsulphide.

For all investigations, reagent combinations are given, indicating the best conditions as to fineness of grinding, type of reagent and its consumption, pH value, as well as the results which can be obtained regarding the grade of concentrates and the recovery of molybdenum.

Literatura

- Gaudin, A. M., 1957: The Principles of Flotation, New York.
- Klassen, V. I. Mokrousov, V. A., 1959: Vvedenie v teoriju flotacii, Moskva.
- Konev, A. S., Dobrivnaja, L. B., 1958: Separation of Bulk Sulphide Concentrates by Flotation. — Process in Mineral Dressing, Stockholm.
- Mitrofanov, S. I., 1954: Issledovanie rud na obogatimost', Moskva.
- Mitrofanov, S. I., 1958: Selektivnaja flotacija, Moskva.
- Salatić, D., 1957: Koncentracija majdanpečke rude postupkom: kolektivno flotiranje — desorpcija pomoću Na₂S — selektivno flotiranje. — Diplomski rad, Beograd.
- Salatić, D., 1961: Molibden — Mačkatice. — Studija obogaćivanja u Zavodu za nuklearne sirovine, Beograd.
- Taggart, A. F., 1956: Handbook of Mineral Dressing, New York.
- , Program izgradnje faze II u Majdanpeku. — Geologija, Knjiga 1—3, RTB — Bor.

*) Dr ing. Dušan Salatić, asistent Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

Ispitivanje efikasnosti kalijum etil ksantata proizvodnje „Župa“ Kruševac i Dow Chemical Co

(sa 4 slike)

Dr ing. Dušan Salatić — dr ing. Jovan Gavrilović

Uvod

Porastom proizvodnje obojenih metala u našoj zemlji raste i potrošnja ksantata, posebno kalijum etil ksantata, pa je stoga isti proizveden i u našoj zemlji, kako bi se smanjio uvoz ovog relativno skupog reagensa. Međutim, da bi potrošači ksantata zamijenili uvozni sa domaćim neophodno je bilo da se ispita njegova efikasnost u flotiranju pojedinih minerala i uporedi sa efikasnošću dobro poznatih uvoznih ksantata. Tako smo i mi u svom laboratorijskom naučno-istraživačkom radu ispitali osobine i kvalitet domaćeg kalijum etil ksantata, posmatrane prvenstveno na isti proizvod Dow Chemical Co iz SAD. Cilj ispitivanja je bio da se dobije odgovor da li kalijum etil ksantat domaće proizvodnje može uspješno u pogonima flotacije da zamjeni istu vrstu ksantata strane proizvodnje.

Kako laboratorijska ispitivanja pružaju mogućnost svestranijeg upoznavanja datog reagensa sa znatno manjim utroškom vremena i materijala (M i t r o f a n o v, S. I., 1954) to su i naša ispitivanja izvođena u laboratorijskom obimu u dva dela: ispitivanje u posebno za ovu svrhu konstruisanoj Hallimond cevi i ispitivanje normalnim postupkom flotiranja u flotacijskoj ćeliji, kao potvrda radova na Hallimond cevi.

Sirovine za ispitivanje

Kalijum etil ksantat domaće proizvodnje poslat je iz fabrike »Župa« sa označenim datumom proizvodnje. Ksantat je bio u prahu zatvoren hermetički u bocu. Sadržaj vlage i isparljivih materija određen sušenjem na 90° C bio je 0,33%. Za upoređivanje služio je kalijum etil ksantat proizvodnje firme Dow Chemical Co iz SAD. Ovaj ksantat nalazio se u obliku štapića u boci sa takođe naznačenim datumom proizvodnje. Sadržaj vlage i isparljivih materija bio je kod uvoznog reagensa 0,70%. Uvozni reagens bio je 4 meseca stariji od domaćeg, no s obzirom da je čuvan pod povoljnim uslovima i da je presovan u obliku štapića smatramo da nije bitno bio izmenjen. Najvažniji proces raspadanja kod ksantata, tj. oksidacija uz stvaranje diksantogena bio je jako usporen čuvanjem reagensa bez prisustva vazduha.

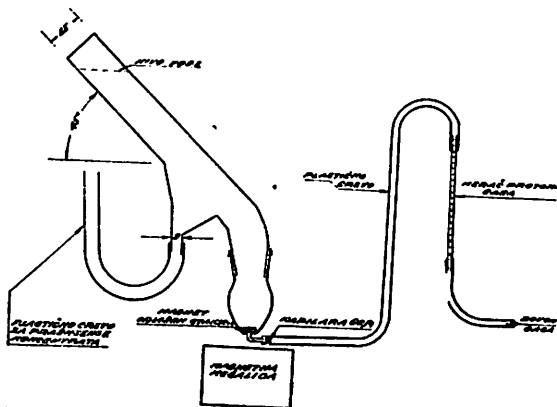
Ispitivanje kolektorskih osobina ksantata izvođeno je na mineralima bakra i, manjim delom, na galenitu. Primerak makroskopski čistog kovelina sa nešto halkopirita usitnjen je a zatim prečišćen na superpaneru i Devissovom magnetnom koncentratoru. Za prečišćavanje je upotrebljena samo klasa krupnoće —65 +100 meša (—0,209 +0,147 mm). Sve operacije čišćenja izvođene su u destilovanoj vodi da bi se smanjila oksidacija minerala. Za dalji rad minerali su čuvani pod redestilovanim vodom.

Sličnim postupkom dobijen je i čist galenit naravno utoliko lakše što je prirodni kristal bio čistiji.

Vrednost pH redestilovane vode, u kojoj je čuvan čist galenit, posle 50 dana iznosila je 6,6. Prilikom stavljanja minerala u tamnu bocu vrednost pH bila je 6,8. Iz ovoga možemo zaključiti da je stepen oksidacije bio praktično beznačajan i da se mineral vrlo malo izmenio.

Uređaj za ispitivanje

Hallimond cev je pogodna za ispitivanje dejstva kolektora na malim količinama čistih minerala. Za naša ispitivanja upotreбили smo Hallimond cev izmenjene konstrukcije, napravljenu u Zavodu za nuklearne sirovine.



Sl. 1 — Modifikovana Hallimond cev.
Fig. 1 — Modified Hallimond Tube.

Kao što se iz crteža (sl. 1) vidi cev se rasklapa radi boljeg čišćenja, a radi lakšeg manipulisanja i veće hermetičnosti spoj sa dovodom gasa izveden je crevom od plastične mase. Ovakva cev predstavlja modifikaciju »modifikovane Hallimond cevi« (Fuerstena u, D. W., 1957) izrađene u Institutu za tehnologiju u Masačusetsu. Pražnjenje koncentrata vrši se prostim ispravljanjem savijenog plastičnog creva.

Flotiranjem uzoraka minerala težine 0,2—0,1 g dobijaju se rezultati koji se vrlo dobro reprodukuju. U tablici 1 navedeni su rezultati nekoliko flotacijskih opita izvedenih pod istim uslovima.

Verovatna greška pojedinog merenja računata za ovih osam merenja iznosi svega

$\pm 0,246\%$ što svakako ne predstavlja veliko odstupanje pri ovakvim merenjima.

Ispitivanja kolektorskih osobina ksantata u Hallimond cevi

Celokupna ispitivanja kolektorskih osobina kalijum etil ksantata, koja smo izveli u Hallimond cevi, podeljena su u tri dela: ispitivanje sa promenama koncentracije rastvora kalijum etil ksantata u domenu 0—10 mg/l tj. manjim koncentracijama, zatim ista takva ispitivanja pri velikim koncentracijama kalijum etil ksantata 10—1000 mg/l i najzad ispitivanja pri različitim vrednostima pH. Svi ovi opiti rađeni su pod niže navedenim uslovima rada:

aeracija (suv azot)	30 ml/min
aktivna količina kolektora	20 ml
temperatura	25—27° C
vreme flotiranja tj. propuštanja gasa	2 min

Proces kondicioniranja nije vršen već je odmah po dolivanju rastvora preko minerala puštena u rad magnetna mešalica i provedeni gasni mehurići. Pod aktivnom količinom kolektora podrazumevamo količinu rastvora ksantata u donjem delu Hallimond cevi do koje je dospevalo dejstvo mešalice. U gornjem delu cevi rastvor se slobodno mogao zameniti i vodom, jer je služio samo za mehaničko potiskivanje gasnih mehurića na površinu.

Tablica 1

Broj opita	Težina uzorka mg	Iskorišćenje %	Primedba
1	479	36,3	
2	322	36,3	
3	321	36,4	
4	320	39,0	
5	450	36,8	
6	400	37,2	
7	385	35,4	
8	377	36,6	
Srednja vrednost		36,75 \pm 0,25	

Ispitivanje pri nižim koncentracijama. — Iz dijagrama (sl. 2) vidimo da se krive iskorišćenja pri koncentraciji do oko 2 mg po litru (što odgovara utrošku kalijum etil ksantata od 40 g/t rude) oštrije penju, a zatim je porast iskorišćenja sve blaži i kod koncentracije od 10 mg/l praktično prestaje.

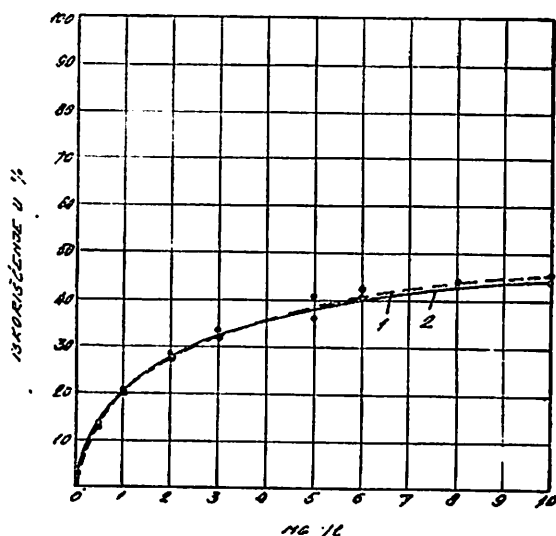
Krive iskorišćenja metala za oba ispitivana ksantata, domaći i uvozni, su vrlo složene.

Ispitivanje pri visokim koncentracijama. — Na dijagramu (sl. 3) vidimo krive iskorišćenja metala u zavisnosti od promene sadržaja ksantata u rastvoru. Kod koncentracija preko 10 mg/l (koje odgovaraju količini utroška ksantata od preko 200 g/t rude) dostiže se maksimum iskorišćenja i kriva prelazi u pravu liniju paralelnu sa apscisom. I ovde se krive iskorišćenja metala za oba ksantata skoro podudaraju, izuzev preko utroška ksantata 400 g/t rude, kada iskorišćenje sa domaćim ksantatom brže opada (sl. 3, kriva 2). Radi preglednosti izrađene su krive promene iskorišćenja metala u zavisnosti od koncentracije primenjenog ksantata na semilogaritamskoj podeli. Tako na ovim dijagramima vidimo da se kriva iskorišćenja metala naglo penje pri koncentracijama do 10 mg/l, zatim pri koncentracijama 20—100 mg/l prelazi u liniju paralelnu sa apscisom i kod vrlo visokih koncentracija od preko 300 mg/l počinje da opada. Ovo opadanje je izrazitije kod domaćeg ksantata.

Na osnovu eksperimentalnog rada i dobivenih rezultata može se zaključiti da je domaći kalijum etil ksantat podjednako efikasan u procesu flotiranja kao i uvozni kalijum etil ksantat proizvodnje Dow chemical Co iz SAD. Ovo se odnosi na područje vrednosti pH 6—10.

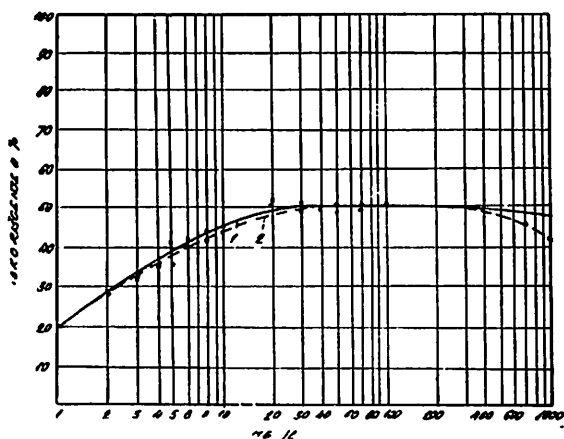
Ispitivanje pri različitim vrednostima pH. — Za ova ispitivanja primenjena je konstantna koncentracija reagensa i identični svi ostali uslovi rada. Menjana je jedino vrednost pH sredine u kojoj je izvođen proces flotiranja minerala. Vrednost pH je regulisana dodavanjem razblaženih rastvora NaOH i H₂SO₄. Na dijagramu (sl. 4) vidimo promenu iskorišćenja metala u zavisnosti od vrednosti pH rastvora. Pri niskim vrednostima do pH = 3,5 iskorišćenje je vrlo malo, tj. flotabilnost minerala je

praktično beznačajna. U ovom domenu iskorišćenje metala sa domaćim ksantatima je za 1—2% niže od uvoznog. Kod pH = 4 i više minerali počinju naglo da flotiraju dostižući svoj maksimum pri pH = 5,5 do 6,8.



Sl. 2 — Iskorišćenje pri niskoj koncentraciji kolektora.

Fig. 2 — Recovery obtained at low collector concentrations.



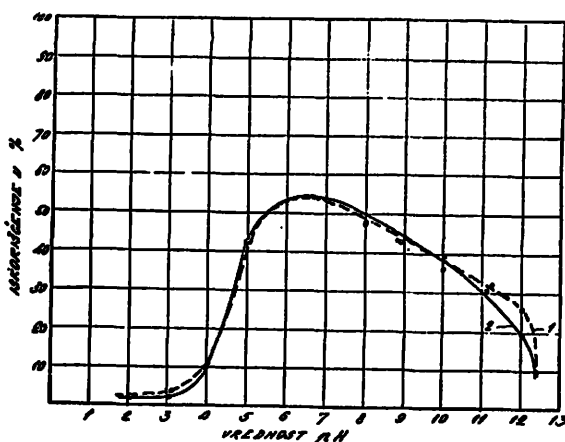
Sl. 3 — Iskorišćenje u zavisnosti od koncentracije kolektora.

Fig. 3 — The relation of recovery and concentration of collector.

Od pH = 7 flotabilnost minerala sa ograničenom količinom ksantata počinje lagano da opada do pH = 12. Kod visoke vrednosti pH imamo opet slučaj da je iskorišćenje metala sa domaćim ksantatom nešto niže nego sa uvoznim. Međutim, u za nas važnom području

čju pH = 6—10 krive iskorišćenja metala za oba ispitivana ksantata su praktično jednake.

Kriva promene iskorišćenja metala u zavisnosti od vrednosti pH nema vrlo oštre promene kao što bi se za kovelin i halkopirit moglo, prema nekim podacima (Gaudin, A. M., 1957), očekivati, zato što je mineral kovelin sadržao malu količinu halkopirita koji nismo uspeli da izdvojimo. Kombinacijom ova dva minerala došlo je do izvesne deformacije krive. Ipak, smatramo da nam ovi rezultati mogu dati korisne podatke, jer ruda bakra sadrži pretežno korisne minerale halkopirit i kovelin.



Sl. 4 — Iskorišćenje u funkciji pH vrednosti.

Fig. 4 — Recovery in relation to pH value.

Na osnovu eksperimentalnog rada i dobivenih rezultata može se zaključiti da je domaći kalijum etil ksantat podjednako efikasan u procesu flotiranja kao i uvozni kalijum etil ksantat proizvodnje Dow Chemical Co iz SAD. Ovo se odnosi na područje vrednosti pH 6—10. Pri ekstremno niskim i visokim koncentracijama ksantata postoji izvesna prednost ksantata stranog porekla nad našim proizvodima. Ista pojava postoji kod jako visokih kao i jako niskih vrednosti pH. Tačno objašnjenje ove pojave ne možemo za sada još da damo. Pretpostavljamo da je sadržaj diksantogena u uvoznom reagensu veći usled starosti da je diksantogen prouzroko-

vao (Sutherland K. L., Wark, I. W., 1955) ovu pojavu. Dalja ispitivanja u ovom pravcu daće potpunije objašnjenje.

Ispitivanja u flotacijskoj ćeliji

Ranije smo već naglasili da je u području koncentracija uobičajenih u industrijskoj praksi (10 do 100 g/t) ponašanje i efikasnost oba ksantata jednako. Ispitivanje u ovom području je ipak za nas najinteresantnije. Radi toga je izveden niz flotacijskih opita pod identičnim uslovima rada pri čemu je menjana samo vrsta i koncentracija ksantata.

Sirovina. — Sirovina za flotacijske opite bila je ruda iz rudnika Majdanpek gornje granične krupnoće 1,2 mm samlevena do finoće 0,5% +65 meša. Ksantati su bili isti koji su upotrebljeni za opite u Hallimond cevi.

Tok ispitivanja. — Ispitivanje je izvedeno u dva dela: prvi deo je obuhvatio 8 opita, od kojih 4 sa domaćim, a 4 sa uvoznim ksantatom, koji su pojedinačno davani na hemijsku analizu. Drugi deo obuhvatio je takođe 8 opita (4 sa domaćim, a 4 sa uvoznim ksantatom) od kojih su proizvodi prva 4 sa domaćim ksantatom i preostala 4 sa uvoznim ksantatom spojeni u po 1 opit svaki za sebe i dati na hemijsku analizu. U prvom delu ispitivanja utrošak ksantata bio je promenljiv.

Rezultati. — Rezultati prvog dela ispitivanja dati su u tablici 2. Vidimo da su u prvom delu 4 opita izvedena sa uvoznim reagensom a 4 sa domaćim.

(U = kalijum etil ksantat firme Dow Chemical Co. SAD)

(D = kalijum etil ksantat firme »Župa« Kruševac)

Iz rezultata u tablici 2 vidimo da nije bilo veće razlike između ksantata različitog porekla kada su upotrebljavani u jednakim količinama. Pri utrošku domaćeg ksantata od 40 i 80 g/t rude iskorišćenja su nešto niža, ali su zato kvaliteti koncentrata znatno bolji. Pri utrošku 20 i 60 g/t rude kalijum etil ksantata kvaliteti i iskorišćenja sa oba ksantata su praktično isti.

