

2^{BROJ}
64^{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

IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIE
ŠTAMPARIJA: „BRANKO ĐONOVIĆ“, GUNDULIĆEV VENAC 25, BEOGRAD



2 BROJ
64 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

Dipl. ing. MOCO SUMBULOVIĆ, sekretar Saveta industrije i rudnika nemetala Savezne privredne komore, Beograd.

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA:

- Dipl. ing. ALEKSANDAR BLAŽEK, viši savetnik, saradnik Rudarskog instituta u Beogradu.
- Dipl. ing. MIODRAG ČEPERKOVIĆ, generalni direktor preduzeća „Rudnici i železare Smederevo“, Beograd.
- Dipl. ing. SLAVKO DULAR, savetnik u Udruženju jugoslovenskih železara, Beograd.
- Dipl. ing. KIRILO ĐORĐEVIĆ, direktor projektantskog zavoda „Projmetal“, Beograd.
- Dipl. ing. BLAGOJE FILIPOVSKI, načelnik Odeljenja za rudarstvo Sekretarijata za industriju SR Makedonije, Skopje.
- Dipl. ing. BRANKO GLUŠČEVIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.
- Dipl. hem. NIČIFOR JOVANOVIĆ, naučni saradnik, upravnik Biroa za analitičku hemiju u Rudarskom institutu, Beograd.
- Dipl. ing. VJEKOSLAV KOVAČEVIĆ, savetnik, poslovno udruženje „Rudarstvo“, Sarajevo.
- Dr ing. ĐURA LESIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.
- Dipl. ing. IVO MARINOVIĆ, savetnik u Sekretarijatu za industriju IV SR Hrvatske, Zagreb.
- Dr ing. DRAGOMIR MALIĆ, redovni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.
- Dipl. ing. JOVAN MIHAJLOVIĆ, viši stručni saradnik, upravnik Zavoda za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd.
- Dipl. ing. RISTO MISITA, viši savetnik Jugoslovenskog zavoda za standardizaciju, Beograd.
- Dipl. ing. LJUBOMIR NOVAKOVIĆ, viši stručni saradnik, upravnik Zavoda za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd.
- Dipl. ing. TVRTKO ODIĆ, sekretar Saveta za metalurgiju i nemetale Privredne komore SR Srbije, Beograd.
- Dipl. ing. MIRKO PERIŠIĆ, direktor Rudarskog instituta, Beograd.
- Dipl. ing. MILORAD PETROVIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.
- Dipl. ing. BOŽIDAR POPOVIĆ, naučni savetnik, Beograd.
- Dr ing. KAREL SLOKAN, redovni profesor Fakulteta za rudarstvo, metalurgiju i hemijsko tehnologiju, Ljubljana.
- Dipl. ing. BORISLAV SPASOJEVIĆ, predsednik Saveta za energetiku Privredne komore SR Srbije, Beograd.

Ekonomika

DIPL. ING. MOCO SUMBULOVIĆ

Jugoslovensko rudarstvo i metalurgija u 1963. godini — — — — — 91

DIPL. EKONOM. UGLJEŠA DIMITRIJEVIĆ

Tržište obojenih metala u 1963. godini — — — — — 97

Iz istorije rudarstva

DR VASILJE SIMIĆ

Pronalaženje bakarnog rudišta u Boru — — — — — 101

Kongresi i stručna putovanja

DIPL. ING. RUDI AHČAN

*Zasedanje grupe eksperata za produktivnost pri Komitetu za uglj Ekono-
mske komisije za Evropu, Ženeva, 1964. godine* — — — — — 113

Prikazi iz literature — — — — — 115

Iz domaćih i stranih časopisa — — — — — 121

Princip klasifikacije transportnih traka kod glavnog jamskog transporta i određivanje tehničkih i konstruktivnih karakteristika traka

(sa 1 slikom)

Prof. ing. Vasilije Pavlović

Uvod

U savremenom rudarstvu glavni jamski transport se, uglavnom, organizuje lokomotivskom vučom ili transportnim trakama. Druga transportna sredstva, kao što su jamske žičare, ulaze u već zastarele sisteme i mogu se primenjivati za relativno malu proizvodnju, dok hidraulični transport dolazi u obzir kod specifičnih jamskih uslova i samo za neke vrste rudničkih proizvoda. Prema tome, ostaju kao glavna transportna sredstva u jami lokomotiva i traka.

Lokomotivska vuča dolazi, uglavnom, u obzir kod srednjih proizvodnji, ali primenom velikih vozila može se savladivati i najveća proizvodnja. Kod dugačkih transportnih putanja, koje u jami dostižu dužinu i preko 5 km, lokomotivska vuča je najekonomičnija i jedino opravdana u takvim slučajevima.

Transportne trake se primenjuju u najvećoj proizvodnji i za transportne putanje koje idu do 1,5 km, izuzetno do 2 km.

Cilj je ovom izlaganju da se razmotri i proučava organizacija glavnog transporta u jami pomoću traka, i da se iznesu izvesni principi, na osnovu kojih se može izvršiti klasifikacija transportnih traka, a prema raznim kapacitetima transporta. Isto tako, na

bazi ove klasifikacije, mogu se odrediti najpribližnije tehničke i konstruktivne karakteristike traka.

Transport trakama po horizontalnim putanjama

Ovde će biti reči o transportnim putanjama od 500 do 1500 m za prevoz uglja ili lake rude čija specifična težina ne prelazi $1,2 \text{ t/m}^3$ i za prevoz rude specifične težine $1,2$ do 2 t/m^3 .

Izbor širina traka i njihov kapacitet transporta

Analogno rešavanju problema organizacije transporta lokomotivama, prema citiranim radovima autora, a po principu usklađivanja veličina opreme, jamskih prostorija i dr., u zavisnosti od proizvodnje i dužine putanja, može se postupiti po istom principu i kod primene traka na glavnom transportu.

Kao što je poznato, časovni kapacitet trake (Q_h), izražen u t/h , zavisi od više faktora ili komponenata kao što su: širina trake i visina utovara, brzina prevoza i specifična težina proizvoda, koji se prevozi. Kod istih uslova, dužina putanje utiče na veličinu potrebne snage pogonskog motora, pa, razume se, i na potrošnju električne energije po je-

dinici težine prevezenih proizvoda. Dužina transportne putanje utiče i na konstrukciju traka, pogonskih i zatezних stanica.

Da bi se i ovde mogao primeniti princip usklađivanja veličina, o kome je bilo reči u prethodnom izlaganju, i eliminisanja odnosno fiksiranja izvesnih neodređenih faktora, koji ovde dolaze u obzir, treba između svih tih faktora pronaći logičnu vezu odnosno međusobnu zavisnost, koja među njima postoji ili može postojati.

U daljem izlaganju će se ovde, uglavnom, posmatrati samo konkavne trake, koje se isključivo primenjuju u jamskom pogonu, a isto tako i na površinskim otkopima za prave putanje.

Pod pretpostavkom, da između širine trake (l) i visine utovara (h) postoji linearni (proporcionalni) odnos, što većina autora prihvata, a što je i logično, faktor visine utovara se može eliminisati ($h = k \cdot l$), te se časovni kapacitet trake može odrediti iz poznatog odnosa:

$$Q_h = k \cdot l^2 \cdot v \cdot \gamma \quad (t/h)$$

gde su:

- k — koeficijent proporcionalnosti
- l — širina trake, m
- v — brzina prevoza, m/sek
- γ — specifična težina proizvoda t/m^3 .

Neki ruski autori daju koeficijentu k sledeću vrednost:

$$k = 310 \text{ — za ugalj i laku rudu}$$

$$k = 338 \text{ — za rudu.}$$

Iz toga proizlazi:

$$Q_h = 310 l^2 \cdot v \cdot \gamma \quad \text{za ugalj}$$

$$Q_h = 338 l^2 \cdot v \cdot \gamma \quad \text{za rudu.}$$

Neki nemački autori daju sledeći obrazac za obračunavanje časovnog kapaciteta traka:

$$Q_h = 440 (0,9 \cdot l - 0,05)^2 \cdot v \cdot \gamma$$

Ako se uporede ova dva obrasca (ruski i nemački), vidi se, da se po dobivenim rezultatima za časovni kapacitet slabo razlikuju. Tako, ako se uzmu, na primer, 3 veličine širina traka: $l = 650$ mm, 800 mm i 1000 mm, širine odgovaraju nemačkom odnosno evropskom standardu, pod pretpostavkom $v = 1$ m/sek i $\gamma = 1$ t/m^3 , dobiće se sledeći uporedni rezultati za časovni kapacitet, po jednom i drugom obrascu:

ruski obrazac

$$\text{širina trake } 650 \text{ mm; } Q_h = 131 \text{ t/h}$$

$$\text{širina trake } 800 \text{ mm; } Q_h = 198 \text{ t/h}$$

$$\text{širina trake } 1000 \text{ mm; } Q_h = 310 \text{ t/h}$$

nemački obrazac

$$\text{širina trake } 650 \text{ mm; } Q_h = 126 \text{ t/h}$$

$$\text{širina trake } 800 \text{ mm; } Q_h = 198 \text{ t/h}$$

$$\text{širina trake } 1000 \text{ mm; } Q_h = 317 \text{ t/h}$$

Pošto se dobiveni rezultati neznatno razlikuju, to će se u daljem izlaganju primenjivati samo prvi (ruski) obrazac.

Kao što je bio eliminisan faktor visina utovara (h), može se isto tako eliminisati i faktor brzina (v). Zbog pravilnog odvijanja glavnog jamskog transporta i bezbednosti u jami, može se usvojiti ista brzina prevoza kod svih veličina i dužina traka, i to:

$$v = 1,5 \text{ m/sek.}$$

Na ovaj način se eliminiše faktor brzina, te gornji obrazac za časovni kapacitet dobija sledeći oblik:

$$Q_h = k_1 \cdot l^2 \cdot \gamma \quad \text{— za ugalj}$$

$$Q_h = k_2 \cdot l^2 \cdot \gamma \quad \text{— za rudu.}$$

Koeficijenti k_1 i k_2 zavise i od usvojene brzine prevoza.

Ovde se pojavljuje kao neodređeni faktor i specifična težina proizvoda. Ako se najveći deo rudničkih proizvoda svrsta u dve kategorije i prema specifičnoj težini, onda se i ovaj faktor može eliminisati, i to:

I kategorija (ugalj):

$$\text{sp. tež. } 0,7\text{—}1,2; \text{ srednje: } 0,8 \text{ t/m}^3$$

II kategorija (rudu):

$$\text{sp. tež. } 1,2\text{—}2,0; \text{ srednje: } 1,6 \text{ t/m}^3$$

onda će definitivni opšti izraz za časovni kapacitet traka dobiti sledeći oblik:

$$Q_h = K_1 \cdot l^2 \quad \text{— za ugalj}$$

$$Q_h = K_2 \cdot l^2 \quad \text{— za rudu}$$

Koeficijenti (K_1) i (K_2), pored usvojene brzine, zavise i od specifične težine proizvoda.

Prema usvojenim vrednostima za brzinu i za specifične težine, dobiće se sledeći obrasci, i to:

$$Q_h = 370 \cdot l^2 \quad \text{— za uglj} \quad (1)$$

$$Q_h = 810 \cdot l^2 \quad \text{— za rudu} \quad (1^1)$$

Ovi obrasci mogu poslužiti i za obračunavanje kapaciteta traka na površinskim otkopima, samo što koeficijenti (K_1) i (K_2) imaju druge vrednosti, koje se mogu lako odrediti. Širine traka na površinskim otkopima, prema evropskom standardu, su: 1000 mm, 1200 mm i 2200 mm, dok je brzina prevoza 3,4 do 5,6 m/sek. Prema tome, ako se za sve ove trake usvoji ista brzina transporta, na primer 5 m/sek za sve dužine putanja, onda se lako mogu izračunati vrednosti koeficijenata (K_1) i (K_2) i dalje postupiti kao i kod jamskih traka.

U cilju lakšeg i bržeg objašnjenja, kao i boljeg razumevanja izloženih principa usklađivanja veličina i eliminisanja neodređenih komponenta, o čemu je u dosadašnjem izlaganju bilo reči, usvojiće se ovde i to privremeno, dok ne izađu jugoslovenski standardi traka, tri širine traka, koje odgovaraju evropskom standardu, i to:

traka I = 650 mm;

traka II = 800 mm;

traka III = 1000 mm.

Pomoću obrasca (1) i (1^1) lako se mogu izračunati časovni kapaciteti privremeno usvojenih traka. Ovi su rezultati uneti u tablicu 1.

Tablica 1

Časovni kapaciteti horizontalnih traka

γ t/m ³	v m/sek	Q_h			
		I (650) t/h	II (800) t/h	III (1000) t/h	
0,8	1,5	157	238	372	ugalj
1,6	1,5	343	520	810	ruda
0,8	2	210	318	497	ugalj
1,6	2	458	695	1080	ruda

Iz obrazaca (1) i (1^1), kao i iz tablice 1, lako se može odrediti odnos časovnih kapaciteta raznih traka, kao i isti odnos pri prevozu uglja i rude.

Odnos kapaciteta raznih traka:

$$Q_h^I : Q_h^{II} : Q_h^{III} = 1 : 1,515 : 2,36$$

ili

$$Q_h^{II} = 1,515 \cdot Q_h^I; Q_h^{III} = 2,36 \cdot Q_h^I$$

Odnos kapaciteta kod prevoza uglja i rude je:

$$\frac{810}{370} = 2,18 \text{ puta veći kod rude (118 \%)} \\ \text{nego kod uglja.}$$

Određivanje karakteristike izabranih traka

Iz dosadašnjeg izlaganja se vidi da časovni kapacitet traka, za izabranu brzinu i vrstu proizvoda, zavisi jedino od veličine (širine) trake. To je kvadratni odnos i on je dat izrazom:

$$Q_h = K \cdot l^2$$

ili

$$l = \sqrt{\frac{Q_h}{K}}$$

za uglj:

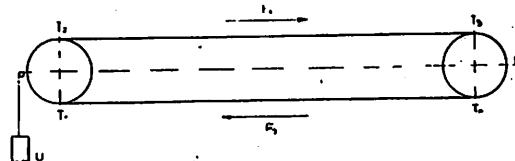
$$l = \sqrt{\frac{Q_h}{370}}$$

za rudu:

$$l = \sqrt{\frac{Q_h}{810}}$$

Vidi se, da dužina putanje ne utiče na kapacitet traka. Dužina putanje utiče na konstrukciju traka i na potrebnu snagu motora, a razume se i na potrošnju električne energije po 1 t prevezenih proizvoda.

Na slici 1 je data (šematski) dispozicija horizontalne trake, a simboli: (T_0), (T_1), (T_2) i (T_3) označuju naprezanja traka na karakterističnim tačkama putanje.



Sl. 1 — Šematski prikaz dispozicije horizontalne trake.

Fig. 1 — La schema de disposition de la band horizontale.

Idući zatvorenim kolom, počev od tačke (T_0) — tačke odvijanja trake od pogonskog bubnja, lako se mogu izračunati naprezanja traka u tim tačkama.

Da bi se odredile tehničke karakteristike ovde privremeno izabranih traka, treba izvesti odgovarajuće obrasce za obračun vučnih sila i snaga pogonskih motora, za obračun maksimalnih naprezanja traka (T_{max}), prema kojima se određuje jačina i debljina

(broj uložaka) traka i najzad, obrazac za određivanje težina utega.

Vučna sila je data izrazom:

$$F = T_3 + F_1 - T_0;$$

$$F_1 = 0,02 (T_3 + T_0)$$

Najveće naprezanje traka se dobije izrazom:

$$T_{max} = T_3 + F_1;$$

$$F_1 = T_{max} - T_0$$

Težina utega je:

gde je

$$U = T_1 + T_2$$

$$T_2 = 1,1 T_1$$

Ako su:

- q — korisni teret, kg/m
- p — sopstvena težina trake, kg/m
- p₁ i p₂ — težina grupe valjaka na punoj i na praznoj strani trake, kg
- e₁ i e₂ — rastojanje grupe valjaka na punoj i na praznoj strani trake, kg
- i — broj uložaka trake
- L — dužina trake, m

onda će se dobiti:

$$T_3 = 1,1 (T_0 + F_2) + F_1$$

Vučna sila na punoj strani (F₁) i na praznoj strani (F₂) traka je:

$$F_1 = L \left(q + p \frac{p_1}{e_1} \right) \cdot f = L \cdot Q \cdot 0,05 \quad (2)$$

$$F_2 = L \left(p + \frac{p_2}{e_2} \right) \cdot f = L \cdot P \cdot 0,05 \quad (2)$$

gde su

$$Q = q + p + \frac{p_1}{e_1}; P = p + \frac{p_2}{e_2}; f = 0,05$$

Posle proračuna se dobija:

$$F = 0,142 \cdot T_0 + L (0,0561 \cdot P + 0,051 \cdot Q) \quad (3)$$

$$T_{max} = F + T_0 = 1,142 \cdot T_0 + L (0,0561 \cdot P + 0,051 \cdot Q) \quad (4)$$

$$U = 2,1 \cdot T_0 + 0,105 \cdot L \cdot P \quad (5)$$

Tehničke karakteristike traka. — Ovde je reč o konkavnim trakama i o privremeno izabranim širinama: traka I (650 mm), traka II (800 mm) i traka III (1000 mm).

U pogledu tehničkih karakteristika (težina i rastojanje valjaka, broj uložaka trake, snaga pogonskog motora itd.) one, kao što

je već rečeno, zavise od dužina transportnih putanja.

Prirodno je, da se za svaku dužinu putanja ne može izabrati posebna traka, već se klasifikacija traka može vršiti na osnovu nekoliko unapred izabranih dužina. Ako se usvoji, da se transportna traka može ekonomično primeniti u jami najviše za dužinu od 1500 m, onda se ovde predlažu sledeće dužine za klasifikaciju:

$$L = 500 \text{ m, } 1000 \text{ m i } 1500 \text{ m}$$

Iz obrazaca (3), (4) i (5) se vidi da tehnička karakteristika traka zavisi, za datu širinu, od putanje i vrste proizvoda.

Ovde će se usvojiti neke približne karakteristike, prema konstrukcijama traka u SSSR-u i Zapadnoj Nemačkoj, a to se odnosi na težinu i rastojanje valjaka, kao i broj uložaka; kvalitet ili čvrstina traka će se odrediti, kao i korisni tereti i sopstvena težina traka.

Prema tome, usvajaju se za dalje proračune sledeće tehničke karakteristike privremeno izabranih traka, koje su unete u tablicu 2.

Tablica 2

Tehničke karakteristike horizontalnih traka 650 mm, 800 mm i 1000 mm, dužine 500 do 1500 m.

№	l mm	v m/sek	L m	i	Težina valjaka		Rastojanje valjaka	
					p ₁ kg	p ₂ kg	e ₁ m	e ₂ m
1	650	1,5	500	4—6	30	20	1,4	1,8
			1000	6—8				
			1500	8—10				
2	800	1,5	500	4—6	40	27	1,2	2,4
			1000	6—8				
			1500	8—10				
3	1000	1,5	500	4—6	55	46	1,2	2,4
			1000	6—8				
			1500	8—10				

Primedba: U rubrici, „i” (broj uložaka) manji broj važi kod prevoza uglja, veći broj kod prevoza rude.

Određivanje pogonskih i konstruktivnih karakteristika traka. — Korisni tereti traka se određuje iz odnosa:

$$q = \frac{Q_h}{3,6 \cdot v} = \frac{Q_h}{5,4} \quad \text{kg/m}$$

Prema časovnim kapacitetima datim u tablici 1, za brzinu 1,5 m/sek, lako se izračunavaju korisni tereti odgovarajućih traka:

$$q = \frac{Qh}{5,4}$$

	Traka I kg/m	Traka II kg/m	Traka III kg/m
Ugalj	29	44	69
Ruda	63	96	150

Sopstvena težina traka se izračunava pomoću poznatog obrasca:

$$p = 1,1(d \cdot i + 4) \cdot l$$

gde je

d — debljina 1 uložka u mm,

l — širina u m.

Za izabrane trake dobijene su sledeće vrednosti njihovih sopstvenih težina:

$$p = 1,1(d \cdot i + 4) \cdot l$$

	Traka I kg/m	Traka II kg/m	Traka III kg/m
Ugalj (i = 4)	7	9	12
Ugalj (i = 6)	10	14	16
Ugalj (i = 8)	12	15	19
Ruda (i = 6)	10	14	16
Ruda (i = 8)	12	15	19
Ruda (i = 10)	14	18	22

Zbog većih naprezanja traka na dužim putanjama broj uložaka treba povećavati sa dužinom. Za 3 usvojene dužine transportnih putanja odgovaraće 3 debljine traka za ugalj i isto toliko za rudu. Prema tome, postojaće 4 varijacije debljina traka, jer su 2 debljine iste kod uglja i kod rude, ali njihov kvalitet nije isti, jer te trake istih debljina ne nose iste korisne terete, te će se razlikovati po kvalitetu uložaka (kučina, celulozna vlakna, veštačka svila i dr.). To znači, prema širini, debljini i jačini (kvalitetu) traka i vrsti proizvoda postojaće, za 3 dužine putanja, sledeći broj varijacija:

$$3 \cdot 1 \cdot 3 \cdot L \cdot 2 \cdot \gamma = 18 \text{ varijacija.}$$

Toliki će biti i broj varijacija snage pogonskog motora, pogonskih i zatezних stanica trake.

Broj varijacija preseka glavnih izvoznih hodnika iznosiće tri varijacije, jer postoje samo 3 širine traka.

Potrebno je za ovaj broj varijacija instalacija i opreme transportnih traka odrediti najpribližnije tehničke i pogonske karakteristike, koje mogu korisno poslužiti za izbor odgovarajućih konstrukcija, a isto tako ovi podaci mogu poslužiti za izbor standarda transporter sa trakom, kao i preseka hodnika i njihove opreme.

Standardnim trakama odgovaraju standardni preseki hodnika kao i njihove opreme, cene koštanja izrade i opreme hodnika itd. Svi ovi standardizovani elementi znatno uprošćuju izbor najpovoljnije opreme za transport (trake, mašine, instalacije), određivanje njihove nabavne cene i, ono što je najglavnije, znatno uprošćuju izradu projekata izgradnje jednog rudnika. Na ovaj način je moguće između mnogobrojnih rešenja, izabrati ono, koje je tehnički i ekonomski najopravdanije, te se planovi izgradnje rudnika svode skoro na jedan mehanički rad.

Iz ranije dobivenih podataka, mogu se izračunati vrednosti za ukupna opterećenja traka (kg/m) pune (Q) i prazne (P) strane.

$$Q = q + p + \frac{p_1}{e_1}$$

	Traka I kg/m	Traka II kg/m	Traka III kg/m
Ugalj	57,5	86,5	127
Ruda	94,5	143,5	212

$$P = p + \frac{p_2}{e_2}$$

	Traka I kg/m	Traka II kg/m	Traka III kg/m
Ugalj	14,5	20,5	31,5
Ruda	17,5	25,5	35,5

Ovim izlaganjem se iznosi princip klasifikacije transportnih traka kod jamskog pogona, za horizontalne putanje, te će se na primeru putanje od 500 m vršiti dalji obračun, sa elementima koji su analitičkim putem dobiveni. Analogno ovom principu može se izvršiti proračun i za putanje od 1000 m i 1500 m.

Pomoću obrasca (3) lako se mogu izračunati odgovarajuće vučne sile, pa prema tome i snaga pogonskih motora traka. Ovde po-

stoji jedan neodređeni faktor, a to je naprezanje na odmotnoj strani pogonskog bubnja (T_0), koje zavisi od uslova vuče i težine utega. Ovde će se postupiti obrnuto, to jest izabraće se prethodno sile (T_0), koje odgovaraju uslovima sigurnosti na klizanje trake na pogonskom bubnju, pa će se onda izračunati potrebna težina utega. Na ovaj način se najpravičnije bira težina utega. Preveliki uteg povećava naprezanje trake i zahteva jaču odnosno kvalitetniju i skuplju traku, a sa veličinom sile (T_0) ili utega (U), povećava se i vučna sila, pa i potrebna snaga motora.

Sili zatezanja (T_0) na odmotnom delu pogonskog bubnja mogu se dati privremeno izabrane vrednosti, iz kojih se mogu izračunati odgovarajuće težine utega. Zatim treba proveriti da li koeficijenti sigurnosti na klizanje trake na pogonskom bubnju (m) imaju veću vrednost od minimalne ($m_{min} = 1,2$). Ako privremeno izabrane vrednosti za (T_0) odnosno (U) ne odgovaraju, onda treba izabrati druge vrednosti za (T_0) i ponovo vršiti proveru, dok se ne dobiju povoljne vrednosti za koeficijent sigurnosti na klizanje.

Privremeno se usvajaju sledeće vrednosti za naprezanje (T_0):

	Traka I kg	Traka II kg	Traka III kg
Ugalj	700	1000	1500
Ruda	1000	1500	2200

Obrazac (3) za dužinu transporta od 500 m dobiće sledeći oblik:

$$F = 0,142T_0 + 28,05P + 25,5Q$$

Pomoću ovog obrasca obračunate su vrednosti vučne sile i to:

$$F = 0,142 T_0 + 28,05 P + 25,5 Q :$$

	Traka I kg/m	Traka II kg/m	Traka III kg/m
Ugalj	1972	2917	4348
Ruda	3032	4578	6712

Obrazac (5) za dužinu transporta od 500 m dobija sledeći oblik:

$$U = 2,1 (T_0 + F_2) = 2,1 T_0 + 0,105 \cdot 500 \cdot P = 2,1 T_0 + 52,5 P$$

Pomoću ovog obrasca obračunavaju se vrednosti utega i to:

$$U = 2,1 T_0 + 52,5 P$$

	Traka I kg	Traka II kg	Traka III kg
Ugalj	2230	3180	4800
Ruda	3020	4490	6460

Potrebno je sad proveriti da li koeficijent sigurnosti na klizanje trake na bubnju odgovara. Za ovaj obračun odnosno proveru nedostaje vrednost obuhvatnog ugla. Ako se kod svih traka i za sve dužine putanja usvoji isti obuhvatni ugao, na primer 540° , onda je lako izvesti proveru prema Euler-u. Usvajanje gornjeg obuhvatnog ugla uslovljava pogonska stanica sa dva pogonska i dva pomoćna bubnja. Koeficijent trenja na bubnju iznosi $f = 0,2$. Onda se vrednost koeficijenta sigurnosti na klizanje dobija iz odnosa:

$$m = \frac{T_0 (e^f \alpha - 1)}{F} = \frac{T_0 \cdot 5,56}{F}$$

Prema odgovarajućim vrednostima za (T_0) i (F), proračunom se dobijaju vrednosti za koeficijent (m) i to:

$$m = \frac{T_0 \cdot 5,56}{F}$$

	Traka I	Traka II	Traka III
Ugalj	1,98	1,90	1,92
Ruda	1,84	1,82	1,84

Iz ovoga se vidi da su svi koeficijenti (m) veći od najmanje dopuštene vrednosti (1,2). Prema tome, izabrane vrednosti za naprezanje (T_0) i izračunate vrednosti utega (U) potpuno odgovaraju, te se definitivno i usvajaju.

Snage pogonskih motora se izračunavaju iz odnosa:

$$N_{kw} = \frac{F \cdot v}{102 \cdot n_2} \cdot c = \frac{F \cdot 1,5}{102 \cdot 0,75} \cdot 1,25$$

gde je

c — koeficijent koji reguliše dinamički režim = 1,25

$$N_{kw} = 0,0246 \cdot F \quad (6)$$

Prema obrascu (6), za dužine putanja od 500 m, dobiće se odgovarajuće vrednosti za snagu pogonskih motora i to:

$$N_{kw} = 0,0246 \cdot F$$

	Traka I KW	Traka II KW	Traka III KW
Ugalj	50	75	110
Ruda	75	115	165

Izbor čvrstoće (kvaliteta) traka ($L = 500$ m). — Da bi se mogao odrediti kvalitet traka, za izabrane trake sa odgovarajućim brojem uložaka prema tablici 2, za date uslove vuče, potrebno je izračunati vrednosti maksimalnih specifičnih napreznja traka i to prema obrascu:

$$\sigma_k = \frac{10 \cdot T_{max}}{l \cdot i} \text{ kg/cm širine trake}$$

Maksimalna napreznja trake (T_{max}) određuju se iz obrasca (4):

$$T_{max} = F + T_0 = 1,142 T_0 + 28,05 P + 25,5 Q$$

Pomoću ovog obrasca i za $L = 500$ m, izračunate su vrednosti najvećeg napreznja raznih traka i to.

$$T_{max} = 1,142 T_0 + 28,05 P + 25,5 Q$$

	Traka I kg	Traka II kg	Traka III kg
Ugalj	2671	3917	5848
Ruda	4039	6078	8912

Za ovako dobijene vrednosti maksimalnih napreznja lako se izračunaju, prema gornjem obrascu za specifično napreznje, potrebne čvrstoće (kvalitet) raznih traka za $L = 500$ m i to:

$$\delta_k = \frac{10 T_{max}}{l \cdot i}$$

	Traka I kg/cm	Traka II kg/cm	Traka III kg/cm
Ugalj ($i = 4$)	103	122	146
Ruda ($i = 6$)	106	126	148

Iz gornjih rezultata za specifična napreznja vidi se, da obe trake, za ugalj i rudu, od 650 mm širine, moraju imati uloške od kućine ili od celuloznih vlakana (čvrstoća 110 do 120 kg/cm); obe, pak, trake za ugalj i rudu, II i III od 800 i od 1000 mm širine, moraju imati uloške od veštačke svile (čvrstoća 200 do 250 kg/cm).

Rezultati svih prethodnih proračuna, koji daju konstruktivne i pogonske karakteristike raznih traka za putanje od 500 m uneti su u tablicu 3.

Pomoću izvedenih obrazaca (3), (4), (5) i (6) lako se mogu odrediti tehničke i konstruktivne karakteristike traka za dužine putanja od 1000 m i 1500 m.

Na jednom numeričkom primeru pokazaoće se način korišćenja prethodno izvedenih obrazaca i tablica, a onda će se uvideti prednosti ove analitičke metode klasifikacije transportnih traka i način određivanja njihovih karakteristika. Kod projektovanja

Tablica 3

Konstruktivne i pogonske karakteristike horizontalnih traka za putanje od 500 m.

Traka №	Vrsta proizvoda	Težina trake, kg/m				F kg	U kg	T_{max} kg	m	δ_k kg/cm	N_{kw} KW	i	D_{min} mm
		q kg/m	p kg/m	Q kg/m	P kg/m								
I (650)	ugalj	29	7	57,5	14,4	1971	2230	2671	1,98	103	50	4	600
	ruda	63	10	94,5	17,5	2984	2965	3984	1,84	106	75	6	900
II (800)	ugalj	44	9	86,5	20,5	3022	3280	4022	1,90	122	75	4	600
	ruda	96	14	143,5	25,5	4508	4440	6008	1,82	126	115	6	900
III (1000)	ugalj	69	12	127	31,5	4258	5040	5758	1,92	146	110	4	600
	ruda	150	16	212	35,5	6907	6450	9107	1,84	148	165	6	900

Pr i m e d b a: Najmanji prečnik bubnja (D_{min}) treba da bude: $D_{min} = 150 \cdot i$

glavnog transporta trakama, izbor traka i njihov proračun, upravo određivanje njihovih karakteristika, postoji ovde samo mehanički posao i ne zahteva skoro nikakve proračune.

Ova metoda određivanja karakteristika transportnih traka može se primeniti i kod traka na površinskim otkopima, samo treba kod izvedenih obrazaca za jamske trake izmeniti neke parametre: širinu trake, brzinu prevoza i dr., što zahteva izvesnu korekciju izvedenih obrazaca i tablica.

Primer

Glavnim izvoznim hodnikom dužine 480 m potrebno je prevesti trakom 2500 t uglja u smeni, kao što je investicionim programom izgradnje rudnika predviđeno. Efektivno radno vreme trake je 7 sati.

Izabrati transportnu traku i odrediti njenu tehničku i konstruktivnu karakteristiku!

Rešenje:

U tablici 1 nalazi se odgovarajuća traka: traka N^o III (l=1000 mm); smenski kapacitet $7 \cdot 372 = 2604$ t/smena.

U tablici 2 nalazi se tehnička karakteristika izabrane trake: $L = 500$ m; $i = 4$ uloška; $p_1 = 55$ kg/m i $e_1 = 1,2$ m; $p_2 = 46$ kg/m i $e_2 = 2,4$ m.

U tablici 3 nalaze se i ostali pogonski podaci: $U = 5040$ kg; $T_{max} = 5758$ kg; $m = 1,92$; $F = 4258$ kg; $N_{kw} = 110$ KW; $\delta_k = 146$ kg/cm.

Kao što se vidi, potrebna je traka sa 4 uloška od veštačke svile.

Ovako dobijeni podaci mogu poslužiti dalje kod izrade projekta za određivanje preseka glavnog izvoznog hodnika, za instalacije u jami (pogonska i zatezna stanica u jami i dr.), izradu i opremu glavnog izvoznog hodnika, pa prema tome isti podaci mogu poslužiti za predeterminisanje cene koštanja transporta, kao i ukupnih troškova proizvodnje, kod izrade investicionih i glavnih projekata izgradnje rudnika.

Izložena metoda klasifikacije i određivanja karakteristika transportnih traka, u zavisnosti od kapaciteta proizvodnje i dužine putanja, može korisno poslužiti za izradu standarda transportnih traka i njihovih instalacija, kako za jamsku tako isto i za povr-

šinsku eksploataciju. Izvedeni obrasci i tablice mogu korisno poslužiti za verifikaciju i drugih vrsta traka, a naročito orijentaciono mogu biti od velike koristi konstruktorima rudarske opreme.

Kao što se iz ovog izlaganja vidi, ova analitička i racionalna metoda klasifikacije i određivanja karakteristika traka, može poslužiti kao baza za standardizaciju i mogućnost konstrukcije traka u našoj zemlji.

Transport traka po kosim putanjama

Ovde je, uglavnom, reč o izvoženju proizvoda, transportu sa nižeg na viši horizont i usponima koji ne prelaze 15°.

Kod horizontalnih putanja pogonski motor ima da savlađuje samo pasivne otpore, dok ovde dolaze u obzir i gravitacijske komponente.

Razmatraće se rad traka na usponima od 10° i od 15°.

Širine traka i njihov kapacitet

Kao i kod horizontalnih putanja ovde se posmatraju 3 širine trake i to: 650 mm, 800 mm i 1000 mm.

Kod kosih putanja, za padne uglove od 10° do 15° časovni kapacitet se smanjuje za 10%, što znači da na tim usponima treba za 10% manje opteretiti trake nego kod horizontalnih putanja.

Ranije izvedeni obrasci (1) i (1¹) moraju se korigovati i to:

$$\begin{aligned} \text{ugalj: } Q_h &= 370 \cdot l^2 \cdot 0,9 = 330 \cdot l^2 \quad (7) \\ \text{ruda: } Q_h &= 810 \cdot l^2 \cdot 0,9 = 729 \cdot l^2 \quad (7^1) \end{aligned}$$

U tablici 4 dati su odgovarajući časovni kapaciteti za kose putanje.

Tablica 4

Časovni kapaciteti traka za kose putanje (10°—15°)

Y t/m ³	v m/sek	Q _h		
		I (650) t/h	II (800) t/h	III (1000) t/h
0,8	1,5	141	214	334
1,6		310	460	730
0,8	2,0	199	286	447
1,6		413	625	972

Tehničke karakteristike traka. — Težine valjaka i njihova rastojanja, na punoj (tovarnoj) i na praznoj strani, ostaju isti kao i kod horizontalnih traka. Ovde se menjaju (smanjuju) korisni tereti (za 10^{0/0}) i zbog većih naprezanja na kosim putanjama trake moraju biti jače, što će reći deblje ili boljeg kvaliteta, pa se prema tome i menja njihova sopstvena težina (p).

Tehničke karakteristike date u tablici 2 važe i za ove trake. Broj uložaka ovih traka će biti:

i — za ugao 10⁰ (broj uložaka):

ugalj 6 uložaka za sve trake
ruda 8 uložaka za sve trake

i — za ugao 15⁰ (broj uložaka):

ugalj 8 uložaka za sve trake
ruda 10 uložaka za sve trake

Korigovani korisni tereti q biće:

q (kg/m)

	Traka I kg/m	Traka II kg/m	Traka III kg/m
Ugalj	26	38,5	62
Ruda	56,5	86	135

Korigovani ukupni tereti na punoj strani (Q) iznosiće:

Q (kg/m)

	Traka I kg/m	Traka II kg/m	Traka III kg/m
Ugalj	57,5	84	123
Ruda	90	134,5	199

Korigovani ukupni tereti na praznoj strani (P) iznosiće:

P (kg/m)

	Traka I kg/m	Traka II kg/m	Traka III kg/m
Ugalj	17,5	23,5	34,5
Ruda	19,5	26,6	37,5

Sopstvene težine trake p uzete su prema dogovarajućem broju uložaka.

Određivanje pogonskih i konstruktivnih karakteristika. —

Izrazi za vučne sile, na punoj i praznoj strani, ovde se, zbog padnog ugla, menjaju i to:

$$F_1 = L \cdot Q (f \cdot \cos \varphi + \sin \varphi)$$

$$F_2 = L \cdot P (f \cdot \cos \varphi - \sin \varphi)$$

Za izvestan padni ugao (φ) vučna sila na praznoj strani će biti jednaka nuli, a posle povećavanjem ugla ista sila postaje negativna. Vrednost tog graničnog ugla se dobije iz odnosa:

$$F_2 = L \cdot P (f \cdot \cos \varphi_0 - \sin \varphi_0) = 0$$

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = f = 0,05$$

$$\varphi_0 = 2^\circ 50'$$

$$f \cdot \cos 2^\circ 50' + \sin 2^\circ 50' = 0,0986$$

Prema obrascu (3) vučna sila će biti:

$$F = 0,142 \cdot T_0 + L \cdot Q \frac{0,051}{0,05} \cdot 0,0986$$

$$F = 0,142 \cdot T_0 + 0,1 \cdot L \cdot Q \quad (8)$$

Prema obrascima (4) i (5) dobija se:

$$T_{max} = 1,142 \cdot T_0 + 0,1 \cdot L \cdot Q \quad (9)$$

$$U = 2,1 \cdot T_0 \quad (10)$$

U daljem izlaganju razmatraju se putanje od L = 500 m za uspone od 10⁰ i 15⁰.

Uspun 10⁰

$$F_1 = 0,22284 \cdot L \cdot Q$$

$$F_2 = -0,12436 \cdot L \cdot P$$

Uz pomoć obrazaca (3), (4), (5) i (6) dobija se:

$$F = 0,142 \cdot T_0 + L \cdot (0,23 \cdot Q - 0,14 \cdot P) \quad (11)$$

$$T_{max} = 0,142 \cdot T_0 + L \cdot (0,23 \cdot Q - 0,14 \cdot P) \quad (12)$$

$$U = 2,1 \cdot T_0 - 0,26 \cdot L \cdot Q \quad (13)$$

Pomoću obrasca (6) dobija se:

$$N_{kw} = 0,0246 [0,142 \cdot T_0 + L \cdot (0,23 \cdot Q - 0,14 \cdot P)] \quad (14)$$

Uspun 15⁰

$$F_1 = 0,3071 \cdot L \cdot Q$$

$$F_2 = -0,2105 \cdot L \cdot P$$

Pomoću istih obrazaca (3), (4), (5) i (6) dobiće se:

$$F = 0,142 \cdot T_0 + L \cdot (0,313 \cdot Q - 0,236 \cdot P) \quad (15)$$

$$T_{max} = 1,142 \cdot T_0 + L \cdot (0,313 \cdot Q - 0,236 \cdot P) \quad (16)$$

$$U = 2,1 \cdot T_0 - 0,441 L \cdot P \quad (17)$$

$$N_{kw} = 0,0246 [(0,142 \cdot T_0 + L (0,313 \cdot Q - 0,23 \epsilon \cdot P))] \quad (17)$$

I ovde se uvek pojavljuje neodređeni faktor (T_0), pa će se za njegovo određivanje postupiti isto kao i kod horizontalnih putanja. Naime, određiće se privremene vrednosti za (T_0) i proveriti koeficijent sigurnosti na klizanje trake na pogonskim bubnjevima.

Dalje se posmatraju slučajevi za uspon od 10° i dužine putanja od 500 m. Po istom principu se može pristupiti proračunima za druge putanje i ugao od 15° .

Uzimaju se privremene vrednosti za naprezanje (T_0).

Naprezanje (T_0):

	Traka I kg	Traka II kg	Traka III kg
Ugalj	1800	2700	3800
Ruda	3000	4500	6300

Pomoću obrasca (11) odrede se vrednosti vučnih sila:

Vučna sila (F):

	Traka I kg	Traka II kg	Traka III kg
Ugalj	5406	8214	12140
Ruda	9327	14160	21100

Iz obrasca (12) lako se izračunavaju vrednosti maksimalnih naprezanja traka:

Maksimalno naprezanje (T_{max}):

	Traka I kg	Traka II kg	Traka III kg
Ugalj	7206	10914	15940
Ruda	12327	18660	27400

Vrednosti težine utega se izračunavaju pomoću obrasca (13):

Uteg (U):

	Traka I kg	Traka II kg	Traka III kg
Ugalj	1530	2620	3500
Ruda	3760	6000	8350

Provera koeficijenta sigurnosti na klizanje i određivanje čvrstoće (kvaliteta) traka. — Isto kao i kod horizontalnih traka proveriće se svi koeficijenti sigurnosti na klizanje pod pretpostavkom da se pogonske stanice sastoje od po 2 pogonska valjka sa obuhvatnim uglom od 540° .

Prema Euler-u, dobijaju se sledeće vrednosti koeficijenta sigurnosti na klizanje:

Koeficijent sigurnosti na klizanje (m):

	Traka I	Traka II	Traka III
Ugalj	1,85	1,83	1,74
Ruda	1,80	1,78	1,67

Prema tome, izabrane vrednosti za naprezanje (T_0) odnosno za utege (U) potpuno odgovaraju, jer je koeficijent (m) uvek veći od 1,2.

Čvrstina trake ili njen kvalitet određuje se kao i kod horizontalnih traka, pod uslovom koeficijenta sigurnosti na kidanje trake 10. Računom se dobijaju sledeće vrednosti:

Čvrstoća traka na kidanje (δ_k):

	Traka I kg/cm	Traka II kg/cm	Traka III kg/cm
Ugalj ($i = 6$)	185	227	265
Ruda ($i = 8$)	237	288	334

Vidi se, da sve ove trake moraju biti izrađene sa ulošcima od veštačke svile.

Snaga pogonskih motora se izračunava iz obrasca (14):

Snaga motora (N_{kw}):

	Traka I KW	Traka II KW	Traka III KW
Ugalj	135	205	300
Ruda	230	350	520

Rezultati svih ovih proračuna uneti su u tablicu 5.

Za dužinu putanje od 500 m i padni ugao od 10° broj varijacija instalacija transportnih traka iznosiće:

$$3 \cdot 1 \cdot 2 \gamma \cdot 1 L \cdot 1 \varphi = 6 \text{ varijacija}$$

Za svaki padni ugao i svaku dužinu putanje biće 6 varijacija instalacija.

Tablica 5

Konstruktivne i pogonske karakteristike traka za kose putanje i uspone od 10° (L = 500 m)

Traka №	Vrsta proizvoda	Težina trake, kg/m				F kg	U kg	T _{max} kg	m	δ _k kg/cm	N _{kw} KW	i	D _{min} mm
		Q kg/m	P kg/m	q kg/m	p kg/m								
I	ugalj	57,5	17,5	26	10	5406	1530	7206	1,85	185	135	6	900
	ruda	90	19,5	56,5	12	9327	3760	12327	1,80	237	230	8	1200
II	ugalj	84	23,5	38,5	12	8214	2620	10914	1,83	227	205	6	900
	ruda	134,5	26,5	86	15	14160	6000	18660	1,78	288	350	8	1200
III	ugalj	123	34,5	62	15	12140	3500	15940	1,74	265	300	6	900
	ruda	199	37,5	135	18	21100	8350	27400	1,67	334	520	8	1200

Ako se klasifikacija vrši za 2 dužine putanja (300 m i 500 m) i dva padna ugla (10° i 15°), onda će broj varijacija instalacija traka iznositi:

$$6 \cdot 2 \cdot 2 = 24 \text{ varijacije}$$

Ukoliko se usvoji samo padni ugao od 15° s tim, da iste trake služe i za ugao od 10°, onda se broj varijacija (za L = 300 m i L = 500 m) smanjuje na polovinu, to jest na 12 varijacija.

Zaključak

Izložena metoda klasifikacije transportnih traka i određivanje njihovih karakteristika pruža mogućnost jednostavnog i racionalnog rešavanja problema organizacije jamskog transporta trakama.

Radi pravilnog odvijanja transporta kao i zbog sigurnosti, usvojena je za sve trake i sve putanje ista brzina prevoza: 1,5 m/sek, dok su rudnički proizvodi podeljeni prema specifičnim težinama u 2 kategorije. Može se usvojiti i druga brzina prevoza za sve trake, a rudnički proizvodi podeliti i u više kategorija prema težini. U tom slučaju treba izvedene obrasce u prethodnom izlaganju nešto

korigovati, pa se pomoću istih korigovanih obrazaca mogu izvesti nove tablice, koje služe za nove postavljene uslove. Kao što se vidi, ovo je samo jedna metoda koja dopušta, sa smanjenjem parametara brzine i specifične težine, da se mogu rešavati ma kakvi problemi transporta trakom, pa i na površinom otkopu.

Prema tome, i problem standardizacije transportnih traka, njihovih pogonskih i zatezanih stanica i jamskih instalacija, postaje jednostavan i zavisi od vrednosti koje se daju pomenutim parametrima.

Problemom standardizacije traka rešava se i standard preseka jamskih hodnika za transport, kao i drugih prostorija. Za 3 širine traka odgovaraju 3 preseka hodnika. Upravo, ako se u glavnom izvoznom hodniku nalazi i kolosek za prevoz pomoćnog materijala i ljudi, onda će biti potrebna još 3 šira preseka, ukupno 6 standardnih preseka.

Prednosti koje proističu primenom principa usklađivanja veličina, u tehničkom i ekonomskom pogledu, su znatne. Na ovaj način kod projektovanja problem organizovanja glavnog transporta postaje samo mehanički posao.

RESUMÉ

Principe de classification et de détermination des caractéristiques des transporteurs à courroie, dans les exploitations souterraines

V. N. Pavlović, Ingenieur civil des Mines*)

L'auteur étudie la possibilité de classification des transporteurs à courroie, d'après les différentes capacités de transport, par voies horizontales et inclinées (montantes). En éliminant, ou mieux en fixant, la vitesse de transport et en groupant les

*) Dipl. ing. Vasilije Pavlović, profesor Rudarskog-geološkog fakulteta u Beogradu.

produits miniers, suivant leurs poids spécifiques, en 2 catégories, il arrive à des formules très simples, qui lui permettent de calculer les capacités de transport de différents transporteurs et de déterminer leurs caractéristiques techniques et constructives. Il a choisi comme vitesse 1,5 m/sec et 2 catégories de produits. On peut prendre une autre vitesse et un autre groupement des produits, il s'agit seulement de corriger les formules données et les tables 1 à 5. On est ainsi en mesure de résoudre n'importe quel problème de transport par courroie et d'une façon pour ainsi dire mécanique.

C'est une méthode rationnelle, qui donne la possibilité de standardisations des installations de transport par courroie, ainsi que la grandeur des galeries de transport.

Literatura

- Pavlović, V., 1960: Automatizacija u rudnicima i mogućnost izrade tehničkih i ekonomskih elaborata novih rudarskih objekata pomoću računskih mašina. — Zbornik Rudarsko-geološkog fakulteta, sv. 7, Beograd.
- Pavlović, V., 1963: Klasifikacija kompozicija vozova, njihovi kapaciteti transporta i mogućnost tipizacije navozišta kod izvoza koševima. — „Tehnika“, Rudarstvo i metalurgija, br. 11, Beograd.
- Pavlović, V., 1963: Metoda podele ležišta na otkopna polja i izbor transportnih i izvoznih sredstava u podzemnoj eksploataciji. — „Rudarski glasnik“ br. 2, Beograd.
- Pavlović, V., 1963: Transport i izvoz u rudnicima. — Univerzitetski udžbenik, II izdanje, Beograd.



Mogućnost čišćenja rovne soli Tuzla - Tušanj elektrostatičkim postupkom

(sa 1 slikom)

Prof. dr ing. Đura Lešić

Uvod

Valorizacija nečiste rovne soli Tuzla — Tušanj proučavana je do sada samo putem ručnog odabiranja i luženja. U cilju svestranijeg proučavanja pomenutog problema Zavod za PMS RI Beograd predložio je i ispitivanja mogućnosti čišćenja rovne nečiste soli elektrostatičkim postupkom obzirom da raspolaze potrebnim poluindustrijskim uređajem. Izvršena je prva serija opita koji su dali nadobudne rezultate. Cilj je ovog članka da za našu tehničku javnost iznese kratak osvrt na postignute rezultate.

Sirovina na kojoj su vršena ispitivanja

Uzorak rovne nečiste soli u težini od oko 300 kg dobijen iz magacina rovne soli, izvađene prilikom izrade ventilacionog okna na Rudniku kamene soli i solane Tuzla, primljen je na ispitivanje krajem septembra 1963. godine.

Prva ispitivanja odnosila su se na utvrđivanje kvaliteta rovne soli pri čemu je utvrđeno da ista sadrži:

čista so (NaCl)	93,5%
nečistoće (laporci i gline)	6,5%

Hemijski sastav čiste kristalne soli, kao komponente nečiste rovne soli, bio je:

Specifična težina	2,15
Vlaga na suvom vazduhu	0,001— 0,100%
Vlaga posle sušenja na 130°C	0,010— 0,176%
NaCl	98 —99,50 %
KCl	0,00
CaCO ₂	0,04 — 0,10 %
CaSO ₄	0,09 — 0,75 %
MgSO ₄	0,01 — 0,10 %
Nerastvorljivo u vodi	0,10 — 1,00 %

Karakteristike nečistoća, koje su predstavljene laporcima, a sadržane u rovnoj soli u sraslim zrnima su sledeće:

Laporci su veoma heterogenog sastava i strukture, ali se međusobno raspoznaju po boji: sivi, svetlo sivi i crni. Sve vrste laporaca su vrlo čvrste, pločastog su loma, guste strukture, ne bubre u vodi, sadrže proslojke soli ili je so u njima makroskopski vidljivo i nevidljivo impregnirana. U zavisnosti od stepena impregnacije soli specifična težina laporaca kreće se od 2,30 do 2,70.

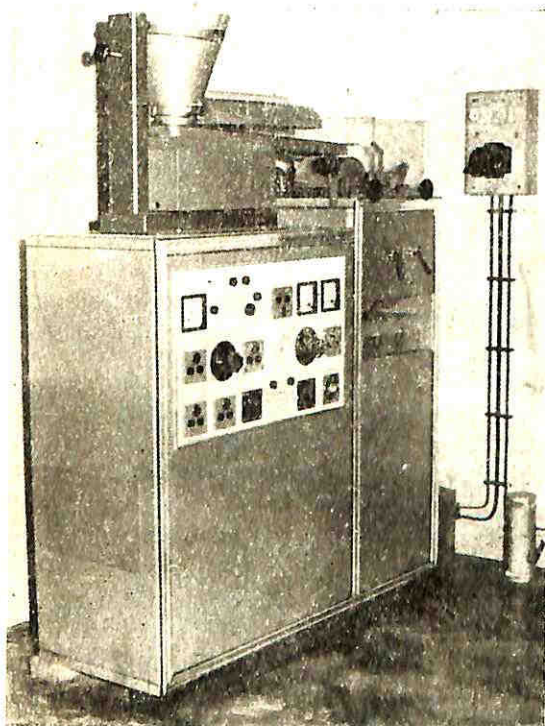
Sortimani i kvaliteti soli koji se predviđaju eksploatacijom rovne soli i daljim drobljenjem, mlevenjem, klasiranjem i čišćenjem jesu:

Vrsta	Krupnoća mm	Kvalitet NaCl, %
I	5,0—3,0	97—99
II	3,0—1,5	97—99
III	1,5—0,8	97—99
IV	0,8—0,3	97—99
V	0,3—0,0	90—96

Sortimani soli I i II pakovane se u vreće neto težine 50 kg, sortiman III i IV u kartonske kutije težine 0,5 i 1 kg. Ova četiri sortimana soli biće jodirani pre pakovanja i predstavljaju so za ljudsku ishranu kvaliteta 97—99% NaCl. Sortiman V biće briketiran u obliku cigle, težine oko 5 kg, i ta so biće denaturisana i korišćena kao stočna so.

Zasebni sortiman soli predstavlja „rovnu čistu so za industriju“, granuliranu od 0—60 mm. Kvalitet soli 90—96% NaCl.

Poslednji sortiman soli predstavlja „rovna nečista so“ za proizvodnju slane vode. Kvalitet soli minimum 58,5% NaCl granulacije 0—60 mm.



Sl. 1 — Elektrostatički separator Fried. Krupp.
Fig. 1 — Electrostatic separator Friedrich Krupp.

Pripremanje uzoraka rovne soli

Uzorak ispitivane rovne soli je izdrobljen do g. g. k. 5 mm i klasiran pomoću laboratorijskih sita sistema Tyler u 10 klasa suvim prosejavanjem. Na svakoj pojedinoj klasi utvrđen je procentualni sadržaj nečistoća i težina klase (vidi tab. 1). Spremljene su dovoljne količine pojedinih klasa krupnoće za opite koncentracije elektrostatičkim postupkom.

Zasebno je izdvojen manji uzorak čiste soli i čiste jalovine za preliminarne opite elektrostatičkog odvajanja sintetičke smeše ovih dveju komponenata.

Uzorci soli osušeni su pre koncentracije na 105°C. Praćena je temperatura i vlažnost vazduha ambijenta.

Aparatura

Za izvršenje opita korišćen je elektrostatički separator proizvodnje Fried. Krupp, tipa 3A9—54784 kapaciteta oko 100 do 500 kg/h u zavisnosti od krupnoće ulazne sirovine.

Na sl. 1 dat je fotografski snimak separatora.

Ovaj separator omogućava zagrevanje soli na temperaturu do 70°C, regulisanje brzine hranjenja pomoću vibrirajuće hranilice, za koju se broj vibracija može menjati, regulisanje broja obrtaja bubnja (pozitivne elektrode), regulisanje položaja jonizirajuće elektrode tipa žice, regulisanje napona do 25.000 volti, kao i regulisanje položaja zasuna za raspodelu koncentrata, međuproizvoda i jalovine i njihovo odvajanje u zasebne sudove. Konačno, separacija mineralne sirovine može se vršiti bilo u jonizirajućem polju pri negativnom naelektrisanju elektrode tipa jonizirajuće žice, bilo u statičkom polju.

Za kontrolu kvaliteta dobijenih proizvoda odvajanja korišćen je binokular i analize rastvaranjem u destilovanoj vodi i odvajanjem nečistoća filtracijom.

Opiti čišćenja pojedinih klasa rovne soli

Opiti separacije vršeni su na osnovnim klasama rovne soli g. g. k. 5 mm. Ispitivani su razni uslovi promene osnovnih parametara samog separatora.

U toku opita odvajani su: čista so (K), međuproizvod (M₁) i jalovina (J). Međupro-

izvodi su ponovno višestruko prečišćavani pri čemu je dobijena i opet čista so (K_1) i definitivni međuproizvod (M_2) i jalovina (J_2). Jalovina nije zahtevala dalje prečišćavanje.

U nekim opitima vršeno je i prečišćavanje odvojene čiste soli. Klasa krupnoće $-0,208 + 0$ mm nije prečišćavana.

U toku preliminarnih opita na sintetičkom uzorku rovne soli (čista so + čist laporac) kao i na samim uzorcima, zapaženo je nekoliko važnih činilaca koji su predmet daljeg izučavanja.

Ti faktori su:

- uticaj vlažnosti uzorka
- uticaj oblika zrna jalovine
- uticaj temperature (u vezi sa stepenom vlažnosti)
- ostali uticaji u vezi izbora najpovoljnijih parametara regulisanja aparata, kao i uticaj prečnika bubnja.

Rezultati opita čišćenja rovne soli

Na tablici 1 dati su rezultati čišćenja pojedinih klasa krupnoće rovne soli.

Analizirajući postignute rezultate elektrostatičke separacije mogu se formulirati sledeće konstatacije:

— klase krupnoće rovne soli I — VII tj. od 5 do 0,4 mm daju kvalitet čiste soli 93—99,54% NaCl, međuproizvod sa 88,68—97,87% NaCl i jalovinu sa 22,69—51,82% NaCl;

— klase krupnoće rovne soli VIII i IX tj. od 0,4 do 0,2 mm daju koncentrat ili čistu so sa 93,97—96,04% NaCl, međuproizvod sa 91,04—92,53% NaCl i jalovinu sa 58,96—69,09% NaCl;

— klasa krupnoće X tj. od 0,2 do 0 mm nije prečišćavana;

— koncentrat ili čista so klase I — VII mogu se koristiti posle klasičnog jodiranja kao so za ljudsku ishranu;

Tablica 1

Rezultati granulometrijskog sastava i elektrostatičke separacije pojedinih klasa soli granulirane do 5 mm

Granulo klasa red. broj	Dimenzije zrna klase	Težinski udeo klase, %	Sadržaj nečistoća u klasi, %	Bilans koncentracije							
				U l a z		Koncentrat		Međuproizv.		Jalovina	
				T%	NaCl ⁰ / ₀	T%	NaCl ⁰ / ₀	T%	NaCl ⁰ / ₀	T%	NaCl ⁰ / ₀
I	— 4,699 + 3,327	19,28	6,66	100,00	93,34	61,35	99,36	28,97	96,45	9,68	34,55
II	— 3,327 + 2,326	19,84	8,56	100,00	91,44	68,50	99,33	22,76	97,87	8,74	37,77
III	— 2,326 + 1,651	16,34	6,27	100,00	93,73	82,19	99,37	10,92	92,99	6,89	22,69
IV	— 1,651 + 1,168	13,04	5,79	100,00	94,21	83,26	99,54	4,86	94,15	11,28	51,83
V	— 1,168 + 0,833	9,14	6,09	100,00	93,91	90,48	99,37	2,58	88,68	6,94	44,92
VI	— 0,833 + 0,589	6,81	6,65	100,00	93,35	84,55	98,75	5,20	91,83	10,25	51,82
VII	— 0,589 + 0,417	4,54	7,29	100,00	92,71	56,37	98,00	38,34	90,96	5,29	48,94
VIII	— 0,417 + 0,295	2,80	7,38	100,00	92,62	77,35	96,04	13,14	92,53	9,51	58,96
IX	— 0,295 + 0,208	3,60	8,00	100,00	92,00	81,93	93,97	13,82	91,04	4,25	69,09
X	— 0,208 + 0,0	4,61	15,00								
Rovna so		100,00	7,14								

Tablica 2

Bilans čišćenja rovne soli Tuzla — Tušanj elektrostatičkim postupkom

Naziv materijala	Težine %	Sadržaji %		Raspodela NaCl %	Primedba
		NaCl	Nečistoća		
Rovna so					
klase — 5 + 0,0 mm	100,00	92,86	7,14	100,0	
Čista so					
klase — 5 + 0,4 mm (za ljudsku ishranu)	66,38	99,10	0,90	70,3	
Nečista so					
klase 0,4 + 0,2 mm (za stočnu ishranu)	20,77	94,40	5,60	21,2	
Nečista so					
klase 0,2 + 0 mm (za luženje vodom)	4,61	85,00	15,00	4,2	
Jalovina					
klase — 5 + 0,2 mm	8,38	42,40	57,60	3,8	

— koncentracije ili čista so klase VIII do IX mogu se koristiti ili kao so za stoku, posle klasičnog denaturisanja sa sulfatom gvožđa i posle briketiranja u veće komade, ili kao industrijska so;

— međuproizvodi klase I do IX mogu se koristiti u iste svrhe kao i koncentracije klase VIII do IX;

— jalovine se mogu stokirati na jalovišta za eventualno izluživanje;

— rovnu so klase X tj. od 0,2+0 mm sa svega 85% NaCl treba koristiti u procesu izluživanja i dobijanja zasićenih vodenih rastvora takozvane „slane vode”. Težinski udeo te soli je vrlo nizak.

Na osnovu podataka iznetih u tablici 2 dobijen je bilans čišćenja rovne soli.

Ovakav bilans čišćenja može se smatrati kao zadovoljavajući za nečistu rovnu so kvaliteta 92,86% NaCl i daje pun podstrek za definitivne opite čišćenja rovne soli elektrostatičkim postupkom.

Zaključak

Prvi opiti elektrostatičke koncentracije nečiste rovne soli rudnika Tuzla — Tušanj pokazali su da se takvim postupkom mogu postići zadovoljavajući rezultati.

Na osnovu dosada izvršenih opita, potrebno je nastaviti sa industrijskim ispitivanjima.

Smatramo da korišćeni tip elektrostatičkog separatora neće moći da nađe primenu u industrijskom procesu, već će se koristiti drugi tip sa 3—6 valjaka, da bi se postiglo u jednom aparatu uspešno prečišćavanje u toku procesa čišćenja rovne soli.

SUMMARY

Possibility of Electrostatic Cleaning of the Tuzla-Tušanj Mine run of Mine Salt

Prof. dr ing. Đ. Lešić*)

The author of the article gives technical data concerning the tests carried out by electrostatic separation on run of mine salt. Firstly, the chemical composition of pure salt and pure burden is presented. The test were carried out by Krupp electrostatic concentrator of laboratory dimensions all necessary data of this concentrator are given. During the tests special attention was paid to the moisture, form of tallings grains, temperature and humidity of the working atmosphere, as well as to the sort of salt.

The results of cleaning of different mine salt grain sizes indicate the quality and distribution of cleaned products and tails. Good results are achieved. Before the decision of using electrostatic separation in a new plant, an industrial test should be carried out.

The separation of the salt was done by negative electrical charge of the ionising electrode wire type by 25000 volts.

The study of the run of mine salt cleaning method is continued.

*) Dr ing. Đura Lešić, profesor Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

Prilog analizi površinskih bunkera u rudarstvu

(sa posebnim osvrtom na primenu drveta)

(sa 17 slika)

Prof. ing. Dragutin Damjanović

Zadatak bunkera i njihova klasifikacija s obzirom na građevinski materijal

Konstrukcija bunkera je namenjena privremenom smeštaju rude, koja se zatim, putem spoljnog transporta, otprema na određena mesta. Njegova važnost u rudarstvu je u tome, što se pomoću njegovih uređaja ubrzava utovar rude u transportna sredstva, a time i otprema do potrošnih centara. Bunker, prema tome, posredno omogućava rad bez zastoja, jer se rudarska transportna sredstva, bez gubitka vremena na istovar rude, vraćaju u unutrašnjost rudnika, pa se na taj način ostvaruje neprekidan rad, koji pri dobrom funkcionisanju daje sliku lančanog rada.

Kapacitet bunkera varira od nekoliko tona, pa do hiljadu i više hiljada tona, u zavisnosti je od kvantitativne proizvodnje rudnika, potreba privrede, kao i kapaciteta transporta spoljnjih transportnih sredstava. Pri dobrom rešenju konstrukcije bunkera, svi ovi faktori treba da budu usklađeni. Njegov presek može biti raznovrstan, mada je najčešće pravougaonog a ređe okruglog oblika, što je u zavisnosti od lokalnih uticaja (vrsta rude, konfiguracija terena, opšta situacija njegove lokacije, itd.).

Za građenje bunkera mogu biti primenjeni drvo, armirani beton i čelik, a u novije doba i prednapregnuti beton. Pri tome je uobičajeno, da se mali bunker rade od drveta,

a veći od armiranog betona ili čelika, ili u kombinaciji ova dva građevinska materijala. Sem toga, na izbor građevinskog materijala za konstrukcije bunkera, od uticaja je i perspektivno vreme njegovog trajanja, pri čemu se imaju u vidu i ekonomski faktori. Prema tome, izbor građevinskog materijala za bunker podleže jednoj složenoj analizi tehničkih i ekonomskih uticaja. Jasno je, dakle, da je bunker, kao tehnički problem u rudarstvu, kompleksne prirode, jer zahteva složene studije ne samo u pogledu racionalne primene građevinskog materijala, već i u izboru po-prječnog preseka, sistema konstrukcije, njegove lokacije, itd.

Posebno pitanje kod bunkera predstavlja, nesumnjivo, izbor njegovog volumena. Uopšte uzev, smatra se kao dobro, ako se njegova zapremina, kod većih rudnika, predviđa za jednu polovinu do cele produkcije za 24 sata. To često zahteva velike finansijske izdatke, ali su na taj način izgledi za nesmetan, kontinuiran rad rudnika, znatno veći. Međutim, ponekad nema mogućnosti za izvođenje velikih dimenzija bunkera, što je obično slučaj u planinskim predelima ili pri nekoj drugoj terenskoj konfiguraciji. U slučaju da se moraju graditi samo manji bunker, treba predvideti njihovo uredno pražnjenje, da ne bi došlo do ometanja produkcije i pravilnog poslovanja rudnika. Bunker koji napajaju javna transportna sredstva, kao npr. želez-

ničke vagone, kamione, itd. treba da imaju zapreminu, koja će biti sinhronizovana između potreba rudnika i privrede s jedne, i mogućnosti javnog transporta s druge strane. Iz ovoga se vidi, da se zapremina bunkera predviđa i za perspektivni razvoj i produkciju rudnika, ili se za to, ako ima mogućnosti, predviđaju tehnička rešenja u njegovoj lokaciji.

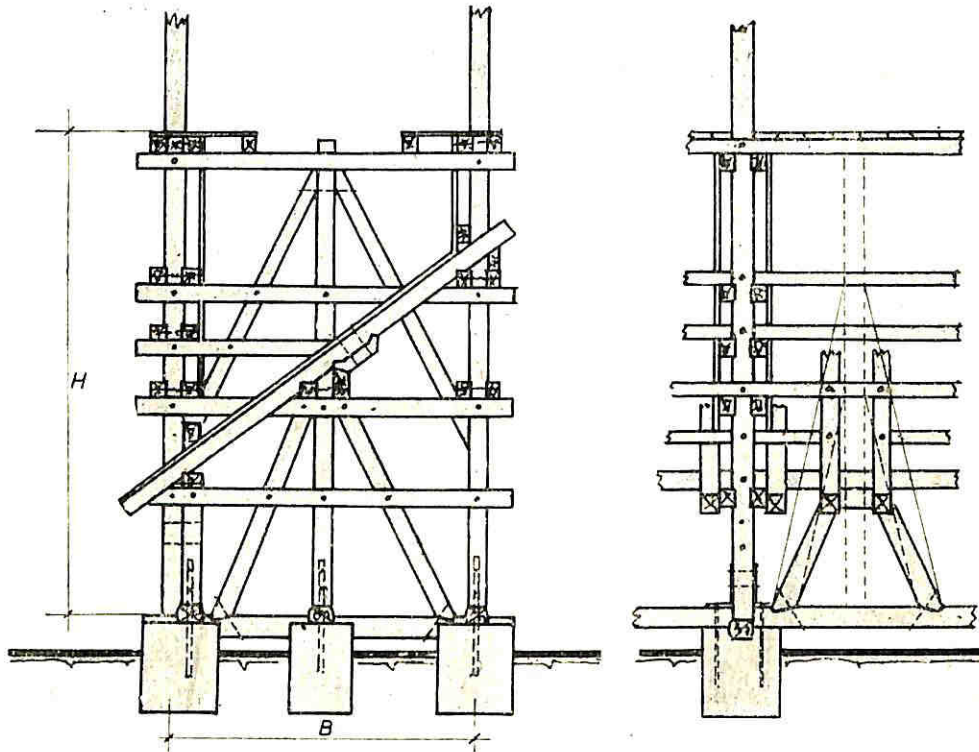
Bunker je konstrukcija, za koju se može reći da je vrlo često izložena dinamičkim potresima, koji se javljaju pri punjenju i pražnjenju. Zbog toga se drvo, kao građevinski

kosih delova, to su i naponi u njima prilično neiskorišćeni, pošto su opterećenja najčešće koso ili upravno na pravac njihovih vlakana. Kao što je poznato, kod drvenih greda, opterećenih kosim silama, merodavan je dozvoljeni napon:

$$\sigma_{\alpha} = \sigma_p - \sigma_{\perp} \sin \alpha$$

gde je:

σ_p — dopušteni osovinski pritisak u kg/cm^2
 σ_{\perp} — dopušteni radijalni pritisak u kg/cm^2 i
 α — ugao između pravca vlakana i pravca sile.



Sl. 1 — Poprečni preseći drvenog bunkera.

Fig. 1 — Coupes transversales d'une trémie de chargement en bois.

materijal za njegovo građenje, ne bi moglo naročito da preporučiti, sem ako nije diktirano drugim, tehničkim i ekonomskim, razlozima. Veze pojedinih konstruktivnih elemenata u čvorovima, kod drvenog bunkera, su izložene neprekidnim udarima i potresima; od toga, u prvom, redu, trpe zavrtnji kao spojno sredstvo, pa se zbog toga moraju češće kontrolisati i pritezati. Sem toga, pošto je drveni bunker konstrukcija sa mnogo vertikalnih i

Ovaj je napon znatno manji od onog koji drvo može da podnese, pa su zbog toga često potrebne veće dimenzije pojedinih konstruktivnih elemenata, što konstrukciji kao celini daje suviše masivan izgled (sl. 1).

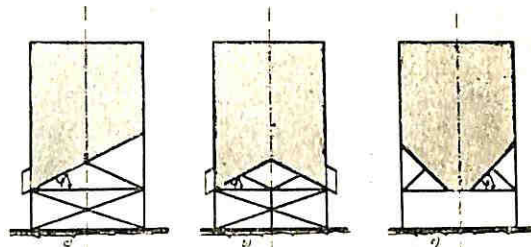
0 položaju i dimenzijama bunkera

Bunker pravougaonog preseka može se prazniti na jednoj strani, dvostrano i u sredini svog dna. Na sl. 2 (a, b, c) šematski su

predstavljani preseći drvenog pravougaonog bunkera.

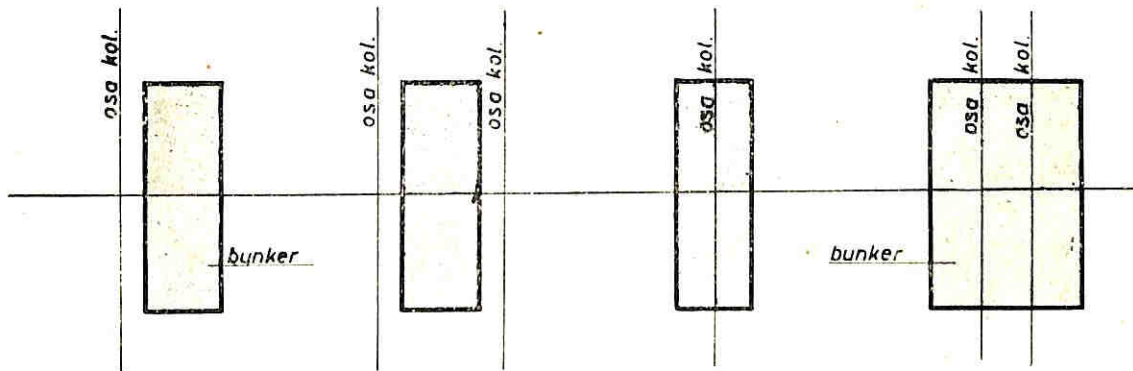
Ovde je ugao γ — ugao prirodnog nagiba rude, koji uslovljava nagib kosine dna bunkera, dimenzije donje noseće grede, kao i pravilno pražnjenje pri utovaru u transportna sredstva.

U odnosu na pražnjenje bunkera, kao i na njihovu vezu sa spoljnim transportom, njihov položaj može biti, prema sl. 3 (a, b, c, d), pri čemu je za spoljni transport uzeta željeznica.



Sl. 2 — Način pražnjenja bunkera.

Fig. 2 — Déchargement différents des trémies.



Sl. 3 — Položaj bunkera prema željezničkim kolosecima.

Fig. 3 Position d'une trémie de chargement et des lignes de chemin de fer.

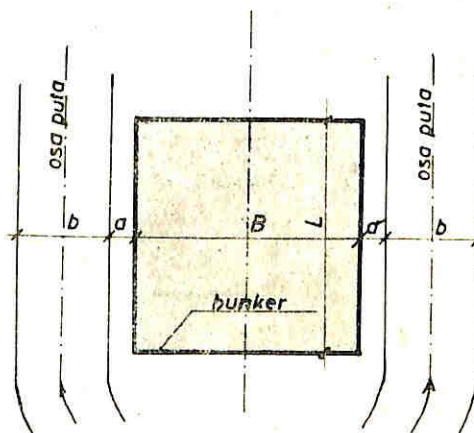
Po svojoj funkcionalnosti, rudarski bunker je najčešće vezan za željeznički, a zatim i za drumski saobraćaj, koji najvećim delom poslužuju kamioni; za slučaj drumskog saobraćaja, dimenzije bunkera nisu u velikoj meri ograničene, pošto vrlo često ima dosta mogućnosti za eventualno prilagodavanje puta, kako širini tako i dužini bunkera (sl. 4).

Sasvim je drukčiji problem, ako je bunker u sklopu željezničkih koloseka, koji u stanicama imaju utvrđen razmak svojih osovin (sl. 5a, b).

Dimenzije bunkera su uslovljene njegovom dužinom L , širinom B i visinom H , kao što je šematski prikazano na sl. 6.

Visina $H = H_1 + H_2 + H_3$ je u najtešnjoj vezi sa vrstom transportnih sredstava, kojima se ruda doprema u bunker. Za slučaj bunkera, prema sl. 6, visina H je, pored ostalog, diktirana i visinom H_2 potrebnom za okretanje vagoneta. Treba, međutim, voditi računa o tome, da ona ne može biti suviše velika, pošto su troškovi za građenje i održavanje veliki. Ali ukoliko bi visina H_3 (sl. 6) bila ograničena, ima mogućnosti da se kapa-

citet bunkera poveća stavljanjem većeg broja dužina „ L “, tj. većeg broja ćelija bunkera. Na taj se način dobija konstrukcija veće dužine L i manje visine H , što je principijelno bolje od kratkih i visokih. U tome se i sastoji jedan od centralnih problema pri konstruisanju bunkera ove vrste.

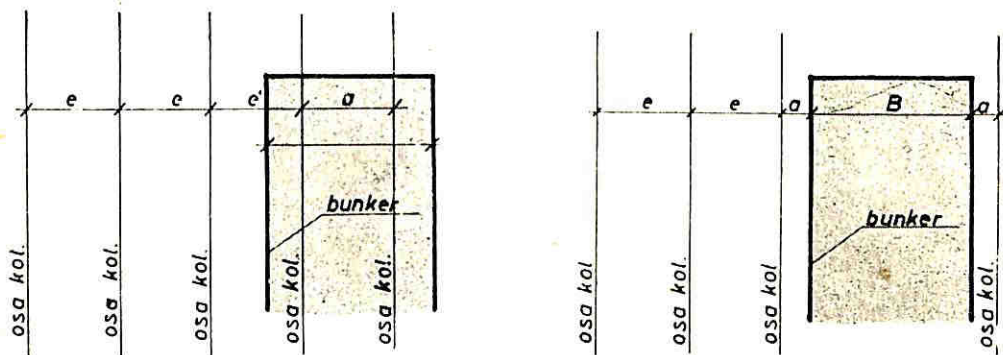


Sl. 4 — Položaj bunkera prema putu.

Fig. 4 — Position d'une trémie de chargement et des routes.

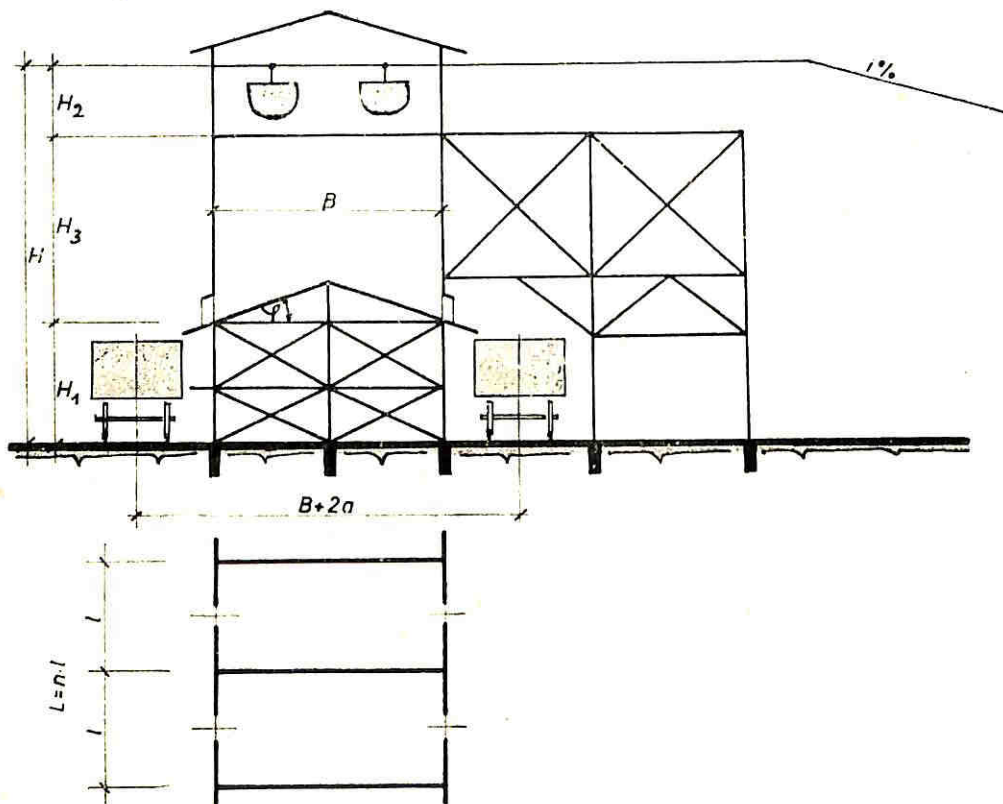
Glavni elementi bunkera, prema sl. 7, sa dovozom rude u bunker putem koloseka, jasno pokazuju da je pre utvrđivanja njegove definitivne šeme potrebna detaljna uporedna

analiza, kako troškova gradnje i održavanja, tako i njegove brze amortizacije. Očigledno je, da je npr. konstrukcija, prema sl. 7, skoro indicirana za brdovit teren.



Sl. 5 — Položaj bunkera među železničkim kolosecima

Fig. 5 — Situation d'une trémie de chargement entre les lignes de chemin de fer



Sl. 6 — Glavne dimenzije bunkera.

Fig. 6 — Dimensions générales d'une trémie de chargement.

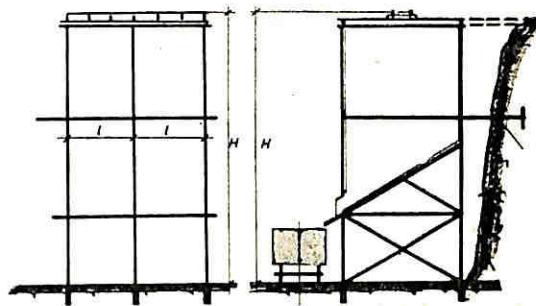
Zato je potrebno da se, pri usvajanju preseka istovarnih bunkera, koristi do krajnjih granica mogućnosti konfiguracija terena ako za to ima uslova. Jasnije rečeno, problem bunkera u rudarstvu je u tesnoj vezi sa kapacitetom rudnika i vrstom transporta od rudnika do njih s jedne, i funkcionalnim procesima javnog transporta, koji preuzima rudu iz njih, s druge strane.

Konstrukciji rudarskog bunkera treba, dakle, da prethode opsežne analize, da bi se dobilo optimalno rešenje. Pri tom, jedan od prvih zadataka je utvrđivanje gornje meridavne kote dovoznog transportnog sredstva na bunkeru, s obzirom na vrstu dovodnih i otpremnih vagoneta i vagona, ili vagoneta i kamiona itd., pa je tako određena visina bunkera H (sl. 7).

Na izbor građevinskog materijala za građenje bunkera (drvo, armirani beton, čelik, beton i drvo, beton i čelik, itd.), utiču, kako faktori koji zavise od lokalnih uslova, u manjoj meri, tako i perspektivno vreme njegovog trajanja, a zatim i uslovi fundiranja, imajući pri tome u vidu dinamičnost kojoj je izložena takva konstrukcija. U odnosu na vreme koje se predviđa za trajanje bunkera i koje je od značaja pri izboru građevinskog materijala, treba napomenuti da se čelični i armiranobetonski bunkerobično grade, ako je to vreme duže od 25—30 godina.

Pri tom treba voditi računa o tome da su, sem toga, armiranobetonski bunkerobi najotporniji prema atmosferskim uticajima, kao i da se dobro prilagođavaju dinamičkim potresima. Kod čeličnih i drvenih bunkera, koji znatno lakše i brže korodiraju, pogodnija je konstrukcija otvora za pražnjenje bunkera, čiji je zatvarač obično od čelika; ovo često nije od malog uticaja, pošto su oštećenja usled upotrebe na tome mestu najčešća. Treba, međutim, naglasiti da čelik, kao građevinski materijal, zauzima posebno mesto u konstruisanju bunkera. Zbog visokih dozvoljenih napona za razna stanja naprezanja, preseci pojedinih konstruktivnih elemenata čeličnog

bunkera su relativno mali, pa je zbog toga i sama konstrukcija u celini laka. Sem toga, mogućnost izrade u radionici, primene montažnog rada, i kasnije za slučaj potrebe demontaže i ponovnog postavljanja na novo mesto, daje posebnu vrednost čelika za građenje bunkera u rudarstvu.



Sl. 7 — Položaj bunkera u brdovitom terenu.

Fig. 7 — Position d'une trémie de chargement dans les régions montagneuses.

Statika bunkera

Kod bunkera treba, pre svega, izračunati pritiske na njegove bokove kao i na dno. Ovi pritisci zavise od ugla prirodnog nagiba rude, ugla unutrašnjeg trenja, kao i ugla trenja rude o bokove bunkera. Tačnost proračuna stabilnosti bunkera zavisi, prema tome, od tačnosti pri proračunu ovih dijagrama napona. Ovde će biti prikazan način proračuna prema Coulomb-ovoj teoriji zemljinog pritiska. Neka je dat bunker preseka prema sl. 8;

$$E : G' = \sin (\lambda - \varphi) : \sin [90 - (\lambda - \varphi - \delta)]$$

ili

$$E = G' \cdot \frac{\sin (\lambda - \varphi)}{\cos (\lambda - \varphi - \delta)}$$

gde je

$$G' = \frac{h^2 \cdot \gamma}{2 \cdot \operatorname{tg} \lambda} \text{ pri čemu je}$$

γ — zapreminska težina rude.

Sada je izraz za E :

$$E = \frac{h^2 \cdot \gamma}{2} \cdot \frac{\sin(\lambda - \varphi)}{\operatorname{tg} \lambda \cdot \cos(\lambda - \varphi - \delta)} = \frac{h^2 \cdot \gamma}{2} \cdot k$$

gde je

$$k = \frac{\sin(\lambda - \varphi)}{\operatorname{tg} \lambda \cdot \cos(\lambda - \varphi - \delta)}$$

Da bi se našla maksimalna vrednost sile E , treba naći i maksimalnu vrednost koeficijenta k iz $\frac{dk}{d\lambda} = 0$.

Na taj se način nalazi izraz:

$$k_{max.} = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

za $\sigma = 0$, tj. kada je površina bočnog zida glatka, pa je:

$$E = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

što je inače dobro poznat izraz.

Dijagram pritiska na bočni zid bunkera je trouglastog oblika, pa je napon:

$$\sigma = \frac{2E}{h} = \gamma \cdot h \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

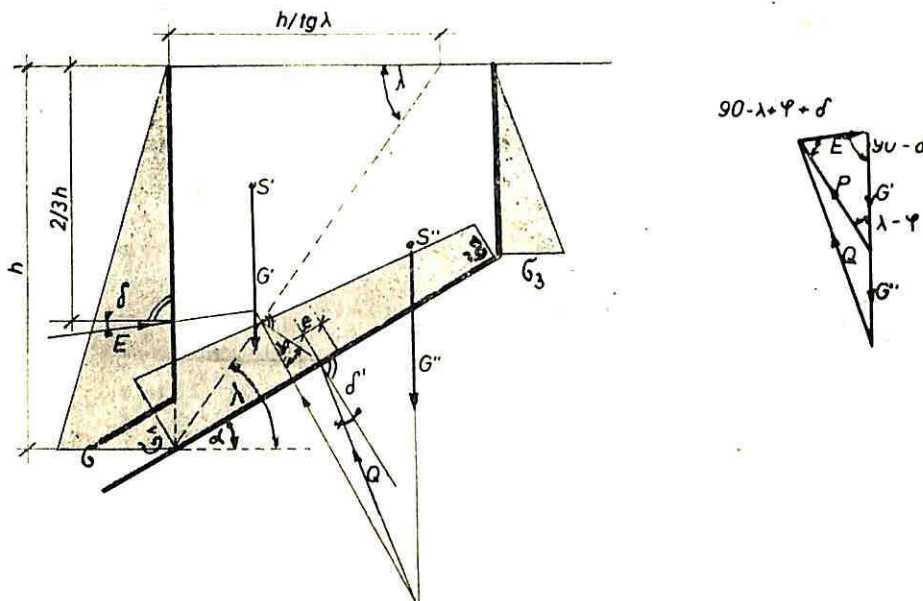
Dijagram napona na dnu bunkera je trapezastog oblika, i on se dobija iz:

$$\sigma_{1,2} = \frac{Q}{F} \pm \frac{M}{W}$$

gde je

- Q — sila u tonama ili kg prema poligonu sila na sl. 8, tj. na 1m^1 bunkera,
- F — površina dna bunkera u m^2 ili cm^2 ;
- M — $Q \cdot e$ iz sl. 8;
- W — otporni momenat 1m^1 dna bunkera u m^3 ili cm^3 .

Iz ovog se vidi da su grede 1, 3 i 4, koje nose opterećenje dna i bokova bunkera, napregnute na savijanje, pa ih tako treba računati (sl. 9).



Sl. 8 — Statika bunkera. Jedan način proračuna.

- α = ugao prirodnog nagiba rude
- x = ugao klizne ravni rude
- φ = ugao unutrašnjeg trenja rude
- δ = ugao trenja između rude i bočnog zida
- δ' = ugao trenja između rude i dna

Fig. 8 — Statique d'une trémie de chargement. Une méthode de calcul.

Iz sl. 9 vidi se, da donja greda 1 prenosi svoje reakcije odnosno pritiske na vertikalne stubove 2, koji se sada moraju kontrolisati na pritisak i izvijanje. Temelji kod drvenih bunkera treba uvek da budu od betona, da bi se drveni stubovi sačuvali od uticaja vlage i brzog truljenja. Bočni zidovi bunkera, koji su izloženi savijanju, treba da budu tako dimenzionirani, da merodavni naponi nigde ne pređu dozvoljene granice. Zato se dužine ćelija bunkera l uvek računskim putem kontrolišu (sl. 10).

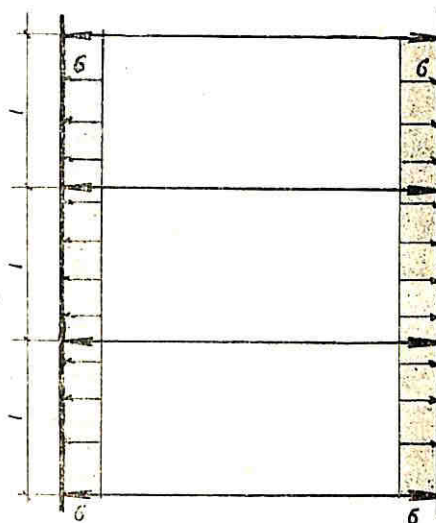
Na taj način poprečni zidovi, koji sada imaju funkciju zatega, primaju zatežuću silu, koja se u njima javlja usled bočnog opterećenja od rude u bunkeru.

Vetar, pri proračunu bunkera, treba uvesti kao horizontalne sile, prema propisima koji su u važnosti; ovo se naročito odnosi na one slučajeve, kada je u pitanju velika visina bunkera i izloženost jakim vetrovima. Pri tom se, mada je konstrukcija bunkera višestruko statički neodređena, sile od vetra mogu sa dovoljnom tačnošću, uvesti prema dijagramu datom na sl. 11.

Važno je napomenuti da kod drvenih bunkera, kada su u pitanju čvorovi vezani zavrtanjima, koji su zbog stalnih potresa izloženi popuštanju, treba pojedine grede po mogućnosti svesti na statički određene slučajeve, pošto se na taj način dobijaju realnije

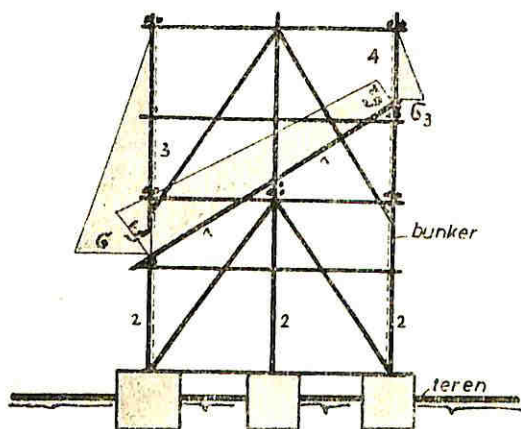
njihove dimenzije. One će možda biti nešto predimenzionirane, no ipak sasvim u skladu sa opštim profilom bunkera, imajući u vidu osobine drveta kao građevinskog materijala i osobito veza u pojedinim čvorovima.

Sasvim drukčije treba postupiti, ako je u pitanju bunker od armiranog betona ili čelika. Monolitnost koja se postiže pri izvođenju



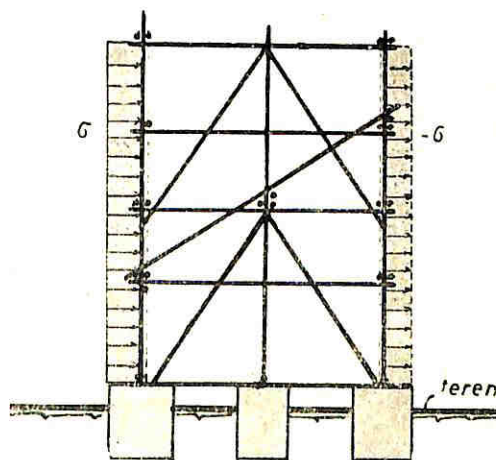
Sl. 10 — Zavisnost dužina ćelija bunkera od bočnih opterećenja.

Fig. 10 — Dependences des longueurs des trémies de chargement et des contraintes latérales.



Sl. 9 — Dijagram napona za grede 1,3 i 4.

Fig. 9 — Diagrammes des contraintes des poutres 1,3 et 4.



Sl. 11 — Pritisak vetra na bunker.

Fig. 11 — Compression des forces du vent sur une trémie de chargement.

češće je oslonjena na tri ležišta, pa bi se ona, statički, tretirala kao kontinualna greda na tri oslonca (sl. 13).

Pri tom uvek treba kontrolisati veze u čvorovima A, B i C prema komponentalnim

silama srednjeg intenziteta $q = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}$ Me-

redavne sile za proračun i kontrolu veza u čvorovima A, B i C su

$$Q = q a l (q a l),$$

gde je:

l — međusobni razmak greda ABC tj. odstojanje između pojedinih ćelija bunkera (sl. 13), sa komponentama:

$$Q \cdot \cos \alpha \text{ i } Q \cdot \sin \alpha$$

α — ugao prirodnog nagiba rude odnosno ugao pod kojim se stavlja donja greda.

velike visine, relativno male širine, a naročito ako su u zoni jakih vetrova (sl. 14).

Prema tome, ankere treba računati prema sili A odnosno B, pa će biti:

$$A = 2 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sigma$$

gde je:

σ — dozvoljeni napon na zatezanje metalnih delova u drvenim konstrukcijama, u kg/cm^2 ,

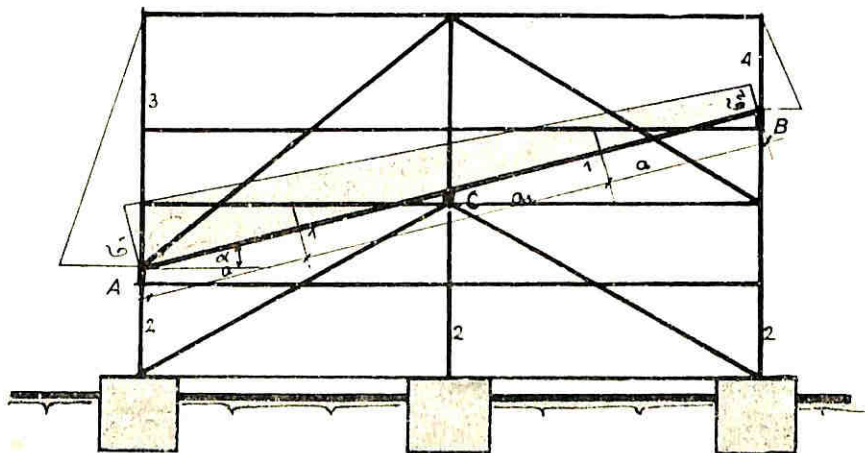
d — prečnik ankera u cm.

Odavde je:

$$d = \sqrt{\frac{2 A}{\pi \cdot \sigma}} \text{ u cm.}$$

Za slučaj da je poznat prečnik zavrtnja, lako se može proveriti napon u njemu prema:

$$\sigma = \frac{2 A}{d^2 \cdot \pi} \leq \sigma_{\text{dov.}}$$



Sl. 13 — O proračunu grede 1.

Fig. 13 — Du calcul de la poutre 1.

Proračun veza u čvorovima A, B i C treba da, u potpunosti, obezbeđuje stabilnost donje grede na savijanje i smicanje.

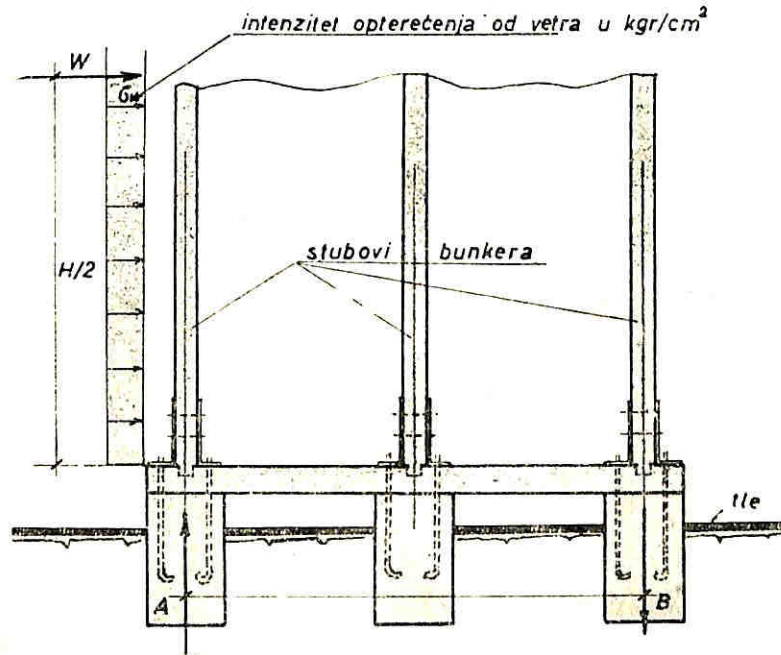
Veza stubova bunkera za temeljne blokove. — Da bi se konstrukcija bunkera osigurala od uticaja horizontalnih sila, u prvom redu od vetra, potrebno je da se njeni stubovi vežu ankerima za temeljne blokove. Ovo je osobito važno za bunkere

O fundiranju bunkera

Zbog prirode rada konstrukcije bunkera, fundiranje predstavlja poseban problem, koji često zahteva opsežna ispitivanja tla, pošto, pored mirnog opterećenja, postoje i povremeni dinamički potresi. Prema tome, potrebno je imati, pre određivanja načina fundiranja, sve potrebne geomehaničke analize tla. Ovo je od naročite važnosti za bunkere ve-

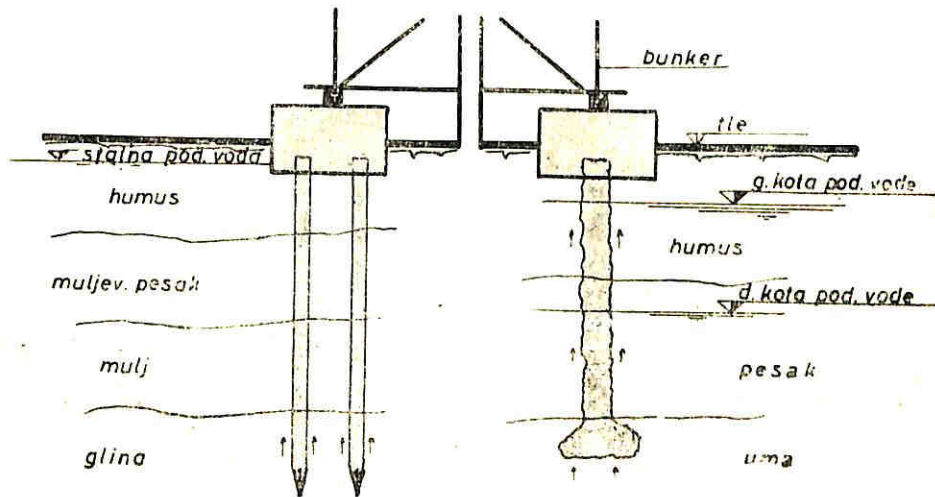
likog kapaciteta, kod kojih se mogu očekivati veće deformacije u temeljima. Njihovo fundiranje može ponekad uticati na izbor sistema konstrukcije, kao i na određivanje loka-

cije, i pored toga što položaj bunkera, u velikoj mjeri, zavisi od opšteg položaja saobraćajnih traka spoljnog transporta (železnički koloseci, putevi, itd.).



Sl. 14 — Ankerovanje bunkera.

Fig. 14 — Fixation d'une trémie de chargement aux fondations



Sl. 15 — Fundiranje bunkera na šipovima.

Fig. 15 — Fondation d'une trémie de chargement sur pieux.

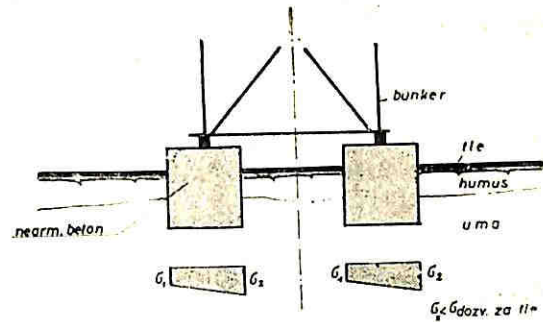
Za bunkere velike zapremine, ako su na tlu slabije ili srednje nosivosti, treba primeniti savremeno fundiranje, pošto je ono od odlučnog uticaja na njihovu stabilnost, trajanje i ispravan rad u eksploataciji. Na sl. 15 dat je šematski presek fundiranja bunkera na drvenim šipovima, kao i na šipovima sistema „Frankl”.

Drvene šipove ne treba primeniti ako postoji promenljiva kota podzemne vode, pošto bi šip brzo istrulio usled naizmeničnog dejstva vlažnog i suvog stanja. Za takav slučaj su indicirani betonski i armiranobetonski šipovi.

Samo se za slučaj veće nosivosti tla, i kada ne postoji mogućnost razmicanja fundamenata pod uticajem potresa, stubovi bunkera mogu raditi kao samci (sl. 16).

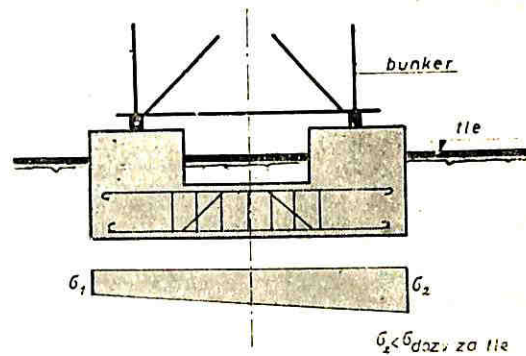
Međutim, ako je tle slabije nosivosti, dobro je predvideti vezane temelje, pošto oni tada rade solidarno i bolje se suprotstavljaju eventualnim pokretima (sl. 17).

Ovde su izneti samo najčešći slučaj, primenjeni u fundiranju bunkera. Treba, međutim, napomenuti da je i kod ovih konstrukcija, sistem fundiranja uslovljen terenskim i ostalim podacima, pa da zato predstavlja poseban, veoma važan problem, koji se računskim putem tretira od slučaja do slučaja.



Sl. 16 Fundiranje bunkera na temeljima — samcima.

Fig. 16 — Fondation d'une trémie de chargement sur des blocs solitaires.



Sl. 17 — Fundiranje bunkera na vezanim temeljima.

Fig. 17 — Fondation d'une trémie de chargement sur des blocs liés.

RESUMÉ

Une contribution à l'analyse des trémies de chargements, à l'extérieur des mines

Prof. ing. D. Damjanović*)

Cet article donne l'analyse de la construction d'une trémie de chargements à ciel ouvert, dans l'exploitation des mines, et les facteurs qui ont influence sur le calcul de ses dimensions. La construction d'une trémie dépend d'un grand nombre de facteurs qui sont traités.

*) Dipl. ing. Dragutin Damjanović, vanredni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

Dans l'article est présentée une des méthodes de calcul des principaux éléments de la construction, avec quelques remarques importantes, relatives aux détails constructifs.

Quelques possibilités se rapportant aux fondations des trémies, appliquées dans les cas déterminés, avec observations nécessaires, y sont aussi données.

Literatura

- Czitary, E., 1962: Seilschwebbahnen. — Staley, W. W., 1949: Mine Plant Design. —
Wien. New York.
- Pavlović, V., 1963: Transport i izvoz u rud- Jugoslovenski važeći propisi za konstrukcije u
nicima. — Beograd. gradevinarstvu i rudarstvu.



Opšte odlike rudne mineralizacije Severne Crne Gore

(sa 4 slike)

Prof. dr ing. Slobodan Janković

Oblast Severne Crne Gore leži u okviru Dinarske metalogenetske provincije, koja se pruža od Slovenije, preko jednog dela Hrvatske, pa se preko Bosne i Crne Gore nastavlja u Albaniju i dalje u Grčku. U okviru te metalogenetske provincije izdvaja se više rudnih oblasti koje se odlikuju posebnim uslovima stvaranja ležišta, sa posebnim mineralnim paragenezama, genetski vezanim različitim strukturnim uobličavanjima, sa različitim magmato-tektonskim događajima (ako su u pitanju magmatogena ležišta), stvoreni u različitim metalogenetskim epohama.

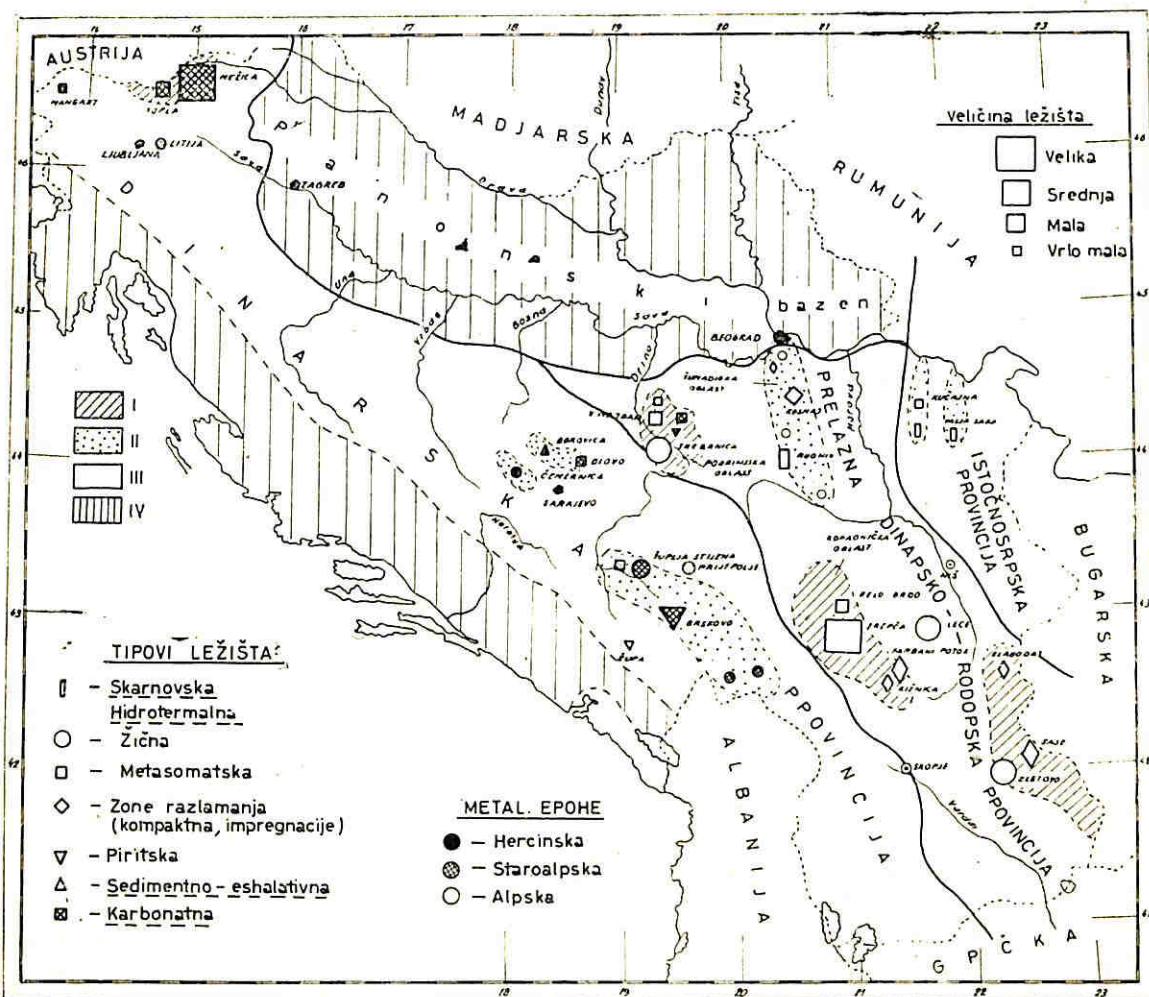
Dinarska metalogenetska provincija obuhvata pod sobom ležišta stvarana, uglavnom, u geosinklinalnom stadijumu, delom u okviru hercinske metalogenetske epohe (poglavito u domenu Srednjobosanskih škriljavih planina), delom u vreme staroalpske metalogenetske epohe, koja, po nama, obuhvata period od najviših nivoa perma do perioda alpskog orogena (do početka austrijske orogene faze).

Ležišta Severne Crne Gore stvarana su u okviru staroalpske metalogenetske epohe. Prema tipovima ležišta izdvajaju se hidrotermalna i sedimentno-eshalativna, retko skarnovske tvorevine, a prema mineralnim asocijacijama — olovo-cinkova, pirijska olovo-cinkova, pirijska cinkova i pirijsko-bakranosna ležišta, čisto pirijska, zatim ležišta bakra, cinabarita, barita, kao i ležišta man-

gana i gvožđa (hematitsko-sideritska ležišta). Među tim ležištima su ekonomski posebno značajna ležišta gvožđa i olovo-cinka. Na sl. 1 prikazan je položaj Severne Crne Gore i njenih ležišta u okviru ostalih jugoslovenskih olovo-cinkovih ležišta i metalogenetskih provincija.

Među ležištima endogenog porekla u Severnoj Crnoj Gori, prema današnjem stepenu poznavanja, mogu se izdvojiti ležišta genetski vezana sa srednjekiselim magmatizmom (porfiriti, kvarcporfiriti, ili odgovarajući dubinski ekvivalenti te magme), i ležišta genetski vezana sa dijabazima; prvoj grupi pripadaju olovo-cinkova ležišta, delom i ležišta mangana i gvožđa (sedimentno-eshalativna ležišta), a drugoj — pojave halkopirita u dijabazima, koje su delom hidrotermalnog porekla (rejon Varina), a delom, možda, i magmatskog postanka (Međani kod Prijepolja). Prva ležišta su pretežno srednjetrijske starosti, druga su, najverovatnije, jurske. Pored njih nesumnjivo postoje i starija rudišta, čija metalogenija još uvek sadrži u sebi niz nerazjašnjenih pitanja (rudne pojave u domenu Ščepan Polja, zatim u okolini Čajniča i dalje prema Prači). U svakom slučaju, ovo područje zahteva dalja izučavanja, koja su danas samo u začetku. Na sl. 2 prikazani su položaj i tipovi rudnih ležišta u domenu Severne Crne Gore.

Trijaska metalogenija i njena rudišta pripadaju pojavama koje su u Jugoslaviji



Sl. 1 — Rudne oblasti i prognozna karta olovo-cinka u Jugoslaviji (S. Janković)
 I — Veoma perspektivna područja; II — Perspektivna, nedovoljno istražena područja; III — Nedovoljno ispitana područja; IV — Neinteresantna područja u pogledu olovo-cinka.

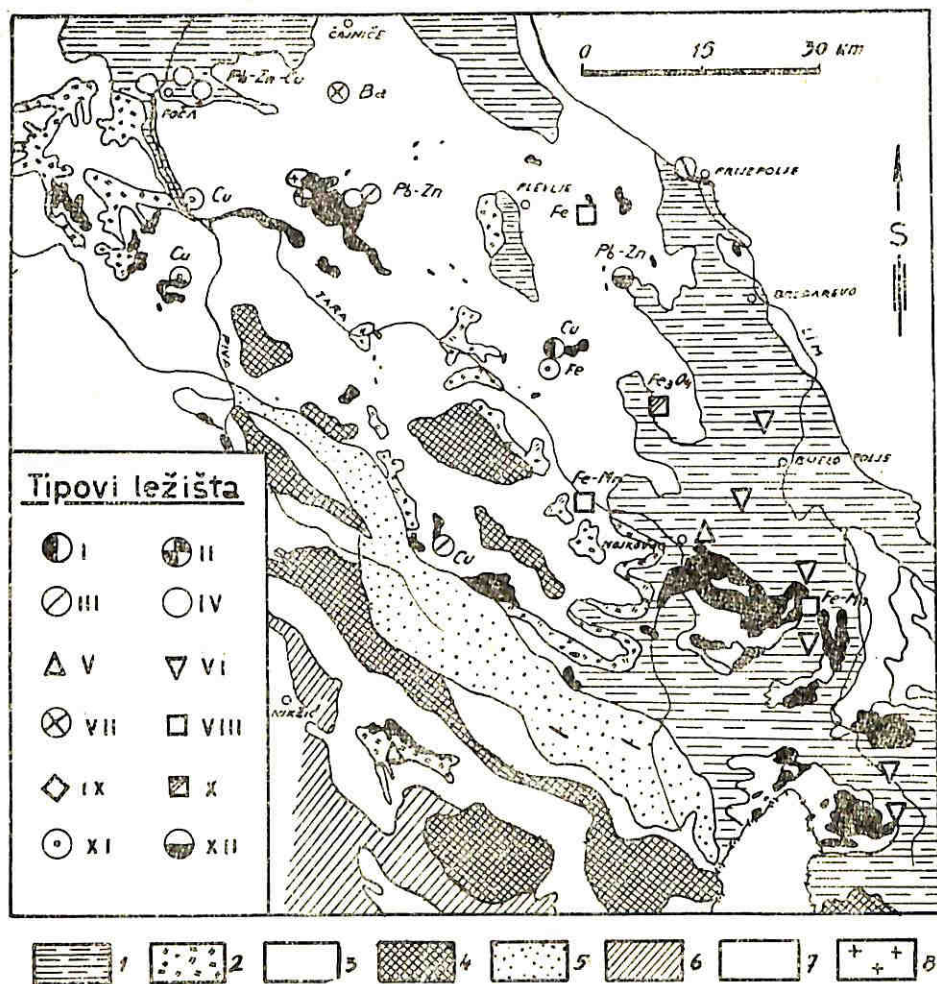
Abb. 1 — Erzgebiete und Vermutungs-Karte des Zink-Bleierztes in Jugoslawien (S. Janković).
 I — Sehr aussichtsreiche Gebiete; II — perspektive, ungenügend untersuchte Gebiete; III — ungenügend untersuchte Gebiete; IV — uninteressante Gebiete in Bezug auf Blei-Zink.

zahvaćene proučavanjima tek poslednjih godina. Obzirom na dosadašnji stepen istraženosti ležišta u toj prostranoj metalogenetskoj oblasti, s pravom se može reći da je trijaska metalogenija, u odnosu na ostala jugoslovenska rudonosna područja, najmanje proučavana. Tek posle 1950. godine počinje ispitivanje trijaskih ležišta u rejonu Severne Crne Gore. Pri tome, istraživanja i ispitivanja se svode samo na pojedina ležišta koja su ranije bila eksploatisana (Brskovo, Šuplja Stijena).

Dosadašnje naše poznavanje trijasko metalogenije, u prvom redu ležišta i rudonosnih

rejona Severne Crne Gore, mogu se označiti pretežno fragmentarnim. Još uvek je teško govoriti o mogućnosti izrade sintetičkih studija koje bi potpuno razjasnile zakonitosti stvaranja i razmeštaja rudnih ležišta u prostoru Severne Crne Gore, a povezane sa određenim magmato-tektonskim procesima.

Prema današnjem našem poznavanju, osnovne karakteristike Severne Crne Gore sa stanovišta metalogenije bi se rezimirano mogle svesti na litološko-stratigrafske formacije, strukturno-tektonske karakteristike, magmatski kompleks i rudonosne formacije.



Sl. 2. — Karta rudnih ležišta Severne Crne Gore i susjednih oblasti (S. Janković).
 Geološka grada: 1 — Paleozoik (argilošisti, peščari); 2 — Donji trijas (krečnjaci, laporci); 3 — Srednji i gornji trijas (pretežno krečnjaci, delom rožnaci); 4 — Kreda (fliš); 7 — Porfiriti, priroklasciti, stene spillito-keratofirske asocijacije; 8 — Granodioriti, dioriti.

Tipovi ležišta: I — Halkopiritske i halkopiritsko-magnetitske žice u dijabazima; II — Metasomatska Pb-Zn ležišta; III — Žična ležišta, pretežno mezothermalna, trijaska, IV — Slojne žice Pb-Zn, paleozojske (?); V — Piritiska, hidrotermalna ležišta, pretežno u porfiritima, spillito-keratofirskim stenama; VI — Hidrotermalne sulfidne žice u paleozoju; VII — Epitermalna metasomatska sulfidna ležišta; VIII — Sedimentno-eshalativna ležišta; IX — Hidrotermalne piritinske žice u porfiritima; X — Magnetitski skladovi u paleozoju; XI — Magnetitske žice u dijabazu; XII — Nejasnog porekla.

Abb. 2 — Erzlagerstättenkarte Montenegro's und der benachbarten Gebiete (S. Janković).
 Geologischer Aufbau: 1 — Paläozoikum (Tonschiefer, Sandsteine); 2 — Untertrias (Kalke, Mergel); 3 — Mittel- u. Obertrias (vorherrschend Kalke, z. T. Hornstein); 4 — Kreide (Flysch); 7 — Porphyrite, Pyroklastite, Gesteine der Spilit Keratophyr-Assoziation; 8 — Granodiorite, Diorite.

Erzlagerstätten-Typen: I — Chalkopyrit — und Chalkopyrit-Magnetitgänge in Diabasen; II — metasomatische Pb-Zn-Lagerstätten; III — Ganglagerstätten, vorwiegend mesothermale, triassische; IV — Pb-Zn-Schichtgänge, paläozoische (?) V — pyritische, hydrothermale Lagerstätten, vorwiegend in Porphyriten, Spilit-Keratophyren; VI — hydrothermale sulphidische Gänge im Paläozoikum; VII — epithermale metasomatische sulphidische Lagerstätten; VIII — sedimentär-exhalat ve Lagerstätten; IX — hydrothermale Pyrrhotingänge in Porphyriten; X — Magnetitkörper im Paläozoikum XI — Magnetitgänge im Diabas; XII — unbekannter Ursprungs.

Litološko-stratigrafske formacije

U okviru sredine u kojoj su obrazovana rudna ležišta mogu se izdvojiti dve osnovne litološko-stratigrafske serije:

— Gornje permsko-donjotrijaska serija izgrađena pretežno od klastičnih sedimenata, sa mestimičnim značajnijim razvićem krečnjaka, katkada rožnaca.

— Serija karbonatnih stena, obrazovanih u srednjem gornjem trijasu, juri i kredi (fliš); u toj seriji se javljaju mestimično i veće mase rožnaca (porfirit-rožna i dijabaz-rožna formacija); klastične tvorevine imaju manje rasprostranjenje.

U okviru sedimentacionog ciklusa između anizijskog i ladinskog kata postoji prekid (u Sloveniji obeležen je, uglavnom, diskordancijom); u mnogim delovima Dinarida prekid u sedimentaciji je obeležen boksitnim ležištima obrazovanim, kao kontinentalne tvorevine, na raznim stratigrafskim nivoima trijasa i jure.

Strukturno-tektonske karakteristike

Metalogenetska oblast Severne Crne Gore odlikuje se složenim tektonskim sklopom, koji je nastao u toku variscijske, staroalpske i alpske orogeneze.

Za lokalizaciju magmatogenih rudnih ležišta razlomne strukture su daleko značajnije nego naborne strukture. Dosada, poznata rudna ležišta obrazovana su pretežno u razlomnim zonama; širina tih zona može biti i više stotina metara. Na osnovu današnjeg stepena istraženosti pojedinih ležišta i metalogenetske oblasti kao celine proizlazi da su rudonosne razlomne strukture obično malih razmera, da se strukture brzo zatvaraju, i to ne samo po padu, već i po pružanju. Primarno uske prsline i pukotine bivaju katkad i proširivane na račun potiskivanja okolnih stena rudonosnim rastvorima, tako da se stvaraju morfološki složenije rudne žice i izdužena sočiva.

Posebno povoljne sredine za lokalizaciju rudnih tela javljaju se duž kontakta dveju litološki različitih sredina. Ležišta koja su vezana sa takvim sredinama, u metalogenetskoj oblasti Severne Crne Gore su retka.

Pošto je stvaranje rudonosnih struktura vezano u osnovi sa staroalpskom orogenezom, to su tragovi postrudnih kretanja veoma izraziti u većini rudnih ležišta.

Velike zone razlamanja koje su stvorene u Severnoj Crnoj Gori u toku alpske orogeneze predstavljaju veoma povoljne sredine za lokalizaciju rudnih tela. Međutim, magmatski rudonosni procesi ne prate tu orogenezu u domenu Severne Crne Gore, tako da su te povoljne strukture sterilne. Samo mestimično se u njima mogu naći pojave mine-

ralizacije, stvorene, možda, kao rezultat ožiljavanja i premeštanja starijih pretežno staroalpskih ležišta.

Magmatski kompleks

U okviru ovih izlaganja naša razmatranja odnosa magmatizma i stvaranja rudnih ležišta u oblasti Severne Crne Gore obuhvaćuje samo magmatizam mezozojske geosinklinale, ne ulazeći u magmatske procese koji su se odigravali u paleozoiku. Ovo ograničenje dolazi radi toga, što bi to zahtevalo daleko šira proučavanja, i na kraju nije od neposrednog značaja za metalogenu Severne Crne Gore. Ovo poslednje možda i nije potpuno ispravno, jer u rejonu Šćepan Polja u istom prostoru leže i produkti trijaskih rudonosnih rastvora, i ležišta čiji bi se postanak mogao dovesti u vezu sa starijim, najverovatnije, paleozojskim magmato-tektonskim procesima.

U okviru Severne Crne Gore, sa stanovišta metalogenije, možemo razlikovati dva osnovna magmatska ciklusa:

- porfiritski i spilito-keratofirski, i
- bazične magmatske stene (dijabazi, gabro).

Porfiriti i spilito-keratofiri, praćeni mestimično i dubinskim ekvivalentima (granodioritima, kvarcedioritima), kao i piroklascitima, koji u pojedinim delovima ove oblasti obrazuju i značajnije mase (rejon Bje-lasice, delom i Sinjavine), imaju veoma široko rasprostranjenje. U tim stenama se nalaze i veoma značajne koncentracije olovo-cinkovih, delom i bakrovih minerala. Stvaranje ležišta, kojima porfiriti, odnosno kvarcporfiriti, spilito-keratofiri ili njihovi piroklasciti predstavljaju okolne stene, genetski je vezano obično sa dubinskim ekvivalentima tih magmi (granodioriti).