Tablica 2 Zaključak

Utrošak ksantata g/t rude	Poreklo ksantata	Sadržaj Cu u ulaznoj sirovini	Sadržaj Cu u koncentratu	Sadržaj Cu u jalovini	Iskorišćenje Cu u koncentratu
20	U	0,82	12,41	0,150	81,9
20	D	0,77	12,40	0,150	81,5
40	U	0,65	9,76	0,037	94,6
40	D	0,66	13,06	0,079	88,5
60	U	0,79	12,45	0,170	79,8
60	D	0,79	12,19	0,170	79,7
80	U	0,68	6,93	0,088	88,4
80	D	0,65	11,79	0,100	85,5

Rezultati drugog dela ispitivanja su sledeći:

	Kalijum etil ksantat	
	domaći	uvozni
Ulazna sirovina Cu, %	0,86	0,91
Koncentrat Cu, %	14,68	18,58
Međuproizvod Cu, %	2,43	1,95
Jalovina Cu, %	0,095	0,137

Iskorišćenje Cu u pretkoncentratu je za uvozni reagens nešto niže; međutim, kako je pretkoncentrat proizveden sa uvoznim ksantatom boljeg kvaliteta smatramo da su rezultati oba opita slični. Iskorišćenje sa domaćim ksantatom je 88,8%, a sa uvoznim 88,3%.

Rezultati svih dosadašnjih ispitivanja ukazuju da je kalijum etil ksantat proizvodnje preduzeća »Župa« iz Kruševca po svojim flotacijskim osobinama vrlo sličan istom reagensu firme Dow Chemical Co iz USA, inače jednog od najpoznatijih proizvođača ove vrste reagensa. Efikasnost oba reagensa je u većini slučajeva podjednaka i zato naš domaći kalijum etil ksantat možemo da smatramo kao potpuno kvalitetnu zamenu uvoznom reagensu iste vrste. Ispitivanja u Hallimond cevi i pojedinačni flotacijski opiti su dali podatke za ovakav zaključak. U opitima na rudi bakra pri utrošcima ksantata od po 20 i 60 g/t rude dobiveni su skoro isti kvaliteti koncentrata (oko 12% Cu) sa skoro istim iskorišćenjima (oko 81,5 i 79,7%), a pri utrošku domaćeg ksantata od 40 i 80 g/t rude iskorišćenja su nešto niža (88,5 i 85,5 : 94,6 i 88,4%), ali su zato kvaliteti koncentrata znatno bolji (13,06 i 11,79 : 9,76 i 6,93% Cu), nego pri istim utrošcima uvoznog ksantata.

Za ova ispitivanja je napravljena posebna aparatura i razrađena metoda rada za dalje studije flotacijskih pojava. Nažalost jedna od najmodernijih metoda za ispitivanje reagensa metoda primene radioaktivnih izotopa — nije mogla u našem slučaju da se upotrebi. Obeležavanje reagensa izotopima bilo bi moguće jedino kod proizvođača i to bi zahtevalo daleko obimnije pripreme. Utoliko je naša aparatura potrebna i za dalja ispitivanja flotacijskih pojava slične vrste. Ista će moći i dalje da se koristi u flotacijskim ispitivanjima slične vrste.

SUMMARY

Comparison of Efficiencies of Domestic »Župa« Kruševac Xanthate and the Dow Chemical Company Xanthate

Dr D. Salatić, min. eng. — dr J. Gavrilović, min. ing.*)

In this papers are presented results of investigation on the efficiency of potassium ethyl xanthate produced by »Župa« Kruševac and of the same xanthate produced by Dow Chemical Company. Flotation investigations were carried out on chalcopryrite

*) Dr ing Dušan Salatić, asistent Rudar sko-geološkog fakulteta, Beograd
Dr ing Jovan Gavrilović, lecturer, Royal School of Mines, London

and covellite. Description of the modified Hallimond tube used and reasons for its application in this work are given. The method of preparation of reagents and minerals for investigation and flotation tests are described. For this investigation authors are used a modified Hallimond tube and a laboratory flotation cell. It was determined that the efficiencies of the two xanthate examined are very similar on the minerals and ores tested.

Literatura

- Mitrofanov, S. I., 1954: Issledovanie rud na obogatimost', Moskva.
- Fuerstenau, D. W., 1957: How to Used this Modified Hallimond Tube for Better Flotation Testing. — Min. Engng. J., № 3.
- Gaudin, A. M., 1957: Flotation. — Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Sutherland, K. L., Wark, I. W., 1955: Principles of Flotation, Melbourne.



Metod ekonomske ocene rudnika i ležišta kao kriterijum efektivnosti investiranja i projektovanja

Prof. dr ing. Velimir Milutinović

Sušтина ekonomske ocene rudnika i ležišta

Kod sagledavanja efekata investicionih ulaganja prilikom istraživanja i eksploatacije ležišta mineralnih sirovina dolazi do posebnog izražaja dejstvo prirodnih uslova kao specifična komponenta koja se ne manifestuje kod objekata prerađivačke industrije. Zato, kada treba definisati potencijal jednog ležišta, postavlja se pitanje kako to učiniti na najadekvatniji način da bi se za investiranje i projektovanje dobili što realniji indikatori efekata koji se u takvom poduhvatu mogu očekivati.

Konkretizacija prirodnih uslova u najopštijem smislu vrši se, pre svega, istraživanjem ležišta i primenom uobičajenih naturalnih merila obuhvaćenih klasifikacijom i kategorizacijom rezervi gde su došle do izražaja istražene količine i kvalitet rezervi, vrsta i tip ležišta, strukturno-teksturne osobine, lokacija i sl. Ali, ma koliko da su ovi i drugi pokazatelji ilustrativni, oni ipak nisu dovoljno merljivi da prikažu sintezu svih konkretnih uslova u ležištu. niti mogu poslužiti, da se dva ili više ležišta mogu iz tog aspekta upoređivati.

Ti nedostaci naturalnih pokazatelja mogu biti otklonjeni iskazivanjem troškova, jer su oni sinteza svih opštih i posebnih uslova svakog pojedinog ležišta i rudnika. Sem toga, troškovi se kao pokazatelj mogu koristiti za iskazivanje optimalnog kapacite-

ta na nivou gde je proizvodnja najveća, a troškovi po jedinici najniži. Isto tako, pokazatelji troškova eksploatacije imaju značajnu ulogu kod ekonomske ocene rudnika i ležišta, pošto visina troškova sintetizuje sve uslove eksploatacije.

Korišćenje troškova kao jednog od osnovnih elemenata ekonomske ocene ležišta ima uslovni karakter, pošto će se od troškova eksploatacije poći ukoliko dođe do eksploatacije ležišta.

Drugi osnovni element od koga treba poći prilikom ekonomske ocene ležišta jeste stepen društvene korisnosti sirovine, koji se u uslovima robne privrede, kakva je naša, izražava u vrednosti koju priznaje tržište.

Prema tome, kada treba pomoću ekonomskih indikatora definisati potencijal jednog ležišta ili rudnika, uz respektovanje konkretnih privrednih uslova, polazi se od mase ukupnih troškova (istraživanja, otvaranja, izgradnje, eksploatacije, pripreme, transporta i dr.) i vrednosti realizacije tih sirovina na tržištu. Razlika između vrednosti realizacije i ukupnih troškova predstavlja u ekonomskom izrazu takozvane »čiste efekte«.

Naturalni pokazatelji o rezervama u ležištu takođe u izvesnom smislu definišu to ležište, ali je adekvatnost ekonomskog izraza pomoću čistih efekata često prikladnija, jer je po suštini kompleksnija. Mada ekonomski pokazatelji, koji se odnose na leži-

šta i rudnike, imaju nesumljive prednosti, treba naglasiti da se ta prednost ne može definisati kao apsolutna, pošto pri tome dolaze do izražaja faktori kao što su cene, vrednost, kao i izvesno dejstvo ekonomskih zakona na tržištu.

Dva se aspekta ovde uzimaju u obzir kada se želi definisati što realnija i što kompleksnija ekonomska ocena ležišta i rudnika:

- kod investiranja sa gledišta efikasnosti
- kod projektovanja sa gledišta izbora optimalne varijante.

U oba slučaja je problematika slična, jer treba što realnije sagledati i što konkretnije definisati šta će se postići ako dođe do eksploatacije ležišta. To bi se najjednostavnije moglo prikazati pomoću sledećeg obrasca:

$$BE = RP \cdot Q$$

gde simboli *BE* znače bruto efekte, *RP* vrednost realizovane proizvodnje i *Q* količina mineralnih sirovina.

To bi značilo da ako se u jednom ležištu može eksploatacijom dobiti 520.000 tona bakra, čija je cena 600.000 s. din. po toni, onda bruto efekat iznosi:

$$BE = 600.000 \times 520.000 = 312 \text{ milijardi s. d.}$$

Ali ovaj obračun nije realan, jer nije uzeto u obzir pod kojim uslovima će se proizvesti tona bakra, odnosno koliki će biti troškovi. Dakle, potrebno je utvrditi neto efekte, te se obrazac može ovako postaviti:

$$NE = (RP - UT) \cdot Q$$

gde simboli *UT* označavaju ukupne troškove.

Ovakav obračun efekata bi bio najadekvatniji ako bi se čekalo da se iz ležišta izvadi i realizuje i poslednja tona rude bakra.

Ali prema postavka, koje smo već definisali, kada se ocenjuje konkretno ležište, treba dati odgovor na pitanje sada, odnosno u trenutku, kada se odlučuje o investicijama, jer treba odmah započeti sa investicionim ulaganjima. Isto tako, po završetku istražnih radova, kada se priđe projektovanju, treba tada odlučiti o izabranoj varijanti eksploatacije, tako da projektant odluku donosi u vreme kada postavlja projekantsku koncepciju.

Kako se vidi, za investiranje i za projektovanje od prvorazrednog je značaja da se zna kada će predviđeni efekti biti realizo-

vani. Kada se investira u jedno ležište, odnosno kada se projektuje njegova eksploatacija, odlučuje se i o tome, da li će se predviđeni efekti realizovati za 5, 10 ili 30 godina, a sigurno je da bi se postigli različiti efekti po svakoj varijanti, iako će u sva tri slučaja biti eksploatisana ista količina rude, odnosno prodana ista količina metala.

Dejstvo faktora vremena

U ovakvim slučajevima se jasno manifestuje dejstvo faktora vremena. Njegova suština, konkretizovana na pomenuti primer, sastoji se u tome što će se eksploatacijom konkretnog ležišta mineralnih sirovina postići povoljniji ekonomski efekti ukoliko je vreme eksploatacije kraće. Tu se, u stvari, radi ne toliko o tehničkim prednostima kraće vremenske eksploatacije, već o ekonomski povoljnijem efektu ako se reprodukcija uloženi sredstava realizuje u kraćem periodu. Kada se govori o reprodukciji uloženi sredstava, uzima se u obzir kako prosta, tako i proširena reprodukcija. To konkretno znači da će se, na primer, za pet godina eksploatacije iste količine rude odnosno metala postići povoljniji efekti, nego za šest i više godina.

Sa ekonomske tačke gledišta dejstvo faktora vremena se izražava u aksiomu da je sadašnja vrednost realizacije uvek veća od buduće. To je jasnije kada se dejstvo faktora vremena poveže sa efektima koji se postižu prilikom investicionih ulaganja. Pošto sredstva uložena u investicije predstavljaju materijalnu žrtvu koja se čini danas da bi se kasnije postigli povoljniji efekti, logično je da odricanje koje podnose sadašnje generacije mora biti kompenzirano većim budućim prinosima na novim objektima. Ukoliko se vremenski ranije uložena sredstva vrata društvu (na primer, za 5 godina), ono ih može odmah koristiti za nove objekte. Samim tim je jasno da tako reprodukovana sredstva za 5 godina daju društvu najmanje dvostruko povoljniji efekat, nego za 10 godina. Ovu ekonomski logičnu istinu veoma očigledno je izrazila i poznata narodna poslovice »bolje vrac u ruci, nego golub na grani«.

Ovde treba naglasiti da kada se dejstvo faktora vremena konkretizuje na ležište mineralnih sirovina, onda se ekonomska prednost vremenski kraće eksploatacije mora dopuniti uslovom da se pri tome postigne isto

iskorišćenje, kao i pri vremenski dužoj eksploataciji. Kada tako ne bi bilo, moglo bi se zapasti u drugu grešku, koja bi vremenski kraću eksploataciju približila poznatom pojmu »raubovanja«.

Dejstvo vremenskog faktora treba prikazati ne samo u smislu definisanja njegove suštine već i intenziteta. U eksploataciji mineralnih sirovina se prilikom određivanja stepena dejstva vremenskog faktora uzimaju u obzir činioci koji se delom odnose na ležište, a delom na opšte uslove privređivanja u vreme kada se vrši ekonomska ocena tog ležišta. Ako se vratimo navedenom primeru, pitanje se postavlja sasvim konkretno ovako: kad se respektuje dejstvo vremenskog faktora, u kojoj meri on utiče na smanjivanje vrednosti već obračunatih bruto efekata od 312 milijardi s. dinara.

Za obračun dejstva vremenskog faktora uzimaju se u pbzir:

- dužina vremena eksploatacije u godinama;
- intenzitet smanjenja vrednosti u zavisnosti od opštih privrednih uslova, izražen u interesnoj stopi.

Polazeći od iznetog primera da bruto efekti za konkretno ležište iznose oko 312 milijardi, da se vreme eksploatacije može predvideti za 5, 10 i 30 godina i da se uslovi definisani interesnom stopom mogu iskazati stopama od 3,5 i 10%, dobijaju se primenom računa interesa na interes sledeće vrednosti (u milijardama s. din.):

	3%	5%	10%
za tri godine eksploatacije	286	270	231
za pet godina eksploatacije	269	244	189
za deset godina eksploatacije	232	192	115

Ovakav način konkretizacije dejstva vremenskog faktora adekvatan je i za uslove socijalističkih društvenih odnosa, jer iako su sva sredstva za proizvodnju u rukama društva, ono je zainteresovano da se uložena sredstva pre reprodukuju i da se omogućiti brže stvaranje šire materijalne baze društva.

Utoliko je veća odgovornost investitora i projektanta za eksploataciju ležišta, pošto oni moraju znati ne samo šta će se postići eksploatacijom, za koju se novac ulaže, već im to služi kao komparativan parametar šta taj objekat potencijalno predstavlja sada u odnosu na efekte koji će se realizovati u periodu eksploatacije. To je, dakle, prvo »merenje« pri kome se budući efekti svode na termin ekonomske ocene, primenom matematičkog metoda diskontovanja.

Bazni indikatori ocene koji se diskontuju

Izračunavanje, a zatim analitičko grupisanje troškova eksploatacije mineralnih sirovina za aktivne rudnike, obavlja se putem odgovarajućih knjigovodstvenih metoda, a kod rudnika u izgradnji i ležišta za koja se planira eksploatacija, takvi obračuni se nalaze u investicionim programima, odnosno u prethodnim studijama. Grupisanje troškova po elementima cene koštanja koristi se i prilikom ekonomske ocene sa ciljem da se omogućiti sagledavanje dve osnovne kategorije i to prenete i novostvorene vrednosti. Ovakvo diferenciranje i razlaganje realizovane vrednosti mineralnih sirovina ima za cilj da se unapred stvori osnov za definisanje »čistih efekata eksploatacije«, gde ulazi novostvorena vrednost ili višak rada, odnosno dohodak preduzeća, ali je za ekonomsku ocenu potrebno izvršiti specifično grupisanje elementa cene koštanja, odnosno vrednosti realizacije. Sa tim u vezi prilikom ekonomske ocene rudnika i ležišta diskontuju se:

— čisti efekti koji se definišu kao razlika između vrednosti realizacije i troškova;

— ostali indirektni efekti koji su na neki način obuhvaćeni u troškovima poslovanja ili ceni koštanja, a imaju karakter akumulacije.

U ovu drugu grupu efekata spadaju u skladu sa našim sistemom, na primer: kamata na poslovni fond, porez na promet proizvoda, razni doprinosi koji pripadaju društvu, a pored toga se uzima još i amortizacija.

Ovde je potrebno objasniti iz kojih razloga smo uključili amortizaciju u bazne iznose ekonomske ocene kada ona po svojoj suštini predstavlja vid proste, a ne proširene reprodukcije u preduzeću. Opravdanje za takav postupak vezujemo pre svega za činjenicu da u uslovima socijalističkih privrednih

odnosa, ležišta mineralnih sirovina i rudnici uvek pripadaju društvu, a prosta reprodukcija, obezbeđena pomoću obračuna amortizacije, omogućava da se reprodukuju ležišta, rezerve i ostala osnovna sredstva i da se time u novim ciklusima proizvodnje osigura nova, veća proizvodnja i realizacija mineralnih sirovina. Prema tome i amortizacija je jedan od osnova da se ležište efikasnije eksploatiše, da se uložena sredstva brže reprodukuju i da se postignu povoljniji efekti.*)

Na taj način, sumiranjem »čistih efekata«, ostalih oblika akumulacije, kao i amortizacije dobija se vrednosni izraz ukupnih rezultata koji se eksploatacijom ležišta obezbeđuju društvu u njegovom najširem smislu. Tako dobijena masa, koju smo nazvali baznim iznosima ekonomske ocene, se zatim diskontuje na određeni termin, pošto se prethodno definišu vreme eksploatacije izraženo u godinama i interesna stopa.

Ovde se može postaviti pitanje šta predstavlja metodom diskontovanja dobijeni rezultat. U uslovima kapitalističkih odnosa to je vrednost rudnika ili ležišta određenog dana. U socijalističkim uslovima, gde se mora respektovati Marksova teorija radne vrednosti (po kojoj se, uopšteno govoreći, vrednost može stvoriti samo ljudskim radom), ovako dobijen indikator se ne može definisati kao vrednost rudnika ili ležišta, te smo rezultat dobijen diskontovanjem baznih iznosa nazvali *ekonomskom (vrednosnom) ocenom rudnika ili ležišta*, vezanom za termin kada je ta ocena izvršena. Zato se ovako definisana ekonomska ocena može shvatiti kao *uslovna dohodnost*, koja će se ostvariti ukoliko dođe do eksploatacije i ukoliko se ispune sve tehničko-ekonomske pretpostavke vezane za predviđenu eksploataciju i realizaciju.