Porfiriti i njima srodne stene grade jedan veoma široki diferencijacioni niz, na čijem jednom kraju stoje kvarcporfiri i kvarckeratofiri, a na drugom kraju dijabaz-porfiriti i dijabazi. Izlivanja su delom submarinska, a delom su i subaerska. Prostorno su vezana sa paleozojskim, verfenskim i srednjetrijskim tvorevinama. Sve stene toga magmatskog ciklusa nisu nesumnjivo istovremeno stvarane, već u različitim fazama, ali ipak u određenom periodu: u trijasu — od verfena

do najviših nivoa ladinika. Nije isključeno da se donja granica u pogledu starosti porfirita pomeri i u paleozojik, kako su to pokazala nedavna ispitivanja u Brskovu.

Porfiritski magmatizam (pri tome se misli na sve produkte nastale u različitim fazama toga magmatskog ciklusa) genetski je vezan i sa određenom grupom ležišta i određenim mineralnim asocijacijama. U vezi sa njim javlja se stvaranje ležišta pirita, olovo-cinka, bakra — pretežno hidrotermalna ležišta, samo izuzetno praćena pojavama skarnove mineralizacije, i ležišta gvožđa i mangana — sedimentno-eshalativna ležišta.

Bazični vulkanizam je predstavljeno, kao što smo već istakli, dijabazima, rede gabrovima, peridotitima i melafirovom. I prostorno i vremenski, produkti toga magmatizma se odvajaju od porfirita i njima srodnih stena. Bazičan vulkanizam je pretežno ispoljen u juri, a delom i u donjoj kredi. U vezi sa ovim magmatizmom stvaraju se veoma retko ležišta — njima se mogu pribrojiti pojave halkopirita, zatim magnetitsko-halkopiritske asocijacije, rede i halkopiritska parageneza sa sfaleritom i dr. Pored hidrotermalnih, izgleda da postoje i magmatska ležišta, genetski vezana sa bazičnim vulkanizmom.

I bazični i porfiritski odnosno spilito-keratofirski magmatizam vezan je sa *mezozojskom geosinklinalom*. Prema tipu geosinklinala i karakteru magmatizma, mogu se, prema A. Pilgeru, izdvojiti u osnovi tri tipa:

(1) Geosinklinale sa isključivo ili pretežno SiMa magmom; intermedijarne stene su samo diferencijati SiMa magme.

Takve geosinklinale mogu biti dvojake:

— geosinklinale sa ravnomernim i prostranim produblavanjem odnosno spuštanjem dna, i

— geosinklinale koje su veoma uske i čije se dno vrlo brzo spušta.

(2) Geosinklinale u koje prodiru produkti SiAl i SiMa magme. Kisele stene se javljaju pretežno u početku ili na kraju procesa obrazovanja geosinklinala, ili su vezane sa intra-geosinklinalnim kretanjima dna.

(3) Geosinklinale u kojima preovladuju kisele stene, dok SiMa materijal ima podređeno rasprostranjenje.

Taj tip geosinklinala je veoma redak, a značajan je naročito radi toga, što se za vreme geosinklinalnog stadijuma vrši u zemlji-

noj kori magmatska mobilizacija rastopa, koja odgovara sinorogenom i subsekventnom magmatizmu. Iz toga proizlaze ne samo magmato-tektonske već i hemijske povezanosti. Primer takve vrste predstavljaju pojave na ostrvu Hispanjola u Haitima, gde su inicijalne stene pretežno zastupljene andezitima i dacitima, dok su bazični eruptivi podređenog značaja; inicijalne stene odgovaraju, u hemijsko-petrološkom pogledu, kasnijim sinorogenim i subsekventnim stenama.

Prema današnjem našem poznavanju ovoga problema u Dinaridima izlazi da je u mezozojskoj geosinklinali došlo do prodiranja i SiAl i SiMa magmi, vremenski i prostorno odvojenih. Prodiranje kiselih i intermedijarnih predstavnika vezano je u osnovi sa intergeosinklinalnim kretanjima, koja delom imaju karakter orogeneze.

Rudonosne formacije

U našem pregledu razmotrićemo, zasad, samo olovo-cinkove mineralne parageneze koje se javljaju u okviru strukturalno-metalogenetske oblasti Severne Crne Gore.

Olovo-cinkova ležišta ove oblasti odlikuju se relativno jednostavnim i postojanim mineralnim sastavom i raznovrsnim sklopom, naročito teksturama. U mnogim ležištima zapaža se intenzivna naknada preobražavanja primarnog mineralnog sastava i sklopa rude. Za većinu ležišta je karakteristično široko rasprostranjenje pirita, koji katkad gradi i sopstvena ležišta, sa neznatnim udelom sfalerita ili i bez drugih rudnih minerala.

Većina rudišta olova i cinka iz toga metalogenetskog područja zahvaćena je intenzivnim postrudnim poremećajima, koji su obično dovodili do razlamanja rudnih tela, katkad i njihovog uškriljavanja. To je posebno jasno istaknuto kod rudnih tela koja su ležala u škriljcima ili na kontaktu stena različitih mehaničkih osobina. Te složene strukture rudišta u velikoj meri otežavaju uspešno istraživanje ležišta (pojedina rudna tela u rejonu Brskova).

Prema poreklu, olovo-cinkova ležišta se mogu podeliti u dve osnovne grupe: *magmatogena*, među kojima daleko preovladuju hidrotermalne mineralne asocijacije, i *egzogena*.

Prema mineralnim paragenezama, načinu pojavljivanja i drugim za proces stvaranja

rudnih ležišta bitnim karakteristikama, olovo-cinkova ležišta i mineralne pojave u području Severne Crne Gore (i susjednih oblasti koje sa njom čine jedinstvenu metalogenetsku oblast) mogu se razvrstati u tipove date u tablici 1.

Prema metalogenetskoj pripadnosti mogu se u osnovi izdvojiti trijaska i jurska ležišta; među ovim tipovima, jurskim se mogu pribrojiti, uglavnom, halkopiritske i halkopiritsko-magnetitske i magnetitske koncentracije, dok su ostala pretežno trijaska. Svaki od pomenutih tipova ležišta pokazuje izvesne specifične geološko-ekonomske odlike.

Halkopiritska i halkopiritsko-magnetitska ležišta su stvorena u hidrotermalnom području, a lokalizovana su u dijabazima. Rudne koncentracije su vezane sa prslinama i pukotinama, koje katkad obrazuju nepravilne spletove. Okolne stene su hidrotermalno promenjene, sa mestimičnim intenzivno razvijenim hloritisanjem, kalcitisanjem i epidotisanjem. Moćnost žica je obično od 0,2 do 0,5 m.

Među rudnim mineralima preovlađuju *halkopirit*, *magnetit* i *hematit*; mestimično postoje i prelazne halkopiritsko-magnetitske žice. Posebno su karakteristične strukture martitizacije u kojima često magnetit predstavlja sitne relikte u hematitu. Od drugih rudnih minerala zapaženi su pirit, krajnje retko sfalerit a još rede galenit. Od pratećih, nerudnih minerala, pored kalcita i epidota značajan je kvarc.

Tome tipu ležišta pripadaju pojave kod Varine, južno od Pljevalja.

Pirotinske žice i sočiva predstavljaju pretežno tvorevine visokih temperatura hidrotermalnog područja. Pirotin, vodeći metalčki mineral, delom je prešao u *pirit*, sa mestimično zaostalim reliktnim strukturama. Nekadašnja pirotinska izdvajanja u *sfaleritu* danas su predstavljena, uglavnom, piritom, (mada ima i prelaza, tako da je stepen transformisanosti pirotina u pirit veoma različito izražen u pojedinim ležištima). Udeo sfalerita u tim paragenezama je promjenljiv, katkad i ekonomski interesantan, dok se *galenit* javlja sasvim podređeno. Od drugih minerala mestimično se zapaža *arsenopirit*, *halkopirit*. Od nerudnih minerala, *kvarc* je najrasprostranjeniji.

Okolne stene su najčešće porfiriti (tip Konjuha) ili paleozojski škrljci (tip: slojne žice Šestarevca na Bjelasici).

Prema današnjem stepenu istraženosti, ležišta toga tipa nisu posebno ekonomski značajna (nizak sadržaj korisnih komponenti, u prvom redu cinka i bakra).

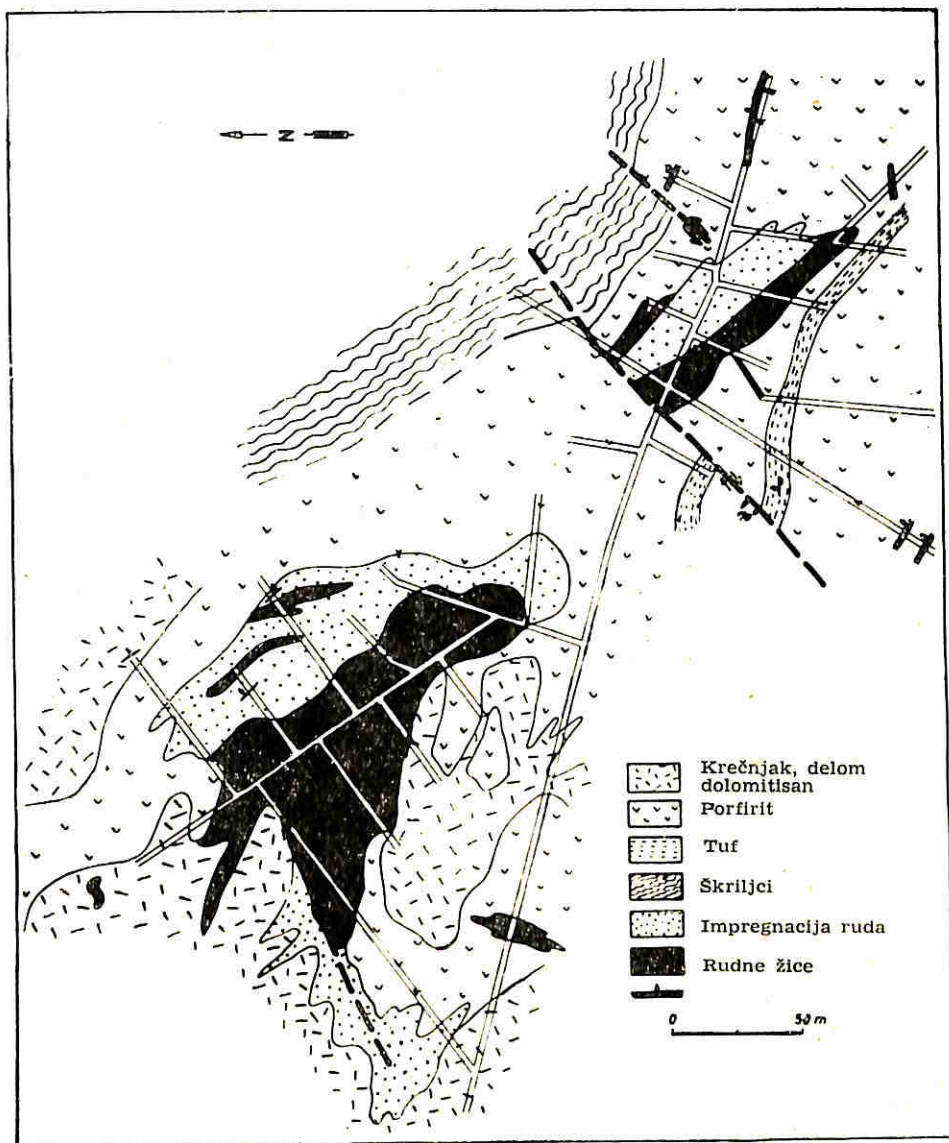
Piritska ležišta sa promenljivim udelom olovocinkovih minerala imaju široko rasprostranjenje u Severnoj Crnoj Gori, i među njima se mogu izdvojiti:

Piritsko-sfaleritska ležišta (tip: Žuta Prla kod Mojkovca) izgrađena su, uglavnom, od *pirita* (pretežno oko 50% rudne mase) i *sfalerita* (obično do 10—12% rudne mase). Udeo ostalih minerala je sasvim mali: *galenita*

Tablica 1

Tipovi ležišta i mineralne asocijacije u Severnoj Crnoj Gori

<p><i>Magmatogena ležišta</i> (pretežno kata- do epitermalna ležišta)</p>	<p>Pirotinska Piritska Halkopiritska i halkopiritsko-magnetitska u dijabazima Galenitsko-sfaleritske žice i impregnacije u porfiritima odnosno stenama spilito-keratofirske formacije Metasomatska olovo-cinkova ležišta Skarnovska ležišta (pretežno sfaleritska) Halkopiritske žice u porfiritima Baritska ležišta (sa neznatnim pojavama sulfida Pb-Zn, Sb i Hg)</p>
<p><i>Egzogena ležišta</i></p>	<p>Ležišta sumpornog ciklusa (uglavnom, sulfidi Fe, Pb, Zn) Limonitska ležišta (sa nešto olova i cinka, tip Kozice)</p>



Sl. 3. — Geološka karta jednog horizonta u ležištu Žuta Prla (Brskovo).

Abb. 3 — Geologische Karte; Plan eines Horizontes in der Lagerstätte Žuta Prla (Brskovo).

(obično oko 1%), *halkopirita* (pretežno ispod 1%), zatim *pirotin*, *Sb-tetraedrit*, *Pb-Sb-sulfosoli*, *arsenopirit*, *markasit*, *kovelin*. Sfalerit često sadrži halkopiritska izdvajanja, dok su izdvajanja, sfalerita u halkopiritu reda. *Kvarc* je najrasprostranjenija nerudna komponenta.

Piritsko-sfaleritska ležišta nalaze se u porfiritima, na njihovom kontaktu sa krečnjacima i škrljicama, ili u paleozojskim škrlj-

cima. Razmere ležišta ovoga tipa mogu biti veoma značajne i ekonomski interesantne.

Piritskom tipu ležišta pripada ležište Žuta Prla odnosno Brskovo kod Mojkovca, kao i druge manje pojave u rejonu planine Bje-lasice.

Ležište Brskovo. — Brskovsko područje izgrađeno je pretežno od paleozojskih tvorevina (škrljci, peščari, delom konglomerati) i trijaskih sedimenata (poglavito karbonatne, krečnjačke stene, delom laporovite stene sa rožna-

cima), dok jurski sedimenti nisu sigurnije utvrđeni.

U neposrednoj okolini Brskova nalaze se produkti paleozojskog i trijaskog magmatizma. Paleozojskom magmatizmu pripadaju porfiriti i njihovi tufovi koji se naizмениčno preslojavaju sa pešćarsko-škriljastim stenama. Trijaski magmatizam predstavljen je u osnovi kvarceratofirima i njihovim piroklascitima; starost tih stena određena je kao srednje-trijaska. Ima izvesnih indicija da u rejonu Brskova postoje i odgovarajući dubinski ekvivalenti trijaskih porfiritskih stena, sa kojima se u genetskoj vezi nalazi i stvaranje rudišta. I paleozojski i trijaski eruptivi su veoma dubeko preinačeni, naročito kasnijim hidrotermalnim uticajima. Petrohemij-skim ispitivanjem utvrđeno je da ne postoje razlike u karakteru paleozojskog i trijaskog magmatizma.

U brskovskom rudnom polju postoji nekoliko ležišta, obrazovanih pod sličnim uslovima. Naročito značajne koncentracije metala nalaze se u Žutim Prlima i Brskovu, ležištu koje je intenzivnije eksploatisano u srednjem veku.

Prema obliku, rudna tela pripadaju skladovima, slojnim žicama ili pokazuju nepravilne oblike, koji su katkad i posledica intenzivnih postrudnih uticaja. Okolne stene su najčešće eruptivi (porfiriti, rede i keratofiri odnosno kvarceratofiri) i njihovi piroklasciti, zatim krečnjaci i dolomitični krečnjaci, rede i škriljci. Katkad su rudna i na kontaktu krečnjaka i porfirita odnosno po obodu porfiritskih masiva (sl. 3). Za brskovski rudni rejon je posebno karakteristična hidrotermalna alteracija okolnih stena (sericitisanje, silifikovanje, dolomitisanje, u manjoj meri kaolinisanje); sericitisanje obično prethodi stvaranju ležišta, dok je kaolinisanje, uglavnom, simultano sa deponovanjem rudnih minerala. Tvorevine alkalne metasomatoze su često veoma razvijene, tako da mogu da predstavljaju značajan prospekcijski kriterijum.

Mineralni sastav rudnih tela je relativno prost. Među rudnim mineralima prevladuje pirat, a prate ga promenljive koncentracije sfalerita (do oko 10% mineralizovane mase), neznatne koncentracije galenita (obično 1—2%), halkopirita, tetraedrita, markasita, arsenopirita, bornita; posebno je interesantna pojava cinabarita. Među nerudnim mineralima daleko prevladuje kvarc, dok su kalciti i sericit manje zastupljeni, a barit sasvim podređeno.

Među strukturama posebno se ističu gelske, kasnije skoro potpuno iskristalisane. U rudnim telima u tufovima prorastanja među rudnim mineralima su izvanredno fina, tako da se u procesu pripreme ne mogu postići potpunija otvaranja ni iskorišćenja.

Piritska ležišta Brskova pripadaju u osnovi hidrotermalnim, genetski vezana sa trijaskim magmatizmom. Prema načinu obrazovanja, ta ležišta bi se mogla uvrstiti u grupu konvergentnih ležišta. Na osnovu sadržaja FeS u sfaleritu, kao i na osnovu struktura prorastanja sfalerit-halkopirit i sfalerit-pirotin proizlazi da je brskovsko rudište stvarano u jednom relativno širokom temperaturnom intervalu, koji leži iz-

među 300° i oko 150°C; donja granica temperature pri kojoj su deponovani rudni minerali dolaze u epitermalno područje u kome je obrazovan i cinabarit.

Prema uslovima stvaranja, brskovska ležišta su veoma slična piritskim ležištima Urala (Bljava i druga) i Kavkaza.

Piritske žice imaju veoma jednostavan mineralni sastav i sadrže mestimično i pojave olovo-cinkovih minerala (uglavnom sfalerit, galenit je veoma redak), zatim arsenopirit, nerudni minerali su predstavljeni, uglavnom, kvarcom. Okolne stene su obično paleozojski škriljci.

Piritske impregnacije u porfiritima imaju često široko rasprostranjenje, i u njima se javljaju pojave galenita i sfalerita (Uništa kod Šćepan Polja).

Galenitsko - sfaleritsko - piritske rudne žice u porfiritima (tip Šuplja Stijena) su ekonomski veoma značajne. Odlikuju se visokim sadržajem metala, pri čemu cink prevladuje nad olovom (2 : 1). Sem osnovnih mineralnih komponenti-pirita (oko 30% rudne mase), sfalerita (15—20% rudne mase) i galenita (5—7% rudne mase) u ovim paragenezama učestvuju i halkopiriti retko arsenopirit, tetraedrit, magnetit, hematit, pirotin, markasit, stanin, kubanit. Izdvajanja halkopirita u sfaleritu se često javljaju; pojave sfaleritskih zvezdica u halkopiritu su rede. Najveći deo minerala ove parageneze stvoren je u mezotermalnom domenu, dok počeci stvaranja ležišta padaju čak i u prelazna pneumatolitsko-hidrotermalna područja.

Crudnjene razlomne zone praćene su katkad i impregnacionim rudnim telima izgrađenim od istih minerala koji se javljaju u žicama (Šuplja Stijena). To je naročito slučaj kada se javi više međusobno paralelnih rudnih žica. Tako orudnjene zone imaju katkad veoma značajne bilansne rudne rezerve.

Slične parageneze postoje i u krečnjacima (Skarnovska ležišta Sredenik — tip).

Ležište Šuplja Stijena. — Ovo ležište nalazi se u blizini tromeđe Crne Gore, Bosne i Hercegovine, na planini Ljubišnji.

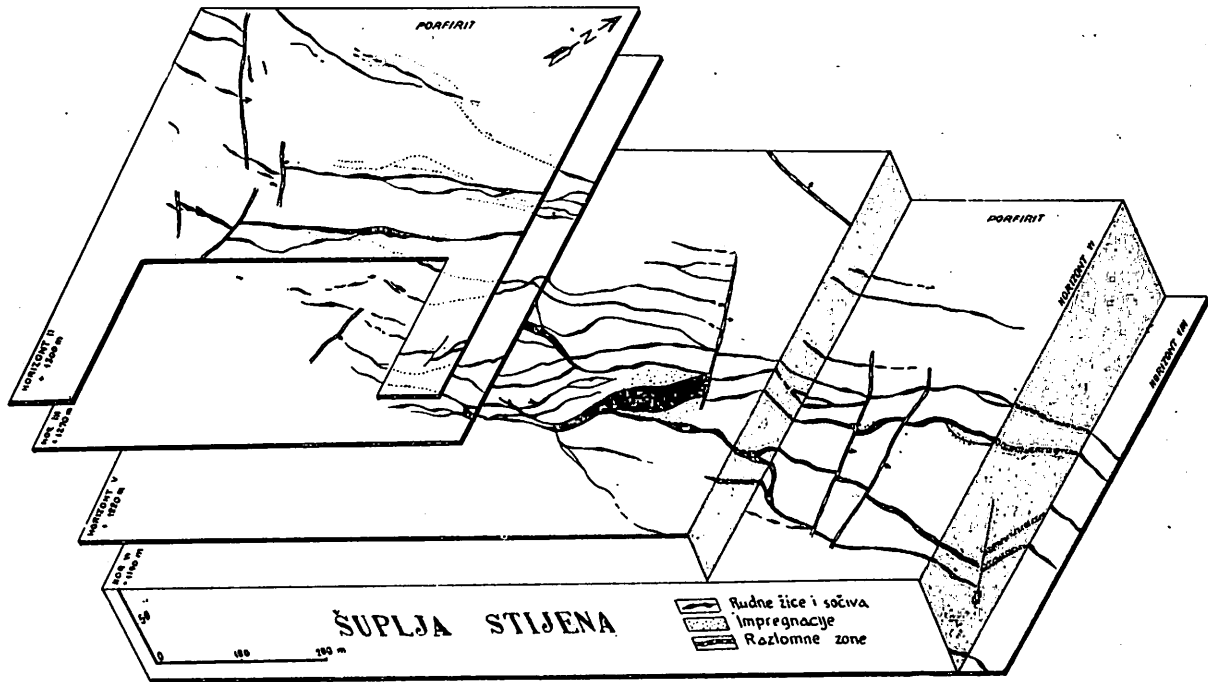
Rudište je otvoreno 1953. godine. Godišnja proizvodnja iznosila je, u periodu 1957—1958. godine, oko 70—80.000 tona. U Gracu, 8 km daleko od rudišta, podignuta je flotacija sa kapacitetom od 250 t/dnevno. Ruda sadrži do oko 10% Zn i 5% Pb; udeo pirita dostiže i 30% rudne supstance.

Rudonosni teren izgrađen je, uglavnom, od tvorevina paleozojika i trijasa; tercijar ima veoma ograničeno rasprostranjenje.

Paleozoik je predstavljen kvarcnim pešćarima, konglomeratom i serpentinom. Najveći deo terena sastoji se od trijasa koji je u području Šuplje Stijene razvijen u faciji laporaca, pešćara, rožnaca, i u faciji krečnjaka. Među magmatskim stenama izdvaja se melafir, porfiriti i kvarcporfiriti; zapadno od Šuplje Stijene (oko 7 km) ispod Čelebića otkriven je i dubinski

lokalizovane i u brečastim zonama u porfiritima. Pošto su geološka istraživanja u ovome rejonu tek nedavno počela (posle 1950. godine) može se očekivati da će u široj okolini Šuplje Stijene biti otkriveno više takvih rudnih tela.

U delovima koji leže između glavnih rudnih žica (nivo potkopa II u samom rudniku Šuplja Stijena), javlja se i štokverkno-impregnacioni tip orudnjenja, koji ekonomski može biti veoma značajan obzirom na svoje razmere i relativno visok sadržaj metala.



Sl. 4 — Blok-dijagram šupljostijenskog rudišta.

Abb. 4 — Blockdiagramm der Lagerstätte Šuplja Stijena.

ekvivalent tih stena, praćen čestim aplitskim žicama. U rejonu Šćepan Polja porfiriti imaju nešto bazičniji karakter (dijabaz porfiriti). Tufovi imaju veoma malo rasprostranjenje (uglavnom, u nešto široj okolini Šuplje Stijene).

Rudna tela se nalaze u porfiritima, delom u porfirima, u jednoj zoni koja ima opšti pravac pružanja severoistok-jugozapad (približno upravno na dinarski pravac pružanja). Moćnost te zone koja je danas otkrivena rudarskim radovima iznosi 100—200 m i u njoj je razvijeno nekoliko međusobno približno paralelnih rudnih žica. Glavna rudonosna zona duga je više stotina metara, a moćnost pojedinih rudnih žica od 0,1 m do 10 m, katkad i više. Po pružanju i padu rudne žice pokazuju račvanja (sl. 4). Postrudni pokreti su doveli do mestimičnog razlamanja rudnih žica, ali ta kretanja nisu bila nekih značajnijih razmera.

Sem rudnih žica, koje su danas u eksploataciji, u rejonu Šuplje Stijene postoji više sličnih pojava, pri čemu su neke od rudnih žica

Pojave u krečnjacima, dosada veoma malo istraživane, mada prema današnjem stepenu istraživanja postoje povoljni uslovi da se u njima, naročito u rejonu Kraje Jele, otkriju i ekonomski značajna rudna tela (u kontaktnoj zoni porfirit-krečnjak, a u blizini granodiorit-skih intruziva).

Okolne stene su usled uticaja hidrotermalnih rastvora izmenjene. *Sericitisanje* predstavlja najrasprostranjeniji proces preobražaja porfiritita; *silifikovanje* je, takode, jedan od široko rasprostranjenih pojava alteracije okolnih stena, dok je *kalcitisanje* nešto ograničenijih razmera; pojave *kaolinisanja* su ređe.

Mineralni sastav rude je relativno jednostavan: *magnetit*, *hematit*, *sfalerit*, *pirit*, *arsenopirit*, *pirhotin*, *kubanit*, *halkopirit*, *valerit*, *stannin*, *galenit*, *markasit*, *tetraedrit*, *siderit* i *Biminerale* (bliže neodređen). Najveće rasprostranjenje i intenzitet imaju pirit, sfalerit i galenit; ostali imaju ekstenzitet ispod 2%, a intenzitet

ispod 1%. Zlato se retko javlja; srednji sadržaj u danas otkrivenim rudnim telima ne prelazi 1 g/t. Nerudni minerali: kvarc, kalcit, barit (retko).

Šupljostijensko rudište stvarano je pretežno na temperaturi koja odgovara mezotermalnom području. Pojava sfaleritskih zvezdica u halkopiritu, kao i kubanita ukazuje na nešto višu temperaturu u početku stvaranja ležišta.

Pojave preinačavanja primarnog mineraloškog sastava i struktura su karakteristične za šupljostijensko rudište; te pojave epimetamorfizma u velikoj meri skrivaju i brišu primarne strukture i međusobne odnose rudnih minerala.

Starost rudišta određena je kao srednjetrijska, ladinski kat.

Metasomatska ležišta olovo-cinka. — Metasomatska ležišta olovo-cinka u karbonatnim stenama, uglavnom u krečnjacima, su, prema današnjem stepenu istraživosti pojedinih rudnih pojava i poznavanju pojedinih rudnih rejonu, retka. Nalaze se obično u srednjetrijskim krečnjacima.

Mineralni sastav tih ležišta je približno isti kao i u prethodnom tipu — pirit, sfalerit i galenit su osnovni rudni minerali. U pojedinim ležištima koja su naknadno intenzivno oksidisana, široko rasprostranjenje imaju sekundarni minerali (limonit — gvozdeni šeširi u Kozici).

Prema obliku rudnih tela i načinu depoziranja rudnih minerala mogu da se izdvoje kompaktna rudna tela i impregnacione zone, pretežno nepravilnog oblika i malih razmera.

Izuzetno se javljaju i skarnovska ležišta, u kojima se pretežno javljaju sfalerit i pirit, praćeni neznatnim koncentracijama pirofena.

Metasomatskim ležištima pripada Kozica i rudne pojave u rejonu Krnje Jele i Viševina, zapadno od Šuplje Stijene; pojedine rudne pojave u rejonu Sredenika (rudno polje Šuplje Stijene) nalaze se u tesnoj vezi sa mermerisanim srednjetrijskim krečnjacima u kojima se mestimično zapažaju i skarnovski minerali (granat, pirokseni).

Galenitsko-kalcitske žice izgrađene su od veoma malog broja minerala.

Sem galenita u njima se samo mestimično zapaža i po koji kristal svetlosnog sfalerita (tip: Goričke Strane kod Šuplje Stijene). Lokalizovane su pretežno u krečnjacima duž sitnih prslina.

Halkopiritske žice sadrže podređeno galenit i sfalerit (tip: Boan kod Šavni-ka). Ove parageneze koje su donekle slične sa šupljostijenskim, veoma su malo detaljnije proučavane.

Posebno su interesantne pojave halkopiritsko-kvarcnih žica u dijabazima (rejon Varina). To su pretežno tanke žičice (moćnost desetak santimetara) kvarca u kojima halkopirit obrazuje mestimična gnezda ili mlazeve. Pored njih, javljaju se i neznatne koncentracije magnetita i hematita. Ove rudne pojave, genetski vezane sa dijabazom ili gabrom, su hidrotermalnog porekla, i praćene su široko razvijenim alterisanim okolnim dijabazima (epidotisanje, kalcitisanje).

I pored visokog sadržaja bakra (i do nekoliko procenata), kvarcno-halkopiritske žice su ograničenog ekonomskog značaja, jer se radi, uglavnom, o malim masama.

Baritsko-olovo-cinkove parageneze (mezo i epitermalne) sadrže, pored barita kao osnovnog minerala u ležištu, i pojave olovo-cinkovih minerala (tip Podkovač). U baritskom telu sreću se, istina krajnje retko, galenit, sfalerit, Pb-Sb sulfosoli, pirit sa gelskim strukturama, antimonit, cinabarit. Ležište se nalazi u trijaskim krečnjacima.

Baritsko-olovo-cinkovim paragenezama, u kojima minerali olova i cinka (galenit, sfalerit) imaju znatno više učešća, stvarani na nešto višim temperaturama nego već pomenuti tip ležišta (u sfaleritu se često zapažaju halkopiritska izdvajanja), pripadale bi verovatno, i pojave u Bokovačkim Mlinima kod Borovice (M. Ramović). Rudni minerali zajedno sa baritom javljaju se kao cement jedne brečaste zone u verfenskim peščarima.

ZUSAMMENFASSUNG

Allgemeine Vererzungscharakteristiken des nördlichen Montenegro (Jugoslavien)

Dr. ing. S. Janković*)

Das Gebiet des nördlichen Montenegro liegt im Rahmen der Dinarischen metallogenetischen Provinz und es können hier mehrere Erzgebiete unterschieden werden. Diese Gebiete werden durch besondere Bedingungen der Lagerstättenbildung ausgezeich-

*) Dr. ing. Slobodan Janković, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

net, mit spezifischen Mineralparagenesen, die genetisch an verschiedenartige Struktur-
bildungen, gebunden sind, mit verschiedenartigen magmatisch-tektonischen Prozessen,
die sich in verschiedenen metallogenetischen Epochen abwickelten.

Die Lagerstätten des nördlichen Montenegro wurden hauptsächlich im Rahmen
der alpinischen metallogenetischen Epoche gebildet. Den Lagerstättentypen nach kön-
nen hydrothermale und sedimentär-exhalative, seltener skarnische Lagerstätten unter-
schieden werden; nach den Mineral-Assoziationen können dieselben in folgende unter-
gliedert werden: Blei-Zink, pyritische mit veränderlichen. Sphaleritkonzentrationen,
kupferführende, ferner Zinnabaryt-, Baryt-, Mangan- und Eisenerzlagerstätten. Wirt-
schaftlich sind besonders die Blei-Zink- und Eisenerzlagerstätten von Bedeutung.

Zwischen den Lagerstätten endogenen Ursprungs können in Montenegro Lager-
stätten unterschieden werden, die genetisch an einen mittelsaueren Magmatismus ge-
bunden sind und solche, die genetisch an Diabase, bzw. Gabbro gebunden sind. Der
ersten Gruppe gehören die Blei-Zinklagerstätten sowie die Eisenerz- und Manganerzla-
gerstätten an, dagegen gehören zur zweiten Gruppe die Chalkopyritlagerstätten in den
Diabasen. Die erstangeführten Lagerstätten sind vorwiegend mitteltriassischen Alter (das
höchste Niveau), die der zweiten Gruppe angehörenden sind jurassisch.

Literatura

- Cissarz, A., 1956: Lagerstätten und Lager-
stättenbildung in Jugoslawien. — Raspr.
Geol. zavoda, VI, Beograd.
- Cissarz, A., 1957: Lagerstätten des Geosyn-
klinalvulkanismus in den Dinariden und
ihre Bedeutung für die geosynklinale La-
gerstättenbildung. — N. Jb. Miner.,
Abh. 91.
- Janković, S., 1952: Istraživanja u olovo-
cinkovom rudištu Šuplje Stijene. — Zbor-
nik radova Rudarsko-geološkog fakulteta,
Beograd.
- Janković, S., 1955: Geologija i metalogeneza
olovo-cinkovog rudišta Šuplje Stijene. —
Zbornik radova Rudarsko-geološkog fa-
kulteta, Beograd.



Direktno određivanje oksidne faze antimona

Dipl. hem. Katarina Indjin

Početak ove godine u analitičku laboratoriju stigao je uzorak u kome je trebalo da se odredi Sb_2O_3 i ostale nečistoće (As, Fe, Mn, Ca, Mg, Al, Ba, Pb, Zn, Ag, R, Z, Ti, Cu, Ni, SiO_2). Po hemijskom sastavu uzorak je bio oksid antimona koji je dobiven prženjem oksidne i sulfidne rude antimona sa ugljem. Radi ispitivanja metoda za dalje obogaćenje oksida antimona u tom materijalu važno je bilo da se analitičkim putem direktno odredi sadržaj Sb_2O_3 u uzorku.

U stručnoj literaturi je nađeno da se kod vrlo čistih preparata (99% Sb_2O_3) ovaj određuje rastvaranjem u vinskoj kiselini a nerastvorni deo se ocedi i meri. Razlika predstavlja Sb_2O_3 ...

Slobodkij i saradnici rastvaraju rudu u HCl + vinskoj kiselini u struji ugljen dioksida. U rastvoru određuju Sb^{3+} i Sb^{5+} . U drugoj probi određuju sulfidni sumpor (koji ne mora da bude vezan samo za antimon) koji preračunavanjem vezuju u Sb_2S_3 . Oduzimajući Sb^{3+} vezan za sumpor od ukupnog Sb^{3+} , razliku smatraju da je Sb^{3+} vezan za kiseonik. Arsen, koji je redovni „pratilac“ antimona zanemaruju.

Autori Pletnev i Klyneva takođe u jednoj odvagi određuju sulfidni sumpor

(koji ne mora biti vezan samo za antimon već i za arsen, gvožđe ili koji drugi metal koji se nalazi u rudi). Sb^{3+} (sulfidni i oksidni) ekstrahuju sa 35% NaOH . Dobiveni sulfidni sumpor vezuju u Sb_2S_3 i opet, oduzimanjem od ukupnog Sb^{3+} , razliku smatraju da je Sb_2O_3 . Sudeći po opitima Dolivo-Dobrovolskog i J. Klimenka kao i N. I. Solnceve i E. I. Dubovicke ekstrakcija oksida antimona sa vinskom kiselinom moguća je samo 75%, tako da se mora primeniti faktor 1,33.

Po ovim metodama moguće je samo orijentaciono određivanje Sb_2O_3 .

Kao najpogodniji (uz izvesne izmene i uprošćenja) primenjen je postupak po S. Lebedevu i K. Indjin.

Svojevremeno je postupak bio razrađen, proveren i primenjen na sulfidno-oksidnu rudu antimona koja je sadržavala sulfid i oksid gvožđa, oksid arsena, pored dosta CaCO_3 i SiO_2 i nešto Al_2O_3 i MgCO_3 . Prednost postupka je u tome, što izabrani rastvarač — kiseli natrijum tartarat ekstrahuje samo oksidnu fazu antimona a sulfidnu ne. Na ovaj način je moguće direktno određivanje antimona samo iz oksida.

Oko 1 g uzorka stavljen je u stakleni balon sa okruglim dnom i dugačkim grlom. Ekstrakcija sa rastvaračem vršena je uz ključanje dva puta svaka u trajanju po 8h, a uz neprekidno mešanje električnom mešalicom. Po završenoj ekstrakciji rastvor je zakiseljen sa 7—8 ccm koncentrovane HCl, a Sb i As staloženi su kao sulfidi. Talog je posle ceđenja rastvoren u koncentrovanoj H₂SO₄ uz ključanje do pojave gustih para sumportrioksida. Ohlađeni rastvor titruje se rastvorom kalijum bromata uz dodatak metil oranža.

Zbog čvrste građe prirodnih kristala u mineralu od izvanredne je važnosti da uzorak bude vrlo sitno sprашen u ahatnom avanu da bi ekstrakcija bila potpuna.

Način rada

U erlenmajeru je ekstrahovano 0,12 — 0,13 g uzorka od 300 ccm koji je bio pokriven staklenim levkom, sa 50 ccm rastvora kiselog natrijum tartarata (10 g vinske kiseline u 100 ccm H₂O + 6 ccm 30% rastvora NaOH). Ekstrakcija je vršena 7 h na peščanom kupatilu uz blago ključanje i povremeno mešanje i dodavanje ključale vode da bi se održala prvobitna zapremina rastvora.

Posle ove prve ekstrakcije pri kojoj se najveći deo oksidnog antimona rastvorio, vreo rastvor se ocedi kroz gustu filter hartiju u erlenmajer. Vodi se računa da se što manje taloga prebaci na filter hartiju, jer će se ekstrakcija ponoviti. Sud i filter hartija isperu se 5 puta vrelom vodom kojoj je dodato malo tartaratnog rastvarača. Sa filter hartije ostatak se spere toplom vodom u isti sud, doda sa 50 ccm rastvarača, i kao što je već rečeno ponovo ekstrahuje pod istim uslovima još 4 h. Pošto je ekstrakcija završena, rastvor se cedi kroz istu filter hartiju, u isti erlenmajer, a sud i talog dobro se isperu toplom vodom kojoj je dodato malo rastvarača.

U rastvoru se sada nalaze oksidi antimona i arsena ali ne i njihovi sulfidi.

Rastvor se ohladi, pa mu se doda 50 ccm zasićenog rastvora natrijum bikarbonata i 5 ccm rastvora skroba. Sadržaj Sb³⁺ + As³⁺ određen je titracijom sa 0,1 N rastvorom joda. Arsen mora da se odredi u posebnoj probi i da se oduzme od zbira oksida.

Na ovaj način, u četiri uporedne probe određen je Sb₂O₃ u pomenutom oksidnom antimonu. Rezultati su dati u tablici 1.

Tablica 1

Sb ₂ O ₃ + As ₂ O ₃	95,47%	95,48%	95,53%	95,45%
As ₂ O ₃	0,74%			
Sb ₂ O ₃	94,73%	94,74%	94,79%	94,71%
Srednja vrednost Sb ₂ O ₃	94,74%			
Ukupni Sb preračunat na Sb ₂ O ₃	95,89%			

Na isti način određen je sadržaj Sb₂O₃ u antimonovom oksidu dobivenom iz inostranstva. Uzorak je bio vrlo čist i imao je visok sadržaj Sb₂O₃. Rezultati četiri uporedne probe dati su u tablici 2.

Tablica 2

Sb ₂ O ₃	99,30%	99,35%	99,25%	99,29%
--------------------------------	--------	--------	--------	--------

Sadržaj arsena u ovom uzorku je zane-marljiv. Arsen je bio u oba uzorka odvojen od antimona destilacijom kao trihlorid. Pošto ima vrlo mnogo antimona i pored najbrižljivijeg kontrolisanja temperature destilacije, sa arsenom je prelazio i antimon. Zbog toga je u destilatu taložen arsen sa antimonom, a vodonik sulfidom kao trisulfidi. Talog sulfida je zatim ceđen i ispiran na uobičajen način. As₂S₃ rastvara se u vrućem rastvoru 20% amonkarbonata na samom levku, ispira se amonkarbonatnom vodom, i pošto se filtrat zakiselio sa HCl uvođen je H₂S. Staložen, čist, As₂S₃ sada se cedi i rastvara u H₂SO₄ i titruje rastvorom 0,1 N KBrO₃.

Ovako uprošćen postupak je jednostavniji. Dobiveni rezultati su sa zadovoljavajućom tačnošću, reproduktivni. Najbitnije je, pak, što je na ovaj način omogućeno da se samo Sb₂O₃ (bez ostalih faza antimona) potpuno ekstrahuje (preko 99%) i odredi.

РЕЗЮМЕ

Директное определение фазы окисления сурьмы

дипл. хим К. Инджин*)

В этом сообщении даются результаты применения измененного и упрощенного метода С. Лебедева и К. Инджин определения триоксида сурьмы в материалах с высоким содержанием этой окиси.

Триоксид сурьмы экстрагируется раствором кислого виннокислого натрия а содержание сурьмы определяется титрацией с $n/10$ раствором йода.

Literatura

- Lunge-Berl, 1925: Chemisch-technische Untersuchungsverfahren. — Springer Verlag, Berlin.
- Slobodkij, Šahov, Gladkov, 1930: Untersuchung der Verfahren zur Gewinnung von Antimon und seiner Oxyde aus Erzen. — Cvetnye metaly, 1294 str.
- Pletnev, N. F., Klyneva, A. V., 1961: Analysis of Antimony Compounds. — C. A. 55, 17345.
- Lebedev, S., Mikić-Indjin, K., 1953: Određivanje oksidne faze antimona u antimonovim rudama. — Zbornik radova SAN XXII, Geološki institut SAN, knj. 3, Beograd.
- Analyse der Metalle, II/1, Betriebsanalysen, 1. Teil. — Springer Verlag, 1949.
- Treadwell, F. P., 1949: Quantitative Analyse. — Berlin.
- Dolivo-Dobrovolskij V. V., Klimenko, J. V., 1947: Racionalnynj analiz rud. — Metallurgizdat, Moskva.
- Solncev, N. I., Dubovickaja, E. I., 1956: Sbornik trudov Gincvetmet-a, br. 12. — Metallurgizdat, Moskva.



*) Dipl. hem. Katarina Indjin, saradnik Biroa za analitičku hemiju Rudarskog instituta, Beograd.

Snabdevanje magnetitom separacije u Čatićima

(sa 6 slika)

Dipl. ing. Stjepan Tomašić

Uvod

Na rudniku mrkog uglja Kakanj već je nekoliko godina kod čišćenja rovnog uglja u upotrebi sistem pranja uglja u „teškim tekućinama” sa sitno mljevenim magnetitom kao suspenzoidom.

Takav sistem izabran je zbog opće poznatih činjenica, da je regeneracija magnetitne suspenzije najjednostavnija i da je potrošak magnetita po toni rovnog odnosno prerađenog uglja vrlo nizak, pa prema tome ne opterećuje suviše proizvodne troškove. Osim toga, računalo se je i s tim, da u zemlji postoje nalazišta i rudnici magnetitne rude; te da zbog toga neće doći u pitanje kontinuirano snabdevanje separacije magnetitom potrebnog kvaliteta.

U stvari, na rudniku Kakanj stečena su donekle drukčija iskustva, koja ipak nisu takva, da bi nalagala odbacivanje magnetitne suspenzije iz upotrebe, ali zato zahtjevaju promjene kvaliteta pripremljenog magnetita.

Tehnološki proces regeneracije magnetitne suspenzije

Mokro izdrobljeni i samljeveni magnetit u drobilici sa valjcima i mlinu sa kuglama otprema se pumpom kapaciteta 20m³/min u prelivnu posudu, odakle se gravitacijom i pod pritiskom 0,5 atm dovodi u ciklon za kla-

siranje (sl. 2). Preliv ciklona, odgovarajućeg granulata zrna magnetita, odlazi u sabirnik razrijeđene suspenzije, a ostatak (pesak), se vraća u mlin na ponovo mljevenje.

Sva razrijeđena suspenzija, sakupljena u sabirniku na najnižoj koti prališta, otprema se pumpom kapaciteta 390 m³ /min, na najvišu kotu prališta, gdje je smješten zgušnjivač promjera 8 m. Prelivna voda zgušnjivača služi za prvostepeno pranje gotovih produkata, dok se magnetit nataložen zajedno sa ostalim nečistoćama na dnu zgušnjivača doprema pumpom kapaciteta 30 m³ /min do primarnog i sekundarnog magnetnog separata. Izdvojeni čisti magnetit se zgušnja u rezervoaru, odakle se membranskom pumpom otprema do razdjeljivača, koji automatski poslužuje separatore. Magnetit, iznet gotovim produktima iz pojedinih separatora, ispira se na sitima za ispiranje i ocjeđivanje, te dovodi do lučnog sita vezanog serijski na vibraciono sito. Tu se razrijeđena suspenzija oslobađa krupnijih zrnaca uglja odnosno jalovine i skuplja u sabirniku na najnižoj tački prališta.

Snabdevanje separacije magnetitom

Do danas je gotovo isključivi isporučilac magnetita za separaciju u Čatićima, kao i za većinu separacija u zemlji, rudnik Rudna Glava u SR Srbiji.

Magnetit, kao rovna ruda, doprema se u granulaciji od 0 do 300 mm pa i veće krupnoće. Vrlo je bogat mineralnog sastava, tako da osim čistog magnetita nosi u sebi minerale limonita, hematita, pirita, kovelina, halkopirita, kremenca, kalcita i druge. Tako bogat sastav minerala u rovnoj rudi je štetan pri pripremanju suspenzije, jer je za ovu potrebno željezo, koje se nalazi vezano samo u magnetitu, dok je sve ostalo balast i treba ga odstraniti. Osim toga, bogat udeo silikata vrlo je neugodan u tehnološkom procesu regeneracije magnetita zbog svog znatnog udjela u abanju mašinskih uređaja.

Separaciju u Čatićima projektirala je firma WEDAG, koja je kod izrade projekta postavila zahtjev da magnetit sadrži najmanje 50% Fe i da u separaciju dođe izdrobljen na veličinu zrna ispod 20 mm.

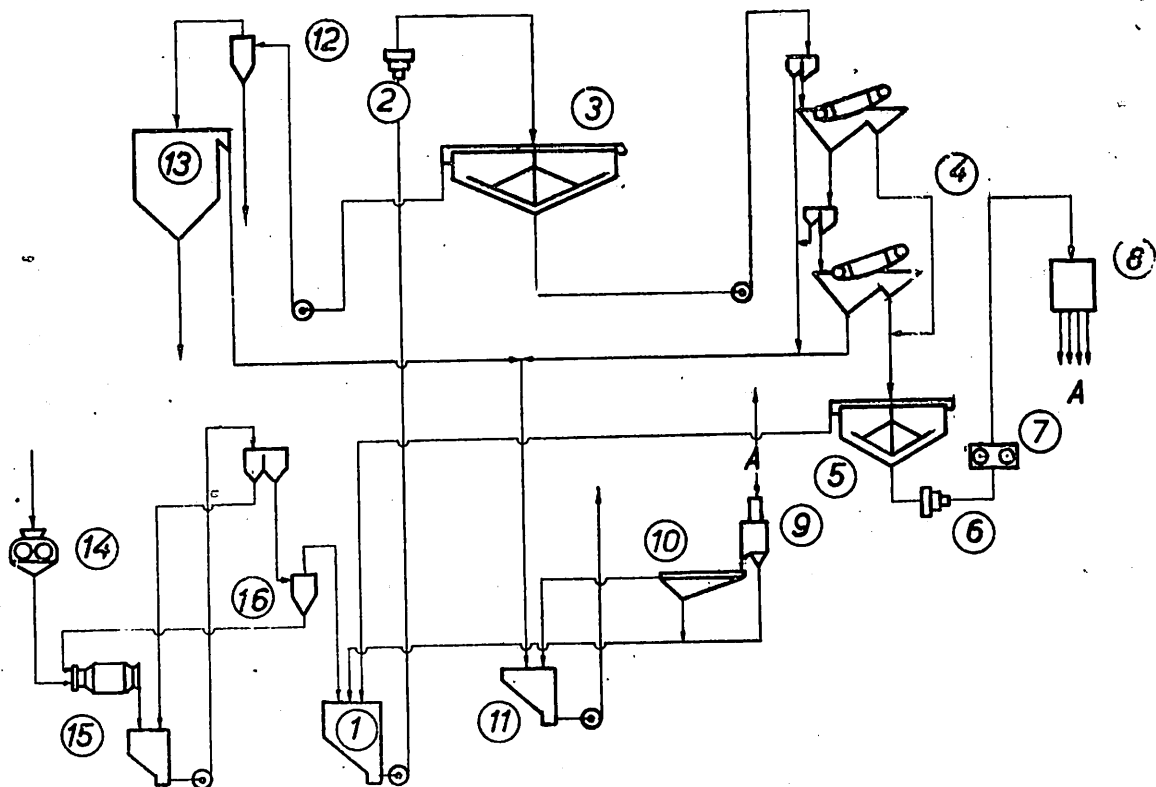
Iz prve analize, koju je izvršio rudnik Majdanpek u novembru 1952, a kojom ra-

spolaže rudnik Kakanj, vidi se da u takvoj rudi ima doduše 55% Fe, ali to željezo nije isključivo vezano za magnetit već i za minerale pratioce, koji, zbog svojih nemagnetičnih svojstava, predstavljaju za taj proces jalovinu.

Isti takav uzorak bio je poslat firmi WEDAG, koja je na temelju izvršenih analiza utvrdila, da je maksimalno moguće iskorišćenje rude 75% sa oko 61,5% Fe i pri specifičnoj težini 3,82. Tom prilikom je ujedno izražena sumnja, da je taj uzorak zaista prosječan uzorak, već da je to verovatno najbolji magnetit kojim raspolažemo.

Rad sa takvim, a i nešto slabijim magnetitom je moguć, ali sa prilično neugodnim posljedicama kao što su:

- znatno duži rad mlina s kuglama,
- kapacitet mlina mora biti znatno veći,

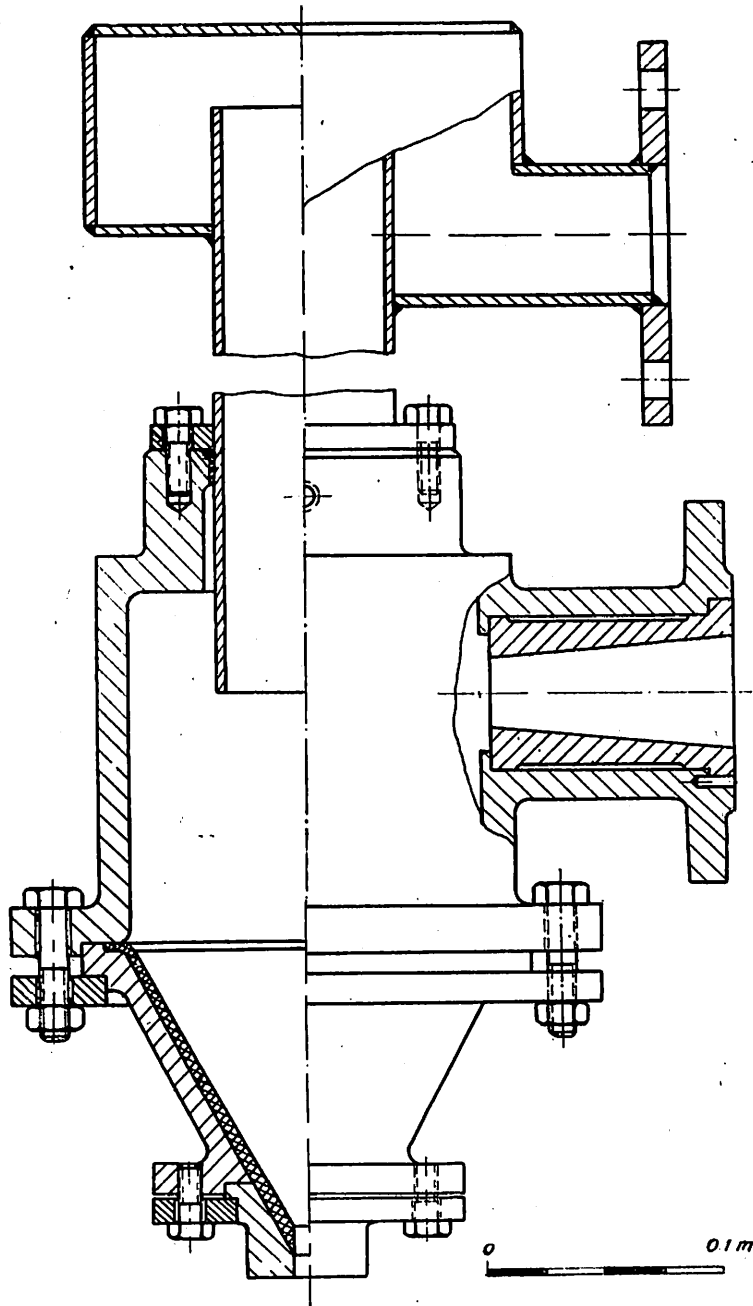


Sl. 1 — Sema tehnološkog procesa regeneracije suspenzije.
 1 — sabirnik suspenzije; 2 — magnetizator; 3 — zgušnjivač; 4 — magnetni separatori; 5 — rezervoar-zgušnjivač; 6 — demagnetizator; 7 — membranska pumpa; 8 — razdeljivač; 9 — lučno sito; 10 — vibraciono sito; 11 — sabirnik; 12 — multi ciklon; 13 — pročišćena voda; 14 — drobilica s valjcima; 15 — mlin sa kuglama; 16 — ciklon klasifikator.

Fig. 1 — Flow-sheet of the suspension regeneration treatment.

- povećanje pepela u najsitnijem uglju za 1⁰/₀ i više,
- potrošnja magnetita se znatno povećava.

Ako bi se, pak, pokazalo da rovni magnetit ne bi imao ni 50⁰/₀ Fe, nužno bi bilo izgraditi posebno postrojenje za separaciju magnetita.



Sl. 2 — Ciklon za klasiranje.

Fig. 2 — Cyclone classifier.

Potrošak magnetita

Projektom separacije je garantirano da se za pranje sitnog uglja neće trošiti više od 2 kg čistog magnetita po toni sitnog rovnog uglja i 0,5 kg čistog magnetita po toni rovnog uglja pri pranju krupnih klasa uglja. Prema današnjem omjeru 1,2 : 1 krupnog uglja prema sitnom, ukupni potrošak čistog magnetita trebalo bi da iznosi 1,19 kg po toni ukupnog rovnog uglja. Kod 75% maksimalno mogućeg iskorišćenja rovnog magnetita, potrošak ovoga bi trebalo da bude 1,6 kg/t.

Međutim, od početka rada na novoj separaciji, tj. od kraja 1954. godine pa do kraja 1955, potrošeno je 700 t rovnog magnetita na 105.000 t rovnog uglja. Kako je za početak rada potrebno da se u kružnom toku magnetitne suspenzije i separatorima nalazi 100 t sitno izmljevenog čistog magnetita, ili preračunato na rovni ugalj 130 t, to je, u stvari, potrošeno te godine 570 t rovnog magnetita. Potrošak je, dakle iznosio oko 5,4 kg/t, ili gotovo 3,4 puta više, no šta je trebalo.

To je bila prva godina pogona, pa kako je trebalo otklanjati mnoge nedostatke i obučavati radnike, koji su se prvi put sreli u svom dosadašnjem radu sa postrojenjem ove vrste, nije se ni polagalo velike važnosti na taj gubitak.

U 1956. godini, u vrijeme kada je separacija već normalno mogla raditi neometano od tehničkih i drugih nedostataka, potrošnja magnetita ne samo da se nije smanjivala, već je u prvoj polovini godine znatno porasla, kako se to vidi iz tablice 1.

Tablica 1

Potrošak magnetita u 1956. godini

Mjeseci	Utrošeno magnetita, kg	Prerađeno rovnog uglja, t	Spec. utr. magnetita kg/t	Primjedba
4.	170.680	21.240	8,0	} loš magnetit i kišni period
5.	164.900	13.530	12,5	
6.	180.230	26.630	6,8	
7.	170.260	30.409	5,7	} suvlje vrijeme
8.	174.100	32.300	5,4	
9.	130.230	30.920	4,4	} novi magnetit boljeg kvaliteta
10.	133.910	32.910	4,2	

U traženju uzroka takvom stanju pošlo se je od kvaliteta magnetita, jer se već makroskopski moglo utvrditi da kvalitet rude

prispjele krajem 1955. g. nije bio zadovoljavajući.

Iz analize prosječnog uzorka rovnog magnetita, koju je izvršio u mjesecu martu 1956. godine Institut za rudarstvo u Sarajevu, vidi se da rovna ruda sadrži:

S kao sulfid	5,83%
Fe ukupan	19,26%
Fe ₂ O ₃ ukupan	35,05%
MnO	0,32%
SiO ₂ + netopivo	23,40%
Al ₂ O ₃	9,09%
CaO	7,79%
MgO	2,89%
gubitak žarenjem	2,77%

da je specifična težina rude 3,67, da magnetitne supstance ima svega 41,15% i da predati uzorak predstavlja vrlo siromašnu rudu.

Isti takav uzorak poslat je firmi PIC iz Pariza, koja je u to vrijeme radila na izgradnji separacije u Brezi. Ona je na temelju svojih ispitivanja, a pod uslovima kakvi su se očekivali pri tehnološkom procesu separacije u Brezi u pripremi magnetitne suspenzije, utvrdila:

- da ruda sadrži 55% magnetitne supstance,
- da je specifična težina rude 4,02
- da je specifična tež. čistog magnetita 4,62
- da je specifična tež. jalovog ostatka 3,36
- da permeabilitet magnetitne supstance iznosi 0,83.

Analiza je izvršena na uzorku od 50 kg rovnog magnetita krupnoće 0—50 mm granulometrijskog sastava prema krivulji A (sl. 3).

Drobljenje rovnog materijala na zrnovitost 0—2 mm (krivulja B, sl. 3), upotpunjeno je suhim mljevenjem u mlinu sa kuglama na približnu zrnovitost, kakva bi trebalo da bude pri pranju krupnog uglja (sl. 4)

veličina zrna	tež. %
oko 150 mikrona	2—5
oko 40 mikrona	40—50
oko 20 mikrona	3—10

Vrlo važan faktor za održavanje stabilnosti magnetitne suspenzije je brzina sedimentacije sitno mljevenog magnetita u vodi. Ispitivanja na suspenziji gustoće 2 su pokazala da su brzine (sl. 5) sedimentacije za:

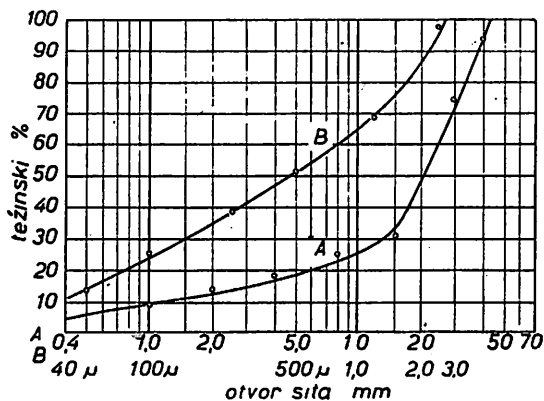
magnetizirani čisti magnetit	0,051 mm/sek
rovni magnetit	0,038 mm/sek
demagnetizirani čisti magnetit	0,034 mm/sek

Koeficijent brzine sedimentacije magnetiziranog čistog magnetita i demagnetiziranog u ovom slučaju iznosi 1,5.

Iz ovih rezultata se vidi, da čista magnetitna supstanca ima vrijednosti kakve bi se mogle samo poželjeti na našim separacijama, ali da je rovna ruda ipak vrlo siromašna i da bi je trebalo posebno pripremati.

Kontrolnim analizama, tokom rada na separaciji, vršenim ispiranjem magnetitne suspenzije i utvrđivanjem korisne supstance običnim magnetom, utvrđeno je da iskorišćenje rude iznosi 50%, dok se specifična težina magnetita kretala u granicama 3,9 do 4,6.

Prema ovom, potrošak magnetita je trebalo, umjesto garantiranih 1,2 kg/t, da iznese 2,4 kg/t, što bi još uvijek bilo znatno ispod ostvarenog prosjeka.