Naglašavanje da se ovakvim postupkom dobija izraz ekonomske (vrednosne) ocene rudnika i ležišta ima za cilj da se ovaj metod diferencira od *naturalne ocene ležišta* koja se zasniva prvenstveno na podacima o količini i kvalitetu rezervi, o vrsti, tipu, lokaciji i ostalim karakteristikama ležišta. Pojam *ocene* treba takođe naglasiti, jer se izabranom metodologijom izražava

*) Za teoretsko opravdanje ovog stava videti: K. Marks »Kapital«, II tom, str. 126, Beograd 1947; A. Kovaleva: »Amortizacija kak element sebestoimosti«, Moskva, 1956. i R. Stojanović: »Teorija privrednog razvoja u socijalizmu« str. 159—164, II izdanje, Beograd, 1964.

vaju efekti koji se mogu očekivati, odnosno ceniti, ukoliko se ispune sve pretpostavke (prirodne, tehničko-tehnološke, ekonomske, terminske i dr.) na kojima se zasniva eksploatacija, odnosno realizacija mineralnih sirovina. Zaista je veoma teško, odnosno nemoguće tačno utvrditi buduće efekte eksploatacije ležišta, tako da je po našem mišljenju jedino adekvatan pojam *ocene*, pošto se »tačna vrednost« rudnika ili ležišta, kako to duhovito primećuju *Marson* i *Agg*, može utvrditi tek kada se izvuče i realizuje i poslednja tona mineralne sirovine.

Svrha ekonomske ocene ležišta

Pokazatelji ekonomske ocene rudnika i ležišta mogu biti korišćeni na širokom planu istraživačkog rada u sferi rudničke ekonomije i ekonomske mineralnih sirovina, kao i u analizama privrednog razvoja i perspektivnih planskih koncepcija. Ovde će biti navedeno za koje svrhe se mogu koristiti metodi ekonomske ocene.

— Ekonomska (vrednosna) ocena rudnika i ležišta služi pre svega da se kompletira *naturalni izraz* (vezan uglavnom za rezerve), tako da opšta slika o ležištu bude potpunija. Ekonomski izraz ocene zaokružuje čitav niz činjenica koje su namenjene da iskažu celokupnost ležišta. Ekonomska ocena nije orijentisana da bude isključivi izraz ležišta, već se ona može koristiti kao uporedni pokazatelj u celini svih ostalih indikatora namenjenih za ovakve svrhe.

— Pokazatelji ekonomske ocene rudnika i ležišta služe kao kvantitativni indikatori, koji omogućuju da se među ležištima vrše neposredne komparacije. Ako se na primer, izraz ekonomske ocene za jedno ležište definiše za 10, drugo 25, a treće 40 milijardi s. dim., onda su ove vrednosne relacije veoma ilustrativne i karakteristične, iako pri tome rezerve ne stoje u istim odnosima.

— Investiciona sredstva koja se ulažu u istraživanje i eksploataciju ležišta su uvek ograničena, treba ih maksimalno štedeti, odnosno treba ih ulagati, tamo gde će se uz minimalna ulaganja postići maksimalni efekti. Sa pojmom racionalnog investiranja prvo dolazi u dodir projektant, a zatim investitor, pošto treba da utvrde do koje sume je racionalno investiciono ulaganje. U tom smislu

izraz ekonomske ocene predstavlja karakterističan polazni indikator koji dovoljno materijalno indicira raspon, ili nivo investiranja. Tako na primer, ako je izraz ekonomske ocene jednog ležišta izražen sa 8 milijardi s. dinara, onda projektant i investitor mogu da na određeni način sagledaju opravdanost investicija od na primer 4 milijarde, pošto relacije gornjih iznosa unekoliko definišu opravdanost ovakvih projektantskih, odnosno investicionih poduhvata.

— Kreditne organizacije koje za investiranje u istraživanje i eksploataciju rudnika i ležišta odobravaju sredstva, takođe su suočene sa problemom izbora prioriternih objekata za kreditiranje. Banke koje kreditiraju investicije u rudarstvu ne mogu odluke zasnovati samo na naturalnim pokazateljima, već će na bazi rezultata ekonomske ocene jednog ili više rudnika i ležišta moći dobiti još jedan adekvatan indikator budućih efekata i potencijala eksploatacije ležišta.

— U perspektivnom planiranju privrednog razvoja, kao i u planiranju investicija u preduzeću značajno je planiranje istraživanja i eksploatacije i ležišta mineralnih sirovina naročito u našoj zemlji, čija privredna struktura daje osnova da se posebno potencira značaj mineralne ekonomije.

U planiranju istraživanja i eksploatacije ležišta kod izbora optimalnih varijanti, postavlja se u stvari problem određivanja prioriteta ne samo najbolje varijante, već prioriteta među više objekata, odnosno više rudnika i ležišta. Ukoliko se radi o većim ležištima vezanim za duži period eksploatacije, utoliko je izbor optimalne varijante važniji. Ekonomska ocena rudnika i ležišta omogućava ne samo izbor najbolje varijante i najperspektivnijeg objekta, već služi i kao osnov za postavljanje perspektivnog i tekućeg plana istraživanja. Isto tako pokazatelji ekonomske ocene se mogu koristiti za iskazivanje efektivnosti istraživanja, kao i za praćenje izvršenja svih tekućih i perspektivnih planova.

— Izračunavanje i prikazivanje narodnog bogatstva je u sferi savremenih naučno-istraživačkih metoda često korišćen indikator da bi se mogao pravilno usmeriti dugoročni pravac i tempo privrednog razvoja. U iskaziva-

nju narodnog bogatstva posebno mesto zauzimaju prirodna bogatstva. U našoj zemlji je vršena ocena nacionalnog bogatstva, ali pri tome mineralno bogatstvo nije bilo obuhvaćeno zbog nedostatka odgovarajuće metodologije za njegovu procenu*). Metodologija ekonomske ocene omogućava da se permanentno prate promene, da se vrše komparativne analize dobijenih rezultata po godinama, regionima i vrstama mineralnih sirovina, kao i da se dobije solidna osnova za perspektivno planiranje istraživanja i eksploatacije. Najzad, ekonomska ocena mineralnog bogatstva zemlje može da posluži i za komparativne analize obima i strukture tog bogatstva sa drugim zemljama, što bi pomoglo da se realnije sagledaju efekti koji se mogu očekivati u međunarodnoj podeli rada.

— S obzirom da se ekonomskom ocenom ležišta dobija veoma karakterističan pokazatelj uslovne dohodnosti, odnosno očekivanog viška rada, moguće je koristiti ovakve podatke za svrhe kojima je cilj sagledavanje i zahvatanje akumulacije. Pri tome se ne radi samo o čisto fiskalnom instrumentu, kao obliku poreza ili taksa (kao što je to slučaj u SAD i nekim drugim zapadnim zemljama sa porezom »ad valorem**), već o kompleksu problema koji ulaze u sferu definisanja i zahvatanja rudničke rente. U našim uslovima rudnička renta se ne može tretirati kao u kapitalističkim zemljama, niti kao što je kod nas učinjeno prilikom uvođenja »rudničkog doprinosa«, već teoretsko rešenje ovog pitanja treba da bude osnov za razmatranje problema obezbeđenja jednakih uslova privređivanja. Iz tog aspekta ekonomska ocena rudnika i ležišta kao specifičan metod ima poseban značaj.

Postojeće metodologije ekonomske ocene rudnika i ležišta

Prema onome što je do sada u stručnoj literaturi objavljeno, izdvojili smo tri metodologije ekonomske ocene rudnika i ležišta

*) Vinski I., 1957: »Nacionalno bogatstvo Jugoslavije« str. 16 i 17. — Ekonomski institut, Zagreb.

**) Warren A. R., 1944: »State Taxation of Metallic Deposits«. — Harvard Economic Studies 77, Cambridge.

nazvane prema autorima koji su ih postavili i to:

- metodologija H. D. Hoskolda*)
- metodologija K. L. Požaričkog**)
- metodologija V. D. Milutinovića***)

Procena vrednosti rudnika po Hoskoldovoj formuli

Pošto se rudnici i nalazišta u kapitalističkim zemljama kupuju i prodaju, oporezuju prema vrednosti i kreditiraju od strane banaka koje zahtevaju sigurnost uložених sredstava, pokazalo se kao neophodno da se formuliše način za izračunavanje vrednosti na određeni dan. Hoskoldova formula je ovako postavljena:

$$V_p = \frac{A}{\frac{r}{R^n - 1} + r_1}$$

gde je:

- V_p — sadašnja vrednost rudnika
- A — godišnji čist prihod, odnosno profit
- r — normalna interesna stopa
- r_1 — spekulativna stopa
- n — broj godina eksploatacije
- R — $1 + r$

Kako se iz formule vidi, Hoskold je želeo da sadašnju vrednost rudnika dobije diskontovanjem očekivanog profita koji će se ostvariti za onoliko godina koliko rezerve to obezbeđuju. Godišnji čist prihod, odnosno profit se prvo diskontuje normalnom interesnom stopom (koja se obično plaća na kapital), a zatim se drugo diskontovanje vrši pomoću spekulativne interesne stope, koja je veća od normalne i treba da obezbedi superprofit zbog rizika kome su izložena ulaganja u eksploataciju rudnika.

*) Prvi put objavljena u autorovoj knjizi: »The Engineers Valuing Assistant« — Longmans Green and Co. London, 1909, kasnije dopunjena i analizirana od mnogih autora.

***) Članak objavljen pod naslovom »Osnovy ocenki mestoroždenij poleznyh iskopaemyh i rudnikov«. — »Gornyj Žurnal« No. 9, str. 3—9, Moskva, 1957.

****) Metodologija je detaljno razrađena u knjizi »Ekonomska ocena rudnika i ležišta obojenih metala«, izdanje Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, Beograd, 1961.

O Hoskoldovoj formuli se mnogo pisalo i diskutovalo u stručnoj literaturi i ona se uz izvesne modifikacije i danas primenjuje u praksi kapitalističkih zemalja za izračunavanje sadašnje vrednosti rudnika i ležišta. Međutim, za socijalistički privredni sistem, pa prema tome i za našu zemlju, primena ove formule je nemoguća iz više razloga. Pre svega, u našim uslovima se ne može govoriti o vrednosti ležišta, zatim ne postoji kategorija godišnjeg čistog profita i nema osnova za primenu spekulativne interesne stope. U knjizi »Ekonomska ocena rudnika i ležišta obojenih metala« data je detaljna kritika Hoskoldove formule i elemenata na kojima je zasnovana.

Ocena po metodu K. L. Požaričkog

Sovjetski autor K. L. Požarički u članku »Osnovy ocenki mestoroždenij poleznyh iskopaemyh i rudnikov« postavio je metodologiju koja je trebalo da bude adekvatna za socijalističke uslove privređivanja prema ovom obrascu:

$$V_p = \frac{P}{(1 + r)^n}$$

gde je:

- V_p — sadašnja vrednost ležišta
- P — novčani godišnji iznos prihoda
- n — broj godina eksploatacije
- r — interesna stopa

Po ovoj metodologiji veliki broj sovjetskih autora u časopisu »Gornyj žurnal« br. 3, 8 i 12 iz 1958. god. izneo je svoje mišljenje u kome su se skoro svi složili da je problematika vrednosne ocene rudnika i ležišta aktuelna i neophodna u uslovima socijalističke privrede i da bi takva metodologija omogućila ogromne uštede u investiranju, kao i da bi se otklonile velike štete koje je pogrešno planiranje i investiranje nanelo privredi SSSR. Ali veći deo autora nije prihvatio postavljenu metodologiju i označio je kao neadekvatnu za socijalističke uslove. Osnovni se prigovor odnosio na politekonomske primedbe prema postavkama K. L. Požaričkog. Naše je mišljenje da je autor prvi definisao ovu problematiku u SSSR-u, da je jedini postavio metod pomoću koga je mislio da ga reši. Metodologija nije adekvatna,

pre svega, zbog definisanja pojma »sadašnje vrednosti ležišta«, što ne odgovara socijalističkim uslovima, zatim zbog uzimanja za osnov godišnjeg iznosa prihoda, kao i zbog jednostopnog diskontovanja baznih iznosa, usled čega su ostali neobuhvaćeni neki činioci čije je dejstvo u mineralnoj ekonomiji neminovno (na primer rizici, deficitarnost, stepen istraženosti, gubici i sl.). U takvoj situaciji metodologija K. L. Požarickog nije primenjena ni u praksi ocene ležišta u SSSR-u. Ovde treba naglasiti da je pored toga problematika iznalaženja adekvatne metodologije ekonomske ocene ležišta i dalje veoma aktuelna u svim istočnoevropskim zemljama i da se ona već nekoliko godina izučava u okviru posebnih komisija SEV-a.

Principi i elementi ekonomske ocene rudnika i ležišta po metodu V. Milutinovića

U našim specifičnim uslovima privrednog razvoja metodi H. D. Hoskolda i K. L. vrši pomoću spekulativne interesne stope, koja je veća od normalne i treba da obezbedi superprofit zbog rizika kome su izložena Požarickog ne mogu biti primenjeni iz razloga koji su uglavnom navedeni u prethodnim poglavljima. Pošto smatramo da je ekonomska (vrednosna) ocena rudnika i ležišta i kod nas neophodna, za svrhe koje su navedene, a posebno da bi se dobio adekvatan kriterijum za investiranje i projektovanje, mi smo razradili posebnu metodologiju i nastojali smo da se ona može primeniti na aktivne rudnike, rudnike u izgradnji i na sva ostala ležišta mineralnih sirovina. Time smo želeli da se u svakoj fazi investiranja, projektovanja i iskazivanja nacionalnog bogatstva može dobiti izraz ekonomske ocene kao svodni i sintetičan vrednosni parametar.

Kako je naglašeno, pošli smo od osnovnog zadatka da damo ocenu potencijalne i uslovne mogućnosti eksploatacije, odnosno efekata koji će takvom eksploatacijom biti postignuti, s tim što su ti čisti efekti, zasnovani na dohodnosti svedeni na termin ocene.

Mi smo dalje čiste efekte eksploatacije vezali za bazne iznose u koje smo uvrstili višak rada i amortizaciju, a razloge za to smo napred takođe detaljno objasnili. To je prva suštinska razlika između metoda H. D. Hoskolda i K. L. Požarickog i našeg metoda.

Druga principijelna razlika proizilazi iz statičkog i dinamičkog shvatanja baznih iz-

nosa. U Hoskoldovoj formuli bazni iznos je definisan kao iznos godišnjeg profita, a u obrascu Požarickog kao novčani godišnji iznos prihoda. Iz obrasca, koji navode oba autora, vidi se da oni računaju sa jednakim godišnjim iznosima profita, odnosno prihoda. Naše je mišljenje, a i praksa to dokazuje, da prihodi odnosno rezultati eksploatacije nisu uvek jednaki, odnosno da oni tako reći i ne mogu biti jednaki. Razlog za to su, pre svega, stalne promene produktivnosti rada, koje se odražavaju kao dinamični činilac efekta eksploatacije. Usvajajući, dakle, dinamičko shvatanje promene baznih iznosa (u našoj metodologiji viška rada i amortizacije), mi smo postavili obrazac gde se bazni iznosi mogu menjati u određenim relacijama kako se menja stopa produktivnosti rada.

Treći činilac koji diferencira našu metodologiju od prve prethodne, izražen je u uvođenju korektivnog faktora označenog simbolom »r¹«, kao elementa pomoću koga se vrši dvostopno diskontovanje, za razliku od K. L. Požarickog koji je predvideo samo jednostopno diskontovanje pomoću normalne interesne stope. U Hoskoldovoj formuli je predviđeno dvostopno diskontovanje, pomoću spekulativne interesne stope.

Mi smo korektivnu interesnu stopu vezali za sve one činioce koji u drugim elementima obrasca nisu došli do izražaja. Tako bi korektivna interesna stopa bila određena zavisno od svih vrsta rizika u konkretnom rudniku ili ležištu (geološki, eksploatacioni, ekonomski i drugi rizici), od postojanja i udela vanbilansnih rezervi, od stepena i vremena snabdevenosti, odnosno deficitarnosti mineralne sirovine, od mogućnosti pojave korišćenja i efekata supstitucije, od stepena istraženosti ležišta, odnosno od uslova iskorišćenja korisnih komponenti iz sirovine itd. Svi ovi i njima slični činioci služe kao osnov za konkretno određivanje korektivne stope koja se izražava u procentu pomoću koga se vrši diskontovanje.

Četvrti element koji se na drugi način postavlja u našoj metodologiji odnosi se na rezerve koje se uzimaju u obzir prilikom ekonomske ocene. Naše je principijelno stanovište da treba uzeti u obzir one rezerve, koje će u fazi eksploatacije i realizacije zaista biti realizovane, odnosno prodate. Zato smo mi, pre svega, želeli da se uvek uzmu u obzir konkretni uslovi svakog pojedinog ležišta i da se tada donese odluka koje će se re-

zerve definisati kao ekonomske. Tako su, na primer, kod većih slojevitih ležišta obojenih metala usvojene sve rezerve A + B kategorije, kao i odgovarajući deo rezervi C₁ potkategorije. Ovako utvrđene ekonomske rezerve stavljenе su u odnos sa godišnjim kapacitetom, te je tako dobijeno vreme eksploatacije označeno simbolom »n« kao činilac za iznalaženje tablice vrednosti u fazi diskontovanja baznih iznosa.

Normalna interesna stopa, označena simbolom »r« sastavni je deo obrasca sva tri autora i to je, u stvari, stopa koju banka zaračunava za kredite koji se odobravaju za eksploataciju određenih vrsta mineralnih sirovina.

Kako se vidi u izlaganjima ovog poglavlja obuhvaćeni su principi i osnovni elementi sadržani u našoj metodologiji ekonomske ocene rudnika i ležišta.

Faze i osnovni obrasci naše metodologije

Za postavljenu metodologiju ekonomske ocene smo naglasili da se zasniva na dvostopnom diskontovanju baznih iznosa, što u stvari znači da se kompletna matematička operacija obavlja u dve faze.

U prvoj fazi obavlja se deo ocene pri kome se uzimaju u obzir: bazni iznos godišnjeg viška rada i amortizacije, vreme eksploatacije i normalna interesna stopa. Kako se vidi, diskontovanje baznih iznosa se vrši pomoću tablične vrednosti izabrane interesne stope za određeni broj godina eksploatacije ležišta. Taj obrazac prve faze ekonomske ocene označili smo kao EO₁ i ovako smo ga postavili:

$$EO_1 = \frac{VP + A}{\left(1 + \frac{r}{100}\right)^n}$$

gde pojedini simboli znače:

- VP — višak rada
- A — amortizacija
- r — normalna interesna stopa
- n — broj godina eksploatacije

Izvođenje svih obrazaca EO₁ do EO₈ i matematički obračuni koje je pri tome potrebno izvršiti mogu se naći u našoj knjizi

»Ekonomska ocena rudnika i ležišta obojenih metala« str. 104-138.