Sl. 3 — Granulometrijski sastav rovnog (A) i izdroljenog magnetita (B)

Fig. 3 — Size consist of raw (A) and crushed (B) magnetite.

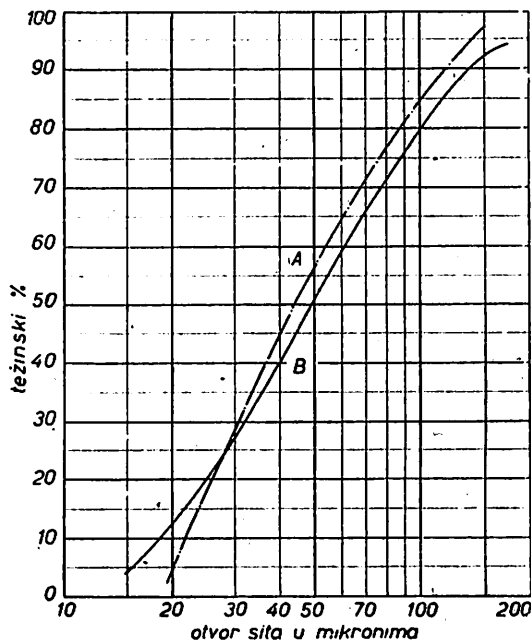
Daljim ispitivanjima u pogonu je utvrđeno da se magnetit gubi na mjestima prikazanim u tablici 2.

U prosjeku gubitak čistog magnetita iznosio je 4,9 kg po toni rovnog uglja.

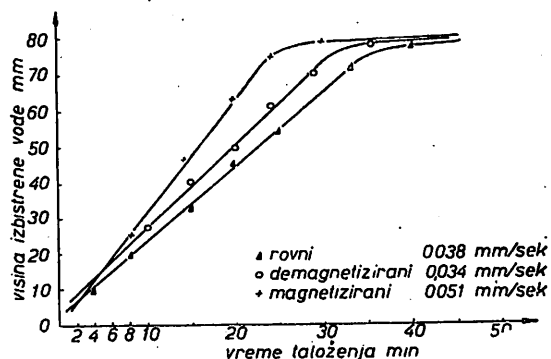
Ovakav porazni rezultat je pokazao krajnje nemarni odnos nadzornog персонала prema ekonomičnosti pogona.

Odmah se je pristupilo strožem režimu ispiranja gotovih produkata, a ujedno su pri spjele nove količine kvalitetnog rovnog magnetita, tako da su dalja ispitivanja pokazala gubitke iznete u tablici 3.

U prosjeku gubitak čistog magnetita je iznosio 2,8 kg/t.



Sl. 4 — Granulometrijski sastav izmlevenog magnetita.
Fig. 4 — Size consist of ground magnetite.



Sl. 5 — Brzine taloženja magnetita u pulpi gustoće 2.
Fig. 5 — Settling velocities of the magnetite at the pulp density 2.

Tablica 2

Mjesta potrošnje	Prerađeno t/h	Utrošeno magnetita kg/h	Spec. utro- šak magne- tita kg/t.
U separatorima DSM			
čisti ugalj	16,2	18,5	1,140
prodajni ugalj	28,2	52,5	1,860
kotlovski ugalj	13,9	22,5	1,620
jalovina	11,0	21,4	1,940
U hidrociklonima			
čisti ugalj	17,5	147,0	8,400
kotlovski ugalj	21,6	198,0	9,130
Sa sita za regeneraciju			
suspenzije na 13,5 m		14,3	
u magnetnim separatorima		60,0	
u otpadnoj vodi		85,0	

Tablica 3

Mjesta potrošnje	Prerađeno uglja, t/h	Utrošak magnetita kg/h	Spec. utro- šak magne- tita, kg/t.
U separatorima DSM			
čisti ugalj	23,8	7,4	0,310
prodajni ugalj	11,2	6,5	0,580
kotlovski ugalj	16,8	10,4	0,620
jalovina	18,9	17,7	0,936
U hidrociklonima			
čisti ugalj	21,7	75,0	3,350
kotlovski ugalj	18,4	54,5	2,970
Sa sita za regeneraciju			
suspenzije na 13,5 m		18,2	
magnetni separatori		58,3	
otpadna voda		98,0	

Nekako u isto vrijeme izvršene su analize novo prispjelog magnetita, koje je izvršio Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu i dale su slijedeće rezultate:

Fe	55,47 ⁰ / ₀
Cu	0,96 ⁰ / ₀
S	1,05 ⁰ / ₀
SiO ₂	4,53 ⁰ / ₀
Al ₂ O ₃	2,32 ⁰ / ₀
CaO	3,25 ⁰ / ₀
MgO	1,60 ⁰ / ₀
TiO ₂	0,46 ⁰ / ₀

Sadržaj magnetičnih frakcija utvrđen magnetnim analizatorom „Davis” iznosio je 72,80⁰/₀.

Rezultati gornjih analiza prilično se dobro uklapaju u potrošnju rovnog magnetita za 9. i 10. mjesec 1956. godine.

Iz kontrole potroška magnetita se vidi da je gubitak čistog magnetita znatno smanjen pojačanim režimom ispiranja, te da to ispiranje treba još pojačati. Dalje, primijećeno je povećanje gubitka čistog magnetita na situ za odmuljivanje izvađene suspenzije na koti 13,5 m. Pojačanim ispiranjem produkata na sitima za ispiranje povećale su se količine vode odnosno izvađene suspenzije, a povremeno u tolikoj mjeri da su prelazile kapacitet sita za odmuljivanje. Naročito se je ta pojava ispoljila pri velikoj vlažnosti uglja, kada je suviše sitnog uglja dospjevalo u DSM separatore, a odatle izvađenom suspenzijom na spomenuto sito. U tim prilikama mulj je

zapušivao otvore sita, tako da je izvađena suspenzija jednostavno preko njega proticala i odlazila u sabirnik grubog mulja.

Ovaj nedostatak je otklonjen zamjenom suhog rešetanja rovnog uglja mokrim prosijavanjem, čime se je spriječio prelaz velikih količina sitnog uglja u DSM separatore. Ugradnjom lučnog sita u seriju sa sitom za odmuljivanje povećan je znatno kapacitet odmuljivanja, a time je ujedno omogućeno ispiranje usitnjenog uglja na separatorima i situ za ocjeđivanje gotovih produkata.

Velike količine magnetita u otpadnim vodama su najvećim dijelom rezultat rasipavanja magnetitne suspenzije pri kvarovima strojeva i trošenja cjevovoda kružnog toka suspenzije, tako da se je otklanjanju tih nedostataka morala pokloniti naročito velika pažnja.

Gubici, nakon svih poduzetih mjera, sveli su se u normalne okvire, tako da se danas, prema mjestima nastajanja gubitaka, mogu dati podaci prikazani u tablici 4.

To znači, u prosjeku, dobija se 1,19 kg čistog magnetita na tonu rovnog uglja.

Uz iskorišćenje magnetitne rude od 55 do 60⁰/₀, koliko to dozvoljava kvalitet rovne rude, potrošak od 2,04 kg/t je normalan, ali ne i krajnje zadovoljavajući. Iz ovog pregleđa se vidi, da još uvijek postoje znatni gubici magnetita kod sitnog kotlovskog uglja i u otpadnoj vodi.

Sitni kotlovski ugalj zbog fizičkih osobina površine zrna, koja je zbog znatnih primjesa

glinovitim jalovih uložaka i same jalovine prilično „masna”, zadržava na sebi veće količine magnetitnih čestica, pa su tu gubici znatni. Ove gubitke treba odstranjivati efikasnijim ispiranjem.

Gubici u otpadnoj vodi su rezultat gotovo neprekidnog trosmjenskog rada separacije, a tim i vrlo otežanih uslova održavanja.

Veliko smanjenje gubitaka na magnetnim separatorima rezultat je pravilnijeg razmještanja magnetnih polja magneta. Danas ti gubici iznose 0,5 do 0,3 g/l, dok su prije iznosili 2 g/l i više.

Tokom vremena je zapaženo da gubici magnetita mogu nastupiti zbog prekratkog ili predugačkog zadržavanja u mlinu s kuglama.

Iskustvo je pokazalo, da je za rad DSM separatora najpovoljnija sledeća granulacija mljevenog magnetita:

veličina zrna, mikron	tež. udio %
iznad 100	4,5
100 — 90	6,5
90 — 75	5,0
75 — 60	47,0
ispod 60	37,0

U protivnom, kod povećanja zrnovitosti, suspenzija u separatorima postaje nestabilna. Njena se gustoća kontinuirano mijenja od površine do dna, te odvajanje postaje nemoguće zbog sve većeg nagomilavanja materijala, koji lebdi u separatoru, dok ga na kraju grabuljice ne izbace neodvojenog, kako na strani isplivalog, tako i na strani potonulog. Veće količine krupnijeg magnetita istaloženog na dno, grabuljice, također, izbacuju iz separatora, tako da, sem ometanja proizvodnje, i mogućnost gubitaka postaje veća.

Kod suviše sitnog magnetita veći gubici mogu nastupiti zbog prestabilne razrijeđene suspenzije, tako da ovaj može odlaziti iz separacije s prelivom sabirnika za razrijeđenu suspenziju.

Dalje mogućnosti smanjenja utroška magnetita

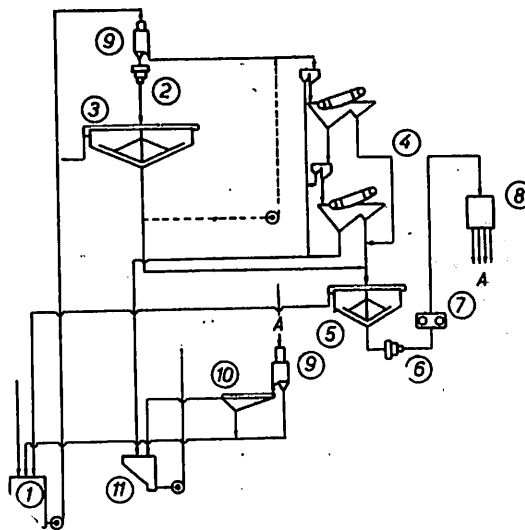
Već ranije je rečeno da rovni magnetit iz ležišta Rudna Glava sadrži brojne minerale pratioce, koji, mada dosta visokih specifičnih

težina, predstavljaju, u postojećem tehnološkom procesu regeneracije magnetita, jalovinski otpad.

Tablica 4

Mjesta potrošnje	Prerađeno uglja, t/h	Utrosak magnetita, kg/h	Spec. utrosak magnetita, kg/t
U separatorima DSM			
čisti ugalj	23,8	7,4	0,310
prodajni ugalj	11,2	4,2	0,380
kotlovski ugalj	35,7	14,2	0,420
U hidrociklonima			
čisti ugalj	21,7	23,6	1,087
kotlovski ugalj	18,4	41,4	2,250
Na situ. za odmuljivanje na koti 13,5 m magnetni separatori		1,3	
otpadna voda		8,0	
		45,0	

Da bi se, pak, i ti minerali pratioци iskoristili kao koristan suspenzoid, bilo bi potrebno tok tehnološkog procesa regeneracije preurediti tako, da se postojeća magnetna regeneracija delimično zameni gravitacijskom (sl. 6).



Sl. 6 — Predložena šema regeneracije suspenzije.

Fig. 6 — Proposed flow-sheet of the suspension regeneration treatment.

U tu svrhu treba da se ugradnjom odgovarajućeg lučnog sita, otvora oko 0,5 mm, iznad zgušnjivača izvrši čišćenje razrijeđene suspenzije od sitnih zrna uglja, nastalih zbog

mrvljenja u radu, a da se zgusnuta suspenzija spovede iz prvog zgušnjivača direktno u zgušnjivač sabirnik. Na magnetnim separatorima čisti se samo prosev lučnog sita.

Osim toga, svitak magnetizatora treba postaviti na odvod prolaza kroz lučno sito, kako se magnetizirane flokule ne bi hvatale na lučno sito i zahvatale prosev.

Tako izmijenjenim tehnološkim procesom regeneracije sačuvaće se u kružnom procesu i one komponente rovne rude, koje se sada izbacuju i povećavaju pepeo u kotlovskom uglju.

Zaključak

Kod režima pripreme i regeneracije magnetitne suspenzije, na separaciji u Čatićima, mora se nastojati:

- da rovna ruda sadrži najmanje 55% Fe,
- da se vodi naročito strog režim ispiranja gotovih produkata,
- da se magnetit melje na krupnoću koja će sadržavati oko 60% čestica ispod 70 mikrona,
- da se izvrši promena u tehnološkom procesu regeneracije, kako bi se iskoristile i inertne komponente rovnog magnetita.

SUMMARY

Magnetite supply of Čatići Washery

S. Tomašić, Min. eng.*)

At the first place, the author gives a description of regeneration treatment of magnetite suspension, obtained from magnetite ore from iron ore mine "Rudna Glava". The suspension is used for cleaning of medium and small coal sizes in "Kakanj" mine.

The characteristic for the start of coal cleaning plant was the high consumption of magnetite, i.e. 5,4 kg/t. It was due to:

- low grade of raw magnetite ore
- unsatisfactory work of screens used for coal primary cleaning and for desliming of used suspension
- uncomplete spraying of final products
- uncomplete trained workers, employed in the coal cleaning plant.

Obtaining the better grade of the raw magnetite ore, the consumption is lowered to 4,9 kg/t. Later on, removing the other inconveniences, the consumption was lowered to 2,8 kg/t and further to 2,04 kg/t.

As the consumption was still high, it is suggested to carry out the regeneration, using the sieve bend and gravity settling instead of already used magnetite separating belts.

*) Dipl. ing. Stjepan Tomašić, upravnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

Izdvajanje bakra iz rudničkih voda

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Konstantin Čukmasov

Uvod

Rudničke vode rudišta bakra obično sadrže veću ili manju količinu bakar-sulfata. Sadržina bakar-sulfata u rudničkim vodama varira u širokim granicama, jer zavisi od više faktora: mineraloškog sastava rudišta, karaktera mineralizacije, pritoka podzemnih i površinskih voda itd.

Sulfidni minerali bakra pod uticajem kiseonika iz vazduha, ugljenog dioksida i vode pretvaraju se u sledeće sekundarne minerale: okside bakra (kuprit, melakonit), sulfat bakra (halkantit — plavi kamen), hidrosulfate bakra (brošantit, kamarecit), hidrokarbonate bakra (malahit, azurit).

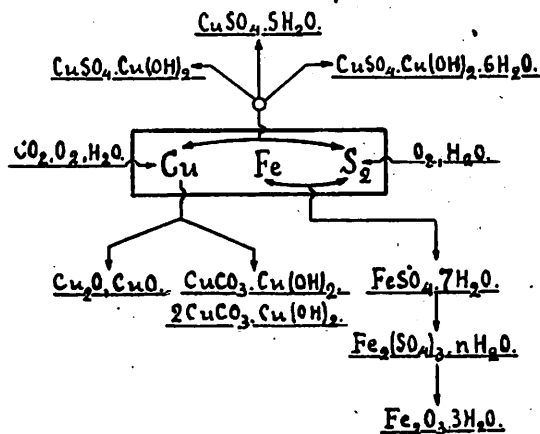
Kao primer, na slici 1, prikazana je oksidacija i karbonizacija halkopirita.

Od sekundarnih minerala bakra samo se halkantit lako rastvara u vodi, ostali minerali se ne rastvaraju.

Prisustvo pirita, markasita i pirotina u rudištima bakra vrlo je važno s gledišta sadržine bakra u rudničkoj vodi, jer se pri oksidaciji ovih minerala stvara slobodna sumporna kiselina i ferisulfat. Razblažena sumporna kiselina lako rastvara okside, karbonate i hidro-sulfate bakra. Silikati bakra (hrizokol, dioptas) teško se rastvaraju u razblaženoj sumpornoj kiselini. Feri-sulfat, naročito u prisustvu sumporne kiseline, lako rastvara samorodan bakar i okside bakra, a od sulfidnih minerala halkozin, bornit i kovelin. Halkopirit se teško rastvara u ferisulfatu.

Iz ovog se vidi, da je mineraloški sastav rudišta glavni faktor koji utiče na sadržinu bakar-sulfata u rudničkoj vodi.

Da bi se sprečilo razblaženje rudničkih voda, potrebno ih je odvoditi posebnim kanalima u sabirne rezervoare odnosno, ukoliko je to tehnički moguće, potrebno je odvajati bakronosnu vodu od obične vode u samom rudniku.



Sl. 1 — Sema oksidacije i karbonizacije halkopirita (CuFeS₂)

Abb. 1 — Schema der Oxydation und Karbonisierung des Chalkopyrit (CuFeS₂).

Iz podataka o radu pojedinih postrojenja u inostranstvu vidi se da prosečna sadržina bakra u rudničkim vodama varira od 0,482 kg/m³ („Leonard” u SAD) do 2,93 kg/m³ („Kananea” u SAD).

Praksa je pokazala, da se može na rentabilan način iskorišćavati bakar iz rudničkih voda, koje sadrže najmanje 0,1 kg/m³ bakra.

Načini izdvajanja bakra iz rudničkih voda

Postoji više načina za izdvajanje bakra iz rudničkih voda, ali je praksa pokazala da je cementacija (supstitucija) tj. potiskivanje bakra iz rastvora pomoću gvožđa najrentabilniji način. Drugi načini, kao što je taloženje bakra pomoću sumpor-vodonika, monosulfida gvožđa, natrijum i kalcijum sulfida, kalcijum hidroksida, u svoje su vreme bili oprobani, ali zbog izvesnih negativnih osobina ovih načina, oni su napušteni i sada se u praksi ne primenjuju. Samo u rudniku „Furikava” (Japan) bakar se taloži pomoću kreča i to samo zbog naročitih lokalnih razloga, jer su usled nestašice vode u ovom kraju državni organi naredili da uprava rudnika mora taložiti bakar i gvožđe pomoću kreča, da bi se rudnička voda mogla iskoristiti u poljoprivredne svrhe.

Teorijske osnove za cementaciju

Metalno stanje materije s gledišta strukture atoma karakteriše se prisustvom slobodnih pokretnih elektrona u kristalnoj rešetki metala. Koncentracija slobodnih elektrona kod pojedinih metala je različita. Ukoliko je koncentracija veća, utoliko su jasnije izražene osobine metalnog stanja. Suština procesa cementacije tj. potiskivanja jednog metala iz rastvora pomoću drugog metala, sastoji se u prelazu elektrona od atoma jednog metala ka jonu drugog metala. Na primer, ako u rastvor bakar-sulfata namestimo parče gvožđa, elektroni atoma gvožđa prelaziće na jone bakra, usled čega se stvaraju neutralni atomi bakra koji se talože, a joni gvožđa prelaze u rastvor.



Ukoliko je veća razlika koncentracije slobodnih elektrona odnosno ukoliko je veći napon (razlika potencijala) datih metala, utoliko je intenzivnije prelaženje elektrona sa jednog metala na drugi.

Metali koji se nalaze u naponskom redu ispred gvožđa brže talože bakar, ali zbog ekonomskih razloga u praksi se primenjuje razno gvožđe i to:

— takozvana „furda” ili „skrap”, tj. razno staro gvožđe (neupotrebljive šine, cevi, delovi raznih mašina itd.), otpaci raznoga gvožđa pri izradi gvozdениh konstrukcija i tome slično, otpaci lima pri izradi kutija za konzerve i druge svrhe i već upotrebljene kutije.

— Gvožđe naročito spremljeno u ove svrhe:

a. granulirano sirovo gvožđe koje je prvi put bilo primenjeno u Gumeševskom rudniku u SSSR-u. Granulisanje je vršeno na sledeći način: tečno sirovo gvožđe u vidu tankog mlaza pušta se na mlaz vode koja se dovodi pod pritiskom od 5 kg/cm². Granule variraju od veličine zrna graha do veličine oraha;

b. sačma, koja se dobija pretapanjem „furde”, primenjuje se u pojedinim rudnicima u SAD;

c. ploče od sirovog gvožđa razne veličine; u rudniku „Smeljnitc” (Mađarska) cementacija se vrši pomoću ploča sledećih dimenzija: 254 × 63 × 13 mm.

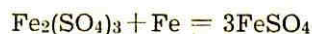
Uticaј raznih faktora na proces cementacije

Pri proučavanju uticaja raznih faktora na brzinu cementacije, iskorišćenje bakra, kvalitet cementnog bakra i potrošnju gvožđa, autor je izvršio seriju opita cementacije bakra pomoću gvožđa raznog oblika i pod raznim uslovima.

Uticaj sadržaja bakra, ferisulfata i sumporne kiseline u rudničkoj vodi. — U praksi se pokazalo, da ukoliko je veći sadržaj bakra u vodi, utoliko se brže i potpunije taloži bakar, a i veći je sadržaj bakra u cementu. Prema podacima o radu cementacije na rudniku „Kaperton” (SAD), u prve 4 sekcije žlebova sadržaj bakra se u vodi smanjuje od 1,2 kg/m³ na 0,3 kg/m³, tj. taloži se 75% bakra, dok se kod sledećih 6 sekcija iste zapremine sadržaj bakra u vodi smanjuje od 0,3 kg/m³ na 0,022 kg/m³ odnosno taloži se samo 23,2% od ukupne količine bakra u vodi.

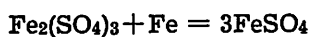
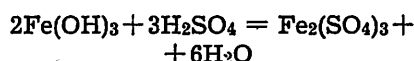
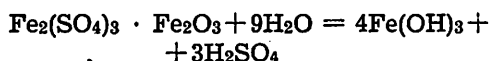
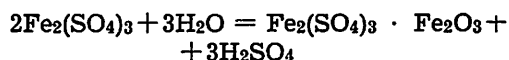
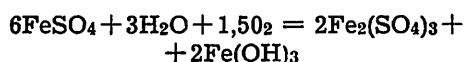
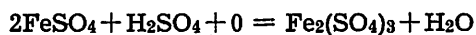
Prisustvo ferisulfata u rudničkoj vodi nije poželjno iz sledećih razloga:

— usled redukcije ferisulfata u fero sulfat neproaktivno se troši gvožđe:



Teorijski, prema ovoj reakciji, na jedan težinski deo trivalentnog gvožđa troši se 0,5 težinskih delova metalnog gvožđa, odnosno na jedan težinski deo feri-sulfata troši se 0,13 težinskih delova metalnog gvožđa;

— u bazičnoj i slabo kiseloj sredini obavlja se kružni hemijski proces prema reakcijama:

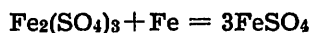


Kao što se vidi, usled ovih reakcija stvaraju se nerastvorljive u vodi bazične soli feri-sulfata, feri-hidroksid i regeneriše se sumporna kiselina. Stvaranje ovog taloga nije poželjno, jer, prvo, izoluje gvožđe i na taj način otežava cementiranje bakra; drugo, povećava opštu količinu taloga odnosno procentualno smanjuje sadržaj bakra u talogu, usled čega se povećavaju troškovi transporta i prerade taloga.

U cilju određivanja brzine kružnog procesa autor je izvršio sledeće ogledе.

Prvi ogled.

Uzeto je 1.200 cm³ rastvora koji je sadržavao 2,2 g/l feri-sulfata tj. svega 2,64 g feri-sulfata. U ovaj rastvor stavljeno je parče gvozdene cevi. Posle 18 časova dodira cevi sa rastvorom težina cevi se smanjila za 1,85 g. Prema navedenoj reakciji za redukciju 2,64 g feri-sulfata potrebno je 0,37 g gvožđa.



Znači, u toku 18 časova kružni proces obavio se 5 puta.

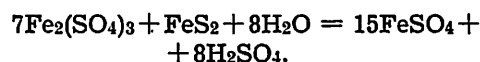
Drugi ogled.

Izvršen je pod istim uslovima kao i prvi, samo je rastvor sadržavao duplu količinu

feri-sulfata, tj. 5,28 g. U ovom slučaju težina cevi se smanjila za 3,22 g. Prema tome, u toku 18 časova obavio se kružni proces 4,36 puta, jer ukoliko je jača koncentracija rastvora, utoliko je manja količina kiseonika u rastvoru na čiji se račun vrši oksidacija fero-sulfata.

Štetno dejstvo feri-sulfata može se donekle izbeći na sledeće načine:

— U rudniku Rio-Tinto (Španija) voda pre cementacije prolazi kroz takozvani „piritni filter“. Pri kontaktu sa piritom, kako je to praksa pokazala, 60% feri-sulfata se reducira u fero-sulfat prema reakciji:

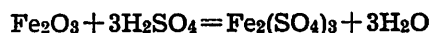


Ova metoda nije dobila široku primenu usled svoje glomaznosti, jer je na 1 m³ vode potrebno 5—7 tona pirita.

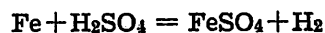
— Zoppi je predložio i primenio u praksi redukciju feri-sulfata pomoću sumpor-dioksida koji se dobijao pri prženju pirita u peći naročito za to sagrađenoj.



Prema ispitivanjima Američkog rudarskog biroa, prisustvo sumporne kiseline u određenim granicama (do 10 kg/m³) korisno je, jer, prvo, ona sprečava hidrolizu feri-sulfata i stvaranje bazičnih soli, tj. sprečava stvaranje taloga koji se taloži na gvožđu i na taj se način usporava brzina cementacije i pogoršava kvalitet cementnog bakra; drugo, sumporna kiselina skida sa površine gvožđa okside koji usporavaju cementaciju.



Veća koncentracija sumporne kiseline nije poželjna, jer se u tom slučaju povećava neproduktivna potrošnja gvožđa usled njegovog rastvaranja u sumpornoj kiselini.



Ova jednačina pokazuje da se na jedan težinski deo sumporne kiseline troši 0,57 težinskih delova gvožđa.

Način dovođenja vode u cementatore. — U cementatorima voda mora da

ostane samo određeno vreme koje je potrebno za potpuno taloženje bakra. Za ravnomeran i neprekidan dovod u cementatore određene količine vode potrebno je namestiti ispred cementatora specijalni rezervoar, koji, takođe, služi za taloženje peska i mulja iz rudničkih voda. Direktno dovođenje vode iz rudnika u cementatore, kao što je slučaj u pojedinim postrojenjima, nije racionalno, jer pumpe koje izbacuju vodu iz rudnika obično rade periodično, i zato će za vreme rada pumpe cementatori biti preopterećeni, a kad pumpe ne rade, voda se bez potrebe zadržava u cementatorima, usled čega se povećava neproduktivna potrošnja gvožđa i pogoršava kvalitet cementnog bakra kao rezultat kružnog procesa.

Vrste gvožđa i stanje njegove površine. — Za cementaciju bakra upotrebljavaju se sve vrste tehničkog gvožđa: sivo i belo sirovo gvožđe, kovno gvožđe i čelik. Kovno gvožđe izdvaja bakar u vidu krupno-zrnastog taloga, a liveno gvožđe u vidu sitno-zrnastog sunderastog taloga. Sivo sirovo gvožđe taloži bakar u vidu sitnijeg taloga i brže nego belo sirovo gvožđe. U pogledu kvaliteta cementnog bakra kovno gvožđe daje čistiji talog nego sirovo gvožđe, jer pri cementaciji pomoću sirovog gvožđa, osobito sivog, cementni bakar sadrži priličnu količinu grafita. U praksi se pokazalo da pri cementaciji pomoću sivog sirovoga gvožđa u rudniku Rio-Tirto (Španija) u prvim žlebovima talog je crvene boje i sadrži 93—94% bakra, u srednjim žlebovima 75—90%, a u poslednjim žlebovima talog je više ili manje crne boje zbog velikog sadržaja grafita; sadržaj bakra u tom talogu je 50%.

Bez obzira na vrstu i oblik gvožđa, njegova površina mora da bude čista. Oksidi gvožđa, mast, zejtin, farba, grafit i tome slično, izoliraju površinu gvožđa i usporavaju brzinu cementacije. Zato se preporučuje:

— čuvati rezerve „furde“ u zatvorenom prostoru da bi se izbegla, ukoliko je to moguće, njegova oksidacija;

— pri upotrebi kutija od konzerve i tome slično treba ih prethodno očistiti od masti, zejtina i kalaja pomoću kaustične sode. U tablici 1 navedeni su rezultati cementacije bakra pomoću oksidisane „furde“ i iste „furde“ posle prethodnog skidanja oksida gvožđa pomoću sumporne kiseline.

Tablica 1

Uticao stanja površine gvožđa na brzinu cementacije

Naziv rudnika u SSSR	Stanje površine furde	Trajanje cementacije u min.	Količina istaloženog Cu u %
Krasnogvardejski	oksidisana	75	75,0
	neoksidisana	60	99,0
Mednogorski	oksidisana	50	79,9
	neoksidisana	50	95,7

Grafit kojim se pokriva crni lim za sprečavanje oksidacije, takođe, nepovoljno utiče na brzinu cementacije kao i oksidi gvožđa. Ogledi autora sa vodom koja je sadržavala 9,08 g/l Cu i 4,70 g/l H₂SO₄ pokazali su da je brzina cementacije bakra pomoću oksidisanoga gvožđa u početku čak veća nego brzina cementacije pomoću novog crnog lima, jer se oksidi gvožđa brže rastvaraju u sumpornoj kiselini, dok se grafit zadržava izvesno vreme na površini gvožđa.

Uticao količine gvožđa na brzinu cementacije. — U tablicama 8, 9, 10, 11 i 12 navedeni su rezultati ogleđa koji pokazuju da je brzina cementacije upravno srazmerna težinskom odnosu gvožđa prema bakru.

Uticao odnosa između težine gvožđa i njegove površine na brzinu cementacije. — Zakon Venclja glasi: „Brzina hemijskih reakcija između čvrstih tela i tečnosti srazmerna je površini dodira“ tj. brzina hemijskih reakcija pri datoj težini čvrstog tela je upravno srazmerna njegovoj površini. Koliko se povećava površina čvrste materije u zavisnosti od veličine njenih pojedinih komada vidi se iz sledećeg primera:

1 kg cinka u vidu šuške (strugotine) debljine 0,02 mm ima površinu 18 m², a 1 kg cinkovog praha (95% ispod 200 meš) ima površinu 374 m².

Ogledi autora sa gvoždem raznog oblika iste težine pokazuju relativnu brzinu cementacije bakra, odnosno uticao veličine površine gvožđa na brzinu cementacije.

Za ispitivanje je bila uzeta ista količina (težina) gvožđa u raznom obliku:

- crni lim dimenzija 30 × 7 cm, debljine 0,5 mm
- kovno gvožđe u vidu tanke šuške (strugotine)
- sivo sirovo gvožđe u vidu praha ispod 60 meš.

Svi ogledi su vršeni pod istim uslovima u pogledu hemijskog sastava rudničke vode i količine iste (1000 cm³), količine gvožđa (80 g), trajanja cementacije (35 minuta), temperature (22°C) itd. Drugim rečima, jedini promenljiv faktor koji je uticao na brzinu cementacije bila je veličina površine gvožđa. Posle svakih pet minuta rastvor se mešao 2 minuta pomoću staklenog štapića.

Hemijski sastav vode:

Cu	9,08 g/l
FeSO ₄	10,03 g/l
Fe ₂ (SO ₄) ₃	1,80 g/l
CaSO ₄	1,57 g/l
MgSO ₄	tragovi
H ₂ SO ₄	4,78 g/l

Rezultati ispitivanja: pomoću lima se staložilo 15,46% od ukupne količine bakra, pomoću šuške (strugotine) — 45,98%, a pomoću gvožđa u vidu praha 100%. Na taj način brzina cementacije pomoću šuške (strugotine) tri puta je veća nego brzina cementacije pomoću lima. Iz ovih oglada ne vidi se kad se završilo potpuno taloženje bakra pomoću

gvožđa u prahu, ali je jasno da gvožđe u prahu najbrže taloži bakar.

U tablici 2 navedeni su rezultati analognih opita izvršenih u Američkom rudarskom birou. Opiti su vršeni sa 250 cm³ rastvora, koji je sadržavao 4,87% bakra i 0,22% sumporne kiseline. Agitacija je vršena mehaničkim putem. Težinski odnos sunderastog gvožđa prema bakru je kao 1,09 : 1,0; odnos tankog lima prema bakru — 1,26 : 1,0; odnos težine furde prema bakru — 1,4 : 1,0.

Tablica 2 pokazuje da je količina bakra nataloženog pomoću sunderastog gvožđa u toku 14 minuta (99,95%) deset puta veća nego pri taloženju u toku 180 minuta pomoću furde u vidu relativno krupnih komada gvožđa (9,88%), da je brzina taloženja bakra pomoću tankog gvozdenog lima manja približno tri puta (45 : 14) u poređenju sa brzinom taloženja pomoću sunderastog gvožđa, jer se u toku 45 minuta nataložila gotovo ista količina bakra (99,98), i da je brzina taloženja bakra pomoću tankoga gvozdenog lima mnogo veća nego pri taloženju pomoću furde u vidu krupnih komada: pomoću lima u toku 45 minuta nataložilo se 99,98% bakra, dok se pomoću furde za 180 minuta nataložilo samo 9,88%.

Uticaj temperature. — Brzina cementacije se povećava sa povećanjem temperature. U tablici 3 navedeni su rezultati ispitivanja koji pokazuju uticaj temperature na brzinu cementacije. Cementacija je

Tablica 2

	Sunderasto gvožđe	Tanki gvozdeni lim	Furda u vidu krupnih komada
Opšta količina gvožđa u g	17,0	15,546	17,405
Količina metalnog gvožđa u g	13,26	15,390	17,057
Količina bakra u rastvoru pre taloženja u gramima	12,1788	12,1788	12,1788
Isto posle taloženja u g	0,005	0,0025	10,975
Količina istaloženog bakra u g	12,1738	12,1763	1,2035
Isto u % od ukupne količine	99,95	99,98	9,88
Trajanje cementacije u min.	14 min.	45 min.	180 min.
Sadržaj bakra u talogu u %	65,84	97,56	—

vršena pomoću novog crnog lima (7 × 30 cm) debljine 0,5 mm. Težina lima je 82 g. Za svaki ogled uzimalo se 1000 cm³ rudničke vode koja je sadržavala 9,08 g/l Cu i 4,78 g/l H₂SO₄.

Tablica 3

Red. br. ogleda	Trajanje cementacije	Količ. natalož. bakra u %	
		pri 22—23°C	pri 0—1°C
1.	30 min.	6,72	3,42
2.	60 „	13,87	8,69
3.	90 „	22,08	11,34
4.	120 „	28,66	18,79
5.	150 „	35,82	23,18
6.	180 „	44,60	27,57

Praksa je pokazala da se u Borskom rudniku u zimsko doba znatno povećava sadržaj bakra u otpadnoj vodi posle cementacije, odnosno da se smanjuje iskorišćenje bakra.

Pri vršenju ogleda taloženja bakra iz rudničkih voda primećena je sledeća pojava: posle unošenja gvožđa u rudničku vodu ono se pokriva slojem metalnog bakra i mehurićima gasa (vodonika). Pri temperaturi 22—23°C mehurići vodonika s vremena na vreme se sami od sebe udaljavaju s površine gvožđa, dok pri temperaturi 0—1°C mehurići vodonika pokrivaju gvožđe kompaktnim slojem sitnih mehurića koji se ne udaljavaju sami od sebe. Drugim rečima, površina gvožđa pri temperaturi 0—1°C izolira se ne samo bakrom i produktima hidratacije feri-sulfata nego i mehurićima vodonika. U tablici 4 navedeni su rezultati ogleda koji pokazuju uticaj mešanja rastvora na brzinu cementacije bakra pri temperaturi 0—1°C. Cementacija je vršena pomoću starog crnog lima; za svaki ogled uzimalo se 1000 cm³ rudničke vode koja je sadržavala 9,08 g/l bakra. Mešanje rastvora vršeno je posle svakih 10 minuta u toku 2 minuta.

Tablica 4

Red. br. ogleda	Trajanje cementacije	Količ. natalož. bakra u %	
		bez mešanja	pri 0—1°C
1.	1 sat	13,30	17,69
2.	2 sata	29,76	36,35
3.	3 „	42,93	48,42
4.	4 „	50,61	65,98

Patera, Peck i Ostin konstatovali su da se brzina cementacije i iskorišćenje bakra povećavaju pri dodavanju koksa u cementatore. Oni su predložili da se za cementaciju bakra upotrebljava mešavina koksa i gvožđa. Konstatovano je da se pri ovom smanjuje stvaranje bazičnih soli feri-sulfata odnosno povećava kvalitet cementnog bakra, ali se veoma energično obavlja proces redukcije feri-sulfata na račun metalnog gvožđa, tj. povećava se neproduktivna potrošnja gvožđa. Zato se u ovom slučaju preporučuje, da se što pre udalji voda iz cementatora kad se završi taloženje bakra.

Uticaj mešanja rastvora. — Mešanjem rastvora postiže se skidanje taloga sa površine gvožđa (bakra, hidroksida gvožđa, bazičnih soli feri-sulfata) i mehurića vodonika. Na taj se način olakšava dodir rastvora sa gvoždem usled čega se povećava brzina cementacije. U tablici 5 dati su rezultati ogleda koji pokazuju uticaj mešanja rastvora na brzinu cementacije. Svi ogledi vršeni su pod istim uslovima, samo što je prva serija bez mešanja rastvora, a druga sa neprekidnim mešanjem (agitacijom) rastvora pomoću komprimiranog vazduha. Za svaki ogled uzimao se je 1 litar rudničke vode koja je sadržavala 4,24 g/l Cu. Cementacija je vršena pomoću starog crnog lima pri temperaturi 22—23°C.

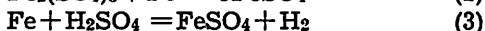
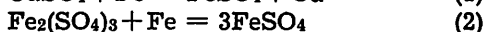
Tablica 5

Red. br. ogleda	Trajanje cementacije	Količ. natalož. bakra u %	
		bez mešanja	pri 0—1°C
1.	1 sat	13,02	36,81
2.	2 sata	29,53	51,92
3.	3 „	43,95	69,01
4.	4 „	62,23	82,94
5.	5 sati	73,45	93,89

Tablica 6 pokazuje da je pri mešanju rastvora brzina cementacije u toku prvog sata taloženja bila približno tri puta veća (36,81 : 13,02). Smanjivanjem sadržine bakra u rastvoru smanjuje se razlika između brzine cementacije pri mešanju i bez mešanja u toku petog sata cementacije odnos između brzina bio je približno kao 1,3 : 1 (93,89 : 73,45).

Iz tablica 4 i 5 vidi se da je skidanje taloga sa gvožđa vrlo važno za uspešno izdvajanje bakra iz rudničke vode.

Potrošnja gvožđa. — U toku procesa cementacije gvožđe se troši prema navedenim reakcijama (1, 2, 3) za izdvajanje bakra, redukciju feri-sulfata i usled rastvaranja gvožđa u sumpornoj kiselini.



Na taj se način povećava sadržaj gvožđa u otpadnoj vodi. Na osnovu analize vode pre i posle cementacije određuje se takozvana „relativna potrošnja gvožđa“ na jedan težinski deo nataloženog bakra. Relativna potrošnja gvožđa obračunava se prema obrascu:

$$P = \frac{F - F_1}{C - C_1}$$

gde je:

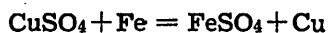
F — sadržina gvožđa u vodi posle cementacije,

F_1 — sadržina gvožđa u vodi pre cementacije,

C — sadržina bakra pre cementacije,

C_1 — sadržina bakra posle cementacije.

Između relativne i stvarne potrošnje gvožđa obično postoji izvesna razlika iz sledećih razloga: stvarna brojna vrednost F ne odgovara ovim reakcijama (1, 2, 3), jer se s jedne strane brojna vrednost F smanjuje usled hidratacije, odnosno jedan deo gvožđa taloži se u vidu feri-hidroksida i bazične soli, s druge strane brojna vrednost F se povećava na račun rastvaranja oksida gvožđa u sumpornoj kiselini. Teorijska potrošnja gvožđa za izdvajanje jedne tone bakra iznosi 878 kg.



Stvarna potrošnja gvožđa po toni nataloženog bakra varira u širokim granicama u zavisnosti od sadržaja bakra, sumporne kiseline i sulfata gvožđa u vodi i intenzivnosti oksidacionih i hidratacionih procesa, koji zavise od načina dovođenja vode u cementatore i načina mešanja rastvora (mehaničkim ili pneumatičkim putem) ako se ono primenjuje.

Prema tehničkim pokazateljima postojećih postrojenja za cementaciju potrošnja gvožđa po toni nataloženog bakra varira od 1,5 do 3,0 tone.

Cementacija bakra pomoću furde

Furda tj. staro gvožđe i razni otpaci gvožđa, široko se primenjuje za taloženje bakra iz rudničkih voda. Glavna negativna osobina furde je njena fizička i hemijska raznovrsnost: glomazni delovi mašina, razne gvozdene konstrukcije, sitni šrafovi i muteri od sirovog, kovanog gvožđa i čelika.

Usled fizičke raznovrsnosti furde otežana je mehanizacija procesa. U pojedinim postrojenjima, koja upotrebljavaju glomaznu furdu, primenjuju se dizalice i elektromagneti ili se furda prethodno isitnjava pomoću čeličnih testera ili švajc-aparata.

Otpaci tankog gvozdenog lima, kao i upotrebljene kutije od konzervi i tome slično, predstavljaju najbolji materijal za cementaciju u pogledu odnosa između njegove težine i površine i mogućnosti mehanizacije. Zato se u Americi cementacija obično vrši pomoću kutija od konzervi.

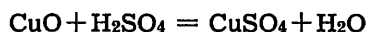
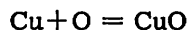
Cementacija bakra pomoću furde vrši se u rezervoarima, žlebovima i naročitim aparatima.

Pri cementaciji u rezervoarima teško se ostvaruju uslovi koji su potrebni za uspešno taloženje bakra. Iz ovih razloga u današnje doba rezervoari se gotovo ne primenjuju. Obično se cementacija vrši u žlebovima poprečnog preseka u vidu pravougaonika. Žlebovi se izračuju od drveta ili betona i iznutra se izoliraju pomoću asfalta (1 deo asfalta + 4 dela peska). Dimenzija žlebova varira u sledećim granicama: širina od 0,5 do 1,22 m, dubina od 0,3 do 1,22 m. Ukupna dužina žlebova zavisi od količine vode i vremena koje je potrebno za izdvajanje bakra iz vode. Na primer, u rudniku Juta Kopper (SAD) pri dnevnom kapacitetu od 3.785 m³ rudničke vode ukupna dužina žlebova je 440 m, na rudniku Ohajo (SAD) pri kapacitetu od 7.000 m³ vode dnevno dužina žlebova je 1.400 m, u rudniku Rio-Tinto (Španija) — 1.600 m, u rudniku Šmeljnitz (Mađarska) — 3.780 m.

Po žlebovima voda mora da se kreće određenom brzinom odnosno voda mora da se zadržava u cementatorima samo u toku određenog vremena koje je potrebno za izdvajanje bakra. Brzina kretanja vode po žlebovima mora da se postepeno povećava, jer se prema nagomilavanju u vodi sulfata gvožđa povećava intenzitet hemijskih procesa usled kojih se povećava potrošnja gvožđa i pogor-

šava kvalitet bakra. Iz ovih razloga nagib žlebova postepeno se povećava. Nagib žlebova varira od 12 do 70 mm po dužnom metru. U rudniku Rio-Tinto (Španija) nagib prve trećine žlebova je 0,50%, druge trećine — 10%, poslednje trećine — 20%. U rudniku Butte Mont nagib žlebova postepeno se povećava od 1,3 do 3,750%.

Furda se namešta na rešetke koje se nalaze na izvesnom odstojanju od dna žleba. Cementni bakar se skuplja ispod rešetke i s vremena na vreme udaljava se. Skidanje taloga sa furde obično se postiže na račun brzine kretanja rastvora. Brzina kretanja rastvora varira od 2,7 m/min. (rudnik Kapper-ton — SAD) do 60 m/min. (rudnik Rio-Tinto — Španija). Ponekad se skidanje taloga sa furde vrši pomoću intenzivnog mešanja vode komprimiranim vazduhom ili vodenom parom. Negativna strana pneumatičkog mešanja je povećavanje potrošnje gvožđa, pogoršavanje kvaliteta bakra i mogućnosti ponovnog rastvaranja staloženog bakra prema reakcijama:



U praksi se pokazalo da se pri dužini žlebova, koja odgovara količini i brzini kretanja vode, postiže visoko iskorišćenje bakra i dobija visoko kvalitetni cementni bakar. Iskorišćenje bakra pri cementaciji u žlebovima u povoljnim uslovima iznosi 93—98%, a sadržaj bakra u talogu 60—92%.

Kao primer u tablici 6 navedeni su podaci o radu nekih cementacija u Americi koje vrše izdvajanje bakra pomoću upotrebljenih kutija od konzervi.

Praksa je pokazala da pri cementaciji bakra pomoću furde nije rentabilno kompletno taloženje bakra, jer kad se sadržaj bakra u vodi smanji do 0,015 — 0,020 kg/m³, znatno se povećava potrošnja gvožđa i pogoršava kvalitet nataloženog bakra, usled nagomilavanja feri-sulfata u vodi.

Negativna strana žlebova je njihova velika dužina usled čega se otežava mehanizacija i povećavaju eksploatacioni troškovi. U cilju mehanizacije procesa i povećavanja brzine cementacije bili su primenjeni rotacioni (obrtni) aparati. U Juti (SAD) cementacija se vrši u rotacionim cilindričnim aparatima, koji su izrađeni od materijala otpornog prema kiselinu. Drugi tip obrtnog cilindričnog cementatora je tzv. „tromelj“ tj. bubanj sa rupama koji se okreće u velikom sanduku. Gvožđe se namesti u bubanj a voda se dovodi u sanduk. Obrtni cementatori se vežu u seriju. Rudnička voda postupno (sukcesivno) prolazi kroz određeni broj cementatora u zavisnosti od količine vode i vremena koje je potrebno za taloženje bakra. U ovim aparatima postiže se dobro skidanje taloga sa gvožđa, zbog čega se znatno povećava brzina cementacije i poboljšava kvalitet bakra, ali su ovi aparati skupi i troše mnogo energije za okretanje, te zbog toga nisu dobili široku primenu u praksi.

Na slikama 2, 3, 4 prikazani su žlebovi koje je konstruisao autor.

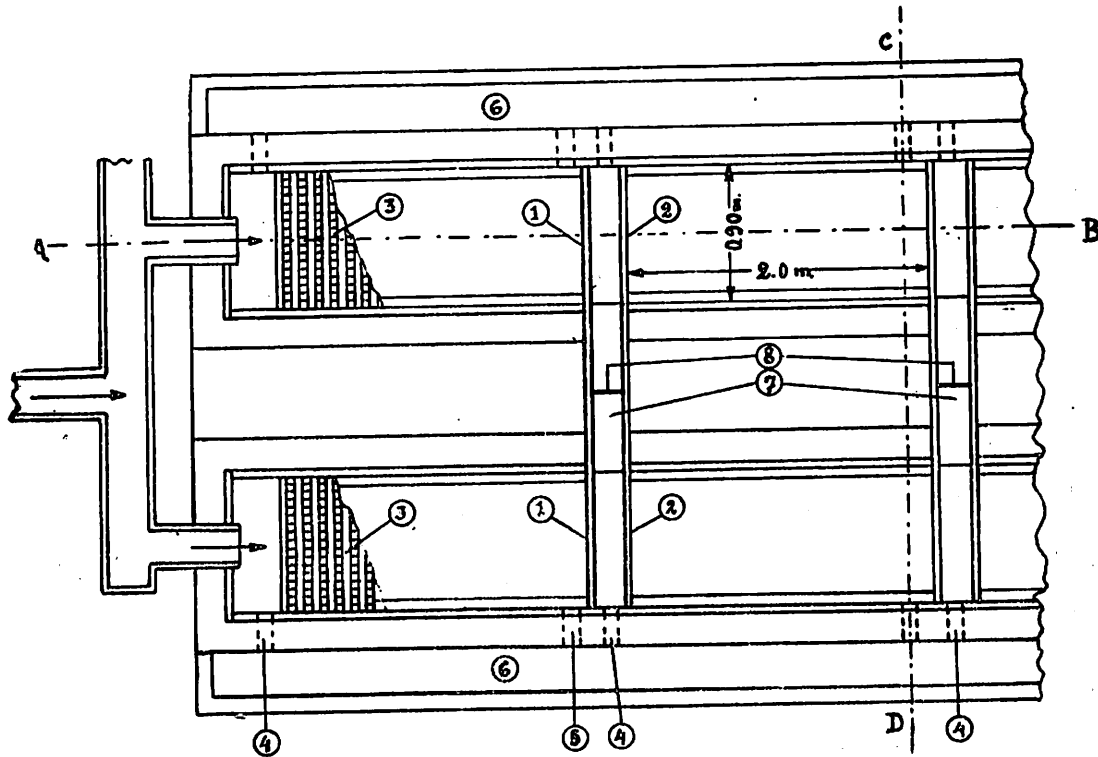
Osobina ovih žlebova je u tome, što su oni podeljeni dvostrukim pregradama (1, 2) na ćelije dužine 1—2 m u zavisnosti od dužine pojedinih komada furde, usled čega voda prolazi po žlebovima cik-cak i ulazi odozdo u svaku pojedinu ćeliju. Na taj se način, pri datoj dužini žleba, povećava put kojim prolazi voda odnosno povećava trajanje kontak-

Tablica 6

Naziv preduzeća	Haj-Or	Ohajo	Kananea	Juta-Kopper
Kapacitet, m ³ /24 h	6.480	7.000	—	3.785
Sadržaj bakra:				
— ulaz, g/l	0,516	1,3—2,46	2,93	2,4
— izlaz, g/l	0,01	—	0,04	0,06
Iskorišćenje bakra u %	98,1	97,1	98,63	97,5
Sadržaj bakra u talogu u %	60—70	88,99	85,48	87,0
Dužina žlebova u metrima	610	1.400	—	440
Volumen žlebova u m ³	660	—	370	300

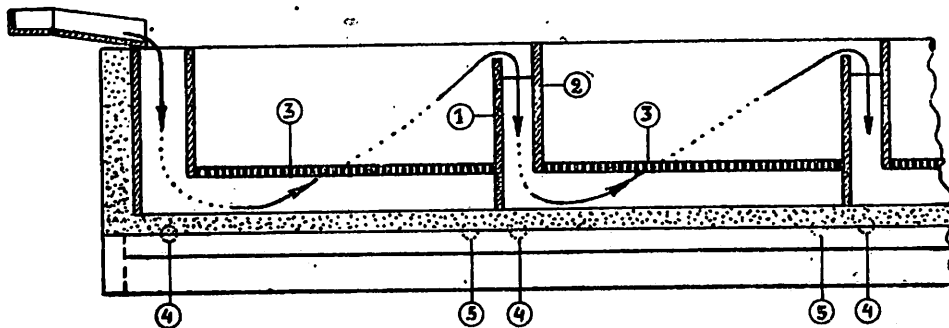
ta vode sa gvoždem, postiže se dobro mešanje vode, poboljšavaju uslovi za skidanje taloga sa površine furde. Gvožđe se namešta na rešetke od drveta (3). Svaka ćelija ispod rešetke ima dva otvora (4 i 5) koji se zatvaraju pomoću drvenih čepova.

Cementni bakar se skuplja ispod rešetaka i s vremena na vreme udaljava na sledeći način: kroz otvor 4 dovodi se voda pod pritiskom i ona izbacuje talog kroz otvor 5 u kanal 6. Na kraju kanala nalaze se paralelno nameštene rešetke sa rupama od 30, 10 i 2mm



Sl. 2 — Plan žlebova.

Abb. 2 — Skizze der Rillen.

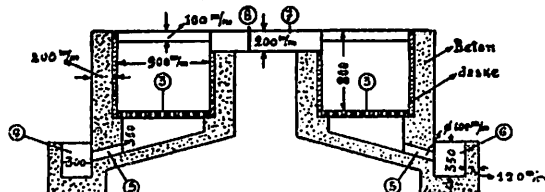


Sl. 3 — Presek žlebova po A-B.

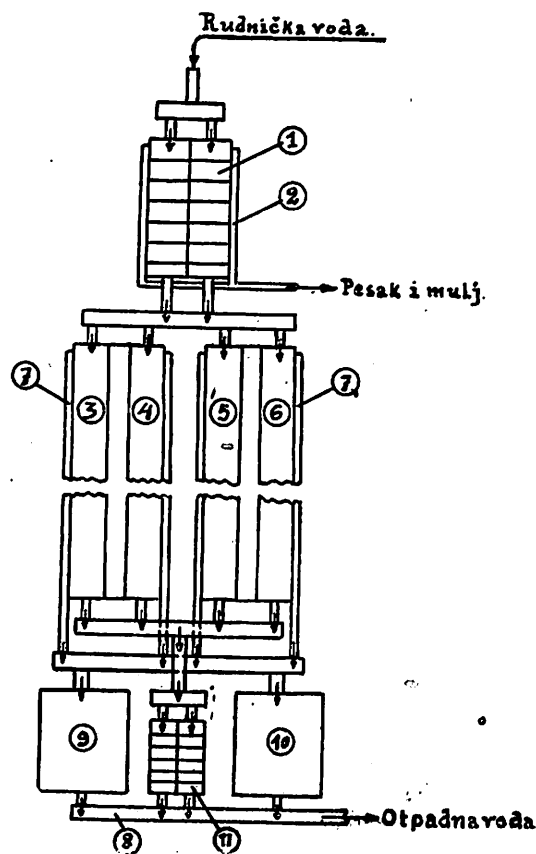
Abb. 3 — Querschnitt der Rillen nach A-B.

za odvajanje komada gvožđa koji su prošli kroz rešetku.

Skidanje taloga sa gvožđa postiže se na račun brzine kretanja vode po žlebu. Sem



Sl. 4 — Poprečni presek žlebova po C-D.
Abb. 4 — Querschnitt der Rillen nach C-D.



Sl. 5 — Šema postrojenja za cementaciju.
1 — Rezervoar za taloženje mehaničkih primesa i ravnomeran i neprekidan dovod vode u cementatore; 2 — kanal za povremeno odvođenje peska i mulja iz rezervoara; 3, 4, 5, 6 — žlebovi; 7 — kanal za odvod cementnog bakra u rezervoare 9 i 10 gde se taloži bakar; 8 — kanal za otpadnu vodu; 9—10 — rezervoari za taloženje bakra; 11 — rezervoar za taloženje čestica bakra koje su se ponekad nalazile u otpadnoj vodi.

Abb. 5 — Schema der Zementierungsanlage.

toga, predviđeno je da se s vremena na vreme gvožđe pere mlazom vode pod pritiskom.

Žlebovi se nameštaju paralelno u 4 ili više redova. Svaka dva žleba sačinjavaju jednu posebnu sekciju. Paralelne ćelije svake sekcije međusobno su povezane pomoću kanala 7, što daje mogućnost, pomoću šibera 8, da se u slučaju potrebe izolira svaka pojedina ili više ćelija bez poremećaja rada postrojenja.

Slika 5 prikazuje šemu postrojenja za cementaciju koju je autor predložio 1941. godine upravi Borskog rudnika, ali zbog ratnih prilika ovo postrojenje nije bilo ostvareno.

Cementacija bakra pomoću gvožđa u prahu

S obzirom na povoljan rezultat koji je pokazao ogled cementacije bakra pomoću gvožđa u prahu, poklonili smo pažnju proučavanju uticaja raznih faktora na brzinu cementacije i kvalitet cementnog bakra. Ogledi su vršeni sivim sirovim gvožđem u prahu fineće ispod 60 meš. (otpaci pri bušenju). Granulometrijska analiza ovoga gvožđa navedena je u tablici 7.

Tablica 7

Sita I M. M. meš.	Pojedine klase
60 — 120	45,6
120 — 200	25,4
ispod 200	29,0
	100,0

Uticao je količina gvožđa na brzinu cementacije i kvalitet cementnog bakra. — Izvršeno je 5 serija oglada. Svi su ogledi vršeni pod istim uslovima, menjajući samo težinski odnos gvožđa prema bakru. Za svaki pojedini ogled uzimalo se 500 cm³ rudničke vode sledećeg sastava:

Cu	4,74 g/l
FeSO ₄	3,94 g/l
Fe ₂ (SO ₄) ₃	0,60 g/l
H ₂ SO ₄	4,30 g/l

Prva serija oglada vršena je pri odnosu gvožđa prema bakru kao 0,9 : 1; druga serija — 1 : 1; treća serija — 1,1 : 1,0; četvrta serija — 1,2 : 1,0; peta serija — 1,5 : 1,0. Za izdvajanje jednog težinskog dela bakra teorijski je potrebno 0,878 težinskih delova gvožđa (55,87 : 63,57). Za prvu seriju oglada uzeto je 2,13 g gvožđa ($2,37 \times 0,9$), za drugu — 2,37 g, za treću — 2,61 g, za četvrtu — 2,84 g, za petu — 3,56 g. Rudnička voda sa gvožđem je neprekidno mešana (mehanička agitacija) u staklenoj boci u toku određenog vremena (od 5 do 60 minuta).

Prva serija oglada. — Odnos gvožđa prema bakru kao 0,9 : 1. Rezultati oglada navedeni su u tablici 8.

Tablica 8

Red. broj oglada	Trajanje agitacije u min.	Sadržaj bakra u vodi u g.	% nataloženog bakra
1.	5	0,79	66,6
2.	10	0,48	79,7
3.	15	0,40	83,5
4.	20	0,32	86,5
5.	25	0,31	86,9
6.	30	0,36	84,8
7.	60	0,63	73,4

Iz ove tablice vidi se da pri odnosu gvožđa prema bakru kao 0,9 : 1 nije moguće postići kompletno taloženje bakra zbog pomanjkanja gvožđa. Između 25 i 30 minuta agitacije počinje rastvaranje već nataloženog bakra iz razloga o kojima je već ranije bilo govora. Analiza taloga nataloženog u toku 25 minuta pokazala je da mulj sadrži 86,9% bakra.

Druga serija oglada. — Odnos gvožđa prema bakru kao 1 : 1. Rezultati oglada navedeni su u tablici 9.

Tablica 9

Red. broj oglada	Trajanje agitacije u min.	Sadržaj bakra u vodi u g.	% nataloženog bakra
1.	5	0,64	73,0
2.	10	0,35	85,0
3.	15	0,08	96,6
4.	20	0,077	96,75
5.	25	0,077	96,75
6.	30	0,074	96,88
7.	60	0,29	87,77

Iz ove tablice se vidi da smanjivanjem sadržine bakra u vodi i količine gvožđa naglo

opada brzina cementacije: u toku prvih 15 minuta nataložilo se 96,6% bakra, a u toku sledećih 15 min. samo 0,28% (96,88 — 96,6). Pri poređenju ove tablice sa tablicom 8 vidi se da se povećavanjem količine gvožđa prema bakru znatno povećava brzina cementacije. Sadržaj bakra u mulju posle 25 min. agitacije je 86,93%, a posle 30 min. agitacije 84,78%.

Treća serija oglada. — Odnos gvožđa prema bakru kao 1,1 : 1,0 (tablica 10).

Tablica 10

Red. broj oglada	Trajanje agitacije u min.	Sadržaj bakra u vodi u g.	% nataloženog bakra
1.	5	0,49	79,3
2.	10	0,086	96,4
3.	15	0,032	98,6
4.	20	0,032	98,6
5.	25	0,018	99,2
6.	30	0,002	99,9
7.	60	0,08	96,6

Iz ove tablice se vidi da se u toku 30 min. agitacije nataložilo 99,9% bakra, a zatim je počelo rastvaranje već nataloženog bakra. Sadržaj bakra u mulju dobijenom posle 30 min. agitacije je 82,31%.

Četvrta serija oglada (vidi tablicu 11). — Odnos gvožđa prema bakru kao 1,2 : 1,0.

Tablica 11

Red. broj oglada	Trajanje agitacije u min.	Sadržaj bakra u vodi u g.	% nataloženog bakra
1.	5	0,34	85,7
2.	10	0,056	97,64
3.	15	—	100,00
4.	20	—	100,00

Ova tablica pokazuje da se negde između 10 i 15 minuta agitacije postiče kompletno taloženje bakra. Sadržaj bakra u talogu je 74,03%.

Peta serija oglada (tablica 12). — Odnos gvožđa prema bakru kao 1,5 : 1,0.

Tablica 12

Red. broj oglada	Trajanje agitacije u min.	Sadržaj bakra u vodi u g.	% nataloženog bakra
1.	5	0,06	97,50
2.	10	—	100,00
3.	15	—	100,00

Kao što se vidi, kompletno taloženje bakra postiže se negde između 5 i 10 minuta agitacije. Sadržina bakra u talogu je 61,83%/o.