Za praktično iskazivanje ekonomske ocene ležišta sa stalnim, odnosno jednakim iznosom viška rada i amortizacije, koristeći tablice interesa na interes, može se primeniti sledeći obrazac:

$$EO_1 = (VP + A) \cdot IV_r^n$$

Prilikom primene obrasca EO₁, kako se vidi, izvršeno je jednostopno diskontovanje, jer nije uzeta u obzir korektivna interesna stopa.

Druga faza ekonomske ocene zasnovana je na dvostopnom diskontovanju baznih iznosa unošenjem u obrazac još i korektivne stope, tako da je završni oblik ovog obrasca sledeći:

$$EO_2 = \frac{EO_1}{\left(1 + \frac{r_1}{100}\right) \cdot IV_r^n}$$

gde simbol r₁ označava korektivnu interesnu stopu, a IV_rⁿ tabličnu vrednost četvrte tablice, koja u celini obračunata izgleda ovako:

$$IV_r^n = II_r^1 + II_r^2 + II_r^3 + \dots + II_r^{n-1} + \\ + II_r^n = \frac{r^n - 1}{r^n (r - 1)} = \frac{100}{r} (1 - II_r^n)$$

Pošto bazni iznosi (VP + A) ne mogu uvek biti jednaki, prosečni, niti se uvek mogu na drugi način svesti na adekvatan izraz, mi smo ovaj problem rešili unošenjem jedne varijable, koju smo nazvali pokazateljem promene produktivnosti rada, te smo kreirali obrasce EO₃ i EO₄, koji u završnom obliku izgledaju ovako:

$$EO_3 = \frac{(VP + A) \cdot IV_r^n + \frac{100d}{r} \cdot (IV_r^n - n \cdot II_r^n)}{\left(1 + \frac{r_1}{100}\right) \cdot IV_r^n}$$

gde simbol »d« označava stopu porasta produktivnosti rada obračunatu po aritmetičkoj progresiji.

$$EO_4 = (VP + A) \frac{q^n - R^n}{R^n (q - R) \left(1 + \frac{r_1}{100}\right) \cdot IV_r^n}$$

gde simbol »q« označava stopu porasta produktivnosti rada po geometrijskoj prospek-ciji, a $R = 1 + r$. U slučaju da je $q = R$, pri-menjuje se Lpitalovo pravilo, pri čemu se dobija:

$$EO_4 = (VP + A) \cdot \frac{nq^{n-1}}{R^n \left(1 + \frac{r_1}{100}\right) \cdot IV_r^n} =$$

$$= (VP + A) \cdot \frac{n}{R} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{r_1}{100}\right) \cdot IV_r^n}$$

Ako se rudnik za koji treba izračunati izraz ekonomske ocene nalazi u izgradnji postavili smo obrazac EO_5 , odnosno EO_6 za-visno od toga da li se porast produktivnosti rada obračunava po aritmetičkoj, odnosno geometrijskoj progresiji, tako da u tim slučajevima obrasci imaju sledeći oblik:

$$EO_5 = \frac{VP \cdot IV_r^n \frac{100 d}{r} \cdot (IV_r^n - n \cdot II_r^n)}{\left(1 + \frac{r_1}{100}\right) \cdot IV_r^n}$$

$$EO_6 = \frac{VP \cdot \frac{q^n - R^n}{R^n (q - R)}}{\left(1 + \frac{r_1}{100}\right) \cdot IV_r^n}$$

Za ekonomsku ocenu ležišta gde postoje podaci o rezervama, eventualno o kapacitetu i uslovima eksploatacije, kao i o vremenu kada se može očekivati aktiviranje ležišta, postavili smo obrasce EO_7 i EO_8 , takođe u zavisnosti od načina obračuna stope porasta produktivnosti rada, a oni imaju sledeći oblik:

$$EO_7 = EO_6 \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{r_1}{100}\right)^m}$$

$$EO_8 = EO_6 \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{r_2}{100}\right)^m}$$

U ovim obrascima » r_2 « označava korek-tivnu stopu utvrđenu za konkretno ležište, a » m « broj godina odložene eksploatacije.

Obrasci ekonomske ocene rudnika i leži-šta od EO_1 do EO_8 predstavljaju zaokružen sistem matematičko-ekonomskih metoda, koji omogućava da se za svaki rudnik i sva-ko ležište primeni najadekvatniji način obra-čuna. Ilustracije radi ovde iznosimo kao pri-mer ekonomske ocene jednog našeg većeg rudnika metala, dok je bio u izgradnji, sa rezervama, cenama i troškovima iz 1958. go-dine. Ekonomska ocena je izražena u milio-nima starih dinara:

- po obrascu $EO_1 = 89,644$ miliona s. din.
- po obrascu $EO_2 = 43,997$ miliona s. din.
- po obrascu $EO_3 = 54,229$ miliona s. din.
- po obrascu $EO_4 = 56,155$ miliona s. din.
- po obrascu $EO_5 = 36,854$ miliona s. din.
- po obrascu $EO_6 = 38,163$ miliona s. din.
- po obrascu $EO_7 = 25,982$ miliona s. din.
- po obrascu $EO_8 = 26,905$ miliona s. din.

Relativno visok izraz ekonomske ocene po obrascu EO_1 je posledica samo jednostop-nog diskontovanja, dok je dvostopno dis-kontovanje izvršeno u svim ostalim obrasci-ma. Izraz ocena u obrascima EO_3 i EO_4 je veći nego u EO_2 , pošto je uzet u obzir porast produktivnosti rada. Smanjenje ocene u ob-rascima EO_5 i EO_6 je posledica nedovršene izgradnje rudnika u vreme ocene, dok izraz ocene u obrascima EO_7 i EO_8 u stvari pred-stavlja ocenu ležišta bez investicionih ulaga-nja za izgradnju rudnika.

Naša metodologija ekonomske ocene ob-javljena 1961. godine primenjena je na ocenu mineralnog bogatstva Srbije 1962. godine, za-tim na kompleksnu ocenu mineralnog bogat-stva Jugoslavije u 1963. i 1964. godini. Sem toga, ovaj metod je primenjen za ocenu efek-tivnosti investicionih ulaganja u Etiopiji, Su-danu, Jemenu, Jordanu, Alžiru i nekim dru-gim zemljama. Najzad, za primenu ove me-todologije zainteresovan je veći broj insti-tuta, banaka, projektantskih organizacija i preduzeća u zemlji i inostranstvu.

SUMMARY

Method of Mine and Deposit Economic Evaluation as a Criterion of Investment and Projection Efficacy.

Prof. dr V. Milutinović*)

Having explained the essential ideas, the author stated that in Yugoslav conditions it cannot be talked as in capitalist countries about the value of the mine and the deposits, and he therefore defined his conception of economic estimate of the mine and deposit. He then explained the reasons for which the methods of H. D. Hosckold and K. L. Požaricki cannot be applied, and explained his method of economic estimate, which, first of all, consists of a selection of economic reserves in the deposit. Furthermore in the determination or pure effects including all forms of accumulation of society and companies and amortization (because of its specific role in the conditions of social property of the mineral deposition) and in double-rate discounting of such basic amounts on the term of estimate.

The results of economic estimate can be used: for a more complete definition and appreciation of the deposit, because natural indicators are insufficient for a comparative analysis and to judge which objects should have priority in the investment and financing programme; for prospective planning of the exploration and exploitation; for reckoning of national wealths and to cover part of accumulation which is connected with the mining rent.

According to the author's methodology (which is treated in a separate book) the economic estimate is made in two phases. The first one consists of single rate discounting of basis amounts at a normal interest rate whereas the second one of double rate discounting with a corrective interest rate. The latter one depends on the degree of exploration, on geological, exploitational and economic risks of reserves not included in the balance account, exploitation losses, on the degree the raw material is important and available, on the price fluctuations on the market, the substitution affects, etc.

The author provides eight final formulas for all cases of his estimate in the Article, marked from EO_1 to EO_8 , the first four of which are intended for an appraisal of active mines, two for an appraisal of mines under construction, and two for the deposits which will be exploited later.

Of particular importance in the methodology is the fact that the author found a solution in the formulas EO_3 and EO_4 for the variable (unequal) basic amounts at a differentiated labour productivity computed according to an arithmetical and geometrical progression.

Such a methodology is applied in Yugoslavia for estimation of national wealth, and in conjunction with investigation projects and projects on the exploitation of several deposits and metal mines it is also applied in some of the developing countries.

*) Dr ing. Velimir Milutinović, red. profesor Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

Strani stručnjaci u rudarstvu Srbije

(II deo)

Dr Vasilije Simić

Majdanpečki rudari

Sigfrid Cajlinger

Rudarsko mesto Nova Moldava u Banatu bilo je veoma značajno za obnavljanje rudarstva u Srbiji. Njeni rudari prelazili su više puta u Srbiju i radili na obnavljanju rudnika i otvaranju ugljenokopa. Još se ne zna tačno kada su se prvi put pojavili u Srbiji. Ako su banatski rudnici u srednjem veku otvoreni pre naših, onda je izvesno, da su i saski rudari otuda prešli k nama, kao što su i docnije, čim se počinjalo obnavljati rudarstvo, moldavski rudari prelazili pre svih drugih u Srbiju.

Prva vest o moldavskim rudarima u Srbiji je iz doba austrijske okupacije (1718 do 1738). U to vreme rudari iz porodice Hofman bili su vlasnici ili deoničari nekog rudnika u Majdanpeku. Rudarske planove iz toga doba čuvali su još polovinom prošloga veka. Sasvim je sigurno, da su u Hofmanovim rudnicima bili zaposleni i rudari iz Nove Moldave, jer je deoničarima bilo najpogodnije, da rudare povedu iz svojih mesta.

Moldavski rudari po drugi put su u Srbiji za vreme prvog ustanka. Oni su otvarali rudnike olova na Avali, Kosmaju i Rudniku. U 1807. godini prebegao je u Srbiju iz Moldave rudar *Vinkelhofer* i kao što smo ranije rekli, rudarski činovnik *Garmaher*.

Moldavski rudari ponovo su u Srbiji za vreme Mađarske bune (1848). Oni su prvi rudarski radnici Rudne Glave i Majdanpeka, kad se počela otkopavati najpre gvozdena a

zatim bakarna ruda. Novomoldavski rudari otvarali su rudnik cinka, olova zlata i srebra u Kučajni i ugljenokop u Senju.

Među moldavskim rudarima u Srbiji naročito su se istakli *Feliks Hofman* i *Sigfrid Cajlinger*. Dok se o Hofmanovoj rudarskoj delatnosti znalo u priličnoj meri, *Sigfrid Cajlinger* ostao je skoro sasvim nepoznat. Koliko mi je poznato njega je pomenuo samo *M. Đ. Milićević* u svojim »Putničkim pismima« 1866. godine.

Cajlinger je rođen oko 1805. godine u Novoj Moldavi, starom rudarskom mestu na obali Dunava. Svakako je iz rudarske porodice, jer je tamo rudarski poziv prelazio sa oca na sina. Stručno obrazovanje dobio je u rudarskoj akademiji u Semnicu, koja je u ono vreme bila među najčuvenijim u svetu. Pre dolaska u Srbiju služio je po banatskim rudnicima: Oraovici, Dogačkoj, Saskoj, Moldavi, Bošnjaku. Bavio se uglavnom topioništvom bakra i proćuo se kao veoma dobar metalurg. Godine 1845. u svome rodnome mestu Novoj Moldavi bio je »K. u K. *Hüttenmeister*«.

Polovinom 1853. godine u Majdanpeku je bila dovršena topionica bakra. Ali kad je trebalo otpočeti sa redovnom proizvodnjom pokazalo se, da niko od rudara u Majdanpeku nije bio u stanju da vodi topionicu »premda je Popečitelstvo Finansije probalo, čas s jednim, čas s drugim od manipulacioni zvaničnika, koji su u ostalim manipulacijama dobra praktična znanja pritažavali, i ovu,

bakarnu manipulacionu radnju u poželatelo tečenije privedi».

Kako se Sigfrid Cajlinger bio proćuo i van granica Banata kao vešt metalurg, rudarsko odeljenje iz Beograda pozvalo ga je u Majdanpek i ponudilo mu mesto upravnika topionice sa platom od 800 talira godišnje i ostalim beneficijama, davanim obrazovanim rudarima u Majdanpeku. Cajlinger je prihvatio ponudu i bio je odmah postavljen za upravnika topionice još polovinom 1853. godine. Međutim austrijske vlasti nisu mu dozvolile da pređe u Srbiju, pa je ministarstvo finansija »više od jedne godine dana kod austrijske vlasti dejstvovati moralo«, dok najzad nije uspelo da Cajlingera septembra 1854. godine dovede u Majdanpek.

Kako je bio odličan praktičar, Cajlinger se brzo snašao u Majdanpeku, i kako čitamo iz jednog pisma iz 1855. godine »upoznavši snošenija međusobna bakarni naši u Majdanpeku ruda, dovede on manipulaciju topenja bakra u poželatelo tečenje, tako da je prvi crni bakar u početku meseca Oktomvra prošle godine, rozetni bakar meseca februara ove godine topiti počeo«.

Cajlinger bi još ranije pustio u rad topionicu bakra, da nije ostao bez stručnih radnika iz Banata. Kako u Srbiji nije bilo ni rudarskih ni topioničkih radnika, osobito vičnih topljenju bakarnih ruda, uprava Majdanpeka plaćala je znatno bolje radnike od susednih banatskih rudnika i na taj način uspela je da privuče rudare i topioničare iz Banata. Austrijske vlasti sprećavale su odlazak rudarima ali su ovi krišom prelazili Dunav. Na intervenciju austrijske vlade, Srbija je morala 1854. godine vratiti u Banat sve prebegle rudare i topioničare. »Bez ovih veštih poslenika«, kako čitamo u jednom izveštaju »upravitelj G. Cajlinger trudio se koliko je više mogao manipulacije topenja ustrojiti i za te poslove domaće poslenike obući«. I zaista on je uspeo da samo sa dva strana majstora i našim ljudima počne redovnu proizvodnju bakra, »za koji njegov trud zaslućuje on punu priznatelno našeg praviteljstva«.

Upoznavši se sa svojstvima bakarnih ruda i načinom njihovog topljenja, Cajlinger je početkom 1855. godine izvestio ministarstvo finansija, da se u Majdanpeku, sa ovakvim rudama, može godišnje proizvesti samo 600 centi bakra. Ali ako se bakarne rude »u svome blagorodstvu uzvise i utvrde

moći će se o gotovo istom trošku i mlogo više godišnje davati«.

Jednom ustaljena, proizvodnja bakra u Majdanpeku tekla je i dalje normalno, pod veštima Cajlingerovim rukovodstvom. Majdanpečki bakar transportovao se uglavnom u Kragujevac za topolivnicu. U 1856. godini izbio je spor između topionice bakra i topolivnice oko kvaliteta bakra. Iz opširne prepiske vidi se da je Cajlinger bio svestrani poznavalac metalurgije bakra. Sredinom 1856. godine njegov rad u topionici bakra ocenjen je od strane ministarstva finansija kao osobito uspešan.

U 1857. godini preduzeće u Majdanpeku obnovilo je sa Cajlingerom ugovor još za tri godine. No uskoro je srpska vlada donela odluku da se obustavi rad u Majdanpeku i preduzeće ponudi strancima u najam. Topionica bakra ili kako se onda zvanićno nazivala bakarnica, obustavila je rad 17. septembra 1857. godine. Njen upravitelj Cajlinger razrešen je dućnosti 15. oktobra a zatim je napustio zemlju. Iste godine, pre nego što je obustavljen rad u preduzeću, u Majdanpek je bila poslata iz Beograda »mešovita komisija« koja je isleđivala neke zloupotrebe u preduzeću. U svome izveštaju komisija je za neuspeh preduzeća okrivila pored upravnika Stevana Pavlovića još i strance, nemaćke stručnjake i radnike. Članovi komisije nisu našli ni jedne lepe reći ni za naše ljude a još manje za strance. Izuzetak su činili samo Sigfrid Cajlinger i računospitać preduzeća. »Od sviju stranaca, čitamo u izveštaju komisije, ovi su jedini, koji se u ništa ne mešaju, već svoj posao gledaju i ono što rade razumu«. Dalje se za Cajlingera kaže da je »i najprostijim radenicima pristupan«.

O Cajlingerovoj delatnosti, posle odlaska iz Majdanpeka, ne znamo skoro ćitavu deceniju. Kad je srpska država 1866. godine ponovo preuzela Majdanpek od stranaca, susrećemo se opet sa Cajlingerom. Prema M. Đ. Milićeviću ministar vojske sklopio je ugovor sa »poznatim metalurgom Cajlingerom« da mu ovaj ćistopi 1000 centi bakra iz majdanpećkih ruda po ceni od 24 forinte za centu. Pišući o radu Majdanpeka iz ovoga vremena F. Hofman pominje iskusnog topioničara, kome je bio poveren rad na proizvodnji bakra. Ovaj iskusni topionićar bio je njegov zemljak Cajlinger, što Hofman iz skromnosti nije pomenuo.

Cajlinger je dolazio u Srbiju radi izgradnje još jedne topionice bakra. Kad je društvo podgorskih rudnika otvorilo bakar-no rudište u Vragočanici, pozvalo je 1867. godine Cajlingera zbog gradnje topionice bakra u dolini Jablanice. Cajlinger je u to vreme živeo u Novoj Moldavi. On je doputovao u valjevsku Podgorinu i odredio mesto za topionicu bakra. Čak se počeo prevlačiti materijal za njenu izgradnju. No na kraju od svega nije bilo ništa. Ilija Kolarac i Atanasije Nikolić, vlasnici rudarske povlastice ne samo da nisu podigli topionicu bakra, nego nisu platili ni putni trošak Cajlingeru od Nove Moldave do podgorskih rudnika, iako je ovaj iznosio svega 270 forinti.

Sigfrid Cajlinger umro je u Zemunu a sahranjen je u Novoj Moldavi.

Ministarstvo finansija želi da dovede za upravitelja topionice bakra u Majdanpeku Sigfrida Cajlingera iz Banata

Visokoslavnomu Sovetu

Da bi manipulacija bakra pri rudokopiju našem u Majdanpeku, počem je topionica izidana, i sa svima nužnim za proizvodstvo Metala mašinama snabdevena, — u život stupiti mogla, Popečitelstvo je finansija tražilo iskusnog kakovog čoveka, koji će Upravitelj topionice bakra biti i manipulaciju ove odma odpočeti moći, i našlo je u Bošnjaku u Banatu dvadesetogodišnjeg Upravitelja tamošnje bakarne Topionice, G. Sigfrida Cajlingera; i s njime je stupilo u pregovore da se primi da Upravitelj bakarne Topionice u Majdan Peku bude, saobštivši mu sva uslovlja, na koja je on pristao, samo što je zaktevao, da mu je mesto 600 talira godišnje plate, koja je Ustrojenijem Upravitelstva Rudokopstva sistematizirana, 800 talira izdaje, i od ovog zaktevanja nikako neodustaje, ako je Pravitelstvo naše u nameri, njega za Upravitelja uzeti.

Popečitelstvo Finansije imajući u vidu nužnost, da ova manipulacija, počem joj ništa drugo na putu ne stoji, raditi odpočne: pokornog je mnenja, da se Sigfrid Cajlinger u našu rudarsku službu za Upravitelja Topionice bakra primi, počemu i dolazi Visokoslavni Sovet u pokornosti umoliti, da bi, ako je namera Pravitelstva da bakarna topionica što pre raditi odpočne, rešiti blagovolilo: da se Sigfrid Cajlinger iz Bošnjaka za Upravitelja topionice bakra u Majdanpeku primi, da mu se mesto ustrojjenijem rudokopstva za Upravitelja ove topionice bakarne određene u 600 talira plate, 800 talira godišnje izdaje; i to kao sistematična 600 i do datak uz platu na njegovu ličnost 200 talira

opredeli; osim drugi prodovoljstva, koja će on — Cajlinger — kao Upravitelj po Ustrojeniju uživati u raznim deputatima.

R. № 497 U ods. G. Popečitelja Fin.
10. Julija 1853. god. Člen Sov. Major Kavaljer
u Beogradu S. Jovanović

Registrator odelenija Rudarskog
Kuzman Kuzmanović
D.A. Sovet 1853, 165

Julius Fabijan

Ovaj je Berlinac došao u Srbiju 1856. godine i 25. aprila zaključio ugovor, da radi u Majdanpeku kao nadzornik samokova. Tada je imao 36 godina a godišnja plata iznosila mu je 400 talira. Za ovu godinu njegov je rad dobro ocenjen. Ali sledeće, 1857. godine, mešovita komisija srpske vlade iz Beograda nema o njemu dobro mišljenje. Evo šta se čita u njenom izveštaju o Majdanpeku:

»Trpi se na čekiću Fabijan, koji se retko kad pri poslu i nalazi, već u kojekakvim igračkama, koje komisija zbog njihove detinje prirode ne može ni da izlaže, vreme provodi, dok međutim, kao što će dotična akta posvedočiti, na svoju privatnu potrebu razne stvari pravi, bez da o tome ikome računa daje«.

U 1857. godini samokov je prestao da radi 24. oktobra a Fabijan je decembra iste godine napustio Majdanpek.

Maksimilijan Hantken (1821—1893)

Maksimilijan Hantken, baron od Prudnika je nesumnjivo najviđeniji između svih ostalih stranaca-stručnjaka, koji su ma kada radili na rudarstvu u Majdanpeku. Došao je k nama kao zreo čovek i stručnjak krajem 1853. god. Imao je 32 godine i sedmogodišnju praksu u geologiji, rudarstvu i hemiji. Govorio je nemački, francuski, talijanski, poljski i češki jezik. Dok je kod nas radio naučio je srpski, a kad je otišao u Budimpeštu mađarski. Došavši k nama sa izvanrednim obrazovanjem i nesumnjivom voljom da se posveti ozbiljnom radu, obreo se u Majdanpeku, gde se mesto rudarstva negovala in-triga a neznanje cvetalo na svakom koraku. Na naše merodavne napravio je svakako rđav utisak, jer je bio primljen u službu uslovno, kao »praktikant na probu«, jedini između to-

likih stranaca. Drugi su imali bolji nastup pa su dobijali odmah rukovodeća mesta. Kako je bio studiozan čovek, majdanpečka sredina mu nije odgovarala i on se odvojio od nje. I zbog toga je bio rđavo gledan. Posle četvorogodišnjeg bavljenja u Majdanpeku ocenjen je od našega Vase Božića, privremenog rukovodioca preduzeća: kao osrednji pri vršenju »zvaničnih dužnosti«, neučtiv i gord prema starijim od sebe, gord prema sebi ravnim a na niže od sebe gledao je sa prezrenjem. Unapređenje nikakvo ne zasluženje a bio je i kažnjavan. Tako je okarakterisan Maksimilijan Hantken za 1857. god.

Nema razloga da se posumnja u pristranost ocenjivača. U 1857. god. Majdanpekom je rukovodio Stevan Pavlović a posle njega Vasa Božić, Hantkenovi vršnjaci po godinama i daci iste šemničke rudarske škole. I dok je Hantken bio stvarni inženjer, bilo da je radio kao rudar, merač ili geolog, Pavlović i Božić, njegovi pretpostavljeni, nikada nisu bili inženjeri, ni rudari, ni geolozi ni merači. Oni su bili činovnici. Ako ih je gledao sa prezrenjem imao je svakako razloga. Sebi ravnih u Majdanpeku nije imao i što je sve te upravitelje »rudokopija« i »rudokopstva« udostojio prezrenjem, pa njima je to jedino i odgovaralo.

Prošlo je više od stoleća kako je Hantken napustio Majdanpek i srpsko rudarstvo. O njegovoj vrednosti govore njegova dela. Po odlasku iz Srbije 1858. god. nastanio se u Budimpešti i nastavio je da se bavi geološkim ispitivanjima. Od 1861—1868. god. predavao je prirodne nauke u trgovačkoj akademiji; 1866. god. postao je kustos narodnog muzeja. Za celo to vreme on se neumorno bavi geološkim ispitivanjima, koja potpomaže akademija nauka. U 1868. god. preuzima geološku sekciju u ministarstvu trgovine, poljoprivrede i industrije, iz koje se sledeće godina razvija državni geološki zavod, čiji će prvi direktor biti M. Hantken. Godine 1874. biva izabran za redovnog člana akademije nauka, a 1882. godine za profesora paleontologije na univerzitetu u Budimpešti. Odajući mu priznanje za naučni rad, bolonjski univerzitet izabrao ga je za počasnog doktora. Takav je bio životni put M. Hantkena, pošto je napustio Srbiju.

Hantken se rodio 26. septembra 1821. god. u Jablunki, ondašnjem austrijskom delu Šlezije. Otac mu je bio direktor rudnika

u istome mestu. U Beču je završio filozofiju (1840—1842) a u Šemnicu rudarsku akademiju 1846. god. i stupio u rudarsku službu; 1847. god. je pomoćnik uprave nekog rudnika u Moravskoj, a 1849/50, kad i Đorđe Branković, radi kod bečkog »geognostičnog zavedenija«, studirajući uzgred na univerzitetu analitičku hemiju. Iste (1850) godine je upravitelj nekog privatnog rudnika; 1851. nadziretelj ugljenokopa i do dolaska u Srbiju (avgusta 1853) bio je neprekidno po ugljenokopima Šlezije.

U Srbiji je od avgusta 1853. do 24. februara 1854. god. bi na probi. Paun Janković, ministar finansija predlaže Sovetu 19. januara 1854. god. da se Hantken postavi za inženjera, jer se na probi dobro pokazao. On je, po rečima Jankovićevim »za kratko vreme kartu severnog rudokopija gotovo svršio; kartu pak južnog rudokopija, sovršeno tačno, čisto i lepo na podpuno zadovoljstvo Popečitelstva izradio, i time ne samo posvedočio, da inženjeru potrebna znanja pritižava, no da se pored toga i u poslu svome dobrim prilježanijem otklikuje«. Za inženjera je primljen 24. februara 1854. god., kada je sklopio i ugovor na tri godine, sa platom od 400 talira godišnje i deputatom za konja. U ono vreme inženjerima u rudarstvu nazivani su merači jama odnosno površine, ljudi koji su znali da snimaju instrumentom. Hantken je došao u Majdanpek po meračkim potrebama i do kraja službe u Srbiji ostao je sa zvanjem »fürstlich serbischer Markscheider in Majdanpek«.

Tu je službeno radio kao merač a za sebe kao geolog, botaničar i meteorolog. Svoja botanička promatranja ustupio je Pančiću, a meteorološka srpskom učenom društvu. On saraduje sa bečkim geološkim zavodima i po njegovim potrebama prelazi preko Dunava u Svinjicu, gde prikuplja veoma bogatu zbirku očuvanih fosila iz klauskih slojeva. Svoja zapažanja o majdanpečkom rudištu će kasnije objaviti kao posebnu studiju.

Hantken je po potrebama našega rudarstva radio i van Majdanpeka. O tome se zna samo fragmentarno. Krajem 1856. god. hitno je pozvan u Senjski ugljenokop da gasi požar, izazvan nebrizljivim radom E. Šefela. Pošto je lokalizovao požar vraća se u Majdanpek gde ostaje do juna 1857. god. kada je dobio naređenje »da ode u Senjski rudnik i da izvadi potrebnu količinu uglja za kragujevačku fabriku i da izvrši premerava-

nja potrebna za dalje radove, a pošto ove poslove svrši da ode u Kragujevac i da ispita da li ima gde god uglja«. Izveštaj o prospekcijski kragujevačkog okruga sačuvan nam je u originalu i srpskom prevodu. Veoma je interesantan i mi ga ovde prilažemo. U toku 1857. god. Hantken vadi uglj u Senju a u isto vreme istražuje i ugljene pojave u Misači. Iz izveštaja, koji je sačuvan u kratkom izvodu vidi se da nije zadovoljan sa Misačom. Uglj je daleko od Kragujevca a gori je od senjskog.

Šta je Hantken uradio u samome Majdanpeku vidi se iz ekspozee, napisanog u 1858. godini uoči napuštanja Srbije, a štampanog početkom našeg veka u prevodu D. Stepanovića. Kao rudnički merač on je, prilikom snimanja jame zapazio skretanja magnetske igle koja su na jednome vlaklu iznosila i po 3°. Ova pojava pri ranijim snimanjima nije bila uočena pa su i karte bile rđave. Tragajući za uzrocima skretanja magnetske igle Hantken je otkrio uandezitima impregnacije magnetita a mestimično i koncentracije koje je nekoliko decenija do nje opisao Šnajderhen. Iz ekspozee se dalje vidi da je Hantken poznavao u majdanpečkom rudištu raspored starih radova iz doba austrijske okupacije (1718—1738). Znao je čak i dužine pojedinih potkopa i okana kao i godinu njihovog rada, što znači da mu je bila dostupna stara arhiva iz Oraovice u Banatu ili iz Beča.

No najvažniji su podaci o pojedinim majdanpečkim rudištima, obliku i veličini rudnih tela, osobenosti ruda i njihovom kvalitetu, proizvodnji i njenom koštanju. Hantken je obradio svako rudište ponaosob i odvojio korisna od nekorisnih. Od njega smo saznali o proizvodnji svakog rudišta posebno za dve godine rada (1855—1857). Kao poznavalac analitičke metode u hemiji zamerao je dokimastičnom određivanju bakra u siromašnim rudama. Hantken je u 1856. god. rukovodio južnim rudištem 8 meseci i rezimirajući u pomenutom ekspozeu svoja izlaganja smatra, da eksploatacija bakarnih ruda u Majdanpeku može biti rentabilna »ako bi se ekonomski i s računom radilo«. No pošto se takav rad nije mogao sprovesti Majdanpek je zaustavio proizvodnju, pre nego što se osušilo mastilo na Hantkenovom ekspozeu.

Hantken je svakako imao nameru da duže ostane u Srbiji iako je imao skromnu

platu. Po isteku prvog ugovora on je u maju 1857. god. sklopio novi za naredne 3 godine, ali je napustio Srbiju krajem marta 1858. god. pošto je Majdanpek prestao da radi.

Skoro 30 godina kasnije vidimo ga ponovo u Srbiji kao eksperta dobranskog ugljenokopa. Napisao je i ekspozee o Dobri, koji se pominje u našoj literaturi; no njegova sadržina nam je nepoznata.

Između mnogobrojnih radova, koje je Hantken objavio, samo je nekoliko posvećeno rudarstvu Srbije. U našoj literaturi pomenuti su ovi radovi (štampani i u rukopisu):

1 *Der Bergbau im Fürstenthum Serbien. Abhandl. d. Versammlung d. Berg-und Hüttenmänner in 1859. Wien.*

2 *Expose über Majdanpek 1858.* Ne zna se da li je štampano i gde.

3 *Grubenrelation* (rukopis). Majdanpek 1858.

4 *Über Serbiens Bergbau, Wien 1859.* Možda je to prvi rad.

5 *Gutachten über das Kohlenvorkommen bei Dobra in Serbien. Budapest 1887* (rukopis).

6 Majdanpečki bakarni rudnici (ekspozee iz 1858 god). preveo D. Stepanović. Rud. glasnik 1906, str. 177—180 i 340—346; 1908 str. 273—290.

Pored toga objavio je još:

7 *Chrom Eisen und Magnetit von der Fruška Gora. Sitzung d. ungar. geol. Gesellschaft, 28 juni 1867.*

8 *Neues Meerschamvorkommen in Bosnien. Verhandl. d. geol. R. A. in Wien 1867.*

9 *A beocsini marga földtani kora. Ertekezések a termesz. Stud. közéböl Magy. tud. akad. IV, 6 Pest 1874.*

10 *Die Kohlenflözte und der Kohlenbergbau in den Ländern der ungarischen Krone. Budapest 1878.*

11 *Erdbeben von Agram am 9 November 1880. Jahrb. ungar. geol. R. A. Bd. VI, Budapest 1882.*

Ugovor o stupanju u službu M. Hantkena.

Ugovor

Koji se danas u ime praviteljstva Srbskog između Popčiteljstva Finansije s jedne i G. M. Hantkena s druge strane na sledejući način zaključuje:

1. Praviteljstvo Srbsko prima G. M. Hantkena u kačestvu Inžinira rudarskog na tri godine dana, dakle od 19. Januara 1854. do 19. Januara 1857. god. u službu svoju.

2. Za odpravljanje dužnosti Inžinira rudarskog u Majdanpeku daje Praviteljstvo Srbsko G. Maksimilijanu Hantkenu shodno ustrojeniju Upraviteljstva Rudarskog od 1851. god. № 755,400 talira godišnje plate, i deputat na jednog konja, bezplatežni kvartir i ogrev. Platu primaće Inžinir po uzakonjenom redu u mesečnim razdelcima, a ostala Emolumenta u isto vreme kad se i drugim zvaničnicima izdaju.

3. Ako se G. Maksimilijan Hantken izvan kruga Majdanpečkog dalje od 10 sati rastojanja po delu Pravitelstvenom izašlje, to će mu se za celo vreme otustvija njegovog od Majdan Peka pak do povratka, dijurna shodno postojećoj o putovanju činovnika uredbi no bez podvoznog troška izdavati.

4. Ugovorom ovim obvezuje se G. M. Hantken da će dužnosti svoje, točno, verno i prilježno odpravljati, tajnu zvaničnu hraniti, zemaljskim zakonima, vlastima i uredbama u koliko to postojećim traktatima između Austrije i Srbije protivno nije, pokoravati se, isto tako kao što će i njega Pravitelstvo Srbsko u pravu njegovom kao i svakog Srbskog žitelja i zvaničnika zaštištavati.

5. U slučaju ako G. M. Hantken u tečenju vremena službe, dužnosti svoje i voverena mu dela nebi na zadovoljstvo Pravitelstva Srbskog otpravljao, naročito pak ako bi se u izvršenju poslova nebrežljivo zemaljskim zakonima vlastima, i odredbama protivan, ili rđavog vladanja bio, ili najposle ako bi on poverenje Pravitelstva zloupotrebio, i tajnu zvaničnu na štetu interesa Pravitelstvenog narušio to će se on svakog prizrenija Pravitelstva Srbskog lišiti, i iz službe odпустiti.

6. Kao god što će Pravitelstvo Srbsko po predidućoj točki 5. ovog ugovora G. M. Hantken iz navedeni uzroka odma službe njegove lišiti moći, može i on G. M. Hantken, ako mu se u službi Pravitelstva Srbskog dopalo nebi, i pre ugovorenog vremena tu službu ostavit i kuda hoće ići odma, kako voverene mu dužnosti drugom na mesto njegovo, naimenovati imajućem se licu, zajedno sa Pravitelstvenim Stvarima i rekvizitama koje pod rukovanjem ima, predao bude.

7. Naprotiv toga, ako G. M. Hantken dužnosti svoje verno i sovestno, na zadovoljstvo Pravitelstva Srbskog odpravljao bude, to, ne samo, da će ga Pravitelstvo i dalje u službi svojoj zadržati, nego će ono, prema zaslugi njega i većeg prizrenija udostojiti, i ako po štedeniju 7 godišnjeg bavljenja u službi srbskoj, zaželio bude, u sažiteljstvo i u kategoriju ovozemaljski dejstvitelni zvaničnika stupiti, želju njegovu, kako odпуст iz podanstva sadašnje njegove zemlajske vlasti izvadio bude uvažiti.

8. Ugovor ovaj u dva ravnoglasna eksemplara sočinjen je, i nadležnim podpisima i pečatima utvrđen, od koji se jedan pri Popečiteljstvu Finansije a drugi pri G. M. Hantkenu radi upravljenja na sohraneniju, naodi.

D. A. Sovet 1854, 14.

Izveštaj M. Hantkena o prospekciiji ugljenih terena u kragujevačkom okrugu.

Visokoslavno popečiteljstvo finansije

Pokorno podpisani podnosi nastojećim izveštije o svome, s predpisanijem pod 7 junija tekuće godine R. N. 854 naloženom mu putovanju po Kragujevačkom okrugu poradi ispitivanja tamošnji geognostični (zemljeslovni) okolnosti, i to usmotreniju pitanja, da l'je moguće pronaći

maidane mrkog ugljena, i da se ispita mesto, gdi je G. Artiljeriski kapetan Petar našao ono olovo i gvozdenu rudu, poslatu Visokoslavnom Popečiteljstvu Finansija.

8 Julija otide pokorno podpisani sa G. Kapetanom Artiljerije i Načalnikom Sreza Lepeničkog u selo »Dobru vodicu« u Lepeničkom Srezu, gdi je nađeno olovo, koje je priposlato Visokoslavnom Popečiteljstvu Finansije. Ovdje se nađe još kod jednog seljaka jedan komad olovne rude, nađen u jednom prokopu, koji se komad Visokoslavnom Popečiteljstvu Finansije dostavlja. Iz isto takve rude izliveno je i ono olovo, koe je Visokoslavnom Popečiteljstvu Finansije poslato. Mi otidosmo u taj prokop, no nenađosmo nikakvo više komadje olovne rude. A ni seljaci neznadu kazati, da se ta ruda češće pokazuje. A isto tako nemože se iz reči seljaka ništa doznati, iz čega bi se dalo zaključivati, da je u pređašnja ovde olovo kopano i topljeno. Zgure, koje se na nekim mestima nalaze, vidi se, da su zaostale od krečni furuna.