Uticaj načina agitacije na brzinu cementacije i kvalitet nataloženog bakra. — Oglеди su vršeni pod istim uslovima, razlika je samo u načinu agitacije. Odnos gvožđa prema bakru kao 1,2 : 1,0. Rezultati oglеda navedeni su u tablici 13.

Tablica 13

Trajanje agitacije u min.	Mehanička agitacija		Pneumatična agitacija	
	% nataloženog bakra	% bakra u mulju	% nataloženog bakra	% bakra u mulju
10	97,65	75,03	94,04	67,78
15	100,00	76,68	99,08	71,70

Pri pneumatičkoj agitaciji brzina cementacije je nešto manja, jer se pod uticajem kiseonika vazduha povećava neproduktivna potrošnja gvožđa usled njegove oksidacije i ubrzavanja procesa redukcije feri-sulfata. Drugim rečima, smanjuje se težinski odnos gvožđa prema bakru. Kvalitet nataloženog bakra je lošiji, jer se pri pneumatičkoj agitaciji povećava brzina kružnog procesa i zato se taloži veća količina hidrosulfata i bazičnih soli trovalentnog gvožđa.

Uticaj načina agitacije na potrošnju gvožđa. — Oglеди su vršeni pri odnosu gvožđa prema bakru kao 1,2 : 1,0. Rezultati oglеda navedeni su u tablici 14.

Tablica 14

Trajanje agitacije u min.	Mehanička agitacija		Pneumatična agitacija	
	sadržaj bakra u vodi u g	% nataloženog bakra	sadržaj bakra u vodi u g	% nataloženog bakra
5	0,346	85,45	0,54	77,2
10	0,055	97,68	0,14	94,1
15	—	100,00	0,022	99,07
20	—	100,00	0,018	99,24
25	—	100,00	0,020	99,16
30	—	100,00	0,022	99,07
60	—	100,00	0,030	98,74
120	tragovi	100,00	0,080	96,63

Iz ove tablice se vidi da se pri mehaničkoj agitaciji kompletno izdvajanje bakra postiže u intervalu između 10 i 15 minuta agitacije, da se rastvaranje nataloženog bakra primećuje tek posle 2 sata agitacije i to samo

u vidu tragova, da se pri pneumatičkoj agitaciji ne postiže kompletno izdvajanje bakra zbog pomanjkanja gvožđa, koje nastaje između 20 i 25 minuta agitacije, kad počinje rastvaranje već nataloženog bakra; pri pneumatičkoj agitaciji potrošnja gvožđa je veća.

Za kontrolu ovih rezultata opita, koji su vršeni sa 500 cm³ rudničke vode, izvršena su dva oglеda sa većom količinom rudničke vode.

Prvi ogled je vršen sa 93 litra vode sledećeg sastava:

Cu	4,46 g/l
FeSO ₄	3,95 g/l
Fe ₂ (SO ₄) ₃	1,00 g/l
H ₂ SO ₄	4,40 g/l

Količina bakra u 93 litra vode je 395 grama. Odnos gvožđa prema bakru kao 1 : 1. Agitacija je pneumatička. Rezultati oglеda navedeni su u tablici 15.

Tablica 15

Red. broj oglеda	Trajanje agitacije u min.	Sadržaj bakra u vodi g/l	% nataloženog bakra
1.	5	0,64	85,65
2.	10	0,183	95,87
3.	15	0,123	97,24
4.	20	0,080	98,20
5.	25	0,084	98,10
6.	30	0,183	97,24

Kao što se vidi iz ove tablice, posle agitacije u toku 20 minuta nataložilo se 98,20%/o bakra, a zatim je počelo rastvaranje već nataloženog bakra. Sadržaj bakra u mulju opita br. 4 je 79,12%/o, a u mulju opita br. 6 je 76,74%/o. Pri upoređenju tablice 15 sa tablicom 9 vidi se da je ogled sa većom količinom vode pri istom odnosu gvožđa prema bakru (1 : 1) pokazao bolje rezultate u pogledu iskorišćenja bakra, dok je sadržaj bakra u mulju manji zbog pneumatičke agitacije.

Drugi ogled izvršen je sa 100 litara vode, koja je sadržavala nešto manje bakra i sumporne kiseline:

Cu	3,53 g/l
FeSO ₄	3,40 g/l
Fe ₂ (SO ₄) ₃	1,68 g/l
H ₂ SO ₄	1,51 g/l

Agitacija je vršena komprimiranim vazduhom. Odnos gvožđa prema bakru kao 1,3 : 1,0. Rezultati oglеda navedeni su u tablici 16.

Tablica 16

Red. broj ogleda	Trajanje agi- tacije u min.	Sadržaj bakra u vodi g/l	% natalože- nog bakra
1.	5	0,51	85,5
2.	10	0,13	96,30
3.	15	0,012	99,66
4.	30	0,008	99,77
5.	60	0,007	99,80
6.	120	0,028	99,21

Iz ove tablice se vidi da se u toku 15 minuta postiže gotovo kompletno iskorišćenje bakra (99,66%).

Ovi ogledi su pokazali:

— cementacija gvoždem u prahu obavlja se vrlo brzo;

— iskorišćenje bakra je u upravnoj srazmeri sa težinskim odnosom gvožđa prema bakru i vremenom njegova kontakta sa rudničkom vodom;

— kvalitet izdvojenog bakra pogoršava se, prvo, sa povećavanjem količine gvožđa, jer se suvišak gvožđa taloži zajedno sa bakrom; drugo, sa povećavanjem trajanja agitacije usled taloženja hidroksida i bazičnih soli ferisulfata;

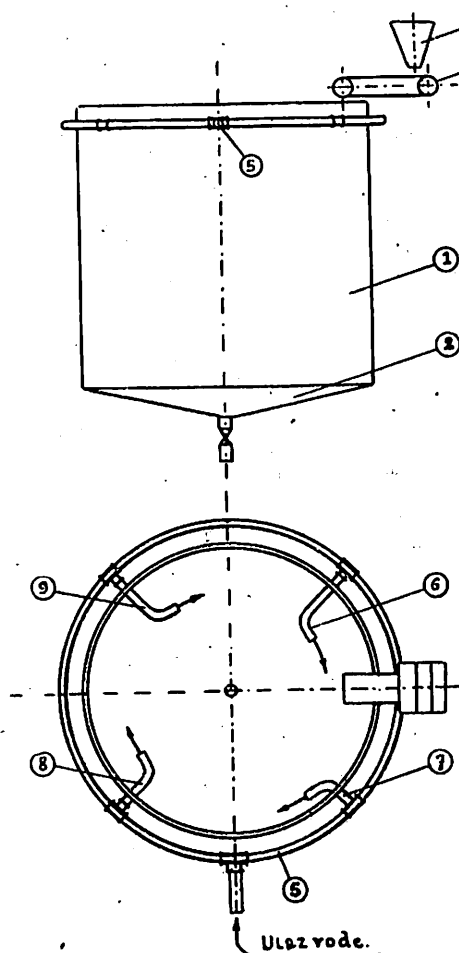
— zbog velike brzine cementacije mala je potrošnja gvožđa po toni nataloženog bakra.

Ogledi cementacije bakra gvoždem u prahu pokazali su da ovaj način ima velike prednosti u poređenju sa cementacijom pomoću furde, koja se sada primenjuje u industriji.

Na sl. 6 prikazana je aparatura za taloženje bakra gvoždem u prahu, koju je predložio autor.¹⁾

Ova aparatura se sastoji od cilindričnog rezervoara (1) sa dancem u obliku konusa (2), bunkera (3) za gvožđe u prahu, trakaste hranilice (4) za ubacivanje gvožđa u rezervoar. Rudnička voda se dovodi pod određenim pritiskom pomoću cevi (5), koja je koncentrično nameštena oko gornjeg dela rezervoara. Voda se ubacuje kroz cevi 6, 7, 8 i 9, koje

su na kraju savijene po luku kruga i zato voda ulazi u rezervoar u tangencijalnom pravcu, usled čega se voda u rezervoaru stavlja u kružno kretanje. Na taj se način čestice gvožđa lagano kreću nadole putanjom u vidu spirale. Izdvojeni bakar i otpadna voda izlaze iz rezervoara kroz cev 10.



Sl. 6 — Cementator Cukmasova.

Abb. 6 — Zementator nach Cukmasov.

Cementacija može da se obavlja neprekidno u jednom većem rezervoaru ili u nekoliko manjih, spojenih u jednu seriju kroz koju voda postupno (sukcesivno) prolazi, kao što je prikazano na sl. 7. Tako se postiže bolji kontakt između vode i gvožđa, odnosno povećava brzina cementacije.

¹⁾ Pronalazačko svedočanstvo br. 201 od 27. IX 1954 god., (Savezni ured za patente).

Zapremina rezervoara (cementatora) određuje se prema obrascu:

$$V = \frac{Q}{24 \cdot N} \cdot t$$

gde je:

V — korisna zapremina cementatora u m³

Q — dnevni kapacitet rudničke vode u m³

N — broj cementatora

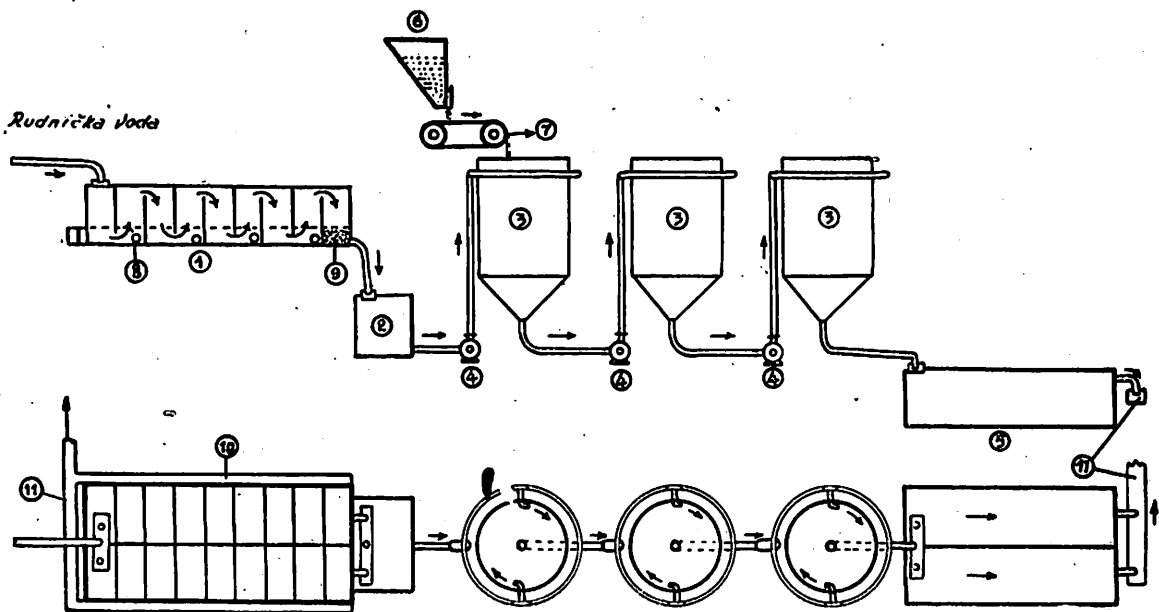
t — trajanje kontakta vode sa gvoždem u časovima.

Aparatura za cementaciju bakra mora biti napravljena od materijala otpornog prema sumpornoj kiselini, feri-sulfatu i bakar-sulfatu.

Kopper pri dnevnom kapacitetu rudničke vode od 3785 m³, cementacija se vrši pomoću upotrebljenih kutija od konzervi u žlebovima, čija je dužina 440 m, a zapremina — 300 m³. Pri cementaciji pomoću gvožđa u prahu, gde je odnos gvožđa prema bakru 1,2 : 1,0, korisna zapremina cementatora prikazanog na sl. 6 iznosi:

$$V = \frac{Q}{24} \cdot 0,25 = 39,4 \text{ m}^3$$

— Mala zapremina cementatora dopušta smeštaj u zatvorenom prostoru, što je važno za vreme zimske sezone i kišovitog vremena.



Sl. 7 — Šema postrojenja za žaloženje bakra iz rudničkih voda pomoću gvožđa u prahu.

1 — rezervoar za taloženje peska i mulja; 2 — sabirni rezervoar za vodu; 3 — cementatori; 4 — centrifugalne pumpe; 5 — taložnici za cementni bakar; 6 — bunker za gvožđe; 7 — hranilica; 8 otvor za ispitivanje taloga; 9 — peščani filter; 10 — kanal za odvod taloga; 11 — kanal za otpadnu vodu.

Abb. 7 — Schema der Setzanlage für Kupferaus dem Grubenwasser mittels Eisenpulver

Cementacija bakra pomoću gvožđa u prahu ima sledeće prednosti:

— Zbog velike brzine cementacije potrebna je aparatura znatno manje zapremine nego pri cementaciji pomoću furde, kao što se to vidi iz ovog primera: na rudniku Juta-

— Usled kompletne mehanizacije procesa, potreban je mali broj radnika za rukovanje postrojenjem.

— Pomoću gvožđa u prahu može se na rentabilan način iskorišćavati bakar iz vrlo siromašnih rudničkih voda, jer je usled ve-

like brzine cementacije neproduktivna potrošnja gvožđa mala, što nije slučaj pri taloženju pomoću furde.

— Potrošnja gvožđa po toni nataloženog bakra znatno je manja nego pri taloženju pomoću furde.

Snabdevanje postrojenja za cementaciju gvoždem u prahu

Ukoliko ne može da se obezbedi snabdevanje gvoždem u prahu, koje predstavlja otpatke metalske industrije, to gvožđe se može dobiti na sledeće načine:

— dobijanje sirovog gvožđa u prahu mehaničkim putem: tečno sirovo gvožđe u vidu tankog mlaza pušta se na mlaz vode, koja se dovodi pod pritiskom od 5 kg/cm². Dobijene granule pretvaraju se u prah mlevljenjem;

— dobijanje kovnoga gvožđa u prahu direktno iz gvozdene rude njenom redukcijom. U svojstvu reduktora se primenjuje: čvrsto sitno gorivo (sitan koks, kameni, mrki i drveni ugalj), ugljenmonoksid, vodonik (generatorski, vodeni i gas iz koksnih peći). Redukcija se obavlja pri temperaturi 600—1000°C. Kovno gvožđe se dobija u vidu sitne prašine. U SSSR-u bili su izvršeni sledeći ogledi:

a. prof. V. I. Mostovič i ing. I. N. Duhanjin dobijali su gvožđe u prahu iz čistog hematita u električnoj peći. Kao reduktor je

služio ugljen-monoksid. Pri zagrevanju u toku jednog sata na temperaturi 600—800°C redukovalo se 85—90% gvožđa;

b. ogledi dobijanja gvožđa u prahu iz konvertorske šljake topionice bakra. Redukcija je vršena pomoću plina dobijenog suvom destilacijom nafte, jer ovaj plin sadrži preko 50% vodonika koji je aktivniji od drugih reduktora. Ogledi su pokazali:

— sitno samlevena šljaka (ispod 100—120 meš.) se gotovo potpuno reducira zagrevanjem pri temperaturi 900—1000°C u toku dva sata;

— za obezbeđenje boljeg kontakta između šljake i plina treba da se dodaje u sitno samlevenu šljaku 5% uglja u prahu.

Preduzeće „Anaconda Copper Mining” dobija gvožđe u prahu redukcijom ogoretina pirita. Redukcija se vrši sitnim ugljem pri temperaturi oko 1000°C u obrtnoj peći tipa Bruckner.

U toku poslednjih decenija stručnjaci za crnu metalurgiju poklonili su pažnju usavršavanju starinskog načina dobijanja kovnog gvožđa direktno iz ruda. Pojedini postupci predloženi u ovu svrhu već se primenjuju u industriji, kao na primer postupci „Krupp-Gruson” i „Republic Steel Corporation” (SAD).

Kao što se vidi, snabdevanje postrojenja za cementaciju gvoždem u prahu nije danas problem.

ZUSAMMENFASSUNG

Kupferausscheidung aus den Grubenwässern

Dipl. ing. K. Čukmasov*)

Das in Kupferlagerstätten zirkulierende Grubenwasser enthält in der Regel grössere oder kleinere Mengen an Kupfersulfat. Dieser Kupfersulfatgehalt schwankt in weiten Grenzen in Abhängigkeit von mehreren Faktoren: vom Mineralbestand der Erzlagerstätten, vom Charakter der Mineralisierung, vom Zufluss des Grund- und Oberflächenwassers u.a.m.

Bei den verschiedenen Ausscheidungsverfahren des Kupfers aus dem Grubenwasser ist die Zementierungsmethode, d.h. die Verdrängung des Kupfers aus der Lösung mittels Fe, am wirtschaftlichsten und stellt auch den Gegenstand der vorliegenden Arbeit dar.

*) Dipl. ing. Konstantin Čukmasov, Opatija, Nazorova 4

Es wird auch eine Uebersicht der anderen Verfahren, die jedoch heute in der Regel nicht mehr angewendet werden, gegeben.

Im Vorliegenden wird eine eingehende Darstellung über die Zementierung mittels Eisenpulver gegeben.

Literatura

- Antipov, I. A., 1901: Metallurgija mjedi. — S. Peterburg.
- Baraboškin, N. N., 1934: Hidroelektrometallurgija zinka i mjedi. — Sverdlovsk.
- Baraboškin, S. N., 1941: Hidrometallurgija mjedi. — Moskva.
- Brihta, I., 1946: Problem metalurgije željeza. „Rudarstvo” br. 9—10, Beograd.
- Čukmasov, K., 1940: Taloženje bakra iz rudničkih voda. — Bor.
- Čukmasov, K., 1941: Racionalno iskorišćavanje bakronosnih voda. — Bor.
- Hofman, P. O., 1934: Metallurgija mjedi. — Moskva.
- Milošević, S., 1945: Problem naše industrije gvožđa. — „Rudarstvo” br. 2, Beograd.
- Mostovič, V. I., 1932: Obrabotka zolotosoderžaščih rud. — Moskva.
- Mostovič, V. I., 1932: Issledovanie okislennyh mjednyh rud Kounradskogo i Koktas-Džartaskogo mestoroždenij. — Moskva.
- Referat „Pitanje snabdevanja Jugoslavije gvoždem”. — Magdeburg, 1935. god.



Sono područje severoistočne Bosne i njegova ekonomska vrednost

(sa 5 slika)

Dr ing Mihajlo Jeremić — dipl. ing. Jovan Moravek

Uvod

Prilikom prikaza ocjene sonih ležišta i njihovog značaja pošli smo sa stanovišta da ne posmatramo samo rudnik soli Tušanj, kao što je do sada često bio slučaj. Osim toga, u ovom radu iznosimo neka nova gledanja u davanju ekonomske ocjene sononosnog područja, koja se razlikuju od dosadašnjih. Međutim, ni u kom slučaju ne želimo da ova naša shvatanja budu a priori usvojena, nego želimo da izazovemo jednu širu stručnu i naučnu diskusiju kod stručnjaka, koji su se bavili ili bave ovom problematikom.

Želimo da napomenemo da je ova studija izrađena kako na osnovu terenskih radova u ovoj sononosnoj oblasti tako i na ime uvida u razviće sone serije u Poljskoj, tj. u području karpatske sononosne oblasti, kao i na osnovu paralelizacije sa literaturnim podacima poljskih i sovjetskih stručnjaka, koji su obrađivali ova ležišta soli.

Tok istražnih radova u bližoj budućnosti potvrđiće ili odbaciti naše mišljenje. Međutim, to treba sprovesti što brže i što efikasnije, da bismo dobili stvarno stanje ekonomske vrednosti ovog područja.

Prognoziranje ekonomsko-geološke ocjene sononosnog područja

Davanje ekonomsko-geološke ocjene sononosne oblasti nekadašnjeg majevičkog ar-

hipelaga, je veoma težak zadatak, pošto je stepen istraženosti ovoga regiona veoma mali, pa zbog toga raspoložemo samo sa toliko podataka i materijala da je ona prognoznog karaktera. Međutim, istovremeno se može sagledati u kom pravcu treba usmjeriti dalja ispitivanja i istraživanja u ovom području. Ne treba da nam se zamjeri što smo se mnogo služili komparacijom sa karpatskom sononosnom oblašću ali smo se morali za nešto vezati, tj. za područja koja imaju veliki stepen istraženosti.

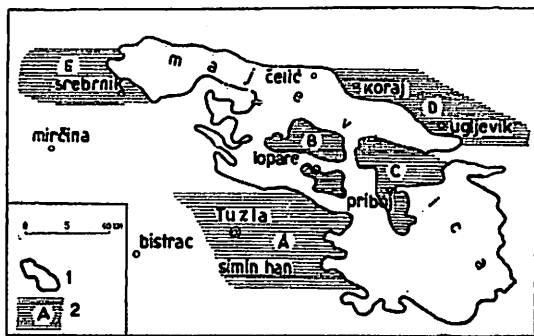
Osvrt na sononosnu oblast kao cjelinu

Da bismo mogli da govorimo o potencijalnosti i razviću ležišta korisnih mineralnih sirovina u ovom dijelu naše zemlje, treba imati na umu niz činjenica, koje ukazuju da je ovo područje vjerovatno bogato ležištima soli.

Današnja planina Majevica, predstavljala je arhipelag u nekadašnjem miocenskom moru, koje je plavilo prostore današnje severoistočne Bosne. Treba imati u vidu činjenicu da su klimatski uslovi za hemijsku sedimentaciju korisnih mineralnih sirovina u ovom području bili isti kao i u području današnjih Karpata. Takođe, i paleografski uslovi za sedimentaciju hemijskih sedimenata i u jednoj i u drugoj oblasti su bili isti. Da su ove pretpostavke tačne, dokazuje postojanje ležišta

soli u Tušnju. Poznata je istina, da se u karpatskoj miocenskoj sononosnoj oblasti nisu stvorila izolavana i pojedinačna ležišta soli, pa prema tome nema razloga da se smatra da je došlo do stvaranja ležišta soli samo u području Tušnja, pošto se hemijska sedimentacija ne pojavljuje izolovano, nego regionalno. Majevički arhipelag ima jedinstvene genetske i geohemijske uslove za stvaranje ležišta soli, jer su klima i paleografija bile iste za cijelu oblast, kao što je slučaj i u karpatskom regionu. Nema razloga da se i kod nas ne nalazi veći broj ležišta soli, oko nekadašnjeg majevičkog arhipelaga, kao što je slučaj sa miocenom pretkarpatja, gdje se ležišta soli javljaju od Šlezije u Poljskoj pa preko Ukrajine do Rumunije. Međutim, ona se javljaju i iza Karpata kao što je slučaj sa ležištima soli u Češkoj.

Dosadašnja shvatanja o razviću sononosne formacije kao cjeline dinarske oblasti bila su veoma uska, pošto su se vezivala za postojanje kamene soli i to u području Tuzle. Međutim, na osnovu izvršenih regionalno prospekcijskih radova u području sjeveroistočne Bosne, može se doći do zaključaka, da na tom terenu postoji pet sononosnih bazena čiji je položaj prikazan na sl. 1.



Sl. 1 — Prostorni položaj sononosnih bazena SI Bosne. 1 — Majeвица; 2 — sononosni bazeni; A — Ravna Trešnja—Gornja Tuzla; B — Šibošnica—Lopare; C — Tobut—Priboj; D — Koraj—Ugljevik; E — Grčаница—Srebrnik.

Fig. 1 — Special distribution of salt bearing zones of North—East Bosnia.

Bez obzira što je so dosad utvrđena samo u Tuzlanskom bazenu treba napomenuti da je još 1926. godine T. Jakić pretpostavio pojavljivanje ležišta soli u području Majevičkog arhipelaga. On je napravio hipotetični geološki profil na koji je ucrtao niz pretpostavljenih ležišta soli. Želimo da istaknemo

da je postojanje ležišta soli vrlo retko direktno manifestovano na površinskom reljefu. Tako, na primer, ležište soli Leškovice — Sedlac u Poljskoj je pronađeno pre nekoliko godina na dubini od svega 40 metara, u blizini postojećeg rudnika soli Bohnja, koji se eksploatiše već preko 700 godina.

Dalje, ni u kom slučaju se ne može stvaranje ležišta hemijskih mineralnih sirovina vezati za lagune, kako se to dosada mislilo za Tuzlansko ležište soli i na taj način smanjivati potencijalne prostore u kojima se ležišta soli mogu javiti. Danas u svetu sve više prevladuje teorija stvaranja ležišta soli u priobalskim zonama, gde je vladala transgresija, tj. gde je nadiralo more na kopno, a pri ovakvim uslovima su se u svakom slučaju stvarala samo velika ležišta soli. Posmatrajući ležište soli Vjelička-Barić u Poljskoj zapazili smo da se ovde radi o jednom velikom ležištu čija je dužina po pružanju dosada utvrđena preko 10 km, a to nas navodi na mišljenje, da se ovo veliko ležište stvaralo u otvorenim morskim bazenima veoma plitkog i lagunskog karaktera. Prema tome, s pravom se može pretpostaviti da so u Simin Hanu, koja se eksploatisala slanim bunarima, i so u Tušnju predstavljaju jedinstveno ležište soli pa čak, da se ono proteže i do Ravne Trešnje.

Pri samoj obali nekadašnjeg Majevičkog arhipelaga stvarao se gips što je na mnogim mestima prilikom terenskog rada utvrđeno u vidu izdanaka trakastih laporaca sa gipsnim proslojcima. Nešto dalje od priobalskog područja, ali ne tako daleko od istog, nalaze se zone kamene soli, a unutar njih tj. u revirima njihove najveće moćnosti nastupaju kalijeve soli.

Nalasci gipsne serije na terenu su od neprocenjivo velike važnosti, jer nas one vode do ležišta kamene ili kalijeve soli. Prema tome, postojanje izdanaka sa proslojcima gipsa oko Majevičkog arhipelaga, nekadašnjeg miocenskog mora, navodi nas na razmišljanje da se u ovoj sononosnoj oblasti verovatno nalazi čitav jedan niz ležišta hemijskih mineralnih sirovina. Ne sme se gubiti iz vida činjenica, da su u Poljskoj i Sovjetskom Savezu istražna bušenja vrlo često bila usmeravana samo na osnovu litologije pojedinih članova hemijske sedimentacije i na taj način otkrivana ležišta soli. Treba napomenuti, da sona serija u ružnim zonama prelazi u hemijske krečnjake pa prema tome i ovi hemijski

sedimenti mogu prilikom litološke prospekcije sone serije biti od velikog interesa.

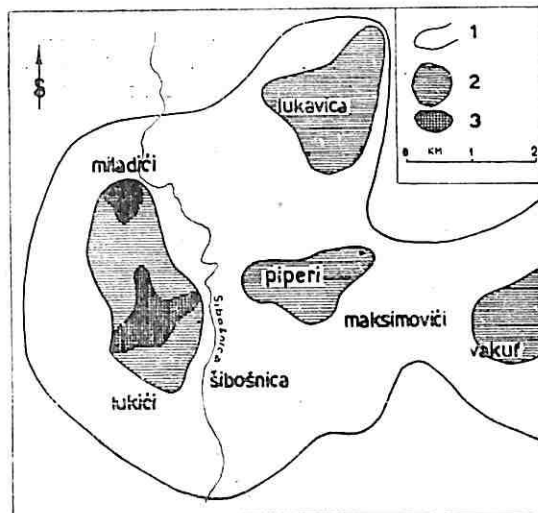
Potrebno je istaći da smo sonu seriju u području dinarske oblasti sjeveroistočne Bosne dosada smatrali kao nosioca samo ležišta kamene soli, međutim, takva mišljenja ne stoje, jer u istoj postoje mogućnosti za pojavljivanje i ležišta kalijeve, kali-magnezijeve soli, sumpora i dr. O mogućnosti pojavljivanja kalijeve soli u dinarskoj provinciji može se govoriti samo na osnovu pretpostavki i na osnovu hidrohemijskih, geohemijskih i drugih indikatora. Međutim, želimo da iznesemo jednu veoma interesantnu misao koja se odnosi na Tuzlanski bazen, tj. za područje pojavljivanja pliocenskih lignita rudnika Kreke. Naime, na osnovu povećanog sadržaja kalija u pepelu ovih ugljeva, može se pretpostaviti da je veoma bujna pliocenska flora egzistirala nad sonom serijom, koja je bila razvijena i u faciji kalijeve soli. One su se delimično izluživale i na taj način prirodnim putem đubrile zemljište, koje je bilo kao takvo veoma pogodno za ekstenzivan i intenzivan rast tadašnjeg biljnog pokrivača, koji je dao materijal za stvaranje ogromnih ležišta uglja.

Želimo da napomenemo da kod nas ne treba isključivati mogućnost pojavljivanja sumpornih ležišta. Ona se pojavljuju u Karpat-skoj oblasti u Tarnobregu (Poljskoj), u Lavovu (SSSR) itd. Kod nas u području Priboja postoje sumporna vrela, eshalacija metana i pojavljivanje izdanaka gipsa, a sve su to indikatori za pojavljivanje ležišta sumpora u sonoj seriji. Sumpor je sekundarnog nastanka i vezan je za redukciju sulfatne facije sone serije koja je prešla u sumpornokarbonsku masu.

Sononosni bazen Šibošnica — Lopare

Ovaj sononosni bazen je istražen pomoću tri prospekcijske metode i to: geološkom, geofizičkom i hidrohemijskom. Svakom od njih je konstatovano pojavljivanje sone serije.

Međutim, geofizička i hidrohemijska metoda mogu samo nagovestiti o facijalnom razviću sone serije u ovom bazenu. Naime, geofizički profili su utvrdili debljinu sone serije po celom njenom prostiranju, pri čemu je ustanovljeno da je ona uvećana od Humaka do Mačkovca i verovatno na tom prostoru je i razvijena facija kamene soli. Za ovaj kompleks sone serije vezan je jedan revir koji se ističe najvećom moćnosti i to u po-



Sl. 2 — Hipotetična karta facijalnog razvića sone serije u Šibošničkom bazenu na osnovu hidrohemijskih anomalija.

1 — hipotetična granica sone serije; 2 — maksimumi kamene soli; 3 — maksimumi kalijeve soli.

Fig. 2 — Hypothetical map of facial development of salt series in Šibošnica district according to hydrochemical anomalies.

dručju Šibošnice, a koji bi ukazivao na mogućnost postojanja i kalijeve soli. Kompleks sone serije male debljine javlja se prema Loparama i tu je ona verovatno razvijena u gipsnoj faciji. U daljem tekstu je izvršen malo detaljniji osvrt na hidrohemijsku prospekciju u ovom bazenu, koja je bila vršena 1962. i 1963. godine.

Na osnovu uzetih uzoraka voda i njihovih hemijskih analiza došlo se do hipotetičkog rasporeda facijalnog razvića sone serije u ovom sonosnom području. Naime, izrađeni su hidrohemijski koeficijenti koji mogu služiti kao indikatori za prognoziranje pojavljivanja kamenih i kalijevih soli u sonosnim bazenima. Na osnovu izoliranja koeficijenata došlo se do zaključka da se eventualno facija kalijeve soli javlja duž Šibošničke reke na potezu Nahvioci-Miladići, a oko nje u rudnim zonama tj. u području Lukići — Miladići, Piperi, Lukavica i Vakuf se nalaze hidrohemijski maksimumi, koji ukazuju na pojavljivanje kamene soli. To je prikazano na slici 2.

Između ostalih istraživanja na području Šibošnice izvršena su i ispitivanja geomorfoloških karakteristika površinskog reljefa terena. One vrlo često mogu markirati postojanje kalijeve soli. Poznato je u literaturi da su ove reljefne manifestacije prilikom

prospekcije na kalijeve soli uveliko koristili sovjetski i poljski stručnjaci. Tako je St. Czarnockiego (1945) na Rudarsko-metalurškoj akademiji u Krakovu uveo naziv „topografska geologija”, za sva proučavanja površinskog reljefa iznad ležišta. U ovom slučaju, eventualno postojanje kalijevih soli, ispod kvartarnog pokrivača, uslovilo je stvaranje lokalnih depresija u zonama Šibošničke rijeke i Humačkog potoka, koje su nastale uslijed prirodnog izluživanja kalijevih soli od strane površinskih voda. Interesantno je, da je u ovom području sononosna serija najbliža površinskom reljefu, što se vidi iz seizmičkog profila „Bunar slanac”. Prema tome i ova bi činjenica išla u prilog prognoziranja mogućnosti pojavljivanja kalijeve sone serije u Šibošničkom bazenu.

Pojavljivanje sone serije veće moćnosti u području Šibošnice zbunilo je neke autore, pa su interpretaciju izvršili na taj način što su rekonstruisali dve sone serije, pri čemu jedna leži na drugoj. Međutim, početak sone serije sa podinskim crvenim konglomeratima i peščarima pa i njeno završavanje ponovo sa crvenom serijom ne može se prihvatiti, jer u prirodi ne postoje zatvoreni ciklusi. Razlozi, po našem mišljenju, koji su rukovodili ove autore da interpretiraju još jednu fiktivnu podinsku sonu seriju u Šibošnici su uslovljeni velikim ubiranjem sononosne serije te njenim razlamanjem i dovodenjem u nenormalne odnose. Tako su se, prilikom kartiranja izdanaka crvene serije, na terenu interpretirale dve podinske serije koje leže jedna iznad druge. Na osnovu ovog može se zaključiti, da je u Šibošničkom bazenu došlo do ubiranja sone serije i koncentracije plisiranih slojeva soli na jednome užem prostoru, što je slučaj i sa ostalim miocenskim ležištima soli Evrope, koje se nalaze u blizini rubova bazena, tj. eocenskog fliša.

Rudnik soli Tušanj

Kao što se iz prethodnog izlaganja vidi, može se zaključiti da područje koje je istraženo istražnim bušotinama predstavlja samo fragment jednog većeg ležišta soli, jer ne postoje mala ležišta soli u prirodi. U svakom slučaju, po računima vjerovatnoće i na osnovu komparacije sa karpatskom sononosnom provincijom, mi u području sjeveroistočne Bosne imamo boljih ležišta soli nego što je Tušanj. Međutim, stepen istraženosti naših sononos-

nih terena je tako mali, da je veoma teško braniti ove naše pretpostavke. Želimo da istaknemo, da Tušanj treba što prije otvoriti i početi eksploataciju u njemu, jer moramo od nečeg početi za dalji razvoj rudarstva soli u našoj zemlji. Nakon otvaranja Tušnja, u svakom slučaju moramo prići, na osnovu detaljno izvršenih istražnih radova, otvaranju novoga rudnika soli, koji će biti lociran tamo, gdje su najbolje ležišne prilike i kvalitet korisne supstance kako za otvaranje tako i za eksploataciju.

Na osnovu terenskih geoloških radova je utvrđeno da su priobalske zone Majevičkog fliša tektonski jako ubrane što nam je u usmenom saopštenju potvrdio i I. Soklić, koji radi tektoniku Tuzlanskog bazena. Miocenski bazeni koji su u priobalskom području ubrani i razlomljeni karakteristični su po tome što, im intenzitet tektonskih manifestacija opada od ruba bazena ka centru. Ova činjenica nas navodi na misao, opet na osnovu analogije sa Karpatskom sononosnom oblašću, da se u priobalskom području nalaze hemijski sedimenti velikog plasticiteta koji su kao takvi bili veoma povoljni za ubiranje, te je ovde tektonika daleko više manifestovana nego u udaljenijim zonama bazena, gde uticaj tektonskih pokreta od ruba bazena slabi, a na kraju potpuno iščezava. Međutim, u ovim udaljenijim zonama (od ruba bazena) sone serija je razvijena u faciji klasičnih hemijskih sedimenata koji nisu toliko osjetljivi na tektoniku kretanja kao što je slučaj sa plastičnim tvorevinama. To znači, da je produžetak ubiranja Majevičkog fliša, u miocenu i pliocenu, regionalno uticao na strukturu sonih ležišta u ovom području i to sa velikim intenzitetom u rubnim područjima, a opadanjem udaljavanjem od istog.

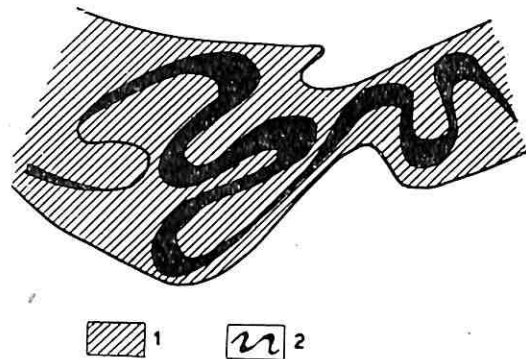
Postojanje ovakvih regionalnih tektonskih odnosa je od velike ekonomske važnosti, a to se jasno može videti na primeru Tušanskog ležišta. Naime, celo ležište (ne samo Tušanj koji predstavlja fragment velikog ležišta) nakon sedimentacionog stvaranja imalo je malu moćnost i dužinu po padu (po našem mišljenju) možda oko 10 km. Eksploatacija ovakve sone serije kamene soli ne bi bila ekonomična radi njene male moćnosti. Međutim, nakon delovanja tektonskog ubiranja celo ležište kao sredina velikog plasticiteta je prosto sakupljeno na prostoru od nekoliko

stotina metara do 2 km, te se je na taj način izvršila koncentracija sone mase na jednom uskom prostoru. Tako je ležište dobilo strukturno-morfološki oblik, da se danas može rentabilno eksploatirati. Kao prilog ovakvom mišljenju stoji činjenica, da se je tokom terenskog kartiranja Tuzlanskog bazena došlo do saznanja da postoje nabori koji su erozijom zasečeni. Neki od njih su predstavljali antiklinalne bore soli, koje su, kao takve, na reljefu bile uzdignute te su erozijom lako bile odnete.

Prema tome, za proučavanje ležišta soli nisu važni samo primarni genetski odnosi nego i sekundarni. Oni su vezani za tektonske pokrete, te njihov karakter u ovom delu naše zemlje utiče na stvaranje rudarsko-geoloških prilika ležišta. Dalje, u prilog shvatanju da ležište u Tušnju ima plisirane strukturno-morfološke forme govori karakter mikrotektonike soli. Ona je proučavana na jezgri koja su dobijena prilikom dubinskog istražnog bušenja i na kojima se jasno vide makro i mikro fleksurni oblici. U tom smislu pokušali smo da napravimo i hipotetični profil sone serije sa slojevima kamene soli po padu ležišta, a na osnovu geoloških profila bušotina i geofizičkih profila (sl. 3). Međutim, da bi se dokazala mogućnost pojavljivanja ovakvih morfološko-strukturnih oblika sonih ležišta, na slici 4 je prikazan geološki profil po padu miocenskog ležišta soli u karpatskoj provinciji koji je J. P o b o r s k i interpretirao za ležište Bohnju.

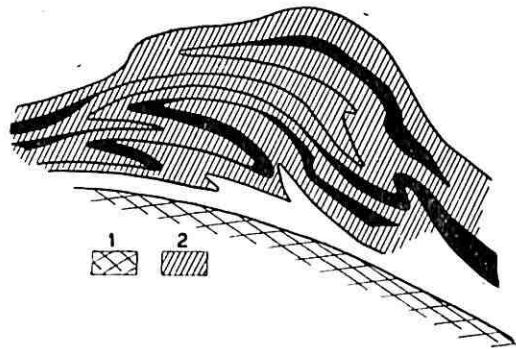
Sva dosadašnja otvorena ležišta soli u karpatskoj oblasti, koja se nalaze u priobalskim područjima Karpata imaju fleksurne morfološke oblike.

To znači, ako želimo da dobijemo konačnu sliku o ležištu soli u Tušnju, moramo izvršiti niz ispitivanja kako od regionalno tektonskih odnosa bazena u kome se ležište nalazi, pa do ponovne geološke interpretacije bušotina (radi mogućnosti udvajanja slojeva soli, prividne moćnosti udvajanja slojeva soli itd.). Potrebno je tokom rudarskih radova detaljno utvrditi morfologiju ležišta itd. Osim toga, treba na osnovu ovako shvaćenih geoloških ležišnih prilika proučiti i hidrogeološki režim ležišta. Lično smo ubeđeni da postoje velike rezerve korisne supstance, te da tu nema problema; međutim, problemi su samo u tome, kako će se ista na što racionalniji način otkopati rudarskim putem.



Sl. 3 — Hipotetični profil po padu sone serije u Tušnju konstruisan na osnovu geoloških profila bušotina i geofizičkih profila.
1 — sone serija; 2 — slojevi soli.

Fig. 3 — Hypothetical profile along the dip of the salt series at Tušanj constructed according to geological profiles of boreholes and geophysical profiles.



Sl. 4 — Skica unutrašnje tektonske grade sone serije ležišta soli Bohnja u Poljskoj po J. Poborskom
1 — podina sone formacije; 2 — sone serija.

Fig. 4 — Sketch of the internal tectonic fabrics of the salt series of the Bohnja salt deposit in Poland according to J. Poborsky.

Tehničko-tehnološka ocena ležišta soli

Stepen istražnosti

Stepen istražnosti ležišta soli je nedovoljan i današnje stanje na ovom području rezultat je ranijih shvatanja o samom ležištu. Samo jedan manji deo je istražen bušenjem deo Tušnja, te se za isti danas samo mogu utvrditi rezerve, delimičan oblik i izgled ležišta i drugo, mogu se dobiti potrebni podaci za projektovanje i otvaranje rudnika.

Na osnovu toga, ovaj deo ležišta je zasaada napadnut i otvoren.

Nova gledanja na ležišta soli, pak, govore da su potrebni planski istražni radovi

radi dizanja stepena istraženosti o celovitom ležištu, kao i utvrđivanja svih potrebnih elemenata za projektovanje eksploatacije.

Količine

Svakako da količine zavise od stepena istraženosti ležišta soli, te smo s pravom konstatovali da je stepen istraženosti ležišta soli mali, jer su sigurne rezerve mineralnih sirovina ležišta u odnosu na celokupno sononošno područje neznatne.

Količine mineralne sirovine u ležištu Tušanjskom, koji je samo fragment većeg ležišta soli, koje još nije istraženo rudarskim radovima, ipak daje jasnu sliku da rezerve mineralne sirovine postoje za najmanje 30—50 godina, kao i za planiranu proizvodnju od 620.000 tona čvrste kamene soli i soli u obliku slane vode (prema investicionom projektu Rudnika kamene soli Tušanjskog). Međutim, ovde se odmah mora konstatovati da ove količine sigurno u dogledno vreme neće moći zadovoljiti naše potrebe povećane proizvodnje i potrošnje ove mineralne sirovine.

Kvalitet

O kvalitetu ležišta soli imamo, takođe, podatke samo za Tušanjski deo ležišta. Iz dosada izvršenih ispitivanja i hemijskih analiza jezgra kvalitet soli je različit. So je onečišćena i mehaničkim i hemijskim mineralima gline i spojevima ugljične kiseline, te manjim količinama gipsa, anhidrita, pirita i limonita.

Dosada poznati rezultati o kvalitetu daju sliku da je Tušanjsko ležište sastavljeno iz:

- oko 38% čiste kamene soli sa 94% NaCl (I kategorija)
- oko 51% industrijske kamene soli sa 80% NaCl (II kategorija)
- oko 11% nečiste kamene soli sa 50% NaCl (III kategorija).

Uslovi eksploatacije

Stepen istraženosti, količine i kvalitet dobili smo zasad samo za Tušanjsko ležište. Ni ovi podaci nisu potpuni. Dosad poznate veličine i podaci daju garanciju da se može prići rentabilnoj eksploataciji. Podaci o sadašnjoj strukturi ležišta dobivenog iz podataka bušenja, i podaci o svim ostalim raznim

faktorima: hidrologiji, pojavama gasova i dr., a uz postojeću tehnologiju eksploatacije u svetu, takođe, garantuju rentabilnu eksploataciju Tušanjskog ležišta.

Svakako da je izbor najoptimalnije tehnologije stvar izučavanja i posebne studije, ali već sada možemo tvrditi da za prilike u Tušanjskom ležištu, a posebno zavisno od kvaliteta dolaze u obzir metode eksploatacije: suvim komorama, mokrim komorama, i slanim bunarima.

Sve ove metode, svaka posebno, a i u kombinaciji, garantuju punu ekonomičnost i rentabilnost.

Dalje istrage u pogledu istraživanja ležišta soli u cjelini sigurno će otvoriti još šire i bolje uslove eksploatacije, nego što su to za sada utvrđeni uslovi kod Tušanjskog ležišta.

Potrebe soli u našoj zemlji

U našoj zemlji ova se mineralna sirovina najviše koristi:

- za ljudsku ishranu
- za stočnu ishranu
- za industrijsku upotrebu.

Potrošnja soli, recimo u 1961. godini, iznosila je:

za ljudsku ishranu oko	166.000 tona
za stočnu ishranu oko	13.000 "
za industrijsku upotrebu oko	72.000 "
za proizvodnju sode oko	216.000 "

Ukupno: 467.000 tona

Bitno je konstatovati da ova potrošnja raste tako da, recimo, od 1953. godine do 1961. godine postoji porast kod potrošnje ove mineralne sirovine (bez soli za proizvodnju sode) sa 162.000 tona na 251.000 tona.

Ova potrošnja je i danas tolika da nju ne podmiruje naša proizvodnja, te se jedan mali deo soli i uvozi.

Kada uporedimo upotrebu ove mineralne sirovine u SAD sa našom tablicom upotrebe, što svakako nije prava slika i ovakva upoređivanja ne predstavljaju nikakvo merilo, videćemo ogromne razlike koje su i razumljive svim poznavacima naše privrede i života. Jasno je, da je naša zemlja tek na početku svoga razvoja, na početku i potrošnje ove mineralne sirovine.

Ne planiramo sa porastom potreba ove mineralne sirovine za ljudsku ishranu. Mi

smo i danas već preko svih svetskih normativa u upotrebi soli za ljudsku ishranu.

Međutim, to nastupa po mišljenju nekih stručnjaka zato, što se kod nas „varena so“ kupuje i za stočnu ishranu, jer stočne soli nema uvijek pri ruci.

U ovom slučaju ne treba očekivati povećanje nego, uglavnom, treba računati sa današnjom potrošnjom.

Razvitak stočarstva zahtevaće osetno povećanje ove mineralne sirovine, s obzirom da so ima znatnog udela na fiziološki razvitak stoke. Prema nekim autorima, potrošnja soli u ovoj oblasti rapidno će rasti tako da, recimo, 1970. godine treba da dostigne količinu od oko 85.000 tona, što znači prema 1961. godini indeks od preko 600%.

Dosadašnji indeksi pokazuju porast potrošnje ove mineralne sirovine u hemijskoj industriji. Indeks povećanja potrošnje recimo 1961/1954. od oko 215% o tome jasno govori. Teško je danas prognozirati ovaj porast mada se prema nekim autorima, očekuje znatan porast. Ako uzmemo predviđenu i procenjenu potrošnju u 1970. godini gde ona doseže količinu od oko 120.000 tona — ona opet jasno govori o porastu potrošnje.

I so za proizvodnju sode, od današnjih 216.000 tona, prema procenama, dostići će 1970. godine količinu do 324.000 tona.

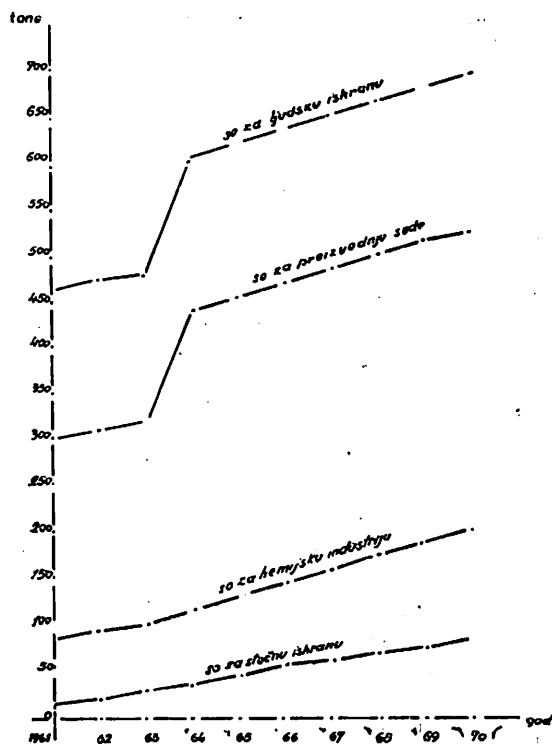
Grubo procenjujući svi se autori slažu, da već 1970. godine potrebe soli u našoj zemlji treba da se kreću negde oko 700.000 tona.

Ovde moramo odmah posebno napomenuti značajne potrebe mineralne sirovine — kalijeve soli, koju, takođe, naša zemlja ne proizvodi.

Radi toga ovu mineralnu sirovinu moramo uvoziti, te na to trošiti devizna sredstva. Stoga treba što pre istražiti i pronaći ovu mineralnu sirovinu i prići njenoj eksploataciji.

Zaključci

S obzirom na novija shvatanja sonosne oblasti nekadašnjeg Majevičkog arhipelaga treba da se izvedu i odgovarajući zaključci o prirodnoj ekonomskoj vrednosti ovog regiona naše zemlje. Naime, jasno se vidi da se verovatno ovde nalazi jedan veći broj ležišta soli nego što se dosada mislilo. Međutim, postoji i mogućnost pojavljivanja drugih facija sone serije osim kamene soli kao što je eventualno pojavljivanje kalijevih soli. Ovako



Sl. 5 — Dijagram potrošnje soli u SFRJ od 1961. do 1970. god.

Fig. 5 — Graph of salt consumption in SFR Yugoslavia from 1961. to 1970.

postavljeni zaključci nameću novi odnos prema istraživanju ovog regiona, planiranju hemijske prerade, jer pretpostavljena sirovinaska baza može dati osnove za razvoj veoma razvijene hemijske industrije.

Kako do danas nije bilo tretirano pitanje mogućnosti pojavljivanja kalijevih soli, želimo, s obzirom na veoma veliki značaj istih, da podstaknemo diskusiju o odlukama za istraživanje bušenjem Šibošničkog bazena i rudarske istražne radove.

U ovim zaključcima treba učiniti osvrt i na rudnik kamene soli Tušanj, naš prvi rudnik soli. Da bi se to što pre realizovalo, treba završiti istraživanje ovog ležišta, koje po našem mišljenju nije okončano. Pre svega, potrebno je odrediti morfološko-strukturni oblik ležišta, zatim definisati hidrogeološki režim sone serije. Osim toga, jamskim rudarskim radovima moraju se izvršiti montan-geološka i hidrogeološka ispitivanja, koja su strogo vezana za budućnost ovog rudarskog pogona za proizvodnju soli.

Ekonomska opravdanost briketiranja sitnih ugljeva vezivom

Dipl. ing. Franc Weiss

Opšte o briketiranju

Dosad su se u našoj zemlji briketirali skoro isključivo kameni ugljevi i u vrlo maloj meri mrki. Poznate su briketnice uglja u Vrškoj Čuki u Radujevu, na Dunavu, Srpskog Balkana u Grljanu, Rtnja u Mirovu, Dobre Sreće u Knjaževcu, Jerme u Sukovu, aleksinačkog uglja u Adrovcu, Senjsko-Resavskih rudnika u Čupriji i Siverića u Siveriću. Iz prvih pet rudnika došla se kameni, a iz ostala tri mrki ugalj.

Zbog jakih tektonskih poremećaja kameni ugalj je, uglavnom, sitan. Pri tom su glavne količine pepela koncentrisane u krupnim asortimanima. Zbog ovih karakteristika taj ugalj se teško plasirao na tržištu u rovnom stanju. Naime, krupniji ugalj sadrži dosta pepela, dok se sitni ne može u celosti iskoristiti u ložištima. Zato se i pokušalo sa briketiranjem sitnih klasa uglja na gornjim rudnicima. Međutim, danas ne postoje više briketnice u Radujevu, Sukovu, Aleksincu, Čupriji i Siveriću, jer je posle rata nastupila veća konjunktura uglja pa se briketnicama nije posvećivala odgovarajuća pažnja. Briketnica rudnika Rtanj radi konstantno, ali sa smanjenim kapacitetom, briketnica u Grljanu samo povremeno, kada nastupi stagnacija na tržištu uglja. Rudnik Dobra Sreća je sada

prvi put posle rata obnovio briketnicu sa starom presom rudnika Rtanj i to zato, što ne može obezbediti plasman sitnih asortimana ili rovnog uglja i briketira ugalj bez veziva.

Rudnici mrkog uglja danas više ne briketiraju ugalj. Ranije su briketirali samo sitne asortimane jer ih nigde nisu mogli plasirati. Međutim, kod mrkog uglja kao i kod lignita nalazi se u sitnim frakcijama više pepela nego u krupnim (npr. komad sa 5% pepela, sitan sa 20% pepela). Za ove ugljeve je poznato da su žilavi, imaju malo vezivnih materija, osušeni bogato upijaju vlagu, zahtevaju vezivno sredstvo, što u tehničkom i ekonomskom pogledu negativno utiče na primenu procesa briketiranja. Vršene su probe sa najrazličitijim mrkim ugljevima i lignitima, ali se do sada, prema podacima sa kojima raspolazemo, još nije našao definitivni postupak, kako dobiti briket bez veziva, koji bi bio dovoljno čvrst, a istovremeno i postojan prema atmosferilijama.

Treba naglasiti, da se za krupnije asortimane mrkih ugljeva i lignita, prečnika iznad 30 mm, problem plasmana uopšte ne postavlja, već samo za zrna manja od 15 mm, ređe za zrna od 15 do 30 mm. Međutim, baš ova zrna su glavni nosioci pepela, i kod mrkog uglja, i kod lignita i ista predstavljaju manje vredna goriva.

Danas se u našoj zemlji ne briketira lignit iako predstavlja glavni izvor energije. Uzrok tome je pepeo, mala kalorijska moć, nemogućnost vezivanja bez smole, kao i nerešen problem separiranja lignita, posebno sitnih asortimana. Kod raznih rudnika količina vlage i pepela u sitnim asortimanima različita je. Postoje ligniti sa 55% vlage i do 30% pepela, ali postoje ligniti, koji u sitnim asortimanima nemaju više od 20% pepela i 36% vlage. Svakako su prvi predodređeni za direktno sagorevanje na licu mesta, na rudniku, i ne možemo ih uspešno oplemeniti zbog malih količina sagorljivih delova i vrlo male kalorijske vrednosti, jer bi postupak sušenja i briketiranja bio skuplji od vrednosti uglja. Međutim, ako uzmemo bolje lignite kao što su npr. Velenje, Kreka, Lubnica, tehničko-ekonomska analiza pokazaće opravdanost briketiranja.

Na mnogim rudnicima nalazile su se velike količine sitnog uglja na depou (1962.—1963. godine). Deponije rudnicima stvaraju problem, ne samo zbog troškova odvoza na deponiju, planiranja i nabijanja deponije kako ne bi došlo do samozapaljenja, već i zbog zemljišta. Obično, rudnik nema odgovarajući prostor u blizini, već se ugalj mora voziti trakama, vagonetima ili čak kamionima na veće ili manje udaljenosti. Ako kasnije taj ugalj prodajemo, moramo ga tovariti i transportovati do železničkih vagona, a sve to predstavlja povećanje troškova proizvodnje.

Pored toga, na tržištu se stalno pojavljuje nedostatak krupnih asortimana tog uglja, kako za industriju, tako i za široku potrošnju, pa nas i ova činjenica navodi na misao, kako da se briketiraju sitni asortimani, koji su nepoželjni u tim količinama u kojim ih danas proizvodimo.

Činjenica je, da se naši ugljevi ne mogu uspešno briketirati bez veziva, za razliku od nemačkih lignita. Zato ćemo razmatrati samo briketiranje sa smolom kamenog uglja, koja služi kao vezivno sredstvo.

Od dobrog briketa se zahteva:

a. da je dovoljno čvrst (na pritisak i savijanje), da se prilikom utovara, istovara i uskladištenja ne drobi u prašinu;

b. da je hidrofoban i da se ne raspada zbog delovanja atmosferilija; da za vreme transporta i skladištenja ne upija vlagu;

c. da se za vreme gorenja ne raspada u prašinu;

d. da ima što manje pepela i što veću kalorijsku moć;

e. da ima vlagu u granicama najveće čvrstoće briketa na pritisak i na savijanje;

f. da se utovare u vagon ne upali sam;

g. da prilikom sagorevanja u ložištu ne pravi topljivu šljaku;

h. da u pogledu kalorijske moći nije skuplji za potrošače od asortimana komad.

Na sve ove zahteve može se odgovoriti tehničkim probama, osim na zahtev pod h. Pretpostavljamo, da smo izvršili probe i da je briket sa smolom pozitivno odgovorio na sve tačke od a do g. Ako razmatramo razne vrste naših ugljeva pod pretpostavkama da ispunjavaju zahtev pod h, dobićemo vrednost uglja, koji je potreban za briketiranje, odnosno cenu za tonu uglja utrošenog u procesu briketiranja.

Lignit

Za razmatranje procesa briketiranja uzećemo bolji lignit, asortiman 0 do 15 mm.

Kvalitet briketa

Sitan ugalj sadrži:

vlaga	36%
pepeo	20%
DT efekt	2.400 kcal/kg.

Ako je granica hidro vlage 16%, to je istovremeno i tačka najveće čvrstoće briketa, pa dobijamo osušeni ugalj, koji ima pepela:

$$p = 20 \frac{100 - 16}{100 - 36} = 20 \cdot 1,31 = 26,2 \%$$

i čija kalorijska moć iznosi po formuli:

$$E_2 = \frac{100 - v_2}{100 - v_1} (E_1 + 5,85 v_1) + 5,85 v_2$$

gde je

$$v_1 = \text{početna vlaga} = 36\%$$

$$v_2 = \text{vlaga osušenog uglja} = 16\%$$

$$E_1 = \text{kalorijska moć rovnog uglja} = 2.400 \text{ kcal/kg}$$

$$E_2 = \text{kalorijska moć osušenog uglja} = ?$$

$$E_2 = \frac{100 - 16}{100 - 6} \cdot (2400 + 5,85 \times 36) + 5,85 \times 16 =$$

$$= 3512,7 \text{ kcal/kg}$$

Osnovni podaci za osušeni ugalj su:

vлага	16 ⁰ / ₀
pepeo	26 ⁰ / ₀
DT efekt	3.500 kcal/kg

Pretpostavimo da ovaj ugalj zahteva za izradu briketa određenog kvaliteta 6⁰/₀ smole (npr. ugalj Lubnice). U tom slučaju imamo u briketu 94⁰/₀ uglja sa datim pokazateljima, i smolu KS—70 koksare „Boris Kidrič“ Lukavac koja sadrži:

vлага	0,1 ⁰ / ₀
pepeo	1 ⁰ / ₀
DT efekt	8.750 kcal/kg

U toj mešavini uglja i smole, briket ima:

$$\text{vлага} = \frac{94 \times 16 + 6 \times 0,1}{100} = 15\%$$

$$\text{pepeo} = \frac{24 \times 26 + 6 \times 1}{100} = 24,5\%$$

$$\text{DT efekt} = \frac{94 \times 3500 + 6 \times 8750}{100} = 3815 \text{ kcal/kg.}$$

Podaci o kvalitetu rovnog osušenog uglja i briketa dati su u tablici 1.

Tablica 1

Proizvod	Vлага	Pepeo	DT efekt
Rovni ugalj	36%	20%	2400 = 100%
Osušeni ugalj	16%	26%	3500 = 146%
Briket	15%	24,5%	3800 = 158%

Kad bi uglju dali 9⁰/₀ smole (kao što to zahteva ugalj rudnika Kreka), kalorijska moć briketa bila bi zbog većih količina smole u briketu 3.972 kcal/kg skoro 4.000 kcal/kg, pa bi ti briketi po kalorijskoj moći već konkurisali mrkim ugljevima.

Iz ovog vidimo, da se briketiranjem rovni ugalj znatno oplemenjava, jer se kalorijska moć povećala za 58⁰/₀ u odnosu na rovni ugalj.