I po tome ne može se s nikakvom izvestnošću i opredelitelnošću kazati, na koji je način dospela ova olovna ruda u ovaj predel, i tek docnija istraživanja i smatranja mogla bi ovaj pojav razjasniti. I po tome je i seljacima naloženo, da u buduće dobro motre na to, ako bi se opet takovo komadje olovne rude našlo.

Slojevi tamošnje planine sastoje se iz kristalisanog krečnog šifera i glimeršifera (Talkschiefer und Glimmerschiefer), koji ponegdi sadržava gvozdenu rudu.

11. Julija tekuće godine produžim ja pokorno podpisani putovanje moje sa Artiljerijskim Kapetanom G. Protićem preko Divostina i Masloševa u Orašac poradi ispitivanja mesta, gdi se pokazuje gvozdена ruda, pošto nam je žitelj Kragujevački Nikola Đurić jedan komad olovne rude doneo i izkazao, da se ova u Masloševu u velikoj količini nalazi. Kad smo u Masloševo prispeli pokazalo se, da se na putu samo pojedini komadići nalaze i da je pomenuti Đurić, koji je takođe s nami išao, držao žuti kvarc za olovnu rudu, ili kao što tamo obštim izrazom vele za »rudu«, nesmatrajući na znamenitu razliku specifične (odnosne, spravitelne) težine. Isto su tako u selu Kotraži, koje na velikoj visini leži, nađeni komadići olovne rude. Budući da ovo mesto već leži u okolini Rudnika, to se ne treba ni čuditi, što se tu ponegdi nalaze tragovi olovne rude. Blizu sela Kotraže nalaze se na znamenitoj visini tragovi negdašnje jedne tvrdinje. Tamošnji planinski slojevi sastoje se iz Kristalisanog kreča šifera, tragova gvozdene rude i kamena tako zvanog »talka«, koji je smešan s azbestom. 13 i 14 istraživani su tragovi gvozdene rude kod sela Orašca u jasičkom srezu na južnom podnožju planine »Gola Glavica«. Prema vrbici u dolinama »Dumača potok«, »Jelinac potok« i »Zlatan« pokazuju se tragovi bogate gvozdene rude. Pojav ovaj zaslužuje, da se na njega pozor obrati. Ovi su tragovi svi podjednako bogati što se tiče metalnog sadržaja, i nalaze se u dolinama između slojeva tako zvanog kamena »glimeršifera« i drugog podobnog kamena, koje je takođe jedna sastavna čast tamošnji planinski slojeva. Ova je gvozdена ruda u okolini poznata pod imenom »ubojni kamen«.

i upotrebljava se kao lek pri povredi tela na sledejući način. Gvozdena se ruda u vodi ispira i na crveno bojadisana voda pije.

Pojavljivanje ovi tragova predpostavlja, da tu nablizu postoji maldan gvozdene rude, iz kog je voda komade iznela. No doline su tako pretrpane nanosima i drugim slojevima, da se ključ maldana (Ausbiss) ne primečava, i da bi se po tome kopanje preduzeti moralo. Budući je ova gvozdena ruda tako bogata, to se uzima, da bi u svoje vreme vredno bilo, istu vaditi i obdelavati, ako bi se pokazalo, da se ista ruda u velikoj količini nalazi. Vađenje gvozdene rude ležalo bi vrlo u interesu Kragujevačke Topolivnice zbog povoljnog položaja i blizosti; i budući je ova ruda čistija a po tome za proizvodstvo kovanog gvožđa u šipkama mnogo udesnija, nego maldan-pekska ruda, to je ona usmotreniju fabrikacije gvožđa u šipkama od najveće važnosti.

Zbog pojavljivanja ove gvozdene rude dobija i mrki ugljen, koji se na severnom podnožju planine nalazi, u vrednosti pokorno podpisani nemože propustiti, primetiti, da bi ovaj predel, zbog bogatstva njegovog u gvozdenu rudi i mrkom ugljenu vredno bilo opitnim kopanjem potanko ispitati, premda je izgled, da bi se tek u dočnija vremena ovde Topionica gvožđa podigla.

Na podnožju brege prema vrbici nalazi se debeo sloj ilovačastog gvožđanog oksida (okiseoničenog gvožđa), koji se u okolini upotrebljava kao boja, čega se radi tako i zove.

Ispitivanje okoline kragujevačke po geognostičnim (zemljelovnim) njenim odnošajima u

pogledu na moguće iznalaženje mrkog ugljena udejtvovalo je, u koliko se imalo za to vremena, tj. predel je po svima pravcima razgledan.

U obšte je predel oko Kragujevca do okolni planina veoma nezgodan za geognostična (zemljelovna) ispitivanja, budući se predel od Lepenice polako i postepeno uzdiže prema planini, a potoci, koji se u Lepenicu slivaju, nisu takovi, da slojeve zemljane mogu ispirati, kako bi se otud sastav i sadržaj zemni slojeva saznati mogao.

Iz činjena ispita uviđa se sledujuće: Planinske kose oko Kragujevca u daljini od 1—1½ saati južno i istočno a do 2½ saata zapadno sastoje se odčasti iz kristalisani šiferski slojeva, kao što se to primečava na drumu, vodećem preko Kormanana u Batočinu i blizu Bukanovca — odčasti pak iz krečni slojeva, i to: iz mergela pesčanog kamena i kreča, — kao što se to vidi kod Beloševca, Drače, Divostina, Grbice i blizu Lužnice. Dolina, koju obrazuju ove planine, pokrivena nanosom od ilovače i peska a međutim nalazi se ilovačisti mergl (Thonmergel) kao što se to vidi kod kragujevački 5—6 fati duboki bunara i na putu, vodećem u Beloševac. Dublji slojevi nemogu se primetiti, čega radi se i ne može nikakvo zaključenje činiti na nalaženje mrkog ugljena blizu Kragujevca, i zbog toga bi rezultat opitnog kopanja bio sasvim neizvestan.

U Senju
20 Julija 1857 god.
D. A. P. O. k. 125, 108

Maksimilijan Hantken
Rudarski inženjer

Povodom članka dr Đurđice Petrović: Neki podaci o izradi topovskih kugli u Srbiji i bosni u XV i XVI veku. Vesnik vojnog muzeja u Beogradu 1966, dvobroj 11—12, str. 162—183.

Poslednjih godina piše se sve češće i raznovrsnije o rudarstvu na našim rudištima za vreme turske vladavine. Ovo je utoliko značajnije, što je ovaj period našega rudarstva sve do skora bio sasvim neproučen. Ovoga puta etnolog dr Đurđica Petrović, naučni saradnik vojnog muzeja u Beogradu, prikazala nam je, na osnovu veoma obimne građe, jednu osobitu delatnost na nekim našim rudištima, o kojoj se znalo veoma malo. Na izvesnim rudnicima Srbije i Bosne livene su topovske kugle od olova i gvožđa a zatim slate vojnim arsenalima i tvrđavama po stranim delovima turske carevine. Kako je došlo do toga reći će nam sam autor članka:

»U drugoj polovini XV i prvoj polovini XVI veka, Srbija i Bosna su označavale operacione baze i intendanture velike osmanske vojske koja se kretala ka srednjoj Evropi... Potrebe za gvožđem kao glavnom sirovinom

ratnog potencijala bile su neizmerne. Otuda u skoro svim postojećim zakonskim odredbama toga vremena nalaze se zabrane izvoza van granica Imperije. Rudnici gvožđa bili su uključeni u sultanske hasove i nalazili su se pod strogom kontrolom države. Kao veliki i aktivni rudnici gvožđa pominju se upravo oni u kojima se izrađivala topovska municija«.

Olovne kugle za topove livene su u Kučajni i na Rudniku, a gvozdene na rudnicima Bač, Rudnik, Kučajna i Novo Brdo u Srbiji i kod Kamengrada u Bosni.

B a č. — U drugoj polovini XVI veka najveća livnica topovskih đuladi nalazila se je na rudniku Baču, u rudničkom kadiluku, smederevskog sandžaka. »Samo u jednoj godini, piše Đ. Petrović, izliveno je, pored kugli za druge topove, i 20.000 zrna za bađaloške«.

Mislim da položaj rudnika Bač, posle ovoga što je objavila Đ. Petrović, neće biti teško ubicirati. U nekadašnjem rudničkom kadiluku bila su samo dva rudnika gvožđa sa odgovarajućim topionicama. Jedan se nalazio u selu Drenovi, kod Takova a drugi u

selu Ba, na izvorištu reke Ljiga. Gvožđe je verovatno topljeno i u Rudničkoj planini, od ruda na izdancima sulfidnih rudnih tela. Pominje se čak da je i za vreme prvog ustanka na Rudniku topljeno gvožđe. No takva radnja na ovome rudištu bila je uvek uzgredna.

U selu Ba, međutim, postojao je isključivo rudnik gvožđa. Ruda je kopana na brdu Rujevcu i u zaseoku Topalovići. Rujevačka ruda bila je siromašna u gvožđu, bogata u siliciji, uz to šupljikava i veoma pogodna za topljenje. Topionice su bile podignute nedaleko od izvora Ljiga. Šezdesetih godina prošlog veka J. Mišković je saznao od meštana, da se tamo nalaze »ostaci od nekakvih zemljanih kazana i topionica. Po ovome se sudi da je ovde nekad morala kakva fabrika biti, koju je voda okretala« (Glasnik srp. učen. društva knj. 41, 1875, str. 145). Te »zemljane kazane« ja sam promatrao 1924. godine. To su bili ostaci dveju peći, prečnika oko 70 cm. Još su virile iz zemlje. Pre bih rekao da su to bile peći za topljenje gvožđa a ne rude.

Gvožđe iz baških topionica sadržavalo je oko 2% nikla. Ja sam ranije smatrao, da je ovako gvožđe korišćeno za pravljenje alata, u prvom redu rudarskih. To se i potvrdilo analizom jednog saskog »ajzena«, kojim je sečen kamen i ruda. Međutim, nije bilo moguće, da se velike količine gvožđa koriste samo za alat, i da se zbog alata otvaraju posebni rudnici sa niklonosnom rudom. Inače gvožđe sa niklom neda se kovati i sada je jasno, da se ono koristilo za livenje čuladi, gde nikl nije smetao livenju.

Neobičan je i hemijski sastav baških troski. Jedne imaju samo 12% Fe_2O_3 a druge oko 40%. Prve troske sigurno nisu od topljenja rude, već od prerade gvožđa. Troske bogatije gvoždem su iz peći za topljenje ruda. Troske sa malo gvožđa su veoma šupljikave, lake, sa komadima ugljena.

Industrija gvožđa u selu Ba, sudeći prema položaju i očuvanosti peći, kao i vada, kojima je dovođena voda topionici i livnicama, svakako je mlađa od srednjeg veka. Peći još nisu bile sasvim srušene ni pre 42 godine, što je jedinstven primer u Srbiji. One su, nema sumnje iz XVI ili čak i XVII veka, ako su u selu Ba i u to vreme livene kugle za topove.

Ja smatram da je i drugi rudnik gvožđa rudničkog kadiluka, u selu Drenovi, radio u isto vreme kad i baški rudnik. Njihovo gvož-

đe je bilo identično pa se na isti način topilo. S obzirom da su u selu Ba (Baču) bile livnice, gvožđe je iz Drenove tamo dopremano.

Kako vojni muzej u Beogradu raspolaže sa više čuladi za topove, analizom njihovog gvožđa lako bi se utvrdilo da li su ona proizvedena u selu Ba, od niklonosnih ruda. Iskopavanja na mestima nekadašnjih topionica u selu Ba svakako bi rasvetlila ovo pitanje.

Kučajna. — Maja 1566. god. bio je dat nalog rudniku u Kučajni, da izlije 130 kantara (oko 7500 kg) olovnih zrna za topove i da ih pošalje u Beograd. Sam za sebe ovaj podatak još ne znači, da je u to vreme na rudištima u Kučajni otkopavana olovna ruda. Olovo iz kojega je trebalo liti kugle moglo je biti proizvedeno bilo od gleđi ili olovnih kapljica i odlivaka, koji se nalaze po troskištima oko Kučajne. Srednjovekovna troskišta olovnih topionica bila su veoma bogata olovom i gleđom. Baš u okolini Kučajne A. Brajthaupt je 1856. g. promatrao troskišta, na kojima je bilo još oko 1000 centi gleđi, zaostale od srednjega veka, kad je iz olovnih ruda korišćeno samo srebro.

U isto vreme u Kučajni su topljene gvozdene rude i livene kugle za topove. Odakle je kopana gvozdena ruda? Još u prošlom veku, dok je F. Hofman eksploatisao rudnik u Kučajni, zabeležio je »da se u dolini Petakovice javljaju dosta moćne žice magnetita... koji je, sudeći po troskama i starim iskopinama, morao biti, i to ne baš u davno doba, eksploatisan«. Na visovima iznad Kučajne (Antina i Pajkina čuka) ja sam 1948. godine promatrao stare rudarske radove na izdancima gvozdeno-manganskih ruda. Gvožđe dobijeno iz takvih ruda nije bilo kovno pa se i ono svakako koristilo za livenje topovskih kugli.

Rudnik. — U drugoj polovini XVI veka ovde su livene olovne kugle za topove (1566. g. trebalo je proizvesti nešto preko 7000 kg olovnih zrna). Na Rudniku su livene i gvozdene kugle. Prema tome, ovde je rađeno isto što i u Kučajni, sa tom razlikom, što je rudarstvo gvožđa ostalo sasvim nezatno.

Kamengrad. — Ovo poznato nalazište gvozdenih ruda, zapadno od Banjaluke, ponovo su aktivirali Turci 1571. godine. »Sve što je bilo potrebno za stavljanje rudnika i livnice u pogon: radnici, livci, kalupi, pijuci, lopate i ostalo oruđe, poslato je iz Bača u Kamengrad«. Kamengradske livnice čuladi radile su od XVI—XIX veka.

V. Simić

Kongresi i stručna putovanja

XIX savetovanje Međunarodne komisije za petrologiju ugljeva, Madrid, 1966.

Posle XVIII savetovanja, koje je bilo održano u Budimpešti krajem 1965, bio je održan aprila 1966. godine u Ahenu sastanak radne grupe za mrke ugljeve. Ovaj sastanak bio je posvećen nekim praktičnim problemima u vezi sa podelom huminitske grupe i kvantitativnom analizom. Praktično su 6 autora na 6 mikroskopa određivali 19 macerala u preparatima mekog mrkog uglja (proba u zrnu < 1 mm). Statistička obrada dobijenih rezultata nije bila završena do savetovanja u Madridu, ali je već naglašeno da su rezultati iz objektivnih razloga vrlo neujednačeni. Na ovom sastanku prisutni su preporučili da se huminitska grupa podeli na: telinit, detritinit, gelinit i flobafenit. Pod gelinitom treba razumeti pojave čistog gela, dok se u telinit mogu svrstati samo pojave koje sadrže najmanje 3 ćelije (po nekim to je tzv. ksilit). Flobafenit se javlja u humusnom detritusu u obliku loptica ili izduženih štapića; međutim, još treba utvrditi kriterijume za razlikovanje ovih pojava od loptica gela u detritusu.

Kod pojedinih macerala huminitske grupe treba bliže odrediti stepene refleksije (sa reflektogramima) i hemijski sastav (naime sadržaj huminske kiselina), kako bi se omogućila tačnija definicija i lakše razdvajanje. Po pitanju određivanja boje i intenziteta luminescencije konstatovano je da se ova metoda može koristiti samo kod razgraničenja između huminitske i liptinitske grupe, u celini. Po pitanju izbora metode za određivanje stepena gelifikacije, konstatovano je da se ovaj proces u odbijenoj svetlosti izjednačava sa gustinom, te se zasada u ovu svrhu preporučuje korišćenje okulara sa mrežom od 20 kvadrata, za određivanje udela pora u odnosu na celu masu.

Detritinit mrkih ugljeva u kamenim ugljevima fungira kao kolinit. Preporučeno je, da se pomoću svih raspoloživih metoda (propuštena svetlost, nagrizanje kiselinama i dr.) i dalje pokušava sa eventualnim otkrivanjem skrivene detritične strukture u kolinitu.

Pomoću ekranskog mikroskopa F-me Zeiss zajednički su posmatrani neki macerali huminitske grupe, što je omogućilo uspešniju diskusiju. Na kraju sastanka u Ahenu, prilikom ekskurzije do dnevnog kopa rajnskog uglja, vođena je

diskusija po pitanjima makropodele mrkih ugljeva.

XIX savetovanje Međunarodne komisije za petrologiju ugljeva održano je u vremenu od 17—21. X 1966. godine, u organizaciji »Instituto Nacional del Carbon y sus Derivados«. Domaćini su bili prof. Pintado, prof. Jorissen i dr V. Hevia. Savetovanju su prisustvovala 34 stručnjaka iz 12 zemalja.

Na ovom savetovanju za mnoge termine (lip-todetrinit, liptomakstinit, inertodetrinit, humodetrinit i gelinit) je odlučeno da se revidiraju i da se do sledećeg savetovanja kompletiraju kartice (za rečnik). Ovo se odnosi i na dugu diskusiju koja se vodila oko precizne definicije i podele vitrinitne grupe (po B. Alpernu tzv. vitrinit A i B ili homokolinit i heterokolinit. Po G. Tayloru kolinit i heterinit, a po R. Thomsonu vitrinit i pseudovitrinit. Isto tako i podela homokolinita na kriptomelinit i pravi gel).

Posebna radna grupa koja je razmatrala predloge američkog petrologa C. Cady-a, odlučila je da se ne prihvate termini »anthraxilation« kao zamena ugljenizacije i »mecertype« umesto makrolitotipa.

Na ovom savetovanju ponovo se vodila diskusija oko sovjetske klasifikacije (Timofejev-Bogoljubova), koja je po svojoj genetskoj suštini sasvim ispravna, ali utoliko neprihvatljivija sa aspekta tehnološkog i kvantitativne analize. Najzad je odlučeno da se za rečnik prihvati štampanje 2 tablica uz odgovarajući tekst i da se dalje o tome ne diskutuje.

Sa manjim izmenama prihvaćene su kartice (definicije) za termine makrinit i inertodetrinit (Alpern-Stach), a umesto lejptinita prihvaćen je termin liptit. Isto tako izvršene su i definitivne redakcije sledećih termina: liptinit, fuzit, semifuzinit, trimacerit i alginat. Prihvatanje definicije inertita ostaje za sledeći put.