Prema nemačkim normativima, količina pepela u briketu ne sme biti veća od 12⁰/₀ za briket iz lignita i 15⁰/₀ za briket od tvrdih

mrkih ugljeva. Da bi naš ugalj odgovarao tim normama, treba da ima u rovnom stanju sledeći procenat pepela (P_b = pepeo u briketu, V_b = vлага u briketu):

$$P = P_b \frac{100 - v_1}{100 - v_b} = 12 \cdot \frac{100 - 36}{100 - 15} = 9,036\%$$

Ovom zahtevu kod naših lignita odgovara, uglavnom, samo asortiman komad a nekada i kocka. Međutim, ovi asortimani imaju odličnu prodaju na tržištu i ne dolaze za sada u obzir za proces briketiranja, već samo sitni asortimani. Nažalost, baš ovi su glavni nosioci pepela i prema materijalima izlaganim na I savetovanju o obogaćivanju ugljeva Jugoslavije od 10—12. januara 1963. godine do danas još nije pronađen efikasan način oplemenjivanja tih asortimana lignita.

Prema ovom možemo zaključiti da pomoću sitnih asortimana lignita ne možemo dobiti briket, koji bi u pogledu pepela odgovarao nemačkim normama, već briket sa 25⁰/₀ pepela u proseku i izvesnim odstupanjem na više i na niže.

Prodajna cena briketa obzirom na kvalitet. — Prodajna cena briketa može biti jednaka prodajnoj ceni komadnog uglja, koji se prodaje npr. po ceni od 1,20 din/kcal. Naš briket ima 3.800 kcal i prodajna cena iznosi 4.560 din/t. Briket je povoljan za industriju i domaćinstva. U krupnim asortimanima mrkog uglja postoji nestašica i to latentna, pa na kraćim transportnim odstojanjima zbog manjih podvoznih troškova možemo postići čak i cenu od 1,40 din/kcal. koja je određena za komad mrkog uglja, kojoj odgovara prodajna cena od 5.320 din/tonu. Za briket ne postoji maksimirana cena, pa možemo za naš slučaj uzeti prosek koji iznosi 5.000 din/tonu.

Sušenje uglja. — Ako hoćemo saznati koliki su troškovi briketiranja moramo pored ostalog znati koliko treba da se utroši kalorija za sušenje u sušari. Ako sušimo u bubnjastoj sušari sa dimnim plinovima, koja se najviše i upotrebljava u tehničkom briketiranju, moraju biti ispunjeni sledeći uslovi:

- odnos dužine prema prečniku bubnja 5 : 1,
- brzina kretanja zrna do 15 mm iznosi 25 minuta,
- temperatura ulaznih plinova oko 900^o C,

- učinak isparavanja do 200 kg/m³h,
- temperatura izlaznih plinova oko 120° C.

Za sušaru koja ima ove karakteristike izračunamo koliko moramo dovesti energije, da

$$\begin{aligned} \text{rovni ugali sa} & \quad V_1 = 36\% \text{ vlage,} \\ \text{osušimo na} & \quad V_2 = 16\% \text{ vlage.} \end{aligned}$$

Jedan kilogram rovnog uglja sadrži $V_1\%$ vlage i posle sušenja dobijemo k_s kg osušenog uglja sa $V_2\%$ vlage:

$$k_s = \frac{100 - V_1}{100 - V_2} = \frac{100 - 36}{100 - 16} = 0,76 \text{ kg/kg.}$$

Iz kilograma rovnog uglja treba da ispari, dakle, 240 grama vode. Obrnuto, za jedan kilogram osušenog uglja moramo uzeti k_r kg rovnog uglja

$$k_r = \frac{100 - v_2}{100 - v_1} = \frac{100 - 16}{100 - 36} = 1,31 \text{ kg/kg}$$

i možemo ispariti v_f kg vode

$$v_f = k_r - 1 = 1,31 - 1,00 = 0,31 \text{ kg/kg}$$

Postavlja se pitanje koliko kilograma rovnog uglja k'_r , moramo osušiti, da bismo dobili 1 kg vode kao i koliko dobijamo pri tom osušenog k'_s ,

$$k'_r = \frac{100 - v_2}{v_1 - v_2} = \frac{100 - 16}{36 - 16} = 4,2 \text{ kg}$$

$$k'_s = \frac{100 - v_1}{v_1 - v_2} = \frac{100 - 36}{36 - 16} = 3,2 \text{ kg}$$

$$k'_r - k'_s = 1,0 \text{ kg vode.}$$

Potrebna toplota za sušenje.
— Kod ovog proračuna koristimo literaturne podatke za sušenje nemačkih lignita, jer ne raspoložemo sa podacima merenja na nekom odgovarajućem postrojenju u našoj zemlji i to sa našim ugljem lignitom. Rezultati neće mnogo odstupiti od stvarnih, jer ćemo na kraju uzeti faktor ispravke i zaokružiti podatke na više.

Za isparavanje jednog kilograma vode je potrebna toplota koja je sastavljena iz više delova:

— q_1 = toplota, potrebna za zagrevanje 1 kg vode od ulazne temperature rovnog uglja t_1 na temperaturu uparavanja, za samo uparavanje i konačno za zagrevanje pare na temperaturu izlaznih gasova t_2 :

$$q_1 = 596 + 0,44 t_2 - t_1 \text{ (kcal/kg)}$$

— q_2 = toplota potrebna za zagrevanje osušenog uglja, t_2 uglja sa ostatkom vlage, od spoljne temperature t_1 na temperaturu osušenog uglja t_0 , pri čemu je vlaga u osušenom uglju v_2 , vlaga u rovnom uglju v_1 i specifična toplota uglja koji sušimo c u kcal/kg °C:

$$q_2 = \frac{100 - v_2}{v_1 - v_2} \cdot \left(\frac{V_2}{100} + \frac{100 - V_2}{100} \cdot c \right) \cdot (t_0 - t_1)$$

— q_3 = toplota, koja je potrebna za pokriće gubitka zbog zagrevanja okoline i iznosi 2 do 10% od q_1 i q_2 :

$$q_3 = 0,02 \text{ do } 0,10 (q_1 + q_2)$$

— q'_4 = razni gubici koji se sastoje od

$$q'_4 = q''_4 + q'''_4$$

q'_4 = gubitak toplote zbog ulaska sveže vazdušne struje u bubanj na sastavu sa/ložištima; taj vazduh se zagreje od spoljašnje temperature t'_1 na temperaturu izlaznih plinova t_2 . U formuli znači:

b = količina sveže vazdušne struje na kg isparene vode u m³/kg

$(C_{pL})_0^{t_2}$ = srednja specifična toplota suvog vazduha između temperature 0 i t_2 °C.

$(C_{pL})_0^{t'_1}$ = srednja specifična toplota suvog vazduha između temperature 0 i t'_1 °C.

v_x = sadržina vlage u vazduhu u g/m³.

$$q'_4 = b \left\{ \left[(C_{pL})_0^{t_2} \cdot t_2 - (C_{pL})_0^{t'_1} \cdot t'_1 \right] + \frac{v_x}{1000} \cdot 0,475 (t_2 - t'_1) \right\}$$

q''_4 = gubitak toplote zbog izlaska plinova, koji su nastali u bubnju iz uglja za vreme sušenja.

$$q''_4 = (q_1 + q_2 + q_3 + q'_4) \alpha$$

α = faktor koji zavisi od temperature izlaznih plinova t_2 i dobija se iz dijagrama. Za lignite iznosi oko 0,125

— Q = ukupno potrebna toplota

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q'_4}{f} \text{ u kcal/kg}$$

f = učinak ložišta.

Ako uzmemo konkretan primer za prosečan lignit i u datim formulama koristimo dobijene vrednosti, možemo izračunati potrebnu toplotu za sušenje uglja, kad toplotu potrebnu za isparavanje jednog kilograma vode iz uglja proračunamo na ugljenu masu, koja je potrebna da bismo dobili tu količinu vode.

Ako u date formule uvrstimo sledeće vrednosti, dobićemo:

ulazna temperatura plinova za sušenje	$t = 900^{\circ}\text{C}$
izlazna temperatura plinova za sušenje	$t_i = 120^{\circ}\text{C}$
spoljna temperatura okoline	$t_1 = 20^{\circ}\text{C}$
spoljna vlaga vazduha	$v_2 = 10\text{g/m}^3$
ulazna temperatura uglja	$t_1 = 16^{\circ}\text{C}$
izlazna temperatura uglja iz sušare	$t_0 = 80^{\circ}\text{C}$
sadržina vlage u rovnom uglju	$v_1 = 36\%$
sadržina vlage u osušenom uglju	$v_2 = 16\%$
kalorimetrijski određena specifična toplota uglja	$c = 0,35\text{kcal/kg}^{\circ}\text{C}$
slabo zaptivanje bubnja, ulaz svežeg vazduha	$b = 1,5\text{ m}^3/\text{kg}$
koeficijent učinka ložišta (stara)	$f = 0,75$
srednja specifična toplota suvog vazduha (razlika je zanemarena između sp. t. kod raznih temperatura, jer je ista minimalna)	$(C_{pL})_0^t = 0,31\text{kcal/m}^3$
koeficijent zbog isparavanja plinova iz uglja	$\alpha = 0,125$
zbog zagrevanja okoline i zbog vodova gubici iznose	10%

Pojedine potrebne toplote:

$$q_1 = 596 + 0,44 \cdot 120 - 16 = 633 \text{ kcal/kg}$$

$$q_2 = \frac{100 - 16}{36 - 16} \left(\frac{16}{100} + \frac{100 - 16}{100} \cdot 8,35 \right) \cdot (80 - 16) = 122 \text{ kcal/kg}$$

$$q_3 = 0,1 (633 + 122) = 76 \text{ kcal/kg}$$

$$q_4 = 1,5 \left\{ \left[0,35 \cdot 120 - 0,35 \cdot 20 \right] + \frac{10}{1000} \cdot 0,475 (120 - 20) \right\} = 53 \text{ kcal/kg}$$

$$q''_4 = (633 + 122 + 76 + 53) 0,125 = 111 \text{ kcal/kg}$$

$$Q = \frac{633 + 122 + 76 + 53 + 111}{0,75} = 1.328 \text{ kcal/kg}$$

Za isparavanje 1 kg vode iz uglja potrebna je toplota od 1.400 kcal. Takav podatak daju stara postrojenja, dok nova zahtevaju svega do 1.000 kcal.

Kilogram vode dobijamo sušenjem 4,2 kg rovnog uglja; uz to dobijamo i 3,2 kg osušenog uglja, što znači da za 1 kg osušenog uglja utrošimo u sušari:

$$1.400 : 3,2 = 437 = 440 \text{ kcal}$$

Za kilogram briketa utroši se 0,94% kg osušenog uglja, što čini 415 kcal.

Kako su pokazatelji, korišćeni u tom proračunu, uzeti iz nemačke literature, u kojoj je obrađivan njihov ugalj na tamošnjim većim postrojenjima, usvajamo, da je za proces briketiranja na manjim postrojenjima za sušenje lignita, potrebna za kilogram briketa toplota od 500 kcal i sa tom maksimalnom vrednošću ulazimo u dalje proračune, što svakako predstavlja najnepovoljniji slučaj.

Količina uglja. — Usvojili smo, dakle, da je za sušenje uglja u kilogramu briketa potrebna toplota od 500 kcal. U ložištu sušare koristimo sitan rovni ugalj sa 2.400 kcal/kg. Pomoću jednog kilograma tog uglja može se osušiti

$$2.400 : 500 = 4,8 \text{ kg briketa.}$$

Obrnuto, za jedan kilogram briketa treba

$$1,00 : 4,8 = 0,21 \text{ kg}$$

uglja za loženje u sušari.

U sušari se ugalj osuši od 36% na 16% vlage i za jedan kilogram osušenog uglja treba 1,31% rovnog uglja. Pošto ugalj ulazi sa 94% u briket, to treba za kilogram briketa 1,23 kg rovnog uglja.

Ako saberemo ugalj za sušenje i ugalj u briketu, za kilogram briketa moramo imati

$$0,21 + 1,23 = 1,44 \text{ kg rovnog uglja.}$$

Cena koštanja. — Kroz cenu koštanja sagledaćemo prvo fiksne troškove briketiranja.

Određena je prodajna vrednost na bazi kalorijske moći. Razliku između prodajne cene i fiksnih troškova briketiranja, predstavlja vrednost ulaznog uglja za 1,44 t rovnog uglja.

Pretpostavimo da postoje dve Chouffinhalove prese. Daćemo fiksne troškove briketiranja kod odgovarajućeg kapaciteta takvog postrojenja na bazi briketnica Timočkih rudnika. Koksara je povećala cenu smole na 30 din/kg, ali radimo sa dosadašnjom cenom, jer se veruje da je to povećanje neosnovano u pogledu na cene polazne sirovine:

kapacitet presa u smeni	65 t
kapacitet presa na dan	200 t
kapacitet presa za godinu dana	58.000 t
smola 6% × 25.000 din/t fco rudnik	1.500 din.
električna energija 100 kWh × 7h = 700 kWh : 0,7 = 1000 kWh × 13 din : 65 tona	200 din.
mazivo 1 kg/h = 7 kg × 330 : 65 t	26 din.
radna snaga 10.484 din : 65 t	161 din.
1 VKV × 1288 din =	1288 din.
2 KV × 1.080 din =	2160 din.
2 PKV × 953 din =	1906 din.
6 NKV × 855 din =	5130 din.
dopunski doprinos, 7%	11 din.
amortizacija, 21.000.000 din : 5.800 t	362 din.
kamata na vrednost objekta	cca 15 din.
DOZ (na objekat 2‰, na mašine 5‰)	cca 24 din.
pogonska i upravno prodajna režija	30 din.
investiciono održavanje	100 din.
sitan alat, materijal i ostalo	55 din.
usluge radionice, i laboratorije	40 din.
ukupni fiksni troškovi briketiranja sa 6% smole	2.514 din.

Ovi podaci baziraju na rezultatima starih briketnica koje su dotrajale, a nove imaju znatno povoljnije troškove.

Vrednost rovnog uglja. — Prodajna cena briketa iznosi 5.000 dinara fco briketnica, utovareno u vagon. Fiksni troškovi briketiranja su čak 2.514 dinara, bez vrednosti uglja, koji ulazi u proces briketiranja. Za svaku tonu briketa potrebno je 1,44 t uglja za briket i za proces sušenja. Vrednost tog uglja jeste razlika između prodajne cene i fiksnih troškova i iznosi:

$$5.000 - 2.514 = 2.486 \text{ din} : 1,44 \text{ t} = 1.726 \text{ din/t}$$

Ovaj ugajl ima u rovnom stanju 2.400 kcal, vrednost kalorija iznosi 0,72 din/kcal, što je svakako povoljna cena za sitan lignit, tim pre što se on danas u našoj zemlji deponuje.

Kad bismo uzeli najmanju prodajnu cenu briketa koja je moguća, a to je 4.560 din/t, vrednost uglja bi iznosila 1.420 din/t, a vrednost kalorija 0,59 din/kcal.

Briketiranje lignita sa 9% smole. — Neki ligniti, kao što je to slučaj sa lignitom iz Kreke, mogu se uspešno briketirati sa 9% smole. I kod ovog uglja sitni asortimani imaju vlagu i pepeo u postavljenim granicama od 36 odnosno 20%, dok osušeni imaju 16% vlage i 26% pepela. U mešavini sa 9% smole dobijamo briket, koji ima:

$$\text{vlage: } \frac{91 \times 26 + 9 \times 0,1}{100} = 14,57 \%$$

$$\text{pepela: } \frac{91 \times 26 + 9 \times 1}{100} = 23,75 \%$$

$$\text{DT efekat: } \frac{91 \times 3.500 + 9 \times 8.750}{100} = 3.975 \text{ kcal.}$$

I u ovom slučaju, da bismo dobili kilogram osušenog uglja, moramo uzeti 1,31 kg rovnog uglja. U briket ulazi 91% osušenog uglja, što čini 1,19 kg rovnog uglja. Za sušenje potrebno je oko 0,21 kg uglja ili ukupno 1,40 kg. Ako uzmemo prodajnu cenu od 1,2 din/kcal dobijamo prodajnu cenu briketa od 4.766 din/t. Pod pretpostavkom da se za deo proizvodnje postigne 1,4 din/kcal, prodajna cena briketa biće 5.561 din/t, što prosečno iznosi 5.164 din/t. Fiksni troškovi se povećavaju za 3% smole, što iznosi 750 dinara i ukupno iznose 3.264 din/t. Razlika između prodajne cene i fiksnih troškova iznosi 1.900 dinara, čime je pokriveno 1.400 kg rovnog uglja. Prema tome, cena 1 tone tog uglja iznosi 1.357 din/t. Vrednost kalorija iznosi 0,68 din/kcal. Ukoliko bi prodajna cena iznosila samo 4.766 din/t za 1.400 kg dobili bismo 1.502 dinara, što čini 1.072 din/t ili 0,44 din/kcal.

Briketiranje slabijih lignita. — Ako uzmemo više pepela u rovnom uglju, biće ga više i u briketu uz istovremeno smanjenje kalorijske moći i prodajne cene ulaznog uglja.

Primer:

Rovni ugalj ima 28% pepela i 36% vlage i oko 2000 kcal. Osušeni ugalj ima 2.855 kcal kod 16% vlage, ali se pepeo povećava na 36,7%. Briket sa 6% smole imaće 15% vlage, 34,5% pepela i 3.208 kcal. Prodajna vrednost briketa bila bi 4.170 din/t. Za sušenje treba oko 0,25 t uglja i u briket ulazi 1,23 t uglja za tonu briketa. Ukupno je potrebno 1,48 t rovnog uglja za tonu briketa. Fiksni troškovi briketiranja iznose 2.514.— dinara, a razlika do prodajne cene iznosi 1.656.— dinara, a tako će se pokriti 1.480 kg uglja. Vrednost tone rovnog uglja u tom briketu iznosi 1.119 din/t a vrednost kcal 0,55 dinara, dakle, povećavanjem količina pepela brzo se povećava pepeo u briketu i smanjuje vrednost ulaznog uglja.

Ukoliko bismo, pak, uzeli 9% smole, briket bi imao 14,6% vlage 33,5% pepela i 3.385 kcal sa prodajnom cenom od 4.400.— din/t. Za tonu takvog briketa treba 1,44 t rovnog uglja. Fiksni troškovi iznose 3.264.— din. tako da razlika između prodajne cene i fiksnih troškova iznosi 1.136 din za pokriće 1,44 t rovnog uglja, koji ulazi u briket sa cenom od svega 788 din/t ili sa 0,39 din/kcal.

Povećanjem pepela i smole osetno se smanjuje vrednost ulaznog uglja, ali je ta vrednost još uvek veća od cene koju bi dobio rudnik za rovni ugalj od Elektroprivredne zajednice, ukoliko se elektrana ne nalazi na samom rudniku. Ovo važi naravno samo za slučaj briketiranja sa 6% smole.

Uzmimo za primer vrlo slab lignit sa 28% pepela i 55% vlage. Njegova kalorijska moć iznosi oko 900 kcal. Kod ovih lignita granica higrovlage kreće se oko 25%. Osušeni ugalj bi imao, prema tome, 25% vlage, 46% pepela i 2.173 kcal. Ovaj ugalj se sigurno ne može briketirati sa manje od 9% smole. Samo fikсни troškovi briketiranja bili bi između 2.514 i 3.264 dinara, dok bi prodajna cena bila najviše 3.330 dinara/t. Već ovo pokazuje da se ne isplati briketiranje takvog uglja. Da bismo dobili 1 kg osušenog uglja, moramo uzeti 1,66 kg rovnog uglja. Kilogram vode dobijamo sušenjem 2,5 kg uglja i potrošnjom 1.260 kcal. Prema tome, za sušenje 1 kg rov-

nog uglja potrebna je toplota od 504 kcal. iz 2,5 kg rovnog uglja dobijamo 1,5 kg osušenog uglja i za 1 kg osušenog uglja potrošimo 840 kcal. Čvrstoća briketa bila bi vanredno mala i roba ne bi bila povoljna za tržište.

Približno tolika je kalorijska moć rovnog uglja, pa možemo zaključiti da za 1 t osušenog uglja u procesu sušenja moramo potrošiti 1 t rovnog uglja. Ukupno, da bismo dobili 1 t osušenog uglja, moramo potrošiti $1,66 + 1,00 = 2,66$ t rovnog uglja.

Kod utroška od 6% smole, za 1 t briketa treba 2,5 t rovnog uglja, a kod razlike od 820 dinara između prodajne cene i fiksnih troškova, vrednost 1 t rovnog uglja iznosi 328 dinara.

Ako uzmemo 9% smole, kalorijska moć briketa iznosiće 2.764 kcal, što uslovljava maksimalnu cenu od 3.593 din/t. Razlika do fiksnih troškova iznosi 329 dinara ili 131 din/t za rovni ugalj.

Nešto slabijeg kvaliteta je sitni ugalj iz Despotovca. U proseku on ima u rovnom stanju 34% vlage, 29% pepela i kalorijsku moć od 2.100 kcal. Granica higrovlage iznosi oko 17%. Osušeni ima dakle 17% vlage, 35,5% pepela i 2.789 kcal. Ako ga briketiramo sa 6% smole dobijamo briket sa 16% vlage, 33,4 pepela i 3.333 kcal. Prodajna cena takvog briketa bila bi 4.333 din/t kod fiksnih troškova od 2.514 din/t tako da za ulazni ugalj ostaje 1.719 dinara. Za 1 t osušenog uglja potrebno je 1.257 t rovnog uglja. Za sušenje treba 500 kcal ili sa 1 kg rovnog uglja možemo osušiti 4,2 kg uglja. Prema tome, za sušenje 1 t osušenog uglja potrebno je 0,243 t rovnog uglja. Ukupno za 1 t osušenog uglja potrebno je 1,5 t rovnog uglja. U briket ugalj ulazi sa 94% što čini 1,41 t rovnog uglja. Vrednost 1 t ulaznog — rovnog uglja iznosi 1.290 dinara.

Na tablici 2 dat je prikaz raznih vrsta ugljeva po redosledu kako su obrađivani. Primeri 1—2, 3—4, 5—6 su izvršeni na istim ugljevima, ali sa različitim procentima smole na dobivenu vrednost uglja. Primer 1 i 3 kao i 2 i 4 obrađuju ugalj sa istim procentom vlage i smole, ali sa različitim procentom pepela. I kod tih slučajeva vidimo veliki pad vrednosti uglja.

Prema podacima sa tržišta za poređenje rezultata dobivenih studijom briketiranja lignita vezivom, vrednost briketnice kapaciteta 240.000 t godišnje za proizvodnju bri-

Rovni ugalj ima:

vlage	16%	22%
pepela	23%	20%
DT efekat	3.900 kcal	3.800 kcal

Kod ovih ugljeva je granica higrovlage za briketiranje 3 do 4%. Ako uzmemo da granica iznosi 4%, kod osušenog uglja sa 4% vlage dobijamo pepeo:

$$p' = 23 \cdot \frac{100 - 4}{100 - 16} = 23 \cdot 1,14 = 26,2\%$$

$$p'' = 20 \cdot \frac{100 - 4}{100 - 22} = 20 \cdot 1,23 = 24,6\%$$

Donji toplotni efekat iznosi:

$$E'_2 = \frac{100 - 4}{100 - 16} 3.900 + 5,85 \cdot 16 + 5,85 \cdot 4 = 4.576 \text{ kcal}$$

$$E''_2 = \frac{100 - 4}{100 - 22} 3.800 + 5,85 \cdot 22 + 5,85 \cdot 4 = 4.854 \text{ kcal}$$

Briket. — Ovaj ugalj se može briketirati sa 10% smole. Znači, da u briket ulazi 90% osušenog uglja. Smola ima 0,1% vlage, 1% pepela i 8.750 kcal. U toj mešavini briket ima:

$$\text{vlage} = \frac{90 \times 4 + 10 \times 0,1}{100} = 3,7\%$$

$$\text{pepela} = \frac{90 \times 26,2 + 10 \times 1}{100} = 23,7\%$$

odnosno

$$\frac{90 \times 24,6 + 10 \times 1}{100} = 22,2\%$$

$$\text{DT efekat} = \frac{90 \times 4.576 + 10 \times 8.750}{100} = 4.993 \text{ kcal}$$

odnosno

$$\frac{90 \times 4.854 + 10 \times 8.750}{100} = 5.243 \text{ kcal}$$

Prodajna cena. — Ako je prodajna cena 1,40.— din/kcal za komad mrkog uglja, prodajna cena briketa je 6.990 din/t a za drugi uzorak 7.340 din/t. Verovatno bi se mogla postići prosečna cena od 1,5 din/kcal, pa zato usvajamo za prvi uzorak 7.460 din/t, za drugi 7.860 din/t.

Sušenje. — Da bismo dobili jedan kilogram vode treba da osušimo:

$$k' = \frac{100 - 4}{16 - 4} = 8 \text{ kg odnosno } \frac{100 - 4}{22 - 4} = 5,3 \text{ kg}$$

Za isparavanje kilograma vode potrebna toplota inosi:

$$q_1 = 596 + 0,44 \times 120 - 4 = 645 \text{ kcal/kg}$$

$$q_2 = \frac{100 - 4}{16 - 4} \cdot \left(\frac{4}{100} + \frac{107 - 4}{100} \cdot 0,35 \right) \cdot (80 - 16) = 193 \text{ kcal/kg}$$

odnosno

$$\frac{100 - 4}{22 - 4} \left(\frac{4}{100} + \frac{100 - 4}{100} \cdot 0,35 \right) \cdot (80 - 16) = 129 \text{ kcal/kg}$$

$$q_3 = 0,1 \cdot (645 + 193) = 83,8 \text{ kcal/kg}$$

odnosno

$$0,1 \cdot (645 + 129) = 77,4 \text{ kcal/kg}$$

$$q'_4 = 1,5 \left\{ \left[0,35 \cdot 120 - 0,35 \cdot 20 \right] + \frac{10}{1000} \cdot 0,45 \cdot (120 - 20) \right\} = 53 \text{ kcal/kg}$$

$$q''_4 = (645 + 193 + 83,8 + 53) \cdot 0,125 = 122 \text{ kcal/kg}$$

odnosno

$$(645 + 129 + 77,4 + 53) \cdot 0,125 = 113 \text{ kcal/kg}$$

$$Q = \frac{645 + 193 + 83,8 + 53 + 122}{0,75} = 1.462 \text{ kcal/kg}$$

odnosno

$$\frac{645 + 129 + 77,4 + 53 + 113}{0,75} = 1.356 \text{ kcal/kg.}$$

Kilogram vode dobijamo iz 8 odnosno 5,3 kg uglja. Za isparavanje te vode moramo utrošiti 1.500 odnosno 1.400 kcal. Sušenjem dobijamo 7 odnosno 4,3 kg osušenog uglja a za 1 kg tog uglja potrebno je za prvi uzorak 215 kcal, a za drugi 372 kcal.

Potrebne količine uglja. — Sini asortiman rovnog uglja ima 3.800 kcal. Ako uzmemo da je kod prvog uzorka potrebna toplota od 250 kcal a kod drugog 400 kcal, pomoću 1 tone rovnog uglja možemo osušiti

3.800 : 250 = 15,2 t uglja
odnosno

$$3.800 : 400 = 9,5 \text{ t uglja}$$

Za 1 tonu osušenog uglja potrebno je 0,065 t odnosno 0,105 t rovnog uglja. U briket ulazi ugalj sa 90% pa je za 1 tonu briketa potrebno 0,06 t odnosno 0,095 tona uglja za sušenje. U sušari se osuši od 16 odnosno 22% na 4%. Za 1 tonu osušenog uglja potrebno je rovnog uglja:

$$k_r = \frac{100 - 4}{100 - 16} = 1,143 \text{ t,}$$

odnosno

$$\frac{100 - 4}{100 - 22} = 1,231 \text{ t.}$$

U briket ulazi samo 90%, što iznosi za prvi 1,030 t i za drugi 1,108 t. To znači, da je za jednu tonu briketa potrebno ukupno:

$$1.030 + 0,060 = 1.090 \text{ t rovnog uglja}$$

ili

$$1.108 + 0,095 = 1.203 \text{ t.}$$

Vrednost uglja. — Fiksni troškovi sa 10% smole iznose analogno analizi cene koštanja za lignite 3.514 dinara zajedno sa smolom. Prodajna cena briketa je 7.460 odnosno 7.860 dinara, tako da razlika između prodajne cene i fiksnih troškova iznosi 3.946 i 4.346 dinara. Vrednost rovnog uglja za tonu uglja iznosi:

$$3.946 : 1,09 = 3.620 \text{ din/t}$$

$$4.346 : 1,203 = 3.612 \text{ din/t.}$$

Vidimo da je cena sitnog uglja za oba slučaja skoro ista i povoljna, jer se kalorija plaća po 0,92, odnosno 0,95 din/kcal a kreće se od 0,68 do 0,94 din/kcal prema kvalitetu. Iz ovog proizilazi, da je briketiranje naročito sitnih frakcija rentabilno ukoliko ne možemo za njih stalno obezbediti plasman.

Ukoliko bismo imali na raspoloženju prani sitni ugalj sa malo pepela, do 12%, on bi imao 25% vlage i 4.150 kcal. Posle sušenja imali bismo 4% vlage, 15,4% pepela i 5.486 kcal. Briket do 10% smole imao bi 3,7% vlage, 14% pepela i 5.812 kcal, tako da bi mu prodajna cena iznosila 8.718 dinara, ako računamo sa 1,5 din/kcal. Za isparavanje 1 kg vode potrebna je toplota od 1.330 kcal, a 1 kg vode dobijamo iz 4,6 kg uglja što daje

3,6 kg osušenog uglja. Za 1 tonu osušenog uglja moramo utrošiti 370 kcal. Sa 1 tonom uglja možemo osušiti 11 t uglja tj. za dobijanje 1 tone osušenog uglja potrebno je 0,09 t rovnog uglja. To znači da je za 1 tonu osušenog uglja potrebna količina od 1,28 t rovnog uglja. Ukupno je, dakle, potrebno za 1 tonu osušenog uglja 1,37 t rovnog uglja. U briket ulazi osušeni ugalj sa 90% pa je potrebno za 1 tonu briketa 1.233 t rovnog uglja. Prodajna cena briketa iznosi 8.718 din, a fikсни troškovi iznose 3.514 dinara; vrednost 1 tone rovnog uglja iznosi 4.220 dinara, što je za 600 dinara više nego u prethodnom slučaju. Dakle, briket odgovara i u svetskim normama, pa bi se mogao eventualno plasirati i na inostranom tržištu (Austrija, Italija).

Možemo zaključiti da dobar kvalitet povećava vrednost ulazne robe u briketiranje i da se rentira separacija sitnog asortimana mrkih ugljeva. Na tablici 3 dati su pokazatelji za mrki ugalj.

Tablica 3

Pokazatelji za mrki ugalj

Primer	1	2	3
Rovni ugalj:			
vlaga	% 16	22	25
pepeo	% 23	20	12
DT efekat	kcal 3.900	3.800	4.150
Osušeni ugalj:			
vlaga	% 4	4	4
pepeo	% 26,2	24,6	15,4
DT efekat	kcal 4.576	4.854	5.486
Smola	% 10	10	10
Briket:			
vlaga	% 3,7	3,7	3,7
pepeo	% 23,7	22,2	14
DT efekat	kcal 4.993	5.243	5.812
Prodajna cena briketa	din/t 7.460	7.860	8.718
Fiksni troškovi briketa	din/t 3.514	3.514	3.514
Količina uglja za 1 t briketa	t/t 1,09	1,203	1,233
Vrednost 1 t uglja,	din/t 3.620	3.612	4.220
Vrednost 1 kcal ulaznog uglja	din/kcal 0,92	0,95	1,01

Kameni ugalj

Činjenica je da su kameni ugljevi istočne Srbije vrlo skupi zbog vrlo teških tektonskih uslova i imaju mnogo pepela. Od svih vrsta kamenog uglja briketiraju se bez smole samo „Rtanj” i „Dobra Sreća”, gde su montirane obručne-valjčane prese. Ostali kameni ugljevi se briketiraju samo sa vezivom i to u količini od 6%. Kod obručno-valjčanih presa fiksni troškovi briketiranja po toni briketa iznose 1.600 dinara bez smole i uglja, kod punog korišćenja kapaciteta prese u dve smene (dnevni kapacitet 90 t, godišnji 25.000 tona), a kod briketiranja sa smolom iznose 2.514 din/tonu.

Ugalj dođe iz separacije sa 10% vlage i osuši se na 3% i zato je za 1 tonu osušenog uglja potrebno 1,08 t rovnog uglja, a za samo sušenje potrebno je još 0,033 t rovnog uglja, ukupno 1,113 tona. Osušeni ugalj sa 25% pepela ima kalorijsku moć od 5.700 kcal koliko ima i briket. Ako mu je prodajna cena 1,44 din/kcal, briket može postići cenu i od 8.000 din. U tom slučaju kod briketiranja bez veziva 1 tona ulaznog uglja dostiže cenu od 5.750 din/tonu.

Međutim, ako briketiramo taj isti ugalj sa smolom 6% dobijamo briket sa 5.880 kcal uz prodajnu cenu od 8.230 din. Zbog fiksnih troškova za ugalj ostaje 5.716 dinara za 1,046 t uglja ili 1 tona uglja ulazi u briket sa cenom od 5.464 din/tonu.

Ova razmatranja pokazuju da je u našim uslovima briketiranje kamenih ugljeva nerentabilno, jer se kroz briket ne postiže adekvatno poboljšanje kvaliteta i kalorijske moći, kako je to slučaj kod lignita i mrkog uglja.

Posebno je pitanje plasmana sitnih klasa kamenih ugljeva u toku poslednje dve godine, jer su baš ti ugljevi prvi osetili krizu na tržištu i to u punoj meri. Da bi mogli dalje prosperirati (zbog konkurencije drugih rudnika) moraće smanjiti proizvodne troško-

ve, i preći na briketiranje, a taj briket prodavati po kalorijskoj moći, jer će samo na taj način uspeti da se održe u životu.

Zaključak

Ova kratka studija je bila urađena u vremenu, kada se je i kod naših rudnika uglja pojavila izvesna stagnacija na tržištu, naročito kod slabijih vrsta uglja i sitnih asortimana lignita, mrkog i kamenog uglja. Kao baza za ove proračune služile su briketnice Timočkih rudnika (klipne prese i obručno-valjčana presa) i iskustva sa briketiranjem tih ugljeva, lignita Kreke i mrkog uglja Senjsko-Resavskih rudnika.

Briketiranje lignita obrađeno je detaljnije zbog toga što postoji mišljenje da je nerentabilno briketirati ga smolom. Međutim, baš kroz ovu analizu vidimo da kod pravilnog briketiranja možemo postići čak i bolju prodajnu cenu sitnih asortimana ugljeva lignita, nego što postižu mnogi naši rudnici prodajom energanama, ukoliko se iste ne nalaze na samom rudniku. Na primer, za sitni lignit se nudi cena od 500 din/t pri kalorijskoj moći od 1.900 kcal. Zato bi bilo potrebno da neki institut detaljno obradi tu materiju i utvrdi sve potrebne parametre ne samo za lignite, već i za mrke ugljeve koji bi dali celovitu sliku o svrsishodnosti briketiranja određenih ugljeva u našoj zemlji odnosno o nesposobnosti drugih za tu svrhu.

Podaci, dati za mrke ugljeve, govore samo o tome, da se sitni mrki ugljevi moraju separirati na što manji procenat pepela, tako da dobijamo brikete, koji po pepelu odgovaraju nemačkim normama, jer se u tom slučaju brzo povećava prodajna cena uglja a istovremeno i vrednost kalorija.

Kod kamenih ugljeva briketiranje dolazi u obzir samo za najbliže potrošače zbog manjih prevoznih troškova, jer je taj briket skup zbog velikih proizvodnih troškova rovnog uglja. Međutim, prodajna cena po kaloriji je manja od proizvodnih troškova rovnog uglja.

ZUSAMMENFASSUNG

Ueber die wirtschaftliche Gerechtfertigung der Brikettierung von Feinkohlensorten mittels Bindemittel

Dipl. ing. F. Weiss*)

In diesem Artikel wurde die Rentabilität der Brikettierung mit Bindemitteln nachgewiesen, die bei modernen Anlagen bei Verwendung von Kohle mit weniger als 20% Asche erreicht werden kann da man für die brikettierte Kohle 0,72 bis 0,68 din/kcal bekommen kann. Dies ist von Wichtigkeit für verschiedene Gruben mit lignitischer Kohle in Jugoslawien (Kreka, Velenje, Lubnica), die gezwungen waren, ihre Feinkohlensorten oft zu sehr niedrigen Preisen — bis 0,35 din/kcal den Wärmekraftwerken zu verkaufen.

Literatura

- Kegel, K., Rammner, E., 1948: Brikettieren für Bergleute und Aufbereiter. — Bergakademie Freiberg.
- Kegel, K., 1948: Berg- und Aufbereitung und Brikettierung, Teil 1, Brikettierung der Braunkohle. — Knapp, W., Halle, (Saale).

*) Dipl. ing. Franc Weiss, tehnički direktor Rudarskog basena „Rembas“

Jugoslovensko rudarstvo i metalurgija u 1963. godini

Dipl. ing. Moco Sumbulović

Povoljna privredna kretanja nastavila su se na svim područjima privredne aktivnosti u 1963. godini. Industrija u celini beleži stopu porasta od 16% prema 1962. godini. Rudarstvo*) je isto tako ostvarilo zadovoljavajuće rezultate u 1963. godini. Stopa porasta rudarstva u 1963. godini prema 1962. godini iznosi 8%, dok prema 1961. godini iznosi 15%. Metalurgija**) je ostvarila zadovoljavajuće rezultate u 1963. godini skoro na istom nivou kao i rudarstvo. Stopa porasta metalurgije u 1963. godini prema 1962. godini iznosi 7%, a prema 1961. godini 14%. U proteklom periodu od 1953. do 1963. godine prosečna stopa porasta rudarstva iznosi 10%, dok prosečna stopa porasta metalurgije iznosi 14%. Stopa porasta rudarstva u 1963. godini je nešto niža od prosečne stope porasta u navedenom periodu, dok prosečna stopa porasta metalurgije je nešto malo viša.

U proteklom periodu uloženi su ozbiljni naponi i sredstva za istraživanje mineralnih sirovina. Rezultati ostvareni geološko-rudarskim istraživanjima i tehnološkim ispitivanjima obezbedili su povećanje rudnih rezervi,

a istovremeno obezbedili sirovinsku bazu za razvoj ekstraktivne industrije. Zahvaljujući porastu rudnih rezervi na bazi domaće sirovinske baze, imamo krupan razvoj i porast proizvodnje i prerade mineralnih sirovina. Uspešni rezultati u rudarstvu i metalurgiji u 1963. godini, uglavnom, su rezultat boljeg korišćenja postojećih rudarskih i metalurških kapaciteta, usavršavanja proizvodnje, uvođenja savremene tehnike i organizacije rada, podizanja produktivnosti rada na viši nivo, podizanja stručnosti radnih ljudi, unapređenja mera zaštite na radu i aktiviranja svih svesnih snaga.

U daljem tekstu dati su podaci fizičkog obima proizvodnje pojedinih proizvoda rudarstva i metalurgije u zadnje tri godine (1961, 1962. i 1963. godina) i za 1939. godinu radi upoređenja i uvida u krupan razvoj i porast proizvodnje i prerade mineralnih sirovina u posleratnom periodu.

U odnosu na 1939. godinu proizvodnja uglja povećala se je oko 3,9 puta u 1963. godini. Stopa porasta proizvodnje svih vrsta uglja u 1963. godini prema 1962. godini iznosi 11%, dok posmatrano po vrstama: kod kamenog uglja i mrkog uglja porast je blaži 8% odnosno 7%, a dinamičniji kod proizvodnje lig-

*) Rudarstvo obuhvata ugalj, metalne i nemetalne rude, sirovu naftu i zemni plin.

**) Metalurgija obuhvata crnu i obojenu metalurgiju bez ruda.

Indeksi kretanja proizvodnje rudarstva i metalurgije u periodu od 1953. do 1963. godine

	1954/53.	1955/54.	1956/55.	1957/56.	1958/57.	1959/58.	1960/59.	1961/60.	1962/61.	1963/62.
Lančani indeks										
Rudarstvo	116	112	120	106	104	110	109	109	107	108
Metalurgija	119	134	111	124	112	113	115	105	106	107

	1953	1954.	1955.	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.
Bazni indeks											
Rudarstvo	100	116	130	156	165	172	189	206	225	241	260
Metalurgija	100	119	159	176	218	244	276	317	333	353	378

nita i iznosi 14%. U strukturi proizvodnje lignit učestvuje sa 59%.

Postojeća sirovinška baza obezbeđuje dalje povećanje proizvodnje mrkog uglja i lignita u količinama koje odgovaraju za podmirenje povećanih domaćih potreba.

Proizvodnja sirove nafte u 1939. godini bila je beznačajna, dok u 1963. godini ista iznosi 1,610.618 tona. Stopa porasta proizvodnje sirove nafte u 1963. godini beleži blagi porast od 5,5% prema proizvodnji od 1962. godine.

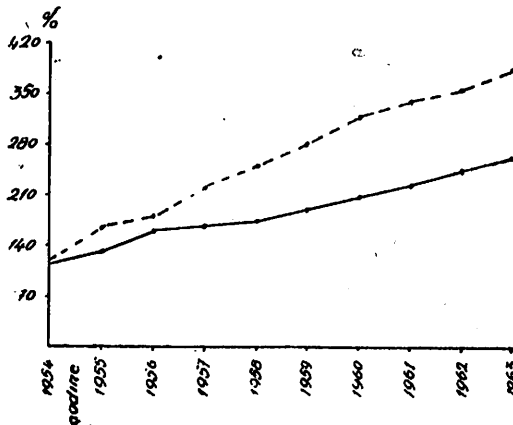
Postoje povoljni sirovinski uslovi za dalji razvoj proizvodnje nafte i zemnog plina. Utvrđene rezerve kao i obim proizvodnje, koji je u stalnom porastu, predstavljaju značajnu sirovinsku bazu. Ubrzani privredni razvoj usloviće porast potrošnje nafte i njenih derivata. Utvrđene rezerve prirodnog gasa kao najplemenitijeg vida energije i vrlo cjenjene sirovine za proizvodnju ogromnog bro-

ja proizvoda petrohemijske — mogu obezbediti istaknuto mesto prirodnom gasu u energetici.

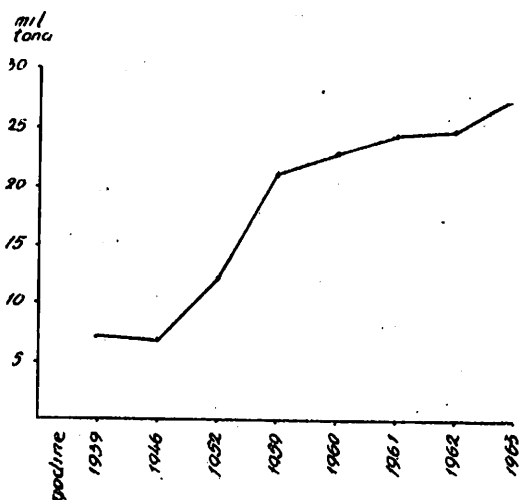
Proizvodnja ruda gvožđa u stalnom je porastu. U 1963. godini proizvodnja ruda gvožđa beleži blagi porast od 5% prema 1962. godini. U okviru predviđenog značajnog porasta proizvodnje čelika povećanje i proširenje proizvodnje ruda gvožđa ima prioritet.

Obojeni metali, koji zauzimaju značajno mesto u podmirivanju sve većih potreba u zemlji i kao vrlo cenjeni izvozni artikali, beleži isto tako u 1963. godini dalji porast. Proizvodnja ruda bakra povećana je za 11%, olovno cinkane rude za 2%. Jugoslavija učestvuje u proizvodnji ruda olova i cinka sa 5,5% u ukupnoj svetskoj proizvodnji, a u ukupnoj proizvodnji Evrope učestvuje sa oko 6% bakra u 1962. godini.

Dostignuti nivo proizvodnje bakra ne zadovoljava domaće potrebe.

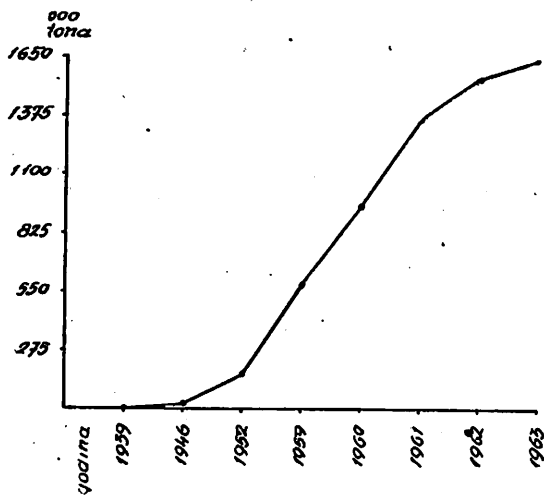


Dijagram 1 — Kretanje proizvodnje rudarstva i metalurgije.

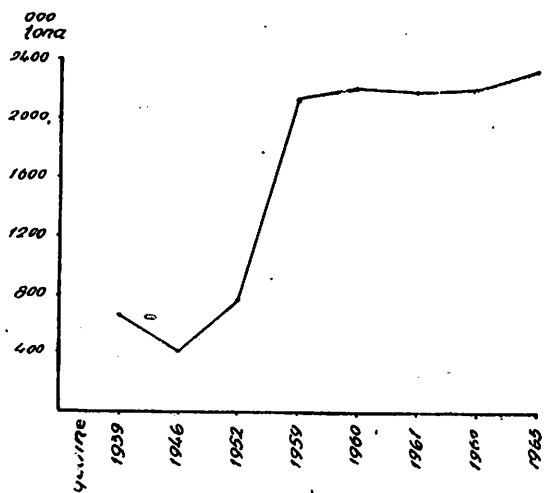


Dijagram 2 — Proizvodnja uglja.

Naziv proizvoda	P r o i z v o d n j a			
	1939.	1961.	1962.	1963.
Proizvodnja uglja i koksa (u tonama)				
Ugalj ukupno	7,032.000	24,073.000	24,694.000	27,422.000
Kameni	1,410.000	1,313.000	1,187.000	1,286.000
Mrki	4,312.000	9,494.000	9,319.000	9,945.000
Lignit	1,310.000	13,266.000	14,188.000	16,191.000
Koks	35.100	1,116.000	1,125.000	1,107.000
Proizvodnja i prerada nafte (u tonama)				
Sirova nafta	1.122	1,340.749	1,525.486	1,610.618
Zemni plin (u 000 m ³)	2.628	68.752	95.320	101.077
Prerada nafte	97.383	1,362.949	1,665.058	1,792.114
Dobijanje ruda metala (u tonama)				
Ruda gvožđa	667.000	2,184.000	2,190.000	2,297.000
Ruda bakra	984.000	3,236.000	5,070.000	5,629.000
Olovno cinkana ruda	775.000	2,063.000	2,239.000	2,287.000
Boksit	719.000	1,232.000	1,332.000	1,285.000
Ruda mangana	5.656	14.148	14.839	8.132
Ruda hroma	44.852	108.126	97.045	93.770
Ruda antimona	18.963	108.013	116.654	123.327
Piritni koncentrat	78.000	364.000	414.000	356.000
Proizvodnja crne metalurgije (u tonama)				
Sirovo gvožđe	101.000	997.000	1,050.000	996.000
Čelik	235.000	1,532.000	1,595.000	1,588.000
SM čelik	232.000	1,393.000	1,436.000	1,392.000
EL čelik	2.800	139.000	159.800	196.200
Proizvodnja obojenih metala (u tonama)				
Elektrolit bakar	12.463	30.108	45.520	49.032
Rafinirano olovo	10.651	90.401	97.926	104.174
Cink	4.918	36.868	39.304	42.244
Antimon regulus	1.500	2.463	2.691	2.661
Aluminijum u bloku	1.795	27.407	27.980	35.895
Živa	378	550	561	546
Fero legure	12.199	55.651	53.470	63.784
Proizvodnja nemetala (u tonama)				
Sirovi magnezit	32.887	273.065	373.362	411.959
Azbestno vlakno	—	6.086	6.714	8.232
Sintermagnezit	2.000	97.885	131.626	155.016
Vatrostalna glina	11.600	153.944	146.931	210.346
Šamotni materijal	19.396	120.578	134.834	136.021
Bazne opeke	—	43.472	56.371	62.957
Ravno staklo, m ²	1,678.000	8,702.000	8,307.000	9,650.000
Šuplje staklo	10.927	66.921	70.737	74.590



Dijagram 3 — Proizvodnja sirove nafte.



Dijagram 4 — Proizvodnja ruda gvožđa.

Perspektive u obojenim metalima su velike, jer posedujemo ozbiljne metalogene oblasti. Obzirom na povoljne tendencije u svetu u pogledu proizvodnje i potrošnje bakra, zatim na bazi postojeće sirovinske baze i sve veće potrošnje prerađivačkih kapaciteta, dalji razvoj proizvodnje bakra postaje nužan.

U ukupnoj svetskoj proizvodnji boksita Jugoslavija učestvuje sa 4,3%, a u proizvodnji boksita u Evropi sa oko 26% (1962. godi-

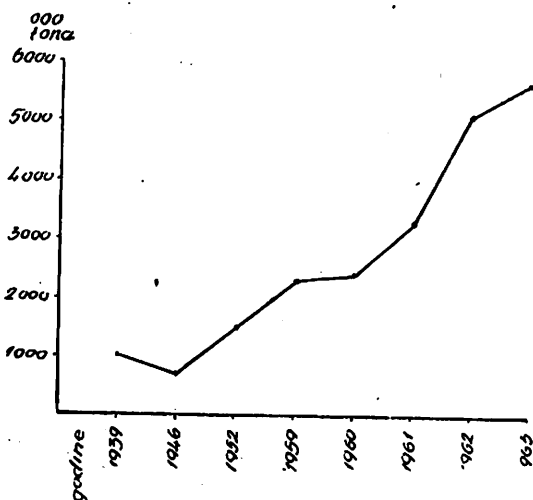
na). Proizvodnja boksita u 1963. godini beleži nešto nižu proizvodnju od 1962. g. (96,5%). Proizvodnja zadovoljava sadašnje prerađivačke kapacitete, dok se ostala količina (oko 68%) izvozi. Sa predviđenim povećanjem proizvodnje aluminijuma biće potrebno, pored obezbeđenja odgovarajuće električne energije, i kontinualno snabdevanje kvalitetnim boksitom.

U ukupnoj svetskoj proizvodnji antimona Jugoslavija učestvuje sa oko 5% (1962. godine). Proizvodnja ruda antimona beleži u 1963. godini porast od 6% prema 1962. godini.

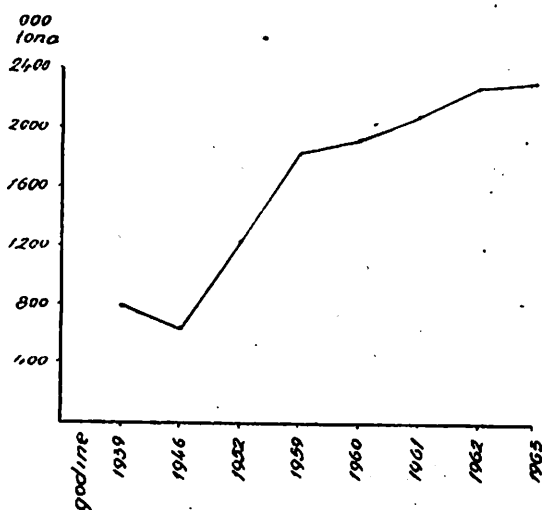
I proizvodnja nemetalnih mineralnih sirovina beleži dalji porast u 1963. godini. Proizvodnja sirovog magnezita povećana je za 10%, a proizvodnja azbestnog vlakna za 23% prema 1962. godini.

Potrošnja proizvoda rudarstva i metalurgije u stalnom je porastu i sa sigurnošću se može reći da će se taj porast i dalje zadržati. Na osnovu geološko-rudarskih, tehnoloških i ekonomskih istraživanja može se reći da mineralna bogatstva Jugoslavije pružaju povoljne ekonomske i tehničke uslove za izgradnju energetske i sirovinske baze, koja za duži period može da obezbedi trajni i brzi porast industrijske proizvodnje vrlo širokog asortimana.

Naša celokupna privredna i investiciona politika orijentiše se ka stvaranju moderne, racionalne industrije, koja obezbeđuje adekvatno mesto Jugoslaviji u međunarodnoj podeli rada. Na osnovu smernica jugoslovenskog društvenog plana za 1964. godinu predviđa se već u ovoj godini, kao prvoj godini sedmogodišnjeg plana, usmeravanje sredstava društvenih investicionih fondova i banaka u odgovarajuća ulaganja, angažovanjem sredstava radnih organizacija i drugim merama investicione politike — na rešavanje i pitanja zaostajanja proizvodnje metalurških grana (obojene i crne metalurgije) i drugih osnovnih masovnih sirovina i reprodukcionog materijala. Tako se predviđaju sredstva u iznosu od 161 milijarde dinara za učešće



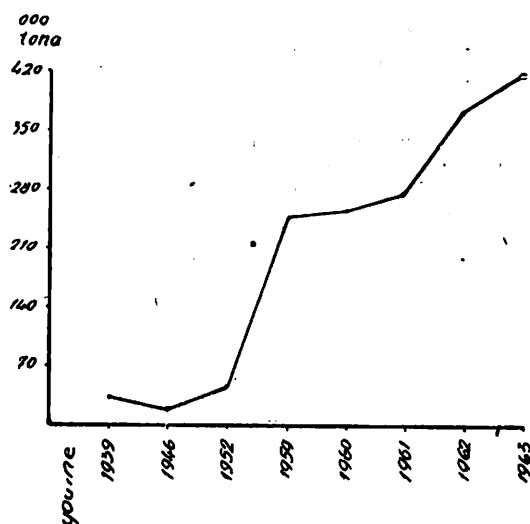
Dijagram 5 — Proizvodnja ruda bakra.



Dijagram 6 — Proizvodnja olovo-cinkanih ruda.

u kreditiranju investicija u osnovna sredstva u oblasti industrije i rudarstva, koje treba Jugoslovenska investiciona banka da upotrebi za kreditiranje, izgradnju i proširenje rudnika uglja, izgradnju objekata za proizvodnju nafte, rudarskih istraživanja u proizvodnji nafte na teritoriji AP Vojvodine kao i izgradnju objekata crne i obojene metalurgije. Zatim, Jugoslovenska banka za spoljnu trgovinu upotrebiće iznos od 10 milijardi dinara za učešće u kreditiranju investicija za unapređenje proizvodnje za izvoz. Već u 1964. godini obezbediće se poboljšanje uslova poslovanja i ekonomski položaj onih delatnosti, čiji je položaj naročito nepovoljan i pokazuje se kao smetnja skladnijem razvoju ukupne društvene proizvodnje, kao što su pojedine delatnosti u oblasti proizvodnje sirovina i reprodukcijonog materijala.

Krupni zadaci stoje pred našim rudarstvom i metalurgijom u narednom periodu i postavljaju vrlo ozbiljne obaveze i kvalitetno drukčiji rad nego do sada. U opštim naporima za modernizaciju i unapređenje našeg rudarstva i metalurgije i njegov trajniji i progresivan napredak potrebno je odlučno da se orijetišemo na primenu naučnih i tehničkih dostignuća u proizvodnji. Glavni



Dijagram 7 — Proizvodnja sirovog magnezita.

nosioi unapređenja proizvodnje treba da budu sami naši rudnici, uz punu saradnju i oslonac na postojeće kvalifikovane naučno-istraživačke organizacije na području rudarstva i metalurgije.

Na osnovu dosadašnjeg uspešnog razvoja našeg rudarstva i metalurgije, solidne sirovinske baze, uspešne i kvalitetne proizvodnje, vrlo dobro opremljenih instituta i laborato-

rija, uspešnog plasmana i osvajanja inostranih tržišta, zatim pravilne koncepcije sprega proizvođača mineralnih sirovina i prerađivača, i uključivanja prerađivača u dugoročni zajednički razvoj što pogoduje i ubrzava razvitak i proširenje mineralnih sirovina kao i

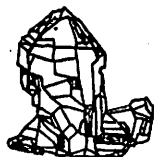
punog razumevanja zajednice za dalji razvoj, modernizaciju, rekonstrukcije i kompletiranje postojećih kapaciteta i razvoj novih kapaciteta — može se realno očekivati dalji uspešan porast i razvoj našeg rudarstva i metalurgije.

Literatura

Sumbulović, M., 1963: „Sirovinska baza i sedmogodišnji plan”. — Rudarski glasnik, br. 2, Beograd.

„Indeks”, mesečni pregled privredne statistike, br. 3, mart 1964. — Savezni zavod za statistiku, Beograd.

Društveni plan Jugoslavije za 1964. godinu.



Tržište obojenih metala u 1963. godini

Dipl. ekon. Uglješa Dimitrijević

Tržište obojenih metala u prošloj godini, u granicama postojećih tržišnih ograničenja, karakterisala je povećana proizvodnja i snažna aktivnost u međunarodnom prometu. Kupovina je za povećanu proizvodnju i iscrpene stokove potrošača stimulisala, proizvodnju metala. Povoljna evolucija konjunktura i u privredi SAD i u zemljama Zajedničkog tržišta, koje (bez obzira na teškoće i kompromise neminovne u privrednom kretanju uopšte) u međusobnoj razmeni sve više ukidaju carinske barijere i druge mere ranije zavedenih restrikcija u cilju ostvarenja jedinstvenog ekonomskog i carinskog područja, našla je svoj izraz u osetnom povećanju cena. Pri tome se ne može govoriti, istina, o jednom boom-u, ali, u poređenju sa kretanjem poslovanja na tržištu ranijih godina, progres je neosporan i sa svim znacima da će se održati i u 1964. godini.

Od svih baznih metala (o kojima je ovde i reč) b a k a r, sve do poslednjih dana godine, nije pratio ushodnu liniju većine ostalih metala. Mirovanje na tržištu crvenog metala trajalo je pune dve godine, održavajući cenu bakra na nivou od £ 234 za jednog long tonu. Metod održavanja stabilnosti cena je interesantan i, u isto vreme, vrlo jednostavan: oba severorodezijska koncerna bakra, Rhodesian Anglo-American i Rhodesian Selection Trust, najznačajniji snabdevači londonske berze metala bakrom, od jeseni 1961. smanjivali su proizvodnju i na londonskoj

berzi bili redovni kupci svoga sopstvenog bakra u SAD; došlo se na londonskom tržištu i do toga da nekoliko najkrupnijih proizvođača jednostrano utvrđuju cenu metala. Time je berza kao slobodno tržište svakako dobila nov udarac, ali, s druge strane, proizvođač i potrošač bakra, oslobođeni rizika od pojave skoka ili pada cena, dobili su jednu relativnu sigurnost u planiranju svoje proizvodnje.

Od interesa je pomenuti, s tim u vezi, da su za svetsko tržište najznačajniji producenti bakra zauzimali posle rata stav protiv slobodnog tržišta. To se držanje ispoljilo i posle ponovnog otvaranja berze bakra u Londonu, avgusta 1953. Kao posledica takvog stava prema berzi i njenom poslovanju, londonska je berza izgubila svoj tradicionalni značaj kao „delivery market” gde je proizvođač metala mogao, u svako doba, da iznese svoje viškove, a potrošač da zadovolji svoje potrebe, i kao „hedging market” na kome su se, putem specijalnih komercijalnih operacija, proizvođač i potrošač obezbeđivali od kupoprodajnog rizika u terminskom poslovanju metalom.

Nesklad između kapaciteta proizvodnje i potrošnje bakra u svetu, pri čemu je potrošnja daleko zaostajala iza proizvodnje, nametnuo je zavođenje mera koje su na prividno zadovoljavajući način rešavale pojavu krupnih problema. Pomenuta dva severorodezijska koncerna bakra, i pored godišnjeg smanjenja proizvodnje metala u količini od oko 300.000 tona (oko 7% čitave svetske potro-

šnje), kao i gubitaka nastalih zbog štrajka radnika, naročito u Čileu i S. Rođežiji, i političkih previranja u Katangi, — otkupila su na tržištu za poslednje dve godine 160.000 tona bakra da bi sprečili srozavanje cene ispod £ 240 1/4. Ovako preterana izveštačenost situacije na tržištu bakra nije se mogla održati u nedogled, i već u prvim danima nove godine su se ispoljili vidni znaci suprotnosti interesa (sabotiranje londonske berze metala od rođežijskih koncerna i njihovo insistiranje na politici stabilnih cena, nasuprot politici berze da se cena formira putem svakodnevnih ponuda i traženja), što će u toku ove godine dobiti svakako jasnije forme.

Ovome treba dodati da ova dva koncerna imaju podršku američke „velike trojice“ (Anaconda, Phelps Dodge i Kennecott), koji, tako reći, fiksiraju cenu bakra na američkom tržištu, i čiji je interes, svakako, da cene metala ne budu izložene svakodnevnim fluktuacijama i berzanskim spekulacijama.

Olovo i cink su se na tržištu u 1963. godini kretali linijom povoljnijom nego što je i jedan kompetentni stručnjak za komercijalna pitanja ova dva metala mogao predviđati na početku godine. Ali, treba odmah dodati, sa znatnim stepenom spekulativnog. Otuda se i predviđanja kretanja cena u 1964. godini iznose sa više uzdržljivosti. Neosporna je činjenica da je upotreba ova dva metala u zapadnim zemljama rasla brže nego u nekoliko ranijih godina, i da je ostvareni novi rekord u potrošnji, uključujući tu i popunjavanje opalih stokova kod potrošača i proizvođača. Samo u zemljama Zajedničkog tržišta, povećanje potrošnje iznosi više od 6% kod cinka i 5% kod olova. Kupovina za stoke može se reći da je bila jedan od važnijih razloga ovoga boom-a. Prema Međunarodnoj studijskoj grupi za olovo i cink, svetski stokovi cinka kod proizvođača su za prvih deset meseci 1963. pali za 100.000 tona na 162.000, a olova za preko 50.000 na 220.000 tona.

Realizovane cene su najbolje od 1960. godine, ali za olovo još daleko od najboljih u posleratnom periodu (krajem prošle godine cena olova na Londonskoj berzi metala iznosila je £ 79, prema £ 98 1/2, prema £ 105 krajem 1952).

Razume se da je takav tok stvari podstakao proizvodnju i rudnici, zatvoreni pre dve

godine zbog nerentabilne proizvodnje — posledica niskih cena, u prošloj godini su se reaktivirali. Svetska proizvodnja rafiniranog olova u 1963, prema oceni Međunarodne studijske grupe, iznela je 2,464.000 tona, a potrošnja 2,536.000 tona. Odgovarajuće cifre za cink iznose 2,744.000 tona i 2,890.000 tona.

Svetsku strukturu potrošnje sirovina karakterisala je poslednjih godina osetna promena u „rang listi“ sirovina, u kojoj su upravo olovo i cink, kao i bakar, od bazičnih metala najviše bili pogođeni. Visoke cene metala u godinama neposredno posle rata ubrzale su proces pronalazaženja novih sirovina, tehnički pogodnijih i, naročito, jevtinijih, koje su u mnogim primenama zamenile skupo olovo. Plastične mase su tu došle u prvi red. Na primer, u industriji kablova, jednom nedavno od najvećih potrošača olova, neki kablovi proizvedeni od plastične mase su do deset puta lakši od olovnih kablova, što je svakako od značaja u kalkulaciji troškova proizvodnje i transporta ovoga metala. Ili u proizvodnji akumulatora, drugom po redu značajnom potrošaču olova, zahvaljujući produženju „veka“ akumulatora, usporen je ritam plasmana olova. Tako je slično i u proizvodnji tetraetil benzina, gde se isti efekat danas postiže manjom količinom olova.

U prošloj godini, međutim, politika smanjivanja proizvodnje metala, na kojoj je osobito nastojala Međunarodna studijska grupa za olovo i cink već nekoliko godina, uz istovremeno ulaganje znatnih sredstava da se pronađu nova polja primene, odnosno da se u postojećim primenama olovo i cink upotrebljavaju uz rentabilnije uslove nego njihovi supstituti, donela je poboljšanje situacije ova dva metala i, povrh toga, oživele su nade u njihove perspektive na tržištu.

Politika zaštite domaće proizvodnje olova i cinka putem kvota na glavnom tržištu sveta, SAD, zavedena još 1958. godine, primenjivana je i prošle godine. Povoljno kretanje kurseva nije uticalo na promene u smislu ublažavanja restrikcija uvoza. Naprotiv, zahtevi proizvođača ovih metala (ali ne i potrošača) da se uvoz inostranog metala još više ograniči, bilo povišenjem carine, bilo povećanjem kvota, nisu prestajali za sve vreme. Američka vlada, istina, nije prihvatila ova traženja, ali, s druge strane, nije ništa ni učinila da se kvote ukinu ili bar ublaže,

što bi u najvećoj meri povoljno delovalo na međunarodni promet. Izolacija ovog velikog tržišta jako je deformisala normalnu strukturu cena svetskih i, gledajući sa komercijalnog aspekta, bilo je očekivati da hosističko kretanje cena u prošloj godini utiče na ublažavanje restrikcija američkog uvoza olova i cinka.

Pa ipak do toga nije došlo. Malo je verovatno da će se u tome pravcu nešto učiniti i u ovoj godini. Na takav zaključak upućuje i izjava delegata američke vlade data na zasjedanju Međunarodne studijske grupe za olovo i cink u novembru 1963. u kojoj se govori o potrebi ocene svih faktora koji su uticali i koji utiču na tok poslovanja na tržištu, s obzirom na stepen stalnosti današnje situacije ovih metala na tržištu. U načelu, restrikcije su privremene, i biće ukinute (ili ublažene) kada „u SAD bude ponovo uspostavljena zdrava industrija olova i cinka“, a teško je, međutim, predvideti kada će nastati uslovi koji bi opravdali ukidanje postojećih kvantitativnih ograničenja. Prema tome, s njima treba računati i u novoj godini.

U nizu krupnijih problema olova i cinka, stratejski stokovi američke vlade svakako spadaju u prvi red. Formirani još pre skoro 40 godina, oni su posle korejskog rata dobili takve razmere da su danas faktor koji se ne može mimoći u razmatranju situacije i razvoja tržišta ova dva metala. U reviziji stokiranih količina, izvršenoj pre dve godine (marta 1962), utvrđeni su viškovi koji se stavljaju na slobodnu prodaju. Tržišni viškovi ovoga olova i cinka iznose: 915.000 tona odnosno 1.262.000 tona (pored 660.000 tona aluminijuma, 130.000 tona bakra, 150.000 tona kalaja). Iako od tada količine s ovoga izvora nisu iznošene na tržište, one su svakom kretanju cena na gore davale obeležje nečeg neizvesnog u pogledu trajanja nastalog stanja. Zbog njihovih znatnih količina, treba ih smatrati, u vremenu koje dolazi, kao instrument u rešavanju problema u ovom ili onom smislu, a što će zavisiti od ekonomske ili druge politike te zemlje, i što će imati presudnog uticaja na čitavo svetsko tržište tih metala.

Od interesa je pomenuti kretanje cene kalaja, tog četvrtog metala berzanskog poslovanja, čija se prometna cena u toku prošle godine, u jednom trenutku, nalazila £ 1.030 sa težnjom da se približi visokom nivou po-

stkorejske hose. Iako je američka vlada, na traženje Međunarodnog sporazuma za kalaj, iznosila na tržište izvesne količine iz svojih stokova (400 tona nedeljno), da bi zadovoljila tražnju i, u isto vreme, sprečila preterano visoke skokove cena koji mogu nastati iz spekulativnih razloga, prema oceni kompetentnih faktora na tržištu postoji statistički deficit od 20.000 tona kalaja. Od berzanskih metala, kalaj je najviše izložen mogućnosti spekulacije, te je verovatno da je u prošlogodišnjem kretanju cene ovoga metala sadržan dobrim delom i ovaj momenat. Ako američka vlada iz svojih stokova, u kojima je 150.000 tona oglašeno kao viškovi, ne bi iznela veće količine na tržište od dosadašnjih, u 1964. godini bi se mogao očekivati dalji porast cena i njihovo približavanje visokoj korejskoj ceni od £ 1.560.

Liniju povoljnog kretanja cene imali su i drugi metali (npr. živa). Antimon, značajan metal komercijalne aktivnosti i prošle godine je bio pod embargom na američkom tržištu, za količine kineskog porekla, što, s obzirom da su SAD najveći potrošači a Kina jedan od najvećih izvoznika, i dalje održava deformaciju svetskog tržišta ovim metalom, a time i potencijalnu opasnost za izvoznike od eventualne sutrašnje promene tržišnih odnosa.

Naglo i neobjašnjivo povlačenje Kine s evropskog tržišta, a izvesnim delom i pomanjkanje rude dobrog kvaliteta iz J. Afrike koja se prerađuje u metal u SAD, izazvalo je skok cene metala, najpre u Evropi (čije se tržište snabdeva ruskim i kineskim antimonom), a zatim i u SAD. Iako vrlo interesantan, ovaj porast ne treba identifikovati sa situacijom antimona u doba korejskog rata, kada su cene antimona za gotovo 70% bile više od prošlogodišnjih. Ponovne pojave kineskog i ruskog antimona, što posle odsustva od skoro godinu dana treba očekivati kao normalno, nesumnjivo će delovati u smislu zaustavljanja (ili bar ublažavanja) prošlogodišnje tendencije porasta cene.

Zadovoljavajuća konjunktura u industrijskoj primeni pokazuje da se ovaj metal ne može više tretirati samo kao ratni. Upotrebljen u proizvodnji automobilskih baterija, gde nalazi najinteresantniju primenu, pa zatim u industriji plastičnih masa za razna oblaganja, u keramici i industriji stakla... pru-

ža interesantnu perspektivu u pogledu plasmana količina većih od sadašnjih.

Srebro je u toku prošle godine dostiglo svoj najviši domet ne samo za poslednjih dvadeset godina, tj. od svršetka rata, nego u ovome veku. Od kraja 1961. godine, kada je američka vlada, najveći posednik srebra u svetu, obustavila prodaju srebra za potrebe industrije i trgovina ovim metalom oslobođena od monopolističkog uticaja državnih stokova, na tržištu se odmah pojavio nesklad između ponude i tražnje, a kao posledica zaostajanja rudničke proizvodnje za potrebama industrije i kovnica metalnog novca. Takav odnos se izrazio odmah u povećanju cene koja je od tada težila da premaši nominalnu vrednost metalnog američkog novca, a što je vlada sprečavala, jer bi to dovelo do dezaurisanja ovog novca i njegovog pretapanja u metal. Iako u blizini te granice nije došlo do izjednačenja ili premašenja nominalne vrednosti kovanog novca! Visoku cenu srebra u prošloj godini treba posmatrati i sa aspekta zabrane trgovanja srebrom kineskog porekla na američkom tržištu, što je doprinelo, sa svoje strane, da se cena popne do nepoznatog nivoa dosad u istoriji, kao i da omogući trgovačke špekulacije na londonskom tržištu.

Svetska proizvodnja i potrošnja glavnih obojenih metala*

	(u 000 tona)		
	% 1961.	% 1962.	% 1963.
Bakar			
proizvodnja	4.362,3	4.518,6	
potrošnja	4.241,0	4.224,0	
Olovo			
proizvodnja	2.792,1	2.750,9	2.464,8
potrošnja	2.661,3	2.767,3	2.536,0
Cink			
proizvodnja	3.285,3	3.422,9	2.744,3
potrošnja	3.223,0	3.332,5	2.890,0
Kalaj			
proizvodnja	202,2	198,5	
potrošnja	200,7	206,2	
Antimon			
proizvodnja	50,0	51,1	
Srebro (u t)			
proizvodnja	7.288,3	7.353,9	

*)Izvor: Metallstatistik, Metallgesellschaft, A. G. Frankfurt am/M
Statistiques, Minerais et Metaux, Paris
Lead and Zinc Statistics, International
Lead and Zinc Study group



Pronalaženje bakarnog rudišta u Boru

Dr Vasilije Simić

Poslednjih godina pojavile su se u nekim prigodnim knjižicama neosnovane, čak i apsuradne priče o pronalaženju bakarnog rudišta u Boru. Oslanjajući se na ovakve i slične priče, Borski rudnik proslavio je svoju pedesetogodišnjicu rada izdavanjem jubilarne knjige „Bor 1903—1953”. Za početak rada uzeta je 1903. godina, jer je navodno u noći između 5. i 6. aprila (uoči ili baš na Đurđevdan) otkriveno rudište bakra u čuki Dulkanovoj. Zbog toga je, po tim pričama, i rudnik dobio ime sv. Đorđe. Da priče ne budu lišene i nekih romantičnih nota, nekakvi rudarski inženjeri bili su digli ruke od istraživanja, ali su radnici, na svoju ruku, produžili rad i svoga gazdu Đuru Vajferta obradivali pronalaskom bakarnog rudišta.

Nije bilo nikakve potrebe, da se proizvoljna pričanja koriste kao činjenični materijali, kad ovi već postoje. Borski rudnik nije tako davno otkriven. A baš za taj period rudarskoga rada u Srbiji ima dovoljno i pouzdanih podataka.

Borsko rudište nije otkriveno ni slučajno, ni na Đurđevdan, ni 1903. godine, niti je po danu pronalaženja dobio ime sv. Đorđe. Đura Vajfert, vlasnik rudarskih prava u Boru i okolini bio je poznat kao pobožan čovek, pa je svojim rudnicima u Srbiji najradije davao svetačka imena. Njegov rudnik zlata u Glogovici zvao se *sv. Ana*, na Blagojevom kamenu *sv. Varvara*, povlastica na zlatonosne nanose u Beloj Reci *sv. Ignjat*. Sv. Đorđa smatrao je Vajfert svojim patronom pa je

po njemu i prozvao novopronađeni rudnik u Boru.

Nema nikakvog osnova ni priča o rudarskim inženjerima, koji su razočarani neuspehom, napustili radove. Kad je otkriveno borsko rudište u Vajfertovoj službi nije bilo nikakvih rudarskih inženjera, ne samo u Boru, nego ni u susednoj Glogovici, središtu Vajfertovih istražnih radova u istočnoj Srbiji. Sve Vajfertove rudarske radove u Srbiji vodio je Franja Šistek, nesumnjivo sposoban i za naše rudarstvo zaslužan stručnjak. No Šisteka niko od savremenika nije nazivao rudarskim inženjerom. Istražnim radovima u Boru rukovodio je iz Glogovice merač i rudarski nadzornik Jaroslav Kučera. Kad je rudište otkriveno nadzornik u Boru bio je neki Engelhart.

Za određivanje jubilarne godine Borskog rudnika mogla su se uzeti u obzir tri događaja, pa između njih odabrati najznačajniji ili najprigodniji. Istražni radovi u Boru počeli su 1897. godine. Rudište pod Dulkanovom čukom pronađeno je 1902. godine a prvi bakar istopljen je 1905. godine. Na Đurđevdan 1903. godine znalo se pouzdano, da borsko rudište raspolaže sa četvrt miliona tona izvanredno bogate bakarne rude. Tako kažu činjenični materijali.

Pronalaženje bakarnog rudišta u Boru bio je mnogo dugotrajniji i složeniji posao, nego što to izgleda prema odomaćenom mišljenju. Za bakarnim rudama u istočnoj Srbiji tragalo se decenijama, upravo od trenutka, kad

se iskristalisalo shvatanje, da je majdanpečko rudište bakra genetski vezano za andezite, koji se opet protežu prostranim delom istočne Srbije.

Geološko i rudarsko ispitivanje okoline Bora počelo je dosta rano, samo dve decenije posle oslobođenja Srbije. Kroz selo Bor prošao je, na putu od Bučja za Brestovačku banju 24. septembra 1835. godine saksonski rudarski glavar baron Herder. U njegovoj pratnji, pored ostalih, bili su sreski načelnik i kmet iz sela Bučja. Na žalost, bučjanski kmet nije pokazao učenom rudaru iz Frajberga antičke rudarske radove u Boru i zbog toga su oni ostali nepomenuti u našoj literaturi o rudarstvu, sve do sedamdesetih godina prošloga veka.

Putujući iz Krajine Herder je zanoćio u Bučju, gde je imao prilike da se ponovo sretno sa andezitima, koje je nekoliko dana ranije video u Majdanpeku. On ih naziva sijenitporfirima. Na putu od Bučja prema Boru video je kredne naslage, a pošto je prešao Kriveljsku reku, koju on naziva Crnom, ušao je u zonu propilitisanih andezita. Evo šta on o tome veli:

..., i kad smo prešli dolinu Crne reke, koja takođe teče od severa jugu, primetio sam u severoistočnom pravcu, na 1/4 sata hoda, tri kose, većim delom gole i nevisoke, kako leže sasvim jedna uz drugu. Dve krajnje su se odlikovale žutom a srednja sivobelom bojom.

Zbog toga sam na njih poslao rudničkog asesora Celera u pratnji g. Radičevića i bučjanskog kmeta, da istraže od čega se ova brda sastoje i da mi donesu uzorke njihovih stena. Poslednji su jasno pokazali, da su ova brda, meridijanskog pružanja, nastavak majdanpečkog bakarnog i gvozdеног појаса. Žuto stenje i suruda (gang) pripadaju, kao i tamo, obema salbandama naročite formacije gvozdenih ruda. A u sredini, kosa od belih stena, sastoji se od sijenitporfira, impregnisanog piritom i bakarnim rudama. Tragovi starih radova na njima se ne vide, niti ih ima prema kmetovom kazivanju. Zbog toga u budućnosti treba preduzeti interesantan i preporučljiv rudarski poduhvat. Potkopom u pravcu 6 hora otvoriti sijenitporfir belog brda, da bi se videlo, da li ovde ima bogatih žica bakarne rude. Isto tako i gvozdена ruda moći će se koristiti, kao i u Majdanpeku. Ovo ispitivanje je jedan od najvažnijih zadataka buduće rudarske vlasti".

Naveo sam Herderova promatranja da kažem, kako se savremeno gledište o pojavama bakarnih ruda u Boru nije obrazovalo juče od ove ili one ličnosti, ovog ili onog datuma. Još u 1835. godini učeni frajberški rudar zapazio je borsku zonu orudnjenja, sasvim pra-

vilno utvrdio da je ona nastavak majdanpečke, i stavio u zadatak budućim rudarskim generacijama, da potkopom provere mogućnost pojave bogatih bakarnih ruda. Već prvi istraživač istočne Srbije video je genetsku povezanost majdanpečkog i borskog orudnjenja. Zbog toga među ljude zaslužne za otkrivanje borskog rudišta treba staviti i barona Herdera.

Herderovim stopama prošao je kroz Srbiju 1847. godine i Karl Hejrovski, kasniji profesor rudarske akademije u Pšibramu. Da li je prošao kroz Bor nije nam poznato, jer njegov izveštaj o putovanju po Srbiji još nije pronađen.

Polovinom prošloga veka posetio je okolinu Bora čuveni profesor mineralogije na rudarskoj akademiji u Frajbergu, August Brajthaupt. Prospektujući sone naslage po istočnoj Srbiji on je posetio selo Slatinu kod Bora, nadajući se da će mu naziv sela indicirati sone naslage u dubini zemlje. Uzgred je svratio u Gamzigrad i tamo video andezite sa krupnim amfibolima. Primerke ovih stena proučio je u Frajbergu i kako takve stene nisu do tada opisivane smatrao ih je novom vrstom i nazvao timacitima (poreci Timoku, koji se u antičko doba zvao Timacus). Njihove amfiole smatrao je novom mineralnom vrstom i nazvao ih gamzigraditima.

Kasnije je utvrđeno da je timacit samo jedan varijetet andezita, od značaja samo za ispitivanje andezitskog masiva istočne Srbije. Brajthaupt je ovu stenu smatrao nosiocem zlata, koje se nalazi po nanosima Crnog Timoka i njegovih pritoka. Ovo je gledište kasnije osporavano (M. Živković i J. Žujović). Međutim, dugogodišnji inženjer borskog rudnika F. Drogenik je smatrao, da su timaciti nosioci bakarnog orudnjenja u Boru, što znači i zlata. U svakom slučaju ova vrsta andezita je veoma interesantna i zaslužuje specijalno proučavanje.

Nisam čitao Brajthauptov rad o timacitima, sem u Žujovićevoj interpretaciji, jer ga nema po beogradskim bibliotekama. Jedno je, međutim, sigurno, da je među stenama prostranog andezitskog masiva istočne Srbije Brajthaupt zapazio zaista najinteresantniju vrstu, koja je podjednako od značaja za petrografiju i nauku o rudnim ležištima (i primenu poslednje kod rešavanja geneze poznatih tela bakarne rude u Boru). Brajthaupt je prvi naučno proučio jednu stenu u Srbiji,

a ovo prvo proučavanje ticalo se stene iz okoline Bora.

Šezdesetih godina prošloga veka u Srbiji su bila uočena tri planinska sistema: „Sredsrednji... koji počinje Avalom, pa ide preko rudnika i Kopaonika u Staru Srbiju; drugi je sistem produženje karpatskih gora na istoku, a u trećem su izdanci bosanskih gora na zapadu” („Srbija”, dnevni list 1867). Naši ondašnji geolozi, po obrazovanju rudarski inženjeri, zapazili su da se svaki od pomenutih planinskih sistema odlikuje specifičnim orudnjenjem. Po Manojlu Mariću u istočnom planinskom sistemu vladajući je metal bakar, u zapadnom olovo sa antimonom, a u srednjem olovo sa srebrom. Sama po sebi, ova koncepcija otvarala je izgled pronalazaženju bakarnih rudišta južno od Majdanpeka.

U 1874. godini okolinu Bora posetio je profesor mineralogije i geologije na univerzitetu u Budimpešti J. Sabo. On je ispitivao mlade efuzivne stene po Srbiji pa je došao i u timočki andezitski masiv. Sabo je bio na Crnom Vrh, u Zlotu, Brestovcu, Šarbanovcu, Gamzigradu i drugde. Svuda je video trahite (u to vreme uobičajen naziv za sve mlade efuzivne stene sem bazalta) a sa njima je u vezi i orudnjenje.

Pronalazaženje bakarnih ruda u Krivelju

Krivelj se kao nalazište ruda pominje dosta rano. Beogradski limar Josif Štajnlehner, četrdesetih godina prošloga veka tražio je načina da se obogati, pa se počeo zanimati rudarstvom. Tumarajući za rudama po istočnoj Srbiji naišao je u selu Krivelju, nedaleko od Bora, na, po njegovom mišljenju, pojave gvozdene ruda i 1845. godine zatražio je dozvolu, da može „gvožđe izrađivati”. Ministarstvo finansija, nadležno u ono vreme za rudarstvo u zemlji, nije mu dozvolilo rad iz dva razloga. Prvo što nema kapitala („zašto da se posao ovaj u dejstvo privede treba najmanje 35.000 talira imati, a on nema”) a drugo, što se ministarstvo boji, „da ne bi ovako polezni rad došao u ruke koje kaki protuva”.

Kriveljske gvozdene rude koje je Štajnlehner hteo da „izrađuje” 1845. godine bile su, u stvari, ili površinske limonitske kore, postale dejstvom atmosferskih voda na raste pirite u andezitima, ili pak limonitski šešir na izdanku bakronosnog rudnog tela.

Sličnih limonitskih pojava ima na mnogim mestima po andezitskom masivu istočne Srbije.

Jednom pronađene i razglašene pojave ruda i dalje su predmet pažnje ne samo istraživača ruda već i mesnih žitelja. U oksidacionoj zoni bakronosnih pirita javljaju se uvek i minerali bakra, zeleni malahit i jasno plavi azurit. Ova dva minerala morala su biti u Krivelju zapažena kad i gvozdene rude. Njihovo prisustvo skrenulo je pažnju sa gvozdene na bakarne rude. Prošlo je, međutim, više od četvrt veka, kako je Štajnlehner hteo da gradi železaru, pa su u Krivelju pronađene prave i bogate bakarne rude. To nisu bile malahitske ili azuritske navlake preko limonita, već masivna sulfidna bakarna ruda. Prvu vest o tome nalazimo u Gudovičevom „Zapisniku mesta u Srbiji u kojima se razne rude i kopovi nalaze”. Tamo je pod br. 26 zavedeno, da je Rudarsko odeljenje u Beogradu 1872. godine registrovalo bakarne „srebro sadrž. rude” u Krivelju, ispod Crnog vrha, u okrugu crnorečkom. Rudu su pronašli Đorđe Vasilije „oknar” iz Majdanpeka i Naum Jovanović trgovac iz Krivelja; imala je 7—8% bakra i 0,06—0,07% srebra. Po sadržaju bakra, ovo je tipična bogata ruda kriveljskog ili borskog rudišta iz prvih dana eksploatacije. Pronašao ju je verovatno neki meštanim, pokazao mesnom trgovcu, a ovaj svome znanцу, majdanpečkom rudaru. Iz „Zapisnika” se ne vidi, da li je kome dato pravo za istraživanje ruda u Krivelju.

Bakarnu rudu u Krivelju otkrio je neki meštanim, najverovatnije pastir. Takav je slučaj svuda u umerenom klimatskom pojasu, osrednje naseljenom. Geolozi i rudari ne stignu da otkriju rude pre mesnih stanovnika, pogotovu ako one ma čim padaju u oči (bojom ili težinom). Bakarne, olovne i gvozdene rude lako se zapažaju, pa ih, po pravilu, pronalaze mesni stanovnici.

Dalje traganje za bakarnom rudom u pravcu Bora

Bakarna ruda iz Krivelja, u odnosu na majdanpečku, bila je veoma bogata bakrom, pa je to dalo novog podstreka prospektovanju. I rezultati nisu izostali. Samo neku godinu kasnije nađene su bakarne rude i u Bori. O tome saznajemo od Milana Đ. Mišićevića, veoma zaslužnog za poznavanje

mineralnog bogatstva Srbije onoga vremena. „U selu Boru na severozapad 4—5 sati od Zaječara, ima rude bakarne, gvozdene i srebrne a i zlatne. To su prošle godine razgledali, osim drugih i Englezi koji sada drže Majdanpek” (Kneževina Srbija 1876). Iz ovoga se jasno vidi, da su bakarne rude u Boru bile poznate 1875. godine, jer su ih nalazili engleski stručnjaci iz Majdanpeka. A godinu dana kasnije znalo se i šta one sadrže od metala. Međutim, u 1874. godini borske rude nisu bile zvanično registrovane u rudarskom odeljenju, niti je kogod tražio odobrenje da ih istražuje. Za ovu godinu štampan je opširan izveštaj o radu rudarskog odeljenja, ali se borske rude nigde ne pominju.

Kad je za borsko rudište znao M. Đ. Milićević, koji nije bio ni rudar ni geolog, već po obrazovanju bogoslov, svakako je ovo pre njega bilo poznato znamenitom rudaru Feliks u Hofmanu, koji je do 1876. godine, već 14 godina istraživao rude po istočnoj Srbiji. A baš 1876. godine Hofman je prospektovao okolinu Bora i Krivelja, ko zna već po koji put. Ovom izvanredno sposobnom prospektoru pali su svakako u oči komadići bakarnih ruda na starim kopinama Crvene stene kod Bora, ne samo azurita i malahita, već bornita i halkozina, koje pominju pose-tioci borskog rudišta pre njegovog otvaranja.

Kad se analizira pomenuta Milićevićeva beleška nedvosmisleno je, da su pre posete Engleza iz Majdanpeka Boru i neki drugi znali za borsko rudište i da su na njemu već bili. Ovi „drugi” su i mogli dovesti engleske inženjere u Bor. A to mogu biti samo naši rudari, inženjeri iz rudarskog odeljenja u Beogradu. O borskom rudištu i njegovoj mineralnoj sadržini M. Đ. Milićević je mogao saznati najpre od Hofmana, jer su obojica bili članovi Srpskog učenog društva. A Feliks Hofman je bio jedini svestrani poznavalac rudarstva u istočnoj Srbiji. Mnogobrojni i u osnovi tačni podaci o rudnim pojavama u Milićevićevoj „Kneževini Srbiji” potiču, verovatno, najvećim delom od Hofmana, jer u to vreme niko od Srba inženjera nije ni približno poznavao mineralno blago Srbije kao Hofman.

Hofmanova kći Irena saopštila mi je pismom, da je njen otac 1884. godine naišao u Boru na bakrovite (cementne) vode, koje su isticale iz nekog starog rada. Bakronosnost voda utvrdio je čekićem. Na dodiru sa gvoždem cementne vode otpuštaju rastvoreni ba-

kar, pa je to pouzdan znak da na dotičnom mestu ima bakarnih jedinjenja. Hofman je bio veoma vešt prospektor, a imao je prilike da cementne vode upozna dok je još bio u Banatu. Majdanpečke bakronosne vode bile su poznate i eksploatisane još u 18. veku, za vreme austrijske eksploatacije rudišta.

Godine 1888. Hofman je putovao po istočnoj Srbiji, prospektovao rudne pojave i sakupljao obrasce ruda i stena za parisku izložbu. Svakako je ovom prilikom posetio i Bor, jer P. Ilić („Rud. glasnik” 1905, str. 155) veli da je 1889. godine izrađen projekat, po kome je trebalo da država istražuje piriška ležišta u Boru i Glogovici. Ko je tada mogao izraditi projekat, ako ne Hofman, koji je godinu dana ranije obilazio ova mesta. U jednoj kasnijoj publikaciji (1919) na francuskom jeziku P. Ilić još jedanput ponavlja, da su borski teren prvo proučili državni rudarski inženjeri i u svojim izveštajima ukazali na njegov značaj. Srpska vlada, međutim, nije odobrila sredstva za istraživanje borskog rudišta; još se živo sećala neuspeha državnog preduzeća u Majdanpeku.

Osamdesetih godina prošloga veka nastupila je nova era i u geološkom proučavanju okoline Bora. Makroskopska ispitivanja stena ustupila su mesto mikroskopskim, a dotadašnje strance istraživače zamenio je naš čovek. Najzad je došao na red i srpski sin, da proučava stene borske okoline i to, kako sam veli „po metodama moderne petrografije, po kojima dotle nikakve stene nisu kod nas određivali ni domaći ni strani rudari i geolozi” (J. Žujović, „Geologija Srbije” 1900. Deo drugi). Godine 1880. rudarsko odeljenje u Beogradu dalo je „jednu zbirčicu eruptivnih stena iz Srbije”, Jovanu Žujoviću, prvom našem geologu po obrazovanju, koji se tek bio vratio iz Francuske sa trogodišnje specijalizacije. U ovoj „zbirčici” svakako je bilo i stena iz andezitskog masiva istočne Srbije.

U toku osamdesetih godina prošloga veka Žujović je više puta bio u Boru i njegovoj okolini. Rezultate višegodišnjeg rada sazeo je u fundamentalnom delu „Geologija Srbije”, prvi deo, 1893. godine. Ovde je prvi put andezitski masiv istočne Srbije sagledan skoro u celom prostranstvu a njegove stene podeljene su na:

— augit-andezite kod Bele reke, Brestovca, Valakonja, Dobrog polja, Dobrujevca, Zlota, Krivelja i Podgorca;

— hipersten-andezite kod Lubnice, Ledinca i Dubnika;

— amfibol-andezite (timacite) kod Bora Brestovca, Valakonja, Gamzigrada, Zvezdana, Šarbanovca, Metovnice, Slatine i dr.;

— trahite kod Dubočana, Bora, Bele reke itd.

U okolini Bora Žujović je utvrdio kredne naslage: krečnjake, laporce, glince i peščare. O najmlađim nanosima okoline Bora on piše:

„Za nanosne terene u ovome kraju karakteristično je, da sadrže priličnu količinu zlata, koje se i danas ispira. Zlatna zrnca nalaze se u samome Timoku, a još više u njegovim severnim pritokama od Vražogrncu, Rgotine, Slatine, Bora, Bele Reke, Oštrelja i Krivelja. Zrna su kadšto veličine lešnjika (pričali su mi, da je skoro u pesku nađen komad zlata veliki kao poslednji član palca); najčešće se nalaze u najmodernijem nanosu posle plahih kiša. Ali i stariji diluvijalni nanosi kraj istih rečica jesu zlatonosni; ponegde se vidi da su ovi u starija vremena bili i eksploatisani” (Geologija Srbije I, str. 238).

O rudama borske okoline Žujović veli:

„Zlato je najdragoceniji metal što se u Crnoj Reci nalazi i traži. O njegovom nahodištu već je napred govoreno.

Srebrovita ruda nađena je u Boru. Herder misli da je srebro vađeno u Lukovu, jer tamošnje zgure ukazuju na srebro.

Bakarne se rude nalaze u Krivelju, Boru, Bučju i Crnom Vrhju.

Olovo u Krivelju.

Gvožđe u Boru, Zlotu, Bučju, Brestovcu i Valakonji” (Geologija Srbije I, str. 240).

Rudarski inženjer Mihailo Blagojević prospektovao je 1899. godine okolinu Bora. Ovom prilikom promatrao je „mnogo stranih rudarskih radova kod Bora i Krivelja u Timoćkom okrugu, koji prema tamošnjim utvrđenjima izgleda da datiraju još od rimskog vremena. Dalje se vide vrlo prostrani prerivni radovi na izdancima rudnih žica kod Brestovačke Banje i na terenu iznad Zlota” (Geološki anali 1903, str. 108). Po istom istraživaču u okolini Bora zlatonosni su nanosi skoro svih rečica i potoka.

Poslednje godine 19. veka geolog u rudarskom odeljenju D. Antula objavio je „Pregled rudišta u Kraljevini Srbiji”, izvanredno značajno delo. U njemu je sažeto sve naše ondašnje poznavanje o rudnim pojavama borske okoline. Antula je zabeležio u:

Boru pojave zlata u kopinama Crvene stene, zlato u nanosu Borske reke i gvoždene rude. Slučajno je ispustio da pomene i bakarne rude, koje su još mnogo ranije bile poznate.

Brestovcu — troskišta, na više mesta stare rudarske radove, zlato u nanosu Banjske reke i gvoždene rude;

Bučju — gvoždene i bakarne rude;

Valakonju — gvoždene rude, sumpor i gips;

Dobrujevcu — zlato;

Zlotu — troskišta, stare rudarske radove, zlato u nanosu, rude gvožđa;

Krivelju — stare rudarske radove, olovne, bakarne i gvoždene rude;

Lasovu — gvoždene rude;

Lukovu — stare rudarske radove, troskišta i gvoždene rude;

Metovnici, Šarbanovcu i Reci — zlato;

Oštrelju — stare rudarske radove i zlato;

Rgotini — gvoždene i bakarne rude i zlato;

Slatini — zlato, gvoždene i bakarne rude;

Crnom Vrhju — bakarne rude.

Kao što se iz izloženog vidi, poslednjih godina prošloga veka u okolini Bora došlo je do zajedničkog rada rudara i geologa. Dok su rudari uporno tragali za rudnim ležištima, po idejama i uputstvima Feliksa Hofmana, dotle su geolozi proučavali ne samo stene, u kojima se javljaju rudišta, već i pojedine minerale ovih stena. Prvi srpski mineralog Svetolik Stefanović saopštio je na sednici srpskog geološkog društva 10. novembra 1898. godine rezultate hemijskih ispitivanja augita iz Krivelja i amfibola ispod Stola.

Osnivanje timočkog rudarskog sindikata

Ovaj događaj je od neposrednog uticaja na pronalaženje borskog bakarnog rudišta pa o njemu valja nešto поблиže reći. Rudarska društva osnivali su naši ljudi i ranije, da bi udruženim materijalnim sredstvima otvorili neku mineralnu pojavu, pa je zatim unovčili prodajom kakvom inostranom društvu. Pre osnivanja timočkog rudarskog sindikata postojale su negoštinska, knjaževačka, resavska i podgorska rudarska društva. Sve su se one vrlo brzo raspadale u civtinskoj sredini.

Timočki rudarski sindikat osnovan je mnogo docnije, 1895. godine. I on je relativno kratko vreme posle osnivanja podelio sudbinu ranijih rudarskih društva. Ali je, sa druge strane, neposredno doprineo pronalaženju borskog bakarnog rudišta.

Tvorac rudarskog sindikata je Feliks Hofman, pasionirani rudar i izvanredan pozna-

valac geologije i rudarstva naročito u istočnoj Srbiji. Kao inženjer rudarskog odeljenja proputovao je 1888. godine ko zna po koji put severoistočnu Srbiju, ispitao mnoge rudne pojave. Izveštaj o rezultatima geološko-rudarskih proučavanja Hofman je objavio 1892. godine (Godišnjak rudarskog odeljenja, kn. I). Iz njega je stručna javnost u Srbiji saznala, da je istočna Srbija ne samo bakronosna već i zlatonosna oblast. Po dolinama Peka, Porečke reke i njihovih pritoka Hofman je otkrio prostrane ispirračke radove na proizvodnji zlata, a po Deli Jovanu i Pečkim planinama stare rudarske radove na proizvodnji zlata iz zlatonosnih kvarcnih žica.

Kako je Hofman bio u državnoj službi, sačekao je pravo na penziju (1894. god.) i ponovo se vratio terenima istočne Srbije, da opet okuša rudarsku sreću, koja mu pre četvrt veka, kad je došao u Srbiju, nije bila naklonjena. Ponovo je počeo da obnavlja svoj rudnik Kučajnu, ali je u isto vreme, blagodareći velikom uglédu koji je imao u Srbiji, uspeo 1895. godine da obrazuje zaista reprezentativno rudarsko društvo pod imenom „Timočki sindikat za istraživanje i eksploataciju rudnih naslaga u Timoku“. Članovi sindikata bili su: Pera Velimirović, Timočanin po rođenju, inače prvak radikalne stranke i ministar; Nikola Pašić, sve isto kao i prvi; Jevrem Gudović rudarski inženjer i bivši ministar; dr. Bril suvlasnik ugljenokopa Sisevac; Feliks Hofman i industrijalac Đorđe Vajfert. Poslednji je bio glavni finansijer celog preduzeća. Ali i ovo je društvo bilo kratkog veka. Zbog neuspeha u istražnim radovima ono se raspalo, pa su sva rudarska prava, koja je posedovalo, prešla na Vajferta. Hofman je prestao biti akcionar, ali je ostao uz Vajferta kao savetnik za rudarske poslove. Ova dva banatska Nemca, sudbinski vezana za Srbiju, bili su izvanredno sretna dvojka u našem rudarstvu. Hofman je ubedio Vajferta da treba i dalje ulagati u istražne radove. I ovaj ga je poslušao. U selu Glovici, kraj antičkih radova na proizvodnji zlata iz kvarcnih žica, Vajfert je obrazovao središte za vođenje istražnih radova po istočnoj Srbiji. Nabavljena je i hemijska laboratorija, gde su ispitivani uzorci sa svih Vajfertovih terena u Srbiji. Prve istražne radove, po savetu Hofmana, Vajfert je poveo na zlatonosnim kvarcnim žicama Deli Jovana.

Ostaci starog rudarstva u Boru

Borsko rudište bilo je poznato još u dubokoj drevnosti, u preistorijsko doba. Cno je otkopavano u isto vreme, kad se ispiralo zlato sa terasa naših zlatonosnih reka u istočnoj Srbiji. Ostaci materijalne kulture preistorijskog doba nalazeni su u gomilama prepranog nanosa u dolini Porečke reke (M. Vasić, Zapisnici srp. geol. društva 1905.), a isto tako i u okolini Bora. J. Žujović o tome piše (1893):

„Bakarna perioda u Crnoj Reci predstavljena je nalascima u Valakonji, Osniću, Boru i Slatini. Sve su to predmeti na formu preseka, ali kao da su služili za ubojna oruđa, a ne kao alatlijeke“.

Pošto je pronađeno borsko rudište arheolog M. Vasić je pisao:

„I u Boru (srez zaječarski okrug timočki) prilikom rudarskih ispitivanja slojeva bakarne rude nađeni su stari rudarski hodnici, koji, suđeci po fragmentima posuđa iz njih, takođe pripadaju preistorijskom dobu (verovatno bronzanoj periodu). Komade je poklonio Narodnom muzeju g. Đorđe Vajfert, industrijalac. Iz ovih starih rudnika u Boru verovatno je dobijen bakar, pošto se i danas nalazi tamo veoma bogata bakarna ruda“ (Godišnjak SAN, 1905). Iste godine u Srpskom književnom glasniku M. Vasić piše: „Za severoistočni deo Srbije utvrđeno je skorašnjim nalascima fragmentarnog posuđa u starim rudarskim hodnicima u Boru, da je rudarskih radova tamo bilo još u bronzanoj, ako ne čak i u bakarnoj periodu“ (br. od 16 okt. str. 597).

Antičko rudarstvo na borskim rudištima bilo je, u odnosu na doantičko, raskošno dokumentovano. Početkom našeg veka, kad je otkriveno bakarno rudište u Boru, antički rudarski radovi bili su skoro netaknuti. Prostirali su se na površini od oko 20 kv. km, poređani po oksidanim izdancima rudnih tela u pet paralelnih pojaseva, pravca SSZ-JJI. Očevicu otvaranja borskog rudišta i izvršnom geologu Dimitriju Antuli stari rudarski radovi izgledali su ovako:

„Dimenzije starih radova u ovome kraju svedoče nam ne samo o velikoj razmeri nekadašnjih rudarskih radova nego i o znatnoj debljini samih rudišta. Crvena Stena (Tilva Roš) u selu Boru, koja i sa velike daljine pada u oči sa svoje žive crvene boje, izgleda kao ogroman pokrivač (gvozdeni šešir) bakarnih rudišta i prekrivena je mnogobrojnim raskopima i grdnim masama stare kopine. Naspram Crvene Stene, na desnoj strani Borske reke, promatrali smo jednu raskopinu na Čuki Dulkanovoj, čija du-

žina iznosi 70 m, širina 30 m a dubina, do koje su stari sa svojim radovima silazili, prema sadašnjim istražnim radovima na Čuki Dulkanovoj, o kojima će docnije biti govora, može se približno uzeti 25—30 m. Daleko većih dimenzija izgleda da je raskopina koja se nalazi na 200 m severnije u Popovom potoku, ali joj se veličina ne može tačno odrediti iz razloga, što ovaj stari rad zahvata i korito pomenutog potoka na ovome njegovom delu. Inače manji broj raskopina i okana vrlo je veliki, i značajno je primetiti, da je svuda u kopini starih radova, pored vidljivih oksidnih bakarnih minerala, ispiranjem konstatovano i zlato. Pa kako su zlatna rudišta u svojim površinskim partijama uvek bogatija u zlatu, i kako se pored ovih starih radova, bar u borskoj okolini, nigde ne nalaze stara troškovišta, izgleda da je u ranijim vremenima ovde rađeno samo na ispiranju zlata. Stari su se ovde sa svojim radovima ograničavali na izdancima rudišta, a spuštali su se u dubinu samo za oksidnim, promenjenim rudama, u koliko se nalazilo vidljivo zlato. Primarna sulfidna rudišta, koja su u ovom kraju konstatovana na maloj dubini, 25—30 m ispod površine, stari su ostavljali nedirnutu, jer ih verovatno nisu mogli predaivati" („Rud. glasnik" 1904.).

Pored ostataka rudarskih radova u dolini Borske reke ležale su gomile prepranog nanosa. Prepiranjem nanosa dobijano je zlato oko susednog sela Slatine, zatim po terasama Donje Bele Reke i severozapadno od Bora u Krivelju i pritokama reke Lipe. Verovatno da je i u antičko doba rađeno na prepiranju zlatonosnih nanosa, kad su otkopavana korenna rudišta sa samorodnim zlatom.

Iz perioda antičkog rudarskog rada sačuvali su se i ostaci naselja. Tu na prvom mestu valja pomenuti kastel na Crvenoj steni. O njemu je 1876. god. zabeležio M. Đ. Milićević: „Na istočnoj strani sela Bora, na Crvenom Bregu, imaju razvaline od staroga gradića. Tu se nalazi usred grada jedna rupa, tako duboka, da se niko od stanovnika ne usuđuje da u nju uđe" (Kneževina Srbija). T. Đorđević piše o njemu (1905.):

„Iznad Bora na brdu Tilva rošu, nalaze se ostaci od nekakvog starog grada. O njemu mi je g. dr. Nik. Vulić, profesor Univerziteta, ustupio ove svoje beleške. O tome kastelu uopšte ne možemo reći ništa bliže, jer se od njega vidi vrlo malo što. Izgleda da je njegovo platno opasivalo ceo vrh Tilva rošu. Na jednom mestu otkopali su seljaci od tog platna jedan komad od prilike dva metra visok i toliko širok. Osim toga, otkopali su oni jedan komad, čija je visina ista i od prilike ista širina, koji se sa prvim sučeljava pod oštrim uglom. Da li je i ovaj drugi komad deo spoljnog platna, ne umem reći, ali mi se tako čini? Oba zida sagrađena su od krupnog netesanog kamena (sitnije komade upotrebljeno je samo da se ispune rupe

između krupnoga), koji je slepljen dobrim malterom. Kod ovoga grada nađen je prošle godine i jedan rimski nadgrobni kamen, koji se sada nalazi pred kancelarijom uprave borskog rudnika. Većim je delom desno i levo odbijen. Najveća mu je dužina 0,41 m, i najveća širina 0,31 m a, debljina 0,16 m. Iznad natpisnog polja nalazi se polje s reljefom koji predstavlja konja pred jednim trbušavim sudom sa širokim otvorom. Od suda se vidi samo leva polovina. Konj se nešto nagnuo natrag i ima vrlo dugačak rep. Ispod toga je udubljeno natpisno polje uokvireno jednom trakom. Ono je odbijeno desno i dole, a dugo je 0,17 m, široko 0,14 m. Slova su gruba i od njih se vidi samo:

D(is) M(anibus)/S(acrum)/

VIN (neko gentilno ime kao npr. Vincius ili slično)

IMV(?cognomen na imus?).

No i ako je ovaj kamen sa rimskim natpisom ovde nađen, iz toga se ne može izvesti da je kastel rimski, u toliko manje, što je taj spomenik mogao biti upotrebljen pri građenju kao materijal za zidanje. Neki dokaz za njegovo rimsko poreklo mogu biti opeke s uzdignutom ivicom, koje se nalaze u njemu, jer jako liče na rimske" („Srpski knj. glasnik" 1906., knj. 16, str. 532).

U podnožju Crvene stene nalazilo se je antičko groblje iz koga je bio iskopan rimski sarkofag. A u dolini Borske reke raspoznawali su se ostaci staroga naselja. U rudarskim zakopinama i oko njih nalaženo je nešto rudarskog alata, glinene rudarske lampe, rimski novci, rbine zemljanog posuđa.

Tajnu borskih rudišta odala je Crvena stena (vlaški: Tilva roš), početkom našeg veka, kupasto brdo kraj Borske reke, koje, kako Antula reče „i sa velike daljine pada u oči sa svoje žive crvene boje". Crvena boja stene poticala je od oksida gvožđa, nastalog u oksidacionoj zoni velikog kvarčno-piritskog rudnog tela sa nešto bakra, zlata i srebra.

Pronalaženje korisnih mineralnih ležišta prema boji njihovih izdanaka na površini, čini mi se da je staro, koliko i samo rudarstvo. Boja mineralnih izdanaka na površini može biti toliko upadljiva, da u naseljenim oblastima bude odmah zapažena i da joj narod da odgovarajuće ime. Toponimi kao što su Crniljevo, Crljeni, Crljenci, Progoreoci, Gari obrazovali su se u blizini ugljenih izdanaka, koji su crne ili mrko-crne boje, ako ugaj nije goreo, ili crveni odnosno pečeni kao opeka, ako je ugljeni izdanak bio zahvaćen vatrom. A koliko li je tek crvena ili crveno-mrka boja oksidisanih izdanaka rudnih tela ili kore raspadanja umerenog odn. pustinjskog klimata uticala na toponomasti-

ku oblasti? Setimo se da su dva Crvena bre- ga i dve Žute prline, u stvari, imena naših olovno-cinkovih rudišta: Crveni breg na A- vali i kod sela Ruplja u vranjskom kraju; Žuta prlina na Kopaoniku i na rudištima Brskova.

Andezitski masiv istočne Srbije obiluje nazivima usko vezanim za tle. Ja ću ovde na- brojati samo nekoliko, uzetih iz literature od- nosno topografskih karata. Svakako da ih ima mnogo više. Među pobrojanim nazivima najveći broj odnosi se na promenu tla pod uticajem atmosferilija. Dve trećine naziva su pridevi crven i rđav (od rđe), što savremeno rečeno ukazuje na oksidaciju gvožđa na po- vršini. Znatan broj naziva upućuje na zlato- nosnost tla a samo jedan na bakar. Nema ni jednog toponima, koji bi ukazivao na rudar- stvo, što se može tumačiti davnašnjim pre- stankom rudarskih radova. Toponime okoli- ne Majdanpeka nisam ovde unosio. Evo ne- koliko takvih naziva:

Bakarni potok, teče sa Crvene stene u Savincu.

Zlatija, brdo kod Vražogrnca. Okolina je zlatonosna.

Zlatna glava, brdo na putu od Lasova ka Lenovcu.

Zlatina, lokalnost južno od Bora.

Zlaće, lokalnost kod Zlota.

Zlot, možda naziv potiče od zoloto. Ceo je kraj zlatonosan.

Rđava padina, jugoistočno od Crnog vrha, sa starim rudarskim radovima.

Rđav potok teče sa Crvene stene u Sa- vincu.

Crvena reka, severno od Bora, pritoka Kriveljske reke.

Crvena stena, borsko rudište, sa mnoštvom starih radova.

Crvena stena, brdo u Savincu sa starim rudarskim radovima.

Crvena stena, mesto u ataru sela Dobrog polja.

Crveni breg, blizu Brestovačke banje.

Crveni kamen (vlaški: Pjatra roš), sever- no od Bora, sa starim radovima.

Crveni potok, kod Markovog kamena.

Crveni potok, iznad sela Sumrakovca.

Crvena stena domamila je na borsko ru- dište još preantičkog prospektora, a za njim i antičkog, kao što je Crveni potok u Kri- velju domamio na tamošnje nalazište gvoz-

denih ruda 1845. godine beogradskog limara Štajnlehnera. Crvena boja stena uvek doča- rava istraživaču rudište u dubini. Prema Pliniju starijem, rimski prospektori, tražeći zlato, najpre su pronalazili „segullum, ka- rakterističan mineral po kome rudari znaju, da se negde u blizini nalazi zlato.” Crvene kvarcne mase po andezitskim stenama istoč- ne Srbije su najizrazitiji segullum rimskih rudara, jer su, po pravilu, negde manje negde više zlatonosni. One su dale povoda otkopa- vanju korenih rudišta zlata, bez obzira da li su se ona nalazila po andezitima, gabrovima ili kristalastim škriljcima istočne Srbije.

Srednjovekovno rudarstvo na borskim ru- dištima nije do sada ničim, dokazano. Da su ova rudišta bila poznata srednjovekovnim rudarima, više je nego sigurno. U Srbiji nije moglo ostati ni jedno mesto sa antičkim ru- darskim radovima, koje nisu pronašli sred- njovekovni rudari i na njemu okušali sreću. Za borsko rudište znali su utoliko pre, što se nalazilo između dveju saskih naseobina, Železnika (današnjeg Majdanpeka) i naselja nepoznatog imena kod sela Vratarnice u do- lini Timoka. Srednjovekovnog rudarstva bilo je duž Zlotske reke i kod Lukova. Kod po- slednje lokalnosti još sedamdesetih godina prošloga veka poznavala se je vada, kojom je tekla voda u topionici. M. Đ. Milićević (Kneževina Srbija, 1876.) pominje, zapadno pod Rtnjem, vis pod imenom Šaški deo. Uo- stalom, ako je Crvena stena pala u oči do- antičkom i antičkom prospektoru zlata samo svojom bojom, srednjovekovnog rudara je primamila ne samo bojom već i ruševinama kastela, koji su Rimljani na njoj sagradili.

Što se tiče pitanja, da li se na Crvenoj steni, napuštenom antičkom rudištu, moglo raditi u srednjem veku slobodnim rudarskim radom, odgovorio bih odrečno. Najbogatije zlatonosne rude bile su otkopane još u an- tičko doba. Slobodan rudar u srednjem veku nije mogao nastaviti rad na rudištu, gde nije bilo rude za antičkog rudara roba. Čak i da je borsko zlatonosno rudište pronađeno u srednjem veku, njegovo se otkopavanje ne bi ni onda isplatilo, sem besplatnim radom okolnog stanovništva. Prema tome smatram, da su srednjovekovni rudari prešli preko borskog rudišta kao preko iscrpljenih ležišta zlatonosnih ruda iz antičkog doba. A takvih je ležišta bilo u istočnoj Srbiji na više mesta (zlatonosne kvarcne žice u Zlotu, na Deli Jovanu, u Peku i drugde).

Istražni radovi na borskim rudnicima

Počeli su skoro jednovremeno kad i na Deli Jovanu. Borski tereni, odavno poznati kao rudonosni, privlačili su pažnju zainteresovanih rudarstvom. Pre nego što je Vajfert na njima stekao prva rudarska prava, oni su pripadali nekolicini istraživača, ali kako nisu ništa radili, prava su im se gasila.

Prvi istražni radovi u Boru, po Hofmanovoj preporuci, počeli su 1897. godine. Njima je, kao i svim ostalim Vajfertovim rudarskim radovima, rukovodio Franja Šistek. Istražni radovi na borskim rudištima bili su usmereni na pronalaženje zlatonosne rude. Na to je upućivao karakter starih rudarskih radova i nalazak samorodnog zlata u njihovim kopinama. Ali se računalo i sa otkrivanjem bakarnog rudišta, jer su u starim kopinama nalazeni komadi „falerca i bakarne rude”. Ove rude pokazivao je Šistek nemačkom stručnjaku Bilharcu 1898. godine.

Najživlje se radilo na Crvenoj steni. Ona je mnogobrojnim starim rupama i „grdnom” kopinom oko njih najviše obećavala. U 1898. godini potkopom na Crvenoj steni presečena je zlatonosna pirijska žica sa 40 g/t zlata. Istražni radovi vode se i sledećih godina na više mesta a na Crvenoj steni, prema Antuli („Pregled rudišta etc.” 1900) presečena je potkopom ispod starih radova „trošna trahitska stena, vrlo jako impregnisana piritom”, koga je bilo u steni oko 10⁰%. Zlata je bilo samo u tragovima. M. Blagojević je 1899. godine bio u Boru i okolini, video je istražne radove i smatrao, da je Vajfert na ovim terenima malo uradio.

Sve do 1902. god. radilo se, uglavnom, na Crvenoj steni, jer je na njoj i oko nje bilo najviše starih rudarskih radova. Osim toga, ona je crvenom bojom delovala impresivno i poduživala nade istraživača. Ali kad u njoj nije ništa nađeno, što bi u taj mah zadovoljilo rudara, rad je obustavljen pa je početak, posle 4 ili 5 godina lutanja, sudbonosni potkop ispod čuke Dulkanove, koja je ležala prema Crvenoj steni, s druge strane Borske reke.

Kako je izgledala Dulkanova čuka pre pronalaženja borskog rudišta i šta je ona obećavala istraživaču? Po morfološkom izgledu ona se nije razlikovala od ostalih susednih čuka u andezitskom masivu. Od starih rudarskih radova nalazio se je samo jedan raskop, dug 70 i širok 30 m, u kvarcnom šeširu kao i na Crvenoj steni. Kvarcna masa

čuke Dulkanove istraživana je u višim horizontima ali bez uspeha, kao što su bili i bezuspešni istražni radovi u Popovom i Rajinom potoku. Savremenik otkrivanja borskog rudišta D. Antula veli:

„Čuvena borska gromada bakarnih ruda otkrivena je, posle petogodišnjeg bezuspešnog istraživanja po drugim tačkama, istražnim radom ispod jednog starog rova, u čijoj je kopini zapaženo samo nekoliko zerca zlata i nešto malo zemlje, obojene bakarnim karbonatima” (Predgovor dela „Rudarstvo u Srbiji” od Jaše Grgaševića, 1923.).

Iz Borske reke poterana su bila dva potkopa pod čuku Dulkanovu, 150 m udaljena jedan od drugoga. Jugoistočniji potkop, posle 15 m ušao je u sileksne mase. Do 119,5 metara sekao je propilitisane i okvarcovane andezite, zatim je presecao glinovito-kvarcnu masu od pola metra i najzad ušao, kako veli Antula, u gotovo homogenu rudnu masu čuke Dulkanove. Kako je ruda bila izvanredno tvrda, do kraja 1902. godine ušlo se u nju samo 5,5 m. Sudeći po tome, koliko se ušlo u rudno telo, rudište je pronađeno u drugoj polovini decembra 1902. godine. U jednom novinskom članku („Samouprava” 1905., br. 204) zabeleženo je, da je rudište otkriveno oktobra 1902. godine. Čudno je onda, kako je do kraja godine izrađeno samo 5,5 m potkopa. Ma kako da je ruda bila tvrda, ušlo bi se više u rudno telo.

Legende o pronalaženju bakarnog rudišta u Boru počele su se plesti dosta rano. Deset godina posle pronalaska rudnog tela evo kako se pričalo o tome.

U Borskom potoku Šistek je nalazio komadiće bakarnih ruda, ali nije znao odakle su. Posle petogodišnjeg istraživanja digao je ruke od rada, rudarski alat vratio u Glogovicu, a u Boru je ostavio nadzornika Engelharta sa četiri radnika, da iz Borskog potoka poteraju potkop. Prva četiri dana potkop je sekao jalovinu, jer se nije moglo naići ni na najslabiji trag rude, te je već bio rešio (misli se na Engelharta) da obustavi rad. Ipak, naredio je dvojici radnika, da još tu noć kopaju, a sam otišao u borsku mehanu, da se sa prijateljima pred svoj odlazak oprosti. Ovo je bila jedna znamenita noć za istoriju Borskog rudišta. Nadzornik Engelhart sedeo je u mehani, kad oko 11 časova bahnu jedan radnik sa rudarskom lampom i reče nadzorniku:

„Sad baš upalismo mine”.

Ovo je na rudarskom jeziku značilo da su naišli na rudne naslage.

Engelhart odmah skoči i otrča u potkop. Pošto je konstatovao rudu, on naredi forsiran rad a jednog seljaka smesta pošlje u Sv. Anu da javi Šisteku radostan glas. Šistek se se zorom vrati u Bor sa svima radnicima i tako postepeno otkrije blago borskog rudnika, koje je prošle godine dalo akcionarima čistog prihoda dva miliona i devet stotina hiljada dinara („Pravda”, dnevni list, 1912, br. 121).

Poenta ove, kao i mnogih legendi, je čudo odnosno vanredna rudarska sreća. Što Šistek sa svima radnicima nije uspeo za pet godina, rudarskog nadglednika Engelharta poslužila je dobra rudarska sreća, pa je za četiri dana, samo sa četiri radnika, poterao nov potkop i njime otkrio rudište bakra u čuki Dulkanovoj. Čudo je utoliko veće, kad se pouzdano zna, da je rudno telo u Dulkanovoj čuki doirnutu potkopom tek na 120-om metru.

Kad se ovakva legenda obrazovala jedna deset godina posle otkrivanja rudišta, onda nije čudo, što je posle pet decenija bila mnogo razgranatija i kitnjastija. Da čudo prevaziđe samo sebe, rudari su na svoju ruku, nastavili da rade u jami, kad su radovi već bili obustavljeni i tako su pronašli rudu. Da li još ima u svetu takvih rudara?

Da se vratimo činjeničnom stanju. U 1903. godini nastavljeno je presecanje rudnog tela, koje je, na nivou ovog potkopa, bilo debelo 25,5 metara. Ruda je bila veoma bogata bakrom, kao što pokazuju analize sa svakog metra potkopa:

1. m 7,8 i 5,4% Cu	15. m 12,8 % Cu
2. „ 9,5 i 13,5 „ „	16. „ 3,2 „ „
3. „ 8,3 i 10 „ „	17. „ 7,4 „ „
4. „ 9,7 „ „	18. „ 5,6 „ „
5. „ 7 „ „	19. „ 3,2 „ „
6. „ 15,8 „ „	20. „ 6,2 „ „
7. „ 8 „ „	21. „ 11,4 „ „
8. „ 15 „ „	22. „ 7,6 i 12,1% Cu
9. „ 5,8 „ „	23. „ 11,7, 6,1% Cu
10. „ 15 „ „	24. „ 17, 21,5% Cu
11. „ 13,4 „ „	25. „ 5,5; 13,3 24,5
12. „ 19,4 „ „	25,6; 14,7% Cu
13. „ 17,6 „ „	26. „ 12,1; 19,2; 6,9% Cu
14. „ 6,4 „ „	

Prema ovim analizama srednji sadržaj bakra na prvom preseku rudnog tela Dulkanove čuke iznosio je impozantnu količinu

od 10,5%. Iz istog vremena jedna srednja proba, analizirana u Parizu, dala je ove rezultate:

Cu	10,21%
Fe	23,85%
S	36,10%
As+Sb	0,20%
SiO ₂	29,5%
Au	1,5 g/t
Ag	70 g/t

Prve analize borskih ruda vršene su u rudničkoj laboratoriji u Glogovici.