Bio je razmatran predlog D. Minčeva za podelu ugljenih komponenata na »idiomorfne« (bez strukture) i »ksenomorfne« (sa strukturom). Idiomorfne bi trebalo deliti po veličini zrna na tri podgrupe: zrnovite (10—15 μ), subzrnovite (< 10 μ) i superzrnovite (> 50 μ). Slično tome ksenomorfne bi delili na fragmentne (50—100 μ), subfragmentne (< 50 μ) i superfragmentne (> 100 μ). Pošto neki radovi ukazuju na nepodesnost ovakve podele, odlučeno je da se ovaj predlog još izučava.

Posebnoj radnoj grupi stavljeno je u zadatak da razmotri mogućnost označavanja pojedinih

stepena ugljenizacije. U tom pravcu postoje već predlozi, koji su dostavljeni na mišljenje svim članovima komisije. Uzgred treba naglasiti, da je formirano 15 radnih grupa, koje treba do sledećeg savetovanja da oforme svoje stavove. Iz ovoga može se jasno videti koliko je velika aktivnost ove međunarodne organizacije.

Radna grupa, na čelu sa poznatim geohemičarem I. Bregerom, predložila je da se u rečnik uključe i termini iz organske geohemije. Odlučeno je da se ovaj predlog detaljnije razradi za sledeće savetovanje.

I u toku 1967. se nastavlja neposredna razmena preparata i uzoraka ugljeva između E. Koppe-a (USA) i R. Timofejeva (SSSR). Rezultati ove interesantne saradnje biće na kraju prezentirani članovima komisije.

Zatim je raspravljano o pitanju članstva u komisiji. Odlučeno je da svaka zemlja može imati samo tri zvanična predstavnika, dok se svi sledeći tretiraju kao predstavnici svoje ustanove. Prijem novog člana može uslediti na osnovu predloga dvojice stalnih članova. Ukoliko neki član u toku tri godine ne pokaže makakvu aktivnost, brisaće se iz spiska članova.

Posle analize pokazalo se je, da komisija nije u stanju da izdaje posebnu petrološku bibliografiju, te je data preporuka za već postojeću ediciju: »Bibliography of Earth Sciences« u izdanju Bureau de Recherches Géologiques et Minières, B.P. 555, 45 Orléans la Source (France), uz istovremenu molbu svim vanevropskim članovima da bibliografske podatke iz svoje zemlje dostavljaju na pomenutu adresu.

Na kraju je odlučeno da se sledeće savetovanje održi u Šefildu (Engleska) u vremenu od 4—8. IX 1967. godine, pri čemu se učesnicima zbog boljih radnih i finansijskih uslova preporučuje privatni smeštaj.

Dr O. Podgajni

Seminar „Mehanika stena“, Beograd, 1967.

U Beogradu je od 13—18. marta 1967. godine održan seminar »Mehanika stena« u organizaciji Rudarsko-geološkog fakulteta — Beograd, Instituta za vodoprivredu »Jaroslav Cerni« — Beograd i Jugoslovenskog društva za mehaniku stena i podzemne radove.

Seminar je pohađalo 100 slušalaca.

Seminar je bio namenjen uglavnom građevincima i geolozima, dok primena mehanike stena u rudarstvu nije uopšte tretirana, što predstavlja njegov veliki nedostatak.

Bez obzira na to, inženjeri rudarske struke mogli su u pojedinim predavanjima naći dosta korisnih materijala. Takvu problematiku obuhvatila su sledeća predavanja prof. ing. B. Kundžića:

— »Predmet i metode mehanike stena«

Ovim predavanjem obuhvaćen je: istorijski pregled razvoja radova u steni i mehanike stena, predmet i metode izučavanja mehanike stena.

— »Opšte fizičke i strukturne osobine stenskih masa«

Dat je pregled osnovnih fizičkih i strukturnih osobina stena kao što su: homogenost, heterogenost, izotropija, anizotropija, ispucalost, diskontinuitet, oštećenost, napregnutost deformabilnost kao i osvrt na stensku masu kao radnu sredinu.

— »Deformabilnost stenskih masa«

Obuhvaćen je karakter deformacija, veze napona i deformacija, deformacione karakteristike stenskih masa, modul elastičnosti i modul deformacije, veze dinamičkih i statičkih modula elastičnosti, Pausonov koeficijent kao i metode ispitivanja deformabilnosti.

— »Naponsko stanje u stenskim masama«

Ovim predavanjem dat je prikaz primarnih i sekundarnih naponskih stanja, njihovo ispoljavanje kao i teorijski i eksperimentalni aspekti.

Dipl. ing. B. Čolić:

— »Podzemni pritisci«

Kroz materiju obuhvaćenu ovim predavanjem izloženi su pojam i vrste podzemnih pritisaka, njihova ispoljavanja, teorija i metode njihovog merenja.

— »Mehanika otpornosti stenskih masa«

Kao glavne mehaničke osobine stena dat je osvrt na otpornost na pritisak i otpornost na smicanje.

Dipl. ing. L. Jovanović:

— »Karakteristika modelskih ispitivanja«

Prikazani su jedna veoma važna metoda ispitivanja naponskih stanja u stenskim masama i modelsko ispitivanje i to s obzirom na pijezometrijske, fotoelastične i geotehničke modele.

Drugim predavanjima obuhvaćena je problematika injektiranja, sidrenja, drenaže i fundiranja.

Po završetku seminara slušaoci su dobili sav izložen materijal.

Dipl. ing. S. Maksimović

Prikazi iz literature

Naslov: Racionalizacija industrijskih termoelektrana.

Izdavač: Vulkan-Verlag Dr W. Classen, Essen — 64 str. DIN A 4, 21 slika, broširano 16 DM.

U industriji ne mogu sve termoelektrane odgovarati najnovijem stanju usled stalnog napredovanja tehnike. I u starijim termoelektranama postoje izvesne mogućnosti da se popravi stanje. Takve mere, u cilju racionalizacije u postojećim termoelektranama i toplanama industrije, opisane su u ovom delu sa sedam priloga, koji predstavljaju značajne primere. U tim priložima je obrađeno:

1. Racionalizacija u hemijskoj fabrici i topionici
2. Racionalizacija u hemijskoj fabrici
3. Delimična automatizacija postojećeg turbinskog postrojenja
4. Racionalizacija u starijoj rudničkoj elektranama
5. Racionalizacija topioničke termoelektrane
6. Racionalizacija u topionici
7. Dobitak u snazi rekonstrukcijom dveju turbina.

Svakako da je od velikog interesa, što se može naslutiti iz nagoveštenih primera, mogućnost preduzimanja termo-ekonomskih mera npr. ugrađivanje novih lopatica u turbine, racionalna raspodela opterećenja kod više turbina, smanjenje proširenih zazora, sniženje protivpritisaka i iskorišćenje otpadne toplote, a pored toga smanjenje vremena za opravke, npr. držanjem na lageru nekih rezervnih delova i ne kao najmanje važno ušteda u osoblju npr. delimično automatskom kontrolom rada ili koncentracijom komandnih mesta.

G. N.

Autori: E. Krigel i A. Bauer

Naslov: Hidraulički transport zrnastog materijala kroz vodoravne cevovode (Hydraulischer Transport körniger Feststoffe durch waagerechte Rohrleitungen)

Izdavač: VDI-Forschungsheft 515. VDI-Verlag, 36 str., 46 sk., 3 tab., 1966.

U svojoj publikaciji autori obrađuju prvo stanje tehnike hidrauličkog transporta materijala kroz vodoravne cevovode i daju sve zakonitosti. Dalje se obrađuju principi hidrauličkog transporta. Kod laminarnog strujanja ne može se zamisliti transport čvrste materije, samo kod turbulentnog strujanja može se hidraulički transportovati. Svaka homogena raspodela čvrste

materije prelazi u turbulentnom polju strujanja u nehomogenu raspodelu. Koncentracija čvrstih delića raste u pravcu dna cevi; samo takva raspodela koncentracije duž vertikalnog preseka strujanja, može se smatrati stabilnom. Tad je data mogućnost, da turbulentne lopte, koje se u vis kreću sa većom verovatnoćom povuku u vis čestice materije, nego one koje se kreću na dole.

Na toj bazi su autori ispitivali hidraulički transport zrnastih delića teoretski i za mnogobrojne višezrne mešavine iz koksa, uglja i rude i eksperimentalno. Išlo se za tim, da se utvrdi najekonomičnija brzina transportovanja pri minimalnom gubitku ukupnog pritiska i maksimalni transportni kapacitet tečnosti u strujanju. Isto tako je ispitivano, kakvi se procesi odvijaju pri taloženju kao i kojom brzinom se talože delići.

G. N.

R. C. Temps: Transport velikih količina boksita na Jamajki (Bulk transportation of Jamaican bauxite). — »Mining Congress Journal« 52(1966)10, str. 42—48, 7 sl. i 2 tab.

Autor opisuje rezultate analize dvogodišnjeg intenzivnog studiranja kako je najpovoljnije transportovati oko 3 miliona tona sušenog boksita do 11 km udaljenog pristaništa. Teren preko kojeg prelazi transportna trasa je izuzetno težak zbog velikih visinskih razlika, jakih kiša i magli. Boksit se dobija na površinskim kopovima i dovozi do prosečno 6,5 km udaljene sušare. Sušenje je potrebno zbog brodskog transporta. Od sušare do pristaništa sada se transportuje dvema žičarama, ali njihov kapacitet ne omogućuje dalje proširivanje proizvodnje. Detaljno su bile razmatrane 4 vrste transporta: vazдушna žičara, železnica, kamioni i gumeni trakasti transporter. Pošto rudnik poseduje dugogodišnje iskustvo u transportu žičarama, to se ovaj način nije posebno analizirao.

Železnički transport. — Trasa je određena na osnovu aerofotografskih istraživanja, postojećih karata i premeravanja i utvrđena dužina oko 22,5 km, ako se dozvoljava uspon punog voza od 20% i silazak pune kompozicije sa 30%. Nakon savetovanja s proizvođačima opreme, izabrani su za projekat vagoni levkastog tipa i nosivosti 100 t. U kompoziciju se uključuje 13 vagona, a njih vuku dve uzastopne lokomotive od 1200 KS dok je treća u rezervi. Vreme vožnje pojedinih vrsta lokomotiva utvrđivano je digitalnim računom i navedena vrsta dizel lokomotiva pokazala se najboljom od svih lokomotiva.

Kamionski transport. — Trasa puta bila bi malo duža nego za žičaru i kraća od železničke — oko 17 km. Poteškoću predstavljaju velike padavine (oko 150 mm/mesec) i magle. Rad bi bio moguć samo u dve smene sa 65 tonkim kamionima istresaćima i usponima do 5%.

Posebno je razmatrana razlika u izgradnji i pogonskim troškovima na makadamskom i asfaltiranom putu.

Gumeni trakasti transporter. — Ova varijanta se pokazala najpovoljnijom od svih, a firma Link Belt kao najbolji ponuđač. Pokazalo se da nije potrebna posebna traka zbog temperature boksita iz peći. Kod dolaska na traku biće 60° C. Trasa će imati samo jedan ugao skretanja i biće potrebni veći zemljani radovi. Postojće će stajati na betonskim nosačima. Traka će biti široka 1070 mm. Dosači bočnih valjaka činiće da traka ima ugao 28° i radiće brzinom 2,5 m/s. Najveći uspon i pad je određen na 15°. Traka će biti jedinstvena ali će imati 6 pogona sa ukupno 3700 KS.

Traka ima 5 rejon-najlonskih uložaka. Kapacitet transporta iznosi 5.250.000 t u godini. Potrebno je 20 ljudi u smeni za održavanje, a vek trajanja trake računa se na 25 miliona tona. Investiciona ulaganja su doduše kod kamiona i vazdušne žičare nešto manja, ali su zato pogonski troškovi kod trakastih transporterata najniži i time takođe ukupni troškovi eksploatacije.

A. M. K.

Spisak DIN-normi za rudarstvo

Sredio stručni odbor za norme »Rudarstvo« (FABERG) u Nemačkom odboru za norme (DNA), Essen.

Stručni odbor za norme »Rudarstvo« (FABERG) u Nemačkom odboru za norme zastupa interese normiranja celokupnog nemačkog rudarstva. U područje njegovih zadataka spada normiranje i unifikacija svih pogonskih sredstava i uređaja primenjenih u rudarstvu, normiranje vrsti uglja kao i izrada uslova u pogledu kvaliteta i uslova za ispitivanje. Radove na normiranju izvode posebne radne komisije, koje se sastoje iz predstavnika proizvođačke i potrošačke industrije, nauke i nadležstva.

Novi posebni spisak »DIN-norme za rudarstvo 1966« ne sadrže samo naslove normi, koje je FABERG sam obradio, nego i DIN-norme koje su u saradnji sa drugim komisijama DNA izdate, a koje se u rudarstvu primenjuju.

G. N.

Obaveštenja

II jugoslovenski simpozijum o mehanici stena i podzemnim radovima

Izvršni odbor Jugoslovenskog društva za mehaniku stena i podzemne radove utvrdio je konačno propozicije za II simpozijum o mehanici stena i podzemnim radovima.

Simpozijum će se održati u Skoplju, 19. i 20. oktobra ove godine a Skupština Društva 21. oktobra pre podne.

Dnevni red Simpozijuma je sledeći:

1. Fizičko-hemijske, inženjersko-geološke, mehaničke i tehničke osobine stenskih masa i metode njihovog određivanja (izvestilac: prof. B. Kujundžić).

2. Mehanika tektonskih fenomena (izvestilac: prof. dr T. Mitrov).

3. Uticaj seizama na stenske mase i radove u steni (izvestilac: prof. dr T. Mitrov).

4. Osnove za proračun građevina i radova u steni (izvestilac: prof. dr E. Nonveiller).

5. Problemi podzemnih odnosno jamskih pritiska (izvestilac: dr P. Milanović).

6. Dejstvo alata i eksploziva na stenske mase (izvestilac: D. Mitrović).

7. Metode poboljšanja stenske mase (injektiranje, torkretiranje, sidrenje, drenaže i dr.) (izvestilac: prof. B. Kujundžić).

8. Uticaj podzemnih radova na površinu terena i objekte na površini (izvestilac: dr P. Milanović).

9. Prikazi podzemnih radova, radova u steni i fundiranja u oblasti građevinarstva (izvestilac: prof. dr E. Nonveiller).

10. Prikazi podzemnih radova u oblasti rudarstva (izvestilac: dr P. Milanović).

11. Ostala pitanja.

Rok predaje referata je 1. juni 1967. Primaju se i referati iz drugih zemalja. Obim referata: jedan autorski tabak, uključujući i slike, skice i crteže. Referati se predaju u dva primerka sa rezimeom na srpskohrvatskom i na jednom od svetskih jezika. Na Simpozijumu će se prikazati oni referati koji budu primljeni od strane Izvršnog odbora Jugoslovenskog društva za mehaniku stena i podzemne radove, na osnovu recenzija izvestilaca.

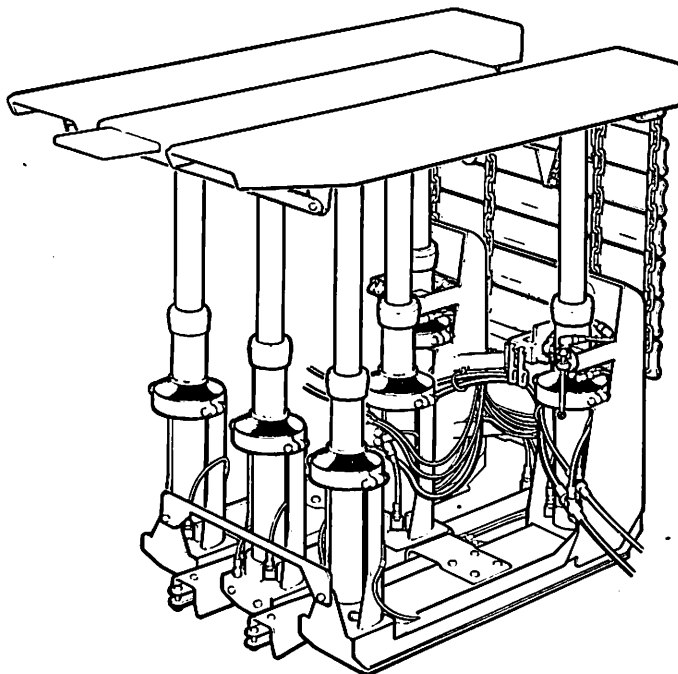
Za bliža obaveštenja obratiti se na Jugoslovensko društvo za mehaniku stena i podzemne radove, prof. B. Kujundžiću ili B. Čoliću, Beograd, Bulevar vojvode Mišića 43, tel. 50-711.

B. K.

RUDARSKA OPREMA DOWTI ODGOVARA SVIM SLOJNIM USLOVIMA

PODGRADNI BLOKOVI ZA MOĆNE SLOJEVE

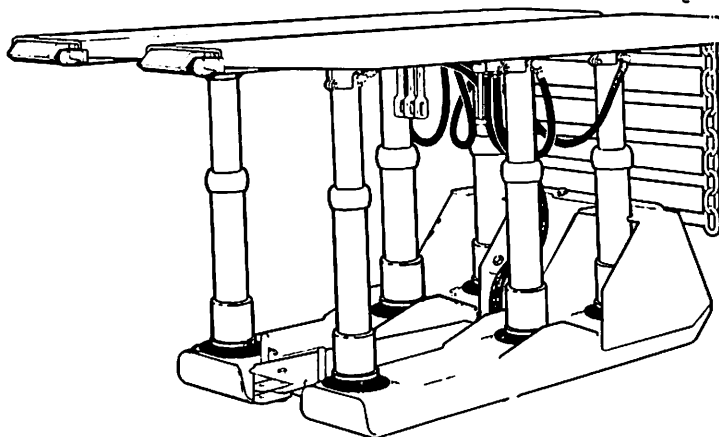
Ovo je dograda koja automatski napreduje, koja je podešena za slojeve od 213,36 cm do 365,76 cm i koja pruža stabilnost i rano podgrađivanje unapred. Stabilnost i samodejno upravljanje za nagibe bez dodatnih veza. Široko pokrivanje stropa — samo 3,81 cm između sljenjača i 12,7 cm između susjednih blokova podgrade. Dvostupačni okvir čini vodiču za spoljni blok kako bi se osiguralo držanje podgrade u liniji. Minimalna otvorenost stropa pri napredovanju podgrade — 60,96 cm je ujedno maksimalna u bilo koje vreme upotrebe. Spoljna jedinica je stabilna sve do 304,8 cm visine i do 21° nagiba. Za moćnije slojeve i strmije nagibe je na raspolaganju dodatni pribor protiv prevrtanja.



PODGRADNI BLOKOVI ZA SREDNJE MOĆNE SLOJEVE

Upotrebljava se za eksploatacione visine koje se kreću od 106,68 cm do 198,12 cm. Stupci su udubljeni u grede kako bi se postiglo što veće moguće kretanje. Čvrste sljenjače odupiru se prodiranju u tlo i povećavaju stabilnost. Nezávisno ili prosto upravljanje stupcima sa opružnim vraćanjem do neutralnog položaja. Dvostrano dejstvujući povratni okvir centralizuje podgradni blok i dozvoljava čišćenje priljavštine između podinskih greda. Prethodno opterećeni okviri zbog sigurnog naknadnog upravljanja stupaca. Konstrukcija zadnje strane koja spaja podinske grede štiti takođe od ispiranja otpadaka. Prema izboru moguć podupirač za neposredno podgrađivanje stropa unapred. Krute ili člankasto spojene grede.

Takođe se mogu dobiti BLOKOVI ZA PODGRAĐIVANJE TANKIH SLOJEVA sa visinom koja se kreće od 68,58 cm do 137,16 cm i koji su podesni za strme slojeve. Imaju dugačak korak, lak pristup do mašinskih delova, maksimalno hidrauličko pomeranje i provetravanje.

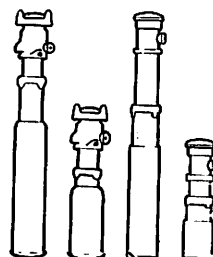


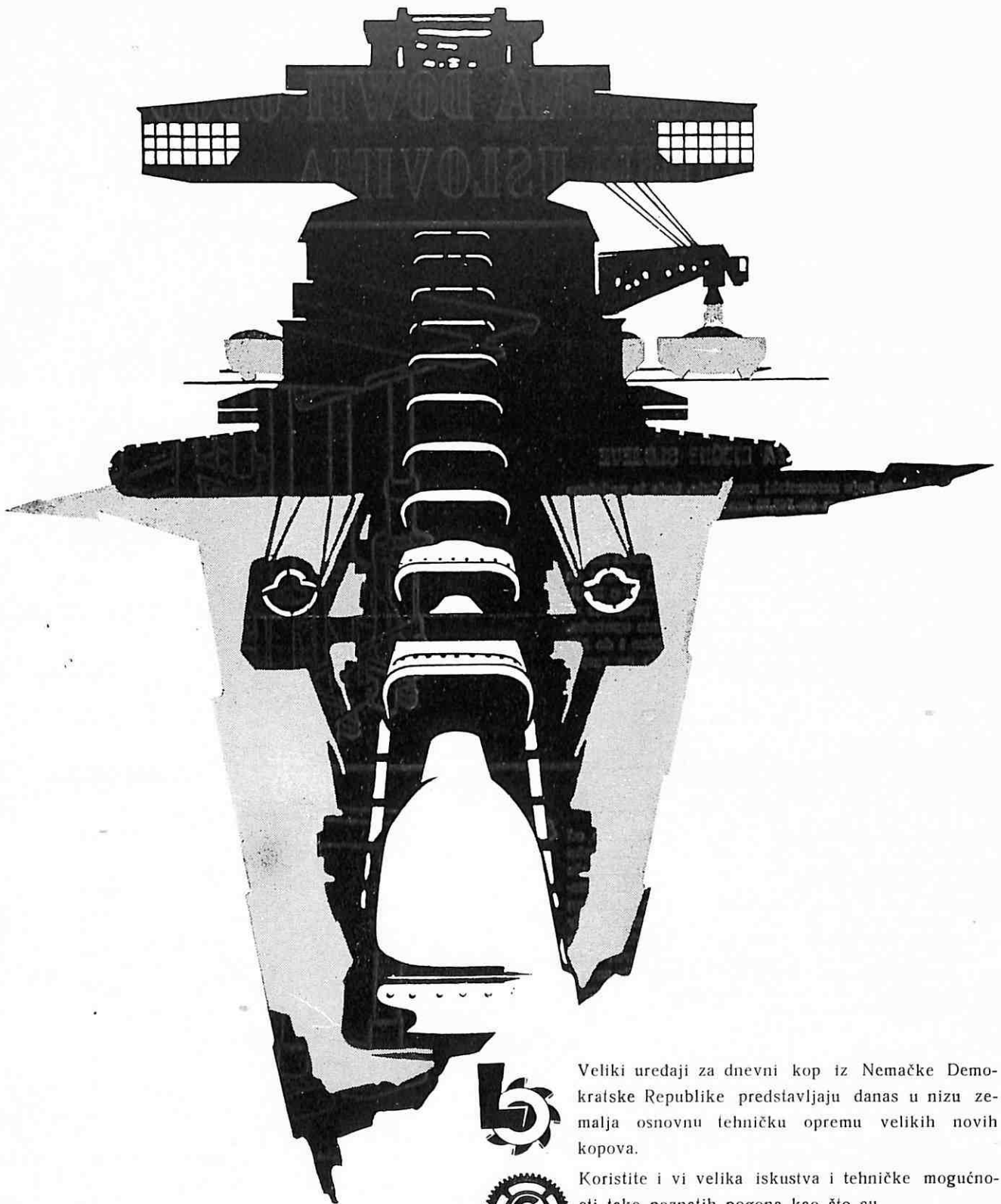
HIDRAULIČKI STUPCI

Niz čvrsto izrađenih stupaca koji imaju dugi vek trajanja, niske troškove održavanja te lako i bezbedno izvlačenje.

»DUKE« 20 ili 25 t — najčvršći, najefikasniji i najtraženiji stupac na svetu. Osam osnovnih dimenzija sa izmenljivim produženjem pri stropu za slojeve od 60,96 cm do 215,9 cm.

»DUCHESS« 20 t — niski troškovi — za slojeve od 60,96 cm do 304,8 cm.





Veliki uređaji za dnevni kop iz Nemačke Demokratske Republike predstavljaju danas u nizu zemalja osnovnu tehničku opremu velikih novih kopova.



Koristite i vi velika iskustva i tehničke mogućnosti tako poznatih pogona kao što su



VEB Schwermaschinenbau Lauchhammerwerk

VEB Schwermaschinenbau Georgij Dimitroff Magdeburg

VEB Förderanlagenbau Köthen



Deutscher Innen- und Aussenhandel

MASCHINEN-EXPORT

108 Berlin, Mohrenstrasse 61
Nemačka Demokratska Republika

ZASTUPNIK ZA SFRJ
OMNICOMMERCE
BEOGRAD, LOLE RIBARA 22/1

SIGURNOST I POUZDANOST

nepromenjivi uslovi rada u rovovima.

Ventilatori glavnog provetranja tipovi BOK I BOKD odlikuju se:

- visokim koeficijentom korisnog učinka
- većim dijapazonom regulacije proizvodnje i vazdušnog pritiska
- jednostavnom montažom
- pouzdanosti u radu

Ventilatori lokalnog provetranja tipa SVM i »Prohodka«

- jednostavne i čvrste konstrukcije
- primena specijalnih legura i vatrootalnih obloga osiguravaju sigurnost od eksplozija
- mogu se postavljati u okomitom i kosom položaju
- jednostavni za transport i montažu prema uslovima rova.

Osobito u rovovima i rudnicima opasnom po gasu i prašini, gde nije moguća primena električnih ventilatora, nezamenjivi su pneumatski ventilatori tipa BMP-4, snabdeveni regulatorom proizvodnje.

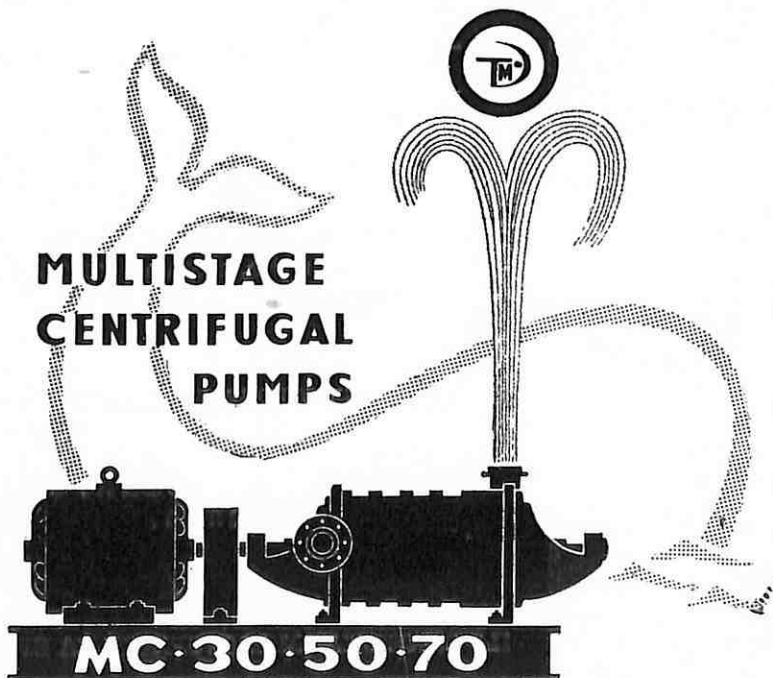
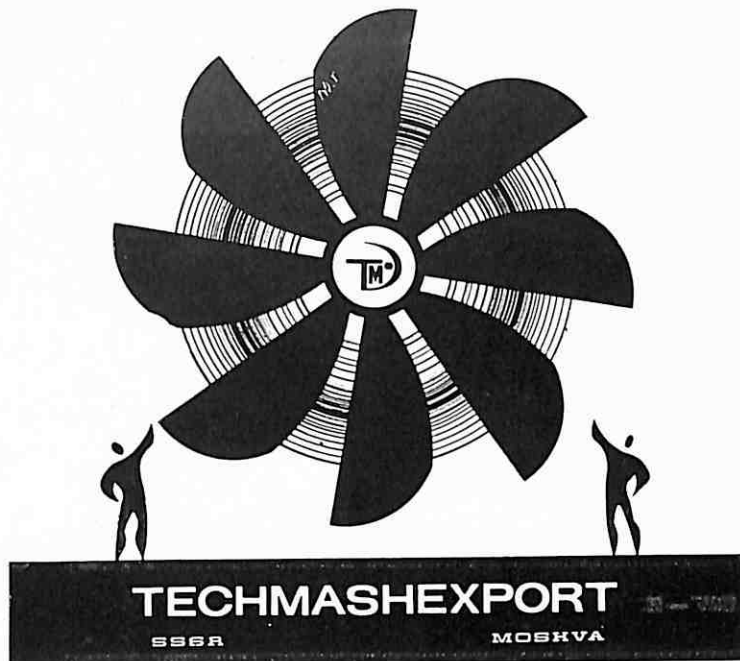
Uvereni smo, da će naši ventilatori u potpunosti zadovoljiti Vaše zahteve.

Sve informacije daje

Zastupnik za SFRJ:

KONTINENTAL • BEOGRAD • Terazije 27/VI

Predstavništva: Zagreb • Ljubljana • Sarajevo



SEKCIONE PUMPE TIPA »MS«

NAMENJENE ISISAVANJU VODE u ugljenokopima, rudnicima i drugim granama industrije.

Visoki koeficijent korisnog učinka
Pouzdanost u radu
Mali rashodi u eksploataciji

Korisne odlike prema drugim sličnim pumpama.

Dijapazon proizvodnosti 22—400 m³/čas.

Pritisak 30—1230 m vode.

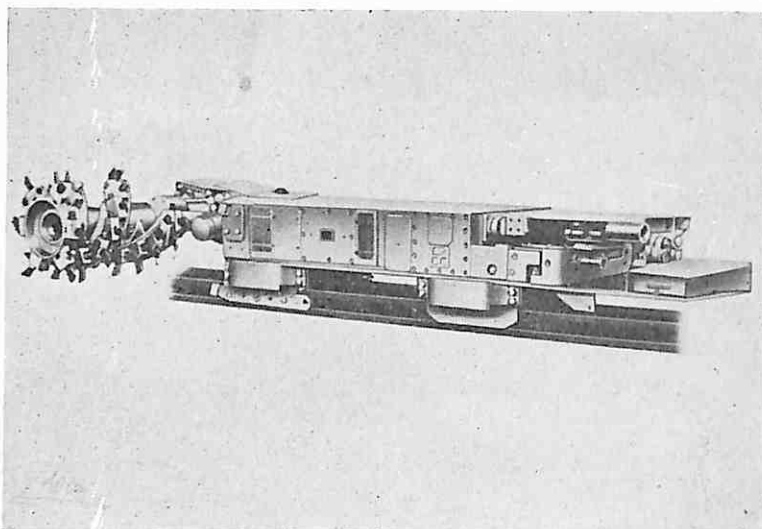
Detaljne informacije možete dobiti od

Zastupnika za SFRJ:

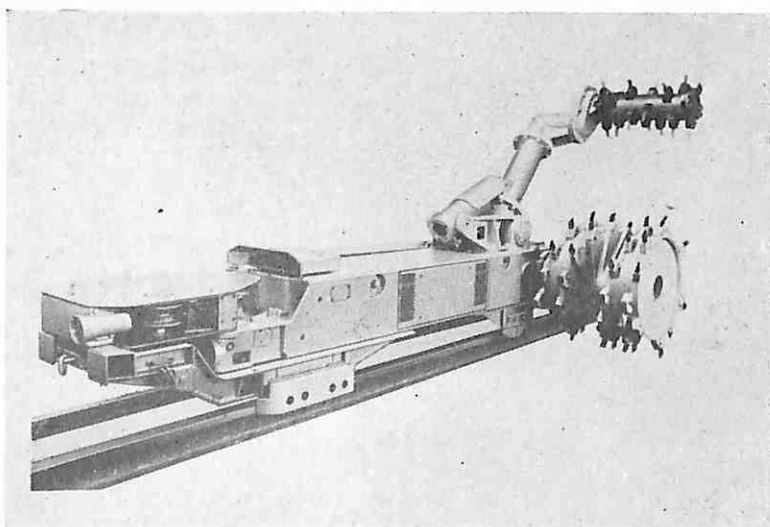
KONTINENTAL • Beograd • Terazije 27/VI

Predstavništva: Zagreb • Ljubljana • Sarajevo

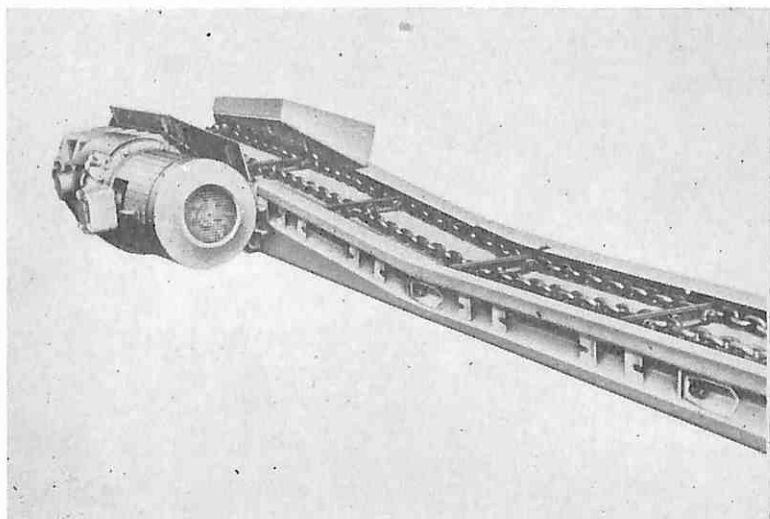
TECHMASHEXPORT



Kombajn KSV — 33



Kombajn KSV — 80



Grabuljasti transporter TH — 30

NAJVIŠA TEHNIKA U NAJDUBLJIM SLOJEVIMA ZEMLJE

MAŠINE KOJE ZNAČE

- kapacitet
- sigurnost
- rentabilnost

MAŠINE ZA MODERNO DOBIJANJE MINERALA

- zasekačice
- kombajni za uglj
- skreperi
- transportni uređaji
- motori na komprimirani vazduh
- ostali uređaji i postrojenja za preradu uglja, metala i nemetala.

ZA SVA OBAVEŠTENJA I PONUDE
OBRATITE SE UVOZNIKU

„STROJEXPORT“
PRAHA

ILI GENERALNOM ZASTUPNIKU ZA SFRJ

»BALKANIJA«
Beograd

Gračanička 14. tel. 629-588.



ALPINE

Postrojenje za sušenje uglja KOSOVO sagradila je ALPINE Maschinenfabrik Zeltweg i pustila u rad. Iz širokog programa proizvodnje treba navesti između ostalog postrojenja za pripremanje mineralnih sirovina, postrojenja za rešetanje i transportna postrojenja za ugalj, rude i tvrde stene.

Osim toga, proizvodimo za rad u jami kompletna hidraulička postrojenja za široka čela; utovarače za široka čela, čelične lukove za pogađivanje hodnika, sve vrste transportnih sredstava kao i izvozna postrojenja za okna.

**ÖSTERREICHISCH — ALPINE
MONTANGESSELLSCHAFT**

Wien I., Friedrichstr. 4, Tel. 57 76 76 —

Telegrami: Comalp Wien, Teleks: 1828

Adresa za pisma A-1011 Wien, pošt. fah 91

Iz štampe je izašla knjiga:

Dipl. ing. Momčilo Simonović

»Buldožeri, skreperi i postrojenja za dubinsko bušenje na površinskim kopovima«

Izdavač: Rudarski institut — Beograd, (Zemun) Batajnički put br. 2.

U knjizi su opisani važniji radovi koji se mogu uspešno da izvode ovim pomoćnim mašinama na površinskim otkopima, radni procesi pojedinih mašina, otpori koji se javljaju pri radu, dimenzionisanje radnih organa mašina, režim rada i izbor najpogodnijeg režima, prorčuni kapaciteta, održavanje itd.

Knjiga je namenjena studentima rudarstva, diplomiranim rudarskim inženjerima, koji se bave površinskom eksploatacijom, kao i drugim stručnjacima i predstavlja prvu štampanu knjigu na našem jeziku iz serije: Mašine i uređaji za površinsku eksploataciju i transport, koja će u toku drugog polugođa 1967. izaći iz štampe u celosti.

TEHNIČKI REDAKTOR I KOREKTOR: M. MARKOVIĆ I M. PETROVIĆ — NASLOVNA
STRANA: A. KATUNARIĆ — SLIKA NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO
U RUDARSKOM INSTITUTU BEOGRAD) — FOTO: S. RISTIĆ