Do maja meseca 1903. godine rudno telo bilo je istraženo po pružanju 100 m, po debljini 27,5 m i po visini 36 m. Prema tome, rudna masa sastojala se iz 85.130 m³, čija je specifična težina, kod preračunavanja u tone, uzeta samo kao 3, zbog eventualne nejednake debljine rudnog tela. Na taj način izračunate rezerve iznosile su 255.390 tona. U stvari bile su znatno veće.

Najzad su izvanrednim uspehom bili krunisani Vajfertovi poduhvati na istraživanju rudišta u Srbiji. Uoči pronalaska borskog rudišta pronosili su se glasovi, da je Đorđe Vajfert bio pred finansijskim slomom. Možda je to bilo i tačno, kad se ima na umu da je Vajfert dotle neprekidno ulagao a nije otkrio ni jedno rudište, koje bi mu nadoknadilo bar sopstvene troškove na istraživanju. Pre nekoliko godina, akademik Milivoje Lozanić pokazao mi je spisak Vajfertovih gubitaka u rudarstvu Srbije. Vajfert je bio prijatelj Sime Lozanića, Milivojevog oca. Na rudniku zlata sv. Ana Vajfert je izgubio 730.000 dinara, na rudniku žive Šuplja Stena na Avali 720.000 dinara; na planini Rudniku, finansirajući Mišu Mihailovića 500.000 dinara; na rudniku olova i cinka Crveni Breg kod sela Ruplja 350.000 dinara i na zlatonosnom rudniku Blagojev Kamen 200.000 dinara. Ukupno 2,5 miliona dinara. U ono vreme to je bio izvanredan finansijski napor za jednog industrijalca piva u Srbiji.

Da je Vajfert početkom 1902. godine bio finansijski iscrpen dok još nije bio poterao sudbonsni potkop pod Dulkanovu čuku, svedoče njegovi rashodi na istražne radove u 1902. godini. Oni su iznosili svega 13.933,8 dinara, i to ne samo na borskim rudištima već i na drugim mestima u granicama njegovog isključivog prava istraživanja (Luke, Dubočani). U 1903. god., posle pronalaska rudišta pod Dulkanovom čukom, ovi su rashodi po-

rasli više od 6 puta i iznosili su 86.847 dinara. To se vidi i iz broja utrošenih nadnica i dužine podzemnih rudarskih radova. Sa 3690 nadnica iskopano je 1902. god. 395 m potkopa, dok je sledeće, 1903. godine, sa 17.168 nadnica izrađeno 1.454 m potkopa.

Neuspela ulaganja u rudarske objekte pre otvaranja borskog rudišta mogla su i pokolebati Vajfertovo nastojanje, da dođe do uspeha u rudarstvu Srbije. Možda bi se on još ranije povukao iz rudarstva, da nije bilo njegovog zemljaka, upornog istraživača Feliksa Hofmana kome je strpljivi finansijer verovao. Hofman je, kako nas obaveštava savremenik pronalazača borskog rudišta „svojim savetima podsticao i radove na zlatnim rudištima na Deli Jovanu i čuvenim borskim bakarnim rudištima”. On nije dao Vajfertu da stane na pola puta. Ovaj ga je poslušao, nastavio je sa ulaganjem i bio nagrađen borskim bakarnim rudištem. Hofman je čvrsto verovao, da je rudarstvo, uopšte uzev, veoma unosna privredna grana, ali ono nagrađuje samo pametnog i strpljivog ulagača. Povodom rada srpske države u Majdanpeku šezdesetih godina prošloga veka Hofman negoduje „zbog onog čudnovatog nestrpljenja, od strane vojnog ministarstva, koje je odmah tražilo pozitivne rezultate, ne uzimajući ni malo u obzir to, kako se u ovakvim preduzećima vazda mora prvo sačekati, dok se ne pribere nužno iskustvo, pa tek onda da se počnu brati plodovi truda i kapitala” („Godišnjak” rud. odelj. I, 1892. str. 26).

Pronalazače borskog rudišta bio je i Hofmanov trijumf. Ako nije uspeo kao stručnjak i finansijer na sopstvenom rudniku u Kučajni, uspeo je kao istraživač u Boru. Ovo mu Vajfert nikada nije zaboravio. Kad je primio od Francuza novac i akcije za prodaju borskog rudišta, Hofmanu je ustupio 60 akcija, kojim je ovaj otplatio dug klasnoj lutriji, što je svojevremeno progutala Kučajna. Posle Hofmanove smrti odnosno posle prvog svetuskog rata, Vajfert se u korist Hofmanove dece odrekao svoga udela u Blagojevom Kamenu, kad je rudište prodato francuskom kapitalu.

Kad je reč o pronalazaču borskog rudišta, ostalo je još da se osvrnemo na jednu zabludu, ukorenjenu u literaturi o borskom rudniku. Odomaćilo se mišljenje, uostalom sasvim pogrešno, da je Franja Šistek pronašao borsko rudište. Prvu vest o tome pustio je u javnost „Rudarski glasnik” za 1904. go-

dinu. U rubrici „Vesti” čitamo: „Za direktora borskih rudnika postavilo je društvo g. Franju Šisteka, upravnika zlatnog rudnika u Glogovici, koji je istraživanja na ovim rudnicima vršio nekoliko godina i na njima pronašao moćno i prostrano rudište za eksploataciju”. Ova vest je potekla od rudarskog inženjera Petra Ilića, vlasnika „Rud. glasnika” i stručnjaka svakako dobro obaveštenog. Franja Šistek je rukovodio svima Vajfertovim radovima na rudarstvu. U istočnoj Srbiji, na rudniku sv. Ana bio je direktor, ali je pod njegovim rukovodstvom istraživana aluvijalna ravan Donje Bele Reke, okolina Bora, rudište pod Crvenim Bregom u selu Ruplju. Povrh svega, Franja Šistek je rukovodio i eksploatacijom ugljenokopa u Kostolcu. Na borskom rudištu on je imao svoga zastupnika, rudarskog merača Jaroslava Kučeru, koji je neposredno upravljao istragama a uzgred bio i merač u Glogovici.

Međutim, ni Šistek, a još manje Kučera, nisu odlučivali gde će se i sa kakvim idejama voditi istražni radovi. Oni su bili tehnički rukovodioci i izvršivali su vlasnikova naređenja. Prema tome, Pera Ilić, kad je pisao da je Šistek pronašao borsko rudište, shvatio je taj pronalazak kao rezultat višegodišnjih istražnih radova, tehnički rukovođenih. Kad je umro Franja Šistek 1907. godine P. Ilić je u „Rud. glasniku” štampao nekrolog iz kojega čitamo: „Kao direktor ovog rudnika (misli se na sv. Anu u Glogovici) istraživao je rude oko Brestovca, Bora, Krivelja i Oštrelja, dokle nije otvorio Borski rudnik...” Ovde je, mislim, sasvim jasna prava uloga Šistekova u pronalazaču borskog rudišta.

O Šistekovoj ulozi pri otvaranju borskog rudišta imamo još jedno veoma autoritativno i nedvosmisleno mišljenje. Dr Dimitrije Antula geolog u rudarskom odeljenju bio je u Boru 1903. godine zajedno sa nekim članovima rudarskog odeljenja, verovatno kada je trebalo dati Vajfertu povlasticu. On je u „Rudarskom glasniku” za 1904. god. objavio članak o borskom rudištu u kome između ostaloga piše:

„Ali što se još danas s izvesnom pouzdanošću može govoriti o prirodi i značaju bakarnih rudišta u Boru i Krivelju, najviše zahvalnosti dugujemo g. Franji Šisteku, upravniku istražnih radova na ovim rudištima, koji ne samo da nam je poslužio kao iskusan vođ po ovom terenu, nego je svojim izvršenim radovima već toliko uspeo, da su ova rudišta mogla biti pristupačna našim promatranjima”.

Kao geolog rudarskog odeljenja i savremenik ovoga posla Antula je morao znati, bolje od svih ostalih, kakva je bila Šistekova uloga u otkrivanju borskog rudišta. I on je to napisao sasvim jasno i nedvošmisleno.

Da je Franja Šistek pronalazač borskog rudišta, lansira Dušan Jovanović u knjizi „Serbie orientale. Or et cuivre”. Paris 1907. On tamo piše: „Šistek kome pripada čast što je otkrio borsko rudište (M. Schisteck, auquel appartient l'honneur d'avoir decouvert les gites des Bor)”. Ovo se mišljenje proširilo preko dnevne štampe i usvojeno je od neobaveštenih.

Ima autentičnih podataka da je Hofman, pre svih drugih, zaslužan za pronalaženje borskog rudišta. Savremenik otkrivanja borskog rudišta geolog D. Antula, povodom Hofmanove smrti piše: „On je svojim savetima potsticao i radove na zlatnim rudištima na Deli Jovanu i čuvenim borskim bakarnim rudištima.” Drugo i najverodostojnije svedočanstvo o Hofmanovim zaslugama za otkrivanje borskog rudišta potiče od F. Gramberga, Vajfertovog rođaka i naslednika. Prilikom polaganja temelja prvom stepenu elektrolize u Boru, 1936. godine, Gramberg je na svečanom skupu izjavio:

„Naša je dužnost da se danas setimo onih prvih pionira koji su u svoje vreme, pod vrlo teškim materijalnim i tehničkim uslovima, izvršili prve riskantne rudarske istražne radove, oni su pravi osnivači Borskih rudnika i bez njih mi ne bismo danas bili ovde. Pokojni Feliks Hofman poznati inženjer i tvorac rudarstva u predratnoj Kraljevini Srbiji, već u 1876. godini, za vreme turskog rata, proučio je geološke i rudarske prilike u Boru i Krivelju... Po idejama pok. Hofmana pok. Franja Šistek rudarski inženjer izvršio je istražne radove u Glogovici i Boru, koji su trajali više od šest godina...” („Rud. top. vesnik” 1936. br. 10).

Što je Hofman stekao najviše zasluga za pronalaženje borskog rudišta ne treba niko-

ga da iznenadi. On je bio izrazita istraživačka priroda, a pri tom rudar ne samo po školovanju u šemničkoj akademiji, već i kroz generacije predaka. Njegovi su preci od pamviteka bili rudari, Hofmanovo interesovanje prilikom promatranja na terenu bilo je svestrano. Po andezitskom masivu istočne Srbije putovao je više puta, svakako u poteri za bakarnim i zlatnim rudama. Ali prilikom terenskih promatranja nije propuštao da obrati pažnju i na arheološka nalazišta. Tako je 1882. godine vršio iskopavanja u Lazarevoj pećini u Zlotu. Rezultate je objavio u Glasniku srpskog učenog društva za 1882. god. Kod sela Laznice promatrao je preistorijsku ruinu, oko koje su pronalazili bakarne predmete, što dovodi u vezu sa preistorijskom rudarskom aktivnošću u Majdanpeku.

Da zaključimo! Pronalaženje borskog bakarnog rudišta nije bilo ni lako, ni brzo. Za njim se tragalo, praktično uzev, od 1848. godine tj. od otvaranja rudnika u Majdanpeku. Više od pola veka lutalo se za novim rudištima bakra, dok se nije došlo na pravo mesto, u selo Bor. Pa ni ovde se rudište nije olako pronašlo. Pet godina vrteli su se naši najbolji rudari i geolozi oko čuke Dulkanove, dok u njoj nisu otkrili veliko rudište bakra.

Za pronalaženje borskog rudišta zaslužni su oni naši malobrojni obrazovani rudari koji su istovremeno bili i geolozi. Među njima se najviše ističe Feliks Hofman. On je krajem 1862. godine počeo tražiti rude po istočnoj Srbiji i tačno posle 40 godina sistematskog, svestranog, predanog i oduševljenog rada na rudarstvu doživeo trijumf, pronalaskom borskog rudišta. Hofmanove zasluge ovekovečene su freskom u borskoj crkvi. Tri rudara u klečećem stavu su tvorci rudnika: naučni Feliks Hofman, tehnički Franja Šistek i finansijski Đorđe Vajfert.

Literatura

Simić, V.: „Istorijski osvrt na rudarstvo borskog rudišta” (rukopis).

Kongresi i stručna putovanja

Zasedanje grupe eksperata za produktivnost pri Komitetu za uglj Ekonomске komisije za Evropu Ženeva, 1964. god.

Rad komisije se odvijao na sednicama eksperata. Sednice su održavane po dve dnevno. Ukupno je bilo 6 sednica. Na sednicama je podneto 6 referata i zaključci sa preporukama na osnovu podnetih referata, a razmatrani su i predlozi o daljem radu.

Konferenciji je prisustvovalo ukupno 20 delegata: iz Belgije (1), Bugarske (1), Čehoslovačke (1), SR Nemačke (1), Francuske (2), Mađarske (2), Italije (1), Holandije (1), Poljske (3), Španije (2), SSSR-a (1), Velike Britanije (2), Jugoslavije (3), CECA-e (1) i ILO-a (1). Sednicama je prisustvovao sekretar Komiteta za uglj (ing. Filecki).

Za predsednika konferencije bio je jedno-glasno izabran delegat Belgije (J. Wenter), za potpredsednike delegat SSSR (A. Karčenko) i delegat Francuske (Callot). Posle izbora odobren je predloženi dnevni red i dati su sledeći referati:

Uticaј proizvodnih jedinica sa visokim kapacitetom po jedinici na produktivnost

Referat je podneo francuski delegat. Referat je studija o varijacijama broja izvršenih nadnica s obzirom na proizvodnju 1000 tona (netto) u francuskim širokočelnim rudnicima kao funkcija kapaciteta i produktivnosti. U tom cilju je bilo izvedeno niz analiza kako bi se dobili rezultati rada na širokim čelima u toku jednog meseca (najmanje 20 radnih dana). Data je i korekcija između broja izvršenih nadnica na čelu prema broju izvršenih nadnica na ostalim radnim mestima s obzirom na 1000 tona proizvodnje. Ta studija bazira na matematičkom postupku analize podataka dobivenih statistikom. Rezultati tih sagledavanja dati su u dijagramima, kojima se utvrđuju korelacije između produktivnosti i kapaciteta s obzirom na:

- izvršene nadnice na ostalim radnim mestima,
- izvršene nadnice na čelu (sva čela),

- izvršene nadnice na čelima sa plugom,
- izvršene nadnice na čelima sa podsekačicama,
- izvršene nadnice na čelima sa otkopnim čekićima.

U diskusiji po toj temi dati su pogledi pojedinih delegacija po tom problemu.

Potreba za postizanje višeg stupnja koncentracije

Referat je podneo delegat Velike Britanije. Referat daje pregled do sada postignutih rezultata na polju povećanja produktivnosti. Ti rezultati pokazuju, gde su bili i gde će se moći postići glavni uspesi i šta treba još učiniti, da se mogu izvršiti zadaci, koje je „Coal Board” postavio. Glavni zaključci su sledeći:

- odlični rezultati napretka bili su postignuti u Velikoj Britaniji, uglavnom, zbog koncentracije i mehanizacije;
- dati uspesi iz tog rada se očekuju u bližoj budućnosti zbog novih tehnoloških postupaka i većeg kapaciteta kao i broja utovarivača;
- u daljoj budućnosti se očekuje povećanje produktivnosti nakon završetka dva projekta (kontrolisana mehanizacija utovara i kontrolisana mehanizacija podgrađivanja);
- smanjenje radnika na neproduktivnim radnim mestima mehanizacijom postupka;
- poboljšanje kvaliteta uglja (smanjenje pepela u uglju za TE, manji izvoz jalovine iz jame).

Tim merama će se za budućih 10 godina povećati produktivnost rada za 5% godišnje, što će omogućiti stabilizaciju cena. U diskusiji su bili objašnjeni problemi o definiciji mehanizacije na čelu, o merama koje je potrebno preduzeti za osiguranje potrebnog kvaliteta uglja kod mehanizovanog dobijanja, o definiciji većih rekonstrukcija rudnika i o broju smena kod 24-satnog radnog dana.

Tehnika metode studija tehnološkog procesa

Referat je podneo delegat SR Nemačke. Referat obuhvata metode studije tehnološkog procesa, koje se primenjuju u SR Nemačkoj i uspeh odnosno poteškoće kod primenjivanja u praksi.

U diskusiji se je raspravljalo o načinu obučavanja inženjera za sprovođenje studija, o metodama studija radova na transportu i o reaganju personala rudnika.

Uticao mehanizacije širokih čela u Podmoskovskom basenu na produktivnost

Referat je podneo delegat SSSR. U referatu se podnose rezultati intenzivne mehanizacije čela sa OMKT kompleksima u Podmoskovskom basenu. Sa upotrebom OMKT kompleksna produktivnost na čelima je povećana za 12% prema čelima, koja su upotrebljavala podsekačiće — utovaračiće bez mehanizovane podgrade. Tim postupkom se je smanjio ukupan broj radnika za 13%. Smanjio se je potreban intenzitet odnosno napor radnika. Uvođenjem OMKT kompleksa smanjio se broj zaposlenih u jami za 30,3% i produktivnost je porasla za 43%. Sada radi u SSSR 68 jedinica.

U diskusiji se je raspravljalo o mogućnosti primene OMKT u 75% slučajeva, gde moćnost slojeva nije bila manja od 2,2 m. U većim dubinama nije još ispitana, pošto u tim dubinama radi samo malo jedinica, a zasad po tom problemu još nema dovoljno iskustava. Mogućnost provetravanja je manja i upotrebljava se samo u rudnicima u kojima nema opasnosti od eksplozije. Problem održavanja mašina je važan. Vrše se probe sa kompleksima dužine do 100 m u dužinama polja do 1.200 m.

Koncentracija dobivanja uglja i produktivnost u rudnicima Ostrovsko-Karvinskog basena

Referat je podneo delegat ČSSR. U referatu su dati podaci o povećanju proizvodnje (za 6,1% u odnosu na 1962. i 20,2% u odnosu na 1954). Napredak čela je najveći u slojevima sa moćnošću manjom od 49 cm i u slojevima sa padom 22—60°. Dužina čela se povećava. Učinak se, međutim, ne povećava zbog više razloga (ne-

dostatak mehanizovane opreme, fluktuacija). Rezultati, postignuti u nekim rudnicima ukazuju na dalju potrebu koncentracije proizvodnje. U diskusiji su bili obrazloženi pojedini visoki rezultati u proizvodnji i produktivnosti, kao i delatiji rudnika u Dukli.

Novi razvoj podzemnog transporta, sa zadatkom kako bi se obezbedila maksimalna koncentracija proizvodnje sa čela

Referat je podneo poljski delegat. U referatu se prikazuje razvoj jamskog transporta u Poljskoj. Zaključeno je da:

- intenzivna mehanizacija rada na čelu traži modernizaciju transporta u otkopnom polju i na glavnom prevozu;
- modernizacija tog transporta je izvršena (daju se podaci) i sada transport nije više usko grlo i neće biti ni ubuduće;
- pošto je problem transporta rešen, može se pristupiti daljoj mehanizaciji i automatizaciji dobijanja uglja.

U diskusiji se je raspravio problem radnog vremena primene „room and pillar” metode u Poljskoj, o problemu transporta (odgovarajuća udaljenost od čela do okna, broj prevezanih kilometara za 1,0 mil. tona, broj načina transporta na tonu).

Posle čitanja referata i diskusije bila je debata o budućim zadacima. Pojedine delegacije su predložile 14 problema za referate na narednim sastancima. Jugoslovenska delegacija predložila je 2 teme: „Problem eksploatacije moćnih slojeva” i „Problem miniranja sa posebnim osvrtom na produktivnost”. Od tih predloga usvojeno je 9 tema i obe jugoslovenske. Za naredno zasedanje krajem 1964. godine usvojene su 2 teme:

- „Problem koncentracije radnog vremena” i
- „Problem jamskog transporta”.

Delegacija SSSR pripremiće radne teze za te teme i svaka delegacija će u roku od 6 meseci podneti svoj izveštaj po tim problemima.

Dipl. ing. R. Ahčan

Prikazi iz literature

Autor: Baron, L. I., Eršov, N. N.

Naslov: Francusko-ruski rudarski rečnik (Dictionnaire minier francais-russe, Francuzsko-russkij gornyj slovar')

Izdavač: Fizmatgiz, Moskva, 1963.

Posle 66 godina opet se pojavio jedan francusko-ruski rudarski rečnik.

Prvi rečnik bio je delo D. A. Sabanjejeva („Francuzsko-russkij slovar' glavnejših terminov i ugroženij po gornozavodskom delu i soprikošajuščimsja k nemu naukam"), raden 1897. u Lenjingradu (tadašnji Sankt-Peterburg). Od tog rečnika pa do 1963. godine nije bilo francusko-ruskih rudarskih rečnika.

Ovaj rečnik sadrži oko 40.000 termina, a izdavači su ostavili i dve prazne stranice u koje će korisnik uneti termine kojih u rečniku nema. Broj termina ovog rečnika nije smanjivan u odnosu na slične rečnike, ali je tiraž smanjen. Naime, englesko-ruski rudarski rečnik sa približno jednakim brojem termina (od istih sastavljača) izdat je u 12.000 primeraka, a tiraž ovog, francusko-ruskog, rečnika je tri puta manji (samo 4.000 primeraka).

Pri izboru termina autori su vodili računa o naglom razvoju rudarske nauke i prakse za poslednjih četvrt stoeća. Po svom obimu i značaju rudarstvo se učvrstilo kao odlučujući ekonomski faktor u narodnoj privredi. Tesna povezanost elektronike, automatike, telemehanike i radiotehnike sa rudarstvom, kao i uticaj koji su izvršile na rudarstvo savremena fizika i nukleonika, zahtevali su od sastavljača da: prvo, obuhvate samo one termine koji su vezani za rudarstvo bez obzira na struku iz koje su potekli i drugo, nađu termine na čistom ruskom jeziku, proverene od strane Komiteta za tehničku terminologiju pri Akademiji nauka SSSR.

Sastavljači ovog rečnika Lazar Izrailjevič Baron i Nikolaj Nikolajevič Eršov poznati su kao sastavljači englesko-ruskog rudarskog rečnika kao i autori značajnog članka „O profilu inostrano-ruskih rudarskih rečnika". I ovaj reč-

nik je po kvalitetu i izgledu u saglasnosti sa standardima koje su oni sami postavili. Raspored materijala je učinjen prema sovjetskim leksikografskim uzorima. Termini su složeni po poretku engleske abecede, ali sa jednim odstupanjem. Naime, sintagme i idiomi nisu sređeni po prvoj reči već prema glavnoj reči. Tako je znatno smanjen obim knjige, stručnjaku je olakšano traženje odgovarajućeg izraza ne samo pri prevodu sa francuskog nego i pri prevodu na francuski.

Da bi se korisniku olakšalo proučavanje stručne literature, dodat je i spisak skraćenica važećih u francuskom rudarstvu, jer skraćenice su sastavni deo savremenog stručnog izražavanja.

Da bi se korisniku olakšalo proučavanje stručne literature, dodat je i spisak skraćenica važećih u francuskom rudarstvu, jer skraćenice su sastavni deo savremenog stručnog izražavanja.

A. Birviš

Naslov: Međunarodni rečnik za petrologiju ugljeva.

Izdavač: Centre national de la recherche scientifique — Paris 1963.

Međunarodni rečnik (leksikon) za petrologiju ugljeva doživeo je svoje drugo izdanje krajem 1963. godine. Cena rečnika je 57 NF.

Predstojeće treće rusko izdanje izdaće Akademija nauka SSSR, Moskva, a biće štampano i na ruskom jeziku.

Prvo izdanje rečnika bilo je 1957. godine. Drugo izdanje sadrži pored terminologije i opis metoda za kvantitativnu analizu.

Drugo izdanje rečnika posvećeno je uspomeni Marije C. Stopes († 2. X 1958. Dorking u Engleskoj), čiji su radovi stvorili solidnu osnovu za razvoj petrološke nomenklature ugljeva.

U novom izdanju objašnjeni su termini raznih ugljeva (ne samo kamenih, što je bio slučaj u prvom izdanju) i to sa zapadnoevropskog (ter-

minologija Stopes-Heerfen), američkog (Thiessen — Bureau of Mines) i sovjetskog stanovišta (Akademija nauka SSSR). Posebna komisija uskladila je prva dva sistema, dok za treći taj posao predstoji.

Rečnik je izrađen po sistemu kartica (bez numeracije) da bi se omogućila izmena pojedinih kartica-termina. Rečnik sadrži 166 kartica formata 16 X 24 cm odnosno oko 85 objašnjenih termina i preko 100 slika (u boji i crno-belih). Svaka kartica je samostalna i sadrži ime autora termina, odgovarajuću literaturu, sinonime i analogne oznake. Dat je petrografski opis sastojka, njegove osobine, način pojavljivanja i praktičan značaj. Definicije pojedinih termina odgovaraju sadašnjem poznavanju ugljene materije i stoga se po potrebi mogu menjati svake druge godine prilikom zasedanja Međunarodne komisije za petrologiju ugljeva. Predlozi za neku izmenu treba da se uruče sekretarijatu Komisije na četiri meseca pre zasedanja (Krefeld, Steinstrasse 137, Zap. Nemačka).

Dr O. Podgajni

Autor: Barščevskij M. M. i dr.

Naslov: Priručnik za prerađu gorivih škrljaca (Spravočnik po prerabotke gonjućih slancev).

Izdavač: Gostoptehizdat, Lenjingrad, 1963.

Prošle godine su tri sovjetska stručnjaka sastavila solidnu priručnu knjigu o gorivim škrljcima. Ova vrsta goriva se ne može pohvaliti obimnom literaturom. Pre se može reći da škrljci zauzimaju skromno i sporedno mesto uz druga, poznatija goriva. Otuda se pojava ovakve knjige mora smatrati ozbiljnim naporom da se popuni jedna još ozbiljnija praznina u ovoj grani tehnologije.

Proučavajući rezerve škrljaca prvi autor (M. M. Barščevskij) nužno dolazi do zaključka da samo SAD imaju veće rezerve od SSSR. Posle njih dolaze Kina, Engleska i Švedska čije rezerve, ukupno uzete, ne iznose ni trećinu sovjetskih. U obzir za eksploataciju dolaze samo one naslage, čiji su slojevi deblji od 0,5 m i čiji škrljac daje najmanje 1500 kcal/kg. Tako posmatrani najkorisniji su škrljci pribaltičkih oblasti. Ovi su proučeni pre ostalih i najdetaljnije. Posle njih su detaljno proučeni još samo kašpinski škrljci (okolina grada Sizranja na desnoj obali Volge). Ležišta ostalih škrljaca pomenuta su samo uzgredno.

Treći autor (R. N. Šapiro) nas detaljno upozna sa pribaltičkim škrljcima, njihovim fizičko-hemijskim osobinama i specifičnostima njihovog termičkog razlaganja. Ove organogene stene nastale su iz planktona u kiseloj sredini, kasnije su prošarane mehurićima gasa (ostaci kolonija Cloeocapsomorpha pisca). Njihov hemijski sastav je približno sledeći: CO₂ — 60%, H₂ — 20 do 26%, CH₄ — 13 do 19%. Vlažnost

im, uglavnom, zavisi od dubine sloja, variranja u sastavu i od godišnjeg doba. Mineralni sastojci škrljaca proučeni su pre organskih. Dat je pregled pojedinih slojeva u svakom rejonu. Rezultati su proizašli iz mnogih analiza (ukoliko je to bilo potrebno i 200). Mineraloški sastav neorganskih sastojaka dat je i po Torpanu i po Dilaktarskom. Pri tom su odstupanja samo konstatovana, bez ulaženja u njihovo poreklo. Hamijski je obrađen i sastav pepela. Što se organskih sastojaka tiče — a to je kerogen — proučavanja su sprovedena prilično detaljno. Tako nas autor upozna sa elementarnim sastavom kerogena za svaki sloj na pribaltičkim rudnicima (C, H, S, N, Cl i O u procentima). Pošto organska masa gorivih škrljaca, o kojima je reč, može da bude svetla i tamna, to su za obe varijacije saopšteni rezultati proučavanja: tehnička analiza, elementarni sastav, toplotni kapacitet, analiza pepela, laboratorijski dobijena količina smole na organsku masu i sadržaj fenola u smoli. Fizičke osobine pokazuju blaga odstupanja od izvesnih srednjih vrednosti. Specifična težina npr. je 1,11 sa odstupanjima u drugom decimalu (+ 0,03 odnosno — 0,07). Dejstvo rastvarača nije ni približno tako značajno kao uzajamno dejstvo kerogena i različitih hemijskih reagenata. Tri zaključka su ovde važna: kerogen ne sadrži huminske kiseline, proizvodi oksidacije ne sadrže benzolsko-karbonske kiseline, u reakciji sa hlorom oko 80% Cl odlazi na supstituciju, a samo 20% na proces jedinjenja. Razni postupci sa kiseonikom i azotom i dr. dovode do brojnih uzajamnih kombinacija od kojih većina utiče na termičke osobine škrljaca. Tako se sa razmatranja kerogena prelazi opet na proučavanje škrljaca u celini. Njihovo termičko razlaganje se vrši polukoksovanjem. Razmotren je toplotni efekat razlaganja i mehanizam termičkog razlaganja kerogena. Posle ovog su — prema procesnom redu — dati podaci o iznosu, sastavu i osobinama termobitumena. Temperature bituminizacije se kreću od 300°C do 400°C. Kinetika termičkog razlaganja kerogena pokazuje različitu energiju aktivizacije zavisnu od temperature i stepena razlaganja (koji je obavezno manji od jedan, jer predstavlja količnik aktuelne zapremine sa maksimalnom). Na količinu i sastav polukoksovanja utiče i brzina procesa. Na isto utiču i mineralni sastojci škrljaca. Za dobivanje smole važna je i količina pojedinih dataka. Rezultati ovih odnosa uzeti su iz dve serije opita. Pri proučavanju fizičkih osobina pribaltičkih škrljaca pokazuje se njihova funkcionalna zavisnost (specifična težina, poroznost, razmere, granulometrijski sastav, čvrstina, lomljivost, tvrdoća, toplotni kapacitet, provodljivost, rastvorljivost, adsorpcija, topljivost, vezivost i slično).

Drugi autor knjige (E. S. Bezmozgin) upozna nas sa polukoksovanjem pribaltičkih škrljaca u tunnelnim i retorskim pećima. Tunnelne peći su posmatrane na pojedinim kombinatima (Kivili, Kohtila-Jarive). Date su njihove tehničke karakteristike kao nominalna proizvodnost, dužina i prečnik tunela, broj mesta, broj radnih me-

sta, kapacitet vagoneta, grejne površine i sl. Razmotreni su i podaci o eksploataciji (1955—1961.), hidraulični i temperaturni režim tunelnih peći, struktura i procenti gubitaka i drugi faktori. Podaci su sređeni po tablicama i dati na osnovu empirijskih ispitivanja. Slično je obrađen i deo o Davidsonovim rotacionim retortama. Saopštene su tehničke karakteristike, proizvodni pokazatelji, svojstva retortne smole, količina i svojstva retortnog gasa.

Isti autor je u posebnoj glavi obradio i preradu pribaltičkih škrljaca u gas-generatorima. Tu su dati podaci i analiza konstrukcije gas-generatora u 1958. i 1959. god. Date su osnovne karakteristike konstrukcionih elemenata. Za svaki tip generatora su saopšteni podaci o eksploataciji. U vezi sa tim je dat pregled rada pojedinih tipova u odnosu na razne vrste škrljaca. Naravno, i sam proces ima svojih osobenosti, koje su ukratko proučene. Od 1957. naovamo izvršene su značajne rekonstrukcije u skladu sa preporukama o preorijentaciji na centralizovanog nosioca toplote. Izmene su se odnosile na čitav niz konstrukcionih elemenata. Sve ove izmene dovele su do niza poboljšanja i uspešnog prebacivanja prethodnih normi. Proizvodi ovakve prerade škrljaca imaju posebne odlike. Njihovo ponašanje — prema datim podacima — ima svoje osobenosti. Isto tako i sastav ovih proizvoda pokazuje određena svojstva. Ovo se vidi iz tablica za ugljovodonični deo gasa, za generatorni gasni benzin i za generatorsku smolu. Sve one koji rade na škrljcima nesumnjivo će interesovati dve završne tablice, u ovoj glavi: količina prašine iz pojedinih tipova generatora (u procentima) i sadržaj mehaničkih primesa i pepela u generatorskoj smoli.

Sledeću glavu (petu) pisala su dva autora. Prva tri paragrafa napisao je R. N. Šapiro. Četvrti i peti paragraf je od M. M. Barščevskog. Ova glava obrađuje proizvodnju visoko-kaloričnog gasa iz pribaltičkih škrljaca. Da bi se o tome diskutovalo, autori nam pružaju prethodne podatke o konstrukciji komornih peći i indeksima njihovog rada. Prikazano je pet tipova peći prema pojedinim elementima (materijal, dimenzije, raspored) i prema učinku. Za kombinat u Kohtla—Jarive i u Slancima dat je pregled učinka, pregled potrošnje sirovine i energije i struktura gubitaka. Ovamo spadaju i viškovi vazduha u raznim delovima sistema topljenja, kao i utrošak toplotne energije na preradu škrljaca prema tipu peći, poreklu škrljaca, mesta smese. Ovaj proces ima svoju zakonitost do koje se došlo empirijski. Izvedene formule pokazuju zavisnost čitavog niza veličina koje praktično utiču na produktivnost peći, kvalitet proizvoda. Karakteristike ovih proizvoda su navedene samo tabelarno. To što je u ovom slučaju autor našao za potrebno da saopšti — je postupak za prečišćavanje gasa i naravno njegov transport.

Već pomenuti autor Bezmogzin obradio je u posebnoj glavi defenolisane podsmolnih voda sa preduzeća za preradu škrljaca. Ove vode sadrže: jednoatomne fenole, dvoatomne fenole, aldehide,

ketone, organske kiseline (najviše sircetnu) i malu količinu organskih baza. Ove se vode prečišćavaju u tri faze: izdvajanje emulgirane smole, ekstrakcija pomoću butilacetata, biološko prečišćavanje već defenolisane vode. U kombinatu Kivili se voda defenoliše isparavanjem a ostaju koncentracije fenola i ketona. Saopštena je prerada i dalje korišćenje fenola rastvorljivih u vodi.

Termičku preradu kašpirskih škrljaca obradio je R. N. Šapiro. Sastav i osobine ovog škrljca (kao i drugo) porede se sa škrljcima iz Pribaltika. Organska i gorivna masa se zakonomerno ponaša i može se izračunati prema jednoj formuli. Pri ovome su ipak proučene tablice sastava škrljaca, sastava gorive mase, sastava pepela i otpadaka. Doslednosti radi (koja se u ovoj knjizi mora pohvaliti), proučen je i sastav mineralne mase. Ovaj se ne može zanemariti, pogotovu kad se zna da spektralna analiza kašpirskog škrljca uočava 15 elemenata (uglavnom metala). Autor ne propušta mogućnost da nam saopšti korišćenje i primenu pepela, otpadaka i zgoretina. S obzirom da su kašpirski škrljci manje naklonjeni bituminizaciji, to je i njihovo termičko razlaganje drukčije. Pruženi su nam rezultati o proizvodima polukoksovanja na osnovu niza opita u aluminijskoj retorti. Daleko važniji su postupci, industrijske prerade. Ona se obavlja u retortnim pećima čije su osobine, red i rezultati savesno proučeni. Isto tako temeljito je saopštena prerada u gas-generatorima. Ovde su date tablice i pregled rada, osobine smole i gasa, kao i podsmolnih voda. Pored uobičajenih postupaka čitalac se upoznaje sa rezultatima velikog broja opita u vezi sa termičkom preradom. Većina ovih radova nije nastavljena, jer se nije postiglo ništa osobito. Ali se rezultati ne mogu zaobići ni zanemariti. Ovi se, uglavnom, odnose na sastav pojedinih frakcija smole. Ostali se odnose na preradu smole i pojedine proizvode.

Sve što su autori saopštili u prvih sedam glava predstavlja izraz iskustava i već uobičajenih metoda. Nove metode prerade škrljaca ostavljene su za poslednju glavu. Ovo je obradio E. S. Bezmogzin. Već samo usavršavanje i industrijska poboljšanja komornih peći, gas-generatora i tunelnih peći morali su dovesti i do odgovarajućih uspeha u termičkoj preradi škrljaca. Na osnovu poluindustrijskih, opitnih, industrijskih i literaturnih podataka data su kratka saopštenja o nekoliko metoda za preradu škrljaca. Prerada sitnozrnog škrljca po metodi VNII NP je u stadijumu opitnih ispitivanja. Zrna škrljca su veličine 92—5 mm. Prerada sitnozrnog škrljca po metodi ENIN je stupila u industrijsku upotrebu. Po toj metodi se polukoksoje škrljac komada ispod 25 mm veličine. Termičko razlaganje škrljca pirolizom smese pare i gasa postupkom LIEI obavlja se u trofaznoj peći. Prva zona je za sušenje škrljaca, druga zona je za polukoksovanje a treća za gasifikaciju polukoksovanog škrljca. Nastavak procesa LIEI je u četvorofaznom regeneratu. Prerada škrljca u gasgeneratoru na direktni tok i pirolizu pokazuje kako se dobija visokokalorični gas. Na-

lazi se na stupnju opitnih istraživanja. Iz stručne literature dat je pregled švedske metode „Aspeko“. Zasnovan je na termičkom razlaganju u retortama. Iz literature su i podaci o preradi škrljca u pećima sa unutrašnjim sagorevanjem gasa. Ovu šemu su razradili u SAD. U Americi je, takođe, proveren i razvijen postupak prerade škrljca u poprečnom protoku gasnog nosioca toplote. Firma Otto je dala peć i uređaje za goriva sa mnogo pepela. Ne vidi se do koje mere je ova metoda efikasna. Na kraju su dve prerade škrljca (po metodi firme „Union oil“ i prerada u fluidiziranom ležištu). Firma „Union oil“ lansira svoj tip retorte i prilično pojednostavljen postupak. Prerada u fluidiziranom ležištu je nešto sasvim novo. Ovaj način prerade zahteva novi tip aparature i stiče sve više pristalica. To je metoda budućnosti. Na kraju knjige je obimna bibliografija. Kao što je pomenuto, ona sadrži 219 bibliografskih podataka. Vrednost bibliografije nije velika, ali su svi podaci rezultati proverenih i solidno izvedenih opita. Uopšte uzev, knjiga je proizšla iz praktičnih napora i težnji da se pruži priručnik za praktične svrhe.

Valja još napomenuti, da knjiga može odlično poslužiti i svima onima koje interesuje terminologija geologije i tehnologije škrljca. Naime, date su jasne definicije pojedinih pojmova i postupaka.

A. Birviš

Prikazi knjiga iz područja rudarstva izašlih poslednjih godina na našem jeziku

Zadnje tri godine bile su plodne na području izdavačke delatnosti stručnih knjiga iz područja rudarstva. Izašle su knjige iz područja opštih rudarskih radova, otvaranja, razrade i metoda otkopavanja podzemnim radom, transporta i izvoza, ekonomske geologije i ekonomske ocene rudnika i ležišta. Te knjige upotpunile su prazninu u stručnoj literaturi u oblasti rudarstva. Danas, kada se vrše opšti napori za modernizaciju i unapređenje našega rudarstva i njegov trajniji i progresivni napredak — izlaženje visoko kvalitetnih stručnih knjiga iz područja rudarstva treba smatrati kao doprinos tom poduhvatu, pozdraviti, kao društveno koristan rad, odati puno priznanje autorima, dati punu podršku i materijalnu pomoć za dalji rad na izradi još nedostajućih stručnih knjiga iz pojedinih područja i obezbediti blagovremeno štampanje već završenih rukopisa iz pojedinih oblasti.

Autor: prof. ing. Milovan Antunović Kobliška

Naslov: **Opšti rudarski radovi.**

Izdavač: Zavod za izdavanje udžbenika SR Srbije, Beograd, 1963.

Autor je u vrlo jasnoj i preglednoj formi obradio postupke i tehničku opremu za rad u steni i mineralnoj sirovini, kao i metode izrade

rudničkih prostorija pod normalnim i specijalnim radnim uslovima pri izvođenju istražnih, pripremnih i eksploatacionih radova. Knjiga predstavlja novinu i uzbudila je pozornost i priznanje stručnih foruma. Budući da su fizičko-mehaničke i tehničke osobine sredine u kojoj se radi od velikog uticaja kako za izvođenje rudarskih radova, tako i za izbor opreme za njihovo izvođenje — obrađena su detaljno ta pitanja na naučnoj osnovi.

Knjiga je plod dugogodišnjeg rada i iskustva na tom području samoga autora. Svi delovi knjige odlikuju se brojnim tehničkim podacima i pokazateljima. Knjiga je podeljena na uvod i 11 delova:

- fizičko-mehaničke i tehničke osobine radne sredine (fizičke, mehaničke, tehničke osobine i klasifikacija radne sredine),
- dobijanje bez eksploziva,
- bušenje (pod zemljom, bušenje sa površine),
- miniranje (eksplozivi i sredstva za paljenje i primena eksplozivnog materijala),
- utovar (ručni, mašinski),
- podgrađivanje (podzemni pritisak, rudnička podgrada),
- izrada hodnika (izrada pod normalnim i pod specijalnim uslovima),
- izrada okana (izrada pod normalnim uslovima i specijalni postupci),
- izrada kosih postrojenja,
- izrada komora i tunela,
- higijensko-tehničke zaštitne mere.

Knjiga obiluje mnogobrojnim tablicama koje daju vrlo korisne i praktične pokazatelje kao što su: fizičke osobine, mehaničke osobine, tehničke osobine, klasifikacija stena i mineralnih sirovina, tehničke karakteristike otkopnih čekića, sekačica, zasekačica, podsekačica, bušačkih čekića, utovaračica sa lopatom, eksploziva itd. Potrebno je naglasiti, da knjiga sadrži i originalne studije autora: klasifikaciju po skleroskopskoj tvrdoći stena i ruda, zatim originalno postrojenje za barodinamično ispitivanje modela na principu sličnosti, originalnu formulu autora za proračun viseće podgrade.

Knjiga je udžbenik za studente Rudarsko-geološkog fakulteta. Knjiga može vrlo dobro poslužiti i kao priručnik rudarskim inženjerima i geolozima u našim rudnicima, koji žele dopuniti svoje znanje i za praktično rešavanje pitanja iz opštih rudarskih radova. Preporučljivo je da se nalazi u svakoj knjižnici rudarskih preduzeća.

Autor: prof. ing. Milorad Petrović

Naslov: **Otvoranje, razrada i metode otkopavanja čvrstih mineralnih ležišta podzemnim radom (drugo izdanje)**

Izdavač: „Građevinska knjiga“, Beograd, 1963.

Knjiga je plod dugogodišnjeg iskustva i rada na tom području samoga autora. Autor je u

preglednoj i jasnoj formi dao kompleksni pregled: otvaranja, razrade, pripreme, metoda otkopavanja, hidrauličnog dobivanja i podzemne gasifikacije. Svi delovi knjige odlikuju se brojnim literaturnim podacima. Najdetaljnije su obrađeni delovi koji govore o podzemnoj eksploataciji mineralnih ležišta (otvaranje, razrada, priprema) i metodama eksploatacije. Budući da su uslovi za razvoj rudarskih radova i eksploatacije u svakoj zemlji specifični, autor je na originalan način prilagodio našim posebnim uslovima i obradio materiju. Pri obradi metoda otkopavanja imamo sistematsko i logično izlaganje:

- uslovi za primenu odgovarajuće metode,
 - priprema,
 - otkopavanje u fazama rada,
 - saniranje iskopanog prostora, (zarušavanje, zapunjavanje, i tako dalje),
 - odvoz,
 - provetravanje,
 - potrošnja materijala.
- Knjiga je podeljena u 13 delova:
- osnovni pojmovi o mineralnim ležištima, (podela, sastav),
 - podzemna eksploatacija mineralnih ležišta (otvaranje, razrada, priprema),
 - uvod u metode otkopavanja,
 - metode otkopavanja sa zarušavanjem krovine,
 - zapunjavanje praznih prostora nastalih otkopavanjem,
 - metode otkopavanja sa zapunjavanjem praznih prostora kod ležišta uglja (ručno zapunjavanje, pneumatičko zasipavanje, zabacivanje, zamuljivanje, podziđivanje),
 - metode otkopavanja kod ležišta metala sa zapunjavanjem praznih prostora (otkopavanje uskim čelom, komorno otkopavanje, otkopavanje sa podgrađivanjem kvadratnim slogovima),
 - otkopavanje sa magaziniranjem,
 - otkopavanje sa postavljanjem otvorenih prostora kod ležišta ruda (frontalno otkopavanje, otkopavanje otvorenim komorama, stepenasto otkopavanje, podetažno otkopavanje),
 - hidraulično dobivanje uglja i transport,
 - podzemna gasifikacija uglja (obrađio ing. Branislav Genčić),
 - deformacija površine kao posledica otkopavanja,
 - ekonomika otkopavanja.

Knjiga je, pre svega, namenjena studentima rudarstva. Budući da autor obrađuje jedno od najvažnijih i najozbiljnijih područja rudarstva — ista knjiga može da posluži vrlo dobro i praktičarima rudarskim inženjerima i tehničarima kao dragocen priručnik pri rešavanju problema iz otvaranja, razrade, i metoda otkopavanja. Preporučljivo je da se nalazi u svakoj knjižnici naših rudarskih preduzeća.

Autor: prof. ing. Vasilije Pavlović

Naslov: **Transport i izvoz u rudnicima** (drugo izdanje)

Izdavač: Zavod za izdavanje udžbenika SR Srbije, Beograd, 1963.

Autor knjige obrađuje jedno vrlo važno i ozbiljno područje rudarstva, a to je transport i izvoz u rudnicima. Vrlo aktuelna problematika čijim se pravilnim rešavanjem unapređuje rudarstvo kao celina i smanjuju troškovi. U obradi materije korišćena su savremena sredstva transporta. Knjiga je plod dugogodišnjeg iskustva i rada na tom području samog autora. Knjiga je jedinstvena. Autor je u vrlo preglednoj i jasnoj formi, sa mnogobrojnim tehničkim podacima i pokazateljima, dao kompleksan pregled rudničkog transporta i rudničkih izvoznih postrojenja.

Knjiga je podeljena u dva dela:

Prvi deo — rudnički transport;

Drugi deo — rudnička izvozna postrojenja.

Po obimu oba dela su podjednaka. Prvi deo „Rudnički transport“ obuhvata uvod i četiri glave:

- jamski ili podzemni transport,
- spoljašnji ili površinski transport,
- transport na navozištima, na utovarnim i pretovarnim stanicama,
- skladišta i veliki bunkereri za deponovanje rudničkih proizvoda.

Drugi deo „Rudnička izvozna postrojenja“ podeljen je na pet glava i to:

- pribor za izvoz i uređaji u oknu,
- izvozna užad,
- izvozne mašine,
- izvozni tornjevi,
- prolaz i prevoz ljudstva vertikalnim i kosim oknima.

U ovom drugom izdanju detaljnije su obrađeni delovi utovara i pretovara rudničkih proizvoda, naročito je dopunjen transport na površinskim otkopima. Uvedena su dva nova poglavlja: transport na navozištima, na utovarnim i pretovarnim stanicama, skladište i veliki bunkereri za deponovanje.

Svi delovi prve i druge knjige odlikuju se brojnim i literaturnim podacima. Autor je praktičnim primerima prikazao način upotrebe. Obzirom na originalnu obradu materije knjiga spada među najbolje te vrste i uzbudila je pozornost i priznanje stručnih foruma.

Knjiga sadrži 68 tablica, koje daju vrlo korisne i praktične pokazatelje kao što su: karakteristike žlebova, grabuljara, transportnih traka, šina, pragova, vagoneta, lokomotiva, vagona prevrtača, auto-prevrtača, čelične užadi, okana, izvozne užadi, izvoznih mašina, itd. Zatim, dati su standardi za vagonete, šine, okna, koševе, vodiče, itd., sa brojnim praktičnim primerima proračuna (od stresaljki, transporterа, skrepera do izvoznih postrojenja). Potrebno je naglasiti da

knjiga sadrži i originalne studije autora kao što je: izbor veličine vozila s obzirom na kapacitet transporta.

To je udžbenik za studente Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu. Pisana je vrlo jasno i na razumljiv način. Knjiga može vrlo dobro da koristi kao priručnik i praktičarima: rudarskim inženjerima i tehničarima u našim rudnicima, koji žele dopuniti svoje znanje i za praktična rešavanja pitanja iz rudničkog transporta i rudničkih izvoznih postrojenja. Preporučljivo je da se nalazi u svakoj knjižnici rudarskih preduzeća.

Autor: prof. ing. Ivan Arar

Naslov: Transportna sredstva u rudarstvu

Izdavač: „Tehnička knjiga”, Zagreb, 1962.

Autor obrađuje jedno važno i ozbiljno područje rudarstva, a to je transport i transportna sredstva po tračnicama, kao jedan od zasada najraširenijih načina transporta u rudnicima. U obradi materije korišćena su savremena sredstva, dok su klasična transportna sredstva samo kratko opisana. Knjiga je plod dugogodišnjeg rada i iskustva samoga autora na tom području. Materija knjige razmatra teoriju i principe rada transportnih uređaja, opis konstrukcija, način proračuna, primenu, organizaciju i eksploataciju transporta. Autor je dao više praktičnih računskih primera i mnogobrojne formule.

Knjiga je podeljena na uvod i pet delova:

- pruga,
- teretna vozila (vagoneti, vagoni-istresaci, otpori prilikom gibanja vozila),
- transportna sredstva vezana za tračnice, pokretana pomoćnim pogonom (ručna doprema, transport konjima, transport lokomotivama),
- transportna sredstva vezana za tračnice stacionarnim pogonom (doprema čeličnim užetom, doprema zatvorenim lancem),
- transport na utovarnim mjestima (otpremištima, navozištima i odvozištima)

Knjiga je prvenstveno namenjena studentima rudarstva kao udžbenik, a može vrlo dobro poslužiti i kao priručnik rudarskim inženjerima i tehničarima u našim rudnicima, koji žele dopuniti svoje znanje, kao i za praktična rešavanja pitanja iz područja transportnih sredstva po tračnicama. Preporučljivo je da se nalazi u svakoj knjižnici rudarskih preduzeća.

Autor: prof. dr ing. Slobodan Janković

Naslov: Ekonomska geologija

Izdavač: Iz. preduzeće „Rad”, Beograd, 1960.

Knjiga predstavlja jedinstveno delo i novinu na području našeg rudarstva. To je, u stvari, uvođenje ekonomske ocene kao pokazatelja značaja ležišta. Originalno je gledanje autora na ekonomsku geologiju kao posebnu disciplinu.

Knjiga kompleksno razmatra sve činioce koji su značajni za ocenu jednog ležišta ili rudonosnog područja, za njegovo uvođenje u proizvodnju, kao i ekonomske efekte iskorišćavanja ležišta, odnosno mineralnih sirovina u njemu.

Knjiga obuhvata dva poglavlja:

- elemente ocene ležišta mineralnih sirovina,
- geološko-ekonomske karakteristike i industrijsku primenu metaličnih mineralnih sirovina.

Dok je prvo poglavlje „Elementi ocene ležišta mineralnih sirovina” dato samo izvodno, drugo poglavlje „Geološko-ekonomske karakteristike i industrijska primena metaličnih mineralnih sirovina” obuhvata, u izvesnoj meri, i probleme koji su po svojoj tematici bliži ekonomici mineralnih sirovina. Na taj način prikazane su pojedine važnije mineralne sirovine potpunije i podvučen njihov ekonomski značaj. Knjiga obrađuje 15 metaličnih mineralnih sirovina i to: gvožđe, mangan, hrom, kalaj, volfram, molibden, nikel, kobalt, bakar, olovo i cink, aluminijum, antimon, živa, zlato, uran. Pri obradi svake pojedine mineralne sirovine tačno je utvrđeno, sistematizovano i logično izloženo:

- rude i ležišta,
- rudarstvo,
- obogaćivanje,
- metalurška prerada,
- mesto u proizvodnji,
- proizvodnja i ležišta u pojedinim zemljama,
- cene ruda i metala odnosno legura,
- ocene ležišta i ruda,
- bibliografski podaci.

U knjizi se praktično tretira ne samo geologija, nego i niz vrlo važnih i ozbiljnih ekonomsko-tehničkih podataka iz uslova eksploatacije, tehnologije mineralnih sirovina, itd. Knjiga je bogato snabdevena sa 250 tablica koje daju vrlo korisne i praktične pokazatelje kao što su: proizvodnja, struktura potrošnje, rezerve, udeo pojedinih metoda otkopavanja, troškovi otkopavanja, struktura eksploatacionih troškova, eksploatacija ležišta, standardi, cene, itd. To samo potvrđuje široku i duboku erudiciju i odlično poznavanje problematike od strane autora.

Materijal izložen u knjizi predstavlja deo kursa, koji autor drži na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu. Knjiga može vrlo dobro da koristi i praktičarima: rudarskim inženjerima, geolozima, i ekonomistima kao koristan priručnik.

Autor: prof. dr Velimir Milutinović

Naslov: Ekonomska ocena rudnika i ležišta obojenih metala

Izdavač: Zavod za geološka i geofizička istraživanja, Beograd, 1961.

Knjiga je, u stvari, dopunjena doktorska disertacija, odbranjena na Ekonomskom fakultetu u Beogradu 1960. godine.

Knjiga obrađuje jedno vrlo važno i ozbiljno područje našeg rudarstva i praktično predstavlja novi domen u našoj ekonomskoj teoriji i praksi rudarske ekonomije i ekonomije mineralnih sirovina.

Knjiga obuhvata pet glava i zaključak i to:

- opštu efektivnost investicija i njenu povezanost sa ocenom investicija u rudarstvu, zatim, ekonomske karakteristike investicija i proizvodnje u rudarstvu,
- značaj i problematiku savremene ocene rudnika i svrhu ekonomske ocene rudnika,
- uslove za ocenu rudnika,
- metode ocene rudnika,
- postavke ekonomske ocene rudnika u našim uslovima i predlog metodologije ocene.

U knjizi je izneta suština problema ekonomske ocene rudnika i ležišta, dat je kritički osvrt na postojeće metode i data originalna autorova koncepcija ekonomske ocene rudnika i ležišta. Prikazana je u knjizi teoretska i metodološka osnova te koncepcije i na toj osnovi izvršena je ekonomska ocena rudnika i ležišta obojenih metala u Jugoslaviji. Polazni element za ekonomsku ocenu je uslovna dohodnost rudnika i ležišta.

Knjiga zaslužuje punu pažnju svih stručnjaka: rudara, geologa i ekonomista, koji rade u rudarstvu. Ekonomska ocena ležišta zahvata kompleksan problem iskorišćavanja ležišta, njegove primene u privredi, ističući pri tome posebne efekte koji proističu pri eksploataciji ležišta. Ekonomska ocena ležišta je višestruko značajna kako u fazi istraživanja, tako i u fazi eksploatacije ležišta ili planiranja izgradnje novih kapaciteta.

Ona je osnova za planiranje investicija, kako za istraživanje tako i za eksploatacione radove.

Knjiga Velimira Milutinovića daje jedan originalan metod ocene ležišta obojenih metala. Iako je metoda prvenstveno namenjena oceni jedne grupe mineralnih sirovina, principi na kojima se ona zasniva imaju mnogo širi značaj i mogu se primeniti i na ležišta ostalih mineralnih sirovina.

dipl. ing. M. Sumbulović

Iz stranih i domaćih časopisa

Prof. dr. ing. B. Krupinski — dr. ing. R. Bromowicz: **Opšti principi projektovanja podzemnih rudnika u uslovima raznih ugrožavanja.** — *Montan Rundschau*, 1963.

Teorija projektovanja novih podzemnih rudnika naglo se razvila usled potrebe rešavanja mnogobrojnih rudarsko-tehničkih i ekonomskih

problema na naučnoj osnovi. Određivanje naučne osnove i primena analitičkih metoda kod projektovanja u rudarstvu treba da obuhvati, uglavnom, sledeće probleme:

- prostornu dispoziciju rudarske eksploatacije novih ležišta, područja i revira,
- strukturu i tehničke parametre otkopnih horizonata i polja, konstrukcione elemente otkopnih metoda i radnih čela,
- ciklus rada jamskog pogona,
- izradu programa investiranja.

Projekat podzemnog rudnika mora se prilagoditi geološko rudarskim prilikama ležišta i uslovima rada, a tehnička rešenja treba da omogućuće pravilno odvijanje budućeg eksploatacionog procesa, optimalnu zaštitu radnika od svih vrsta ugrožavanja kao i da obezbede ekonomičnost eksploatacije.

Rudarsko-geološke prilike ležišta određene su njegovom prirodom i ne mogu se menjati, a služe kao polazna tačka za iznalaženje optimalnih tehničkih rešenja od kojih zavisi ekonomika budućeg rudničkog pogona. Pri tome se prioritetna pažnja mora obratiti zdravstveno tehničkoj zaštiti i sigurnosti na radu. U najvažnije elemente ugrožavanja ulaze:

- opasni i eksplozivni gasovi,
- jamski požari,
- temperatura i toplotna zračenja,
- pritisak i gorski udari,
- prodor podzemnih voda.

Neophodno je, još kod obrade geološke dokumentacije za određivanje vrste i prirode ležišta i rezervi mineralne sirovine, ispitati i utvrditi geološko-rudarske prilike i uslove iz oblasti hidrogeologije, fizičko-mehaničke osobine stena, geotermički dubinski stepen, gasonosnost ugljenog sloja i pratećih naslaga, uslove za stvaranje ugljene i agresivne mineralne prašine i stepen samoupaljivosti. Poznavanjem ovih elemenata dolazi se do određenih pokazatelja o zapljinjenosti sloja, nosivosti i izdržljivosti stena na pritisak i istezanje, o vremenskom periodu samoupaljivosti sloja, o specifičnom dotoku vode i dr. što će omogućiti ograničavanje, smanjenje ili eliminisanje pojedinih elemenata ugrožavanja.

Projektovanje rudnika u uslovima ugrožavanja od opasnih gasova

Projektom treba stvoriti dobre radne uslove i sigurnost, dovodenje dovoljnih količina sveže vazdušne struje, razređivanje i odvođenje opasnih gasova i prašine i stvaranje povoljnih klimatskih uslova za rad. Sem toga, projekat treba da osigura ekonomičnost ventilacije tj. efikasno provetranje uz minimalna investiciona ulaganja i niske pogonske troškove.

Osnovni parametri za projektovanje ventilacije su: brojno stanje radnika, dnevna proizvodnja sa raspodelom na pojedine izvozne horizonte, površina otkopnog polja i vek trajanja eksploatacije.

Količina potrebnog vazduha za provetranje jamskih prostorija zavisi prvenstveno od:

- planirane količine proizvodnje,
- gasonosnosti ugljenog sloja i pratećih naslaga,
- dubine izvoženja,
- efikasnosti eksploatacije (otkopni učinci).

Kod nemetanskih rudnika potrebna količina vazduha prvenstveno zavisi od broja zaposlenih radnika, a kod metanskih rudnika prioritetno je razređivanje metana u jamskom vazduhu i odvođenje gasova iz jame. Zbog toga u ovim rudnicima količina potrebnog vazduha zavisi prvenstveno od količine gasova koji se izdvajaju iz ugljenog sloja i stepena razređivanja istih na pojedinim mestima jamskog pogona (vetreno odeljenje, izlazna vetrena struja), za šta postoje posebni tehnički propisi.

Pokazatelji za količinu gasova utvrđuju se na različite načine:

- količina gasa u m^3/t dnevne proizvodnje,
- količina gasa u m^3/km^2 površine rudnog polja u toku jednog dana,
- količina gasa u m^3 , koja se dnevno izdvaja iz $1000 m^3$ ležišta.

U praksi se najviše koristi prvi pokazatelj pri normalnom odvijanju procesa i normalnom napredovanju radnih čela. Tačno utvrđivanje stepena gasonosnosti ima poseban značaj. Ako je indeks visok, mora se računati sa upotrebom velike količine vazduha za provetranje jame u celini, pojedinih horizonata i otkopnih polja, a to će zahtevati povećanje broja i promera jamskih prostorija kod iste veličine rudničkog revira. Povećava se kapacitet ventilatora i visina depresije ili se smanjuje predviđena površina (veličina) rudničkog revira. Ako je stepen gasonosnosti nizak i indeks pokazuje mali broj, smanjuje se potrebna količina vazduha za provetranje. Međutim, ako nastupe teškoće u razređivanju metana i dođe do ugrožavanja ljudstva, mora se smanjiti proizvodnja.

Projekat podzemnog rudnika treba tačno da odredi ventilacionu mrežu i to po sledećim pokazateljima:

- broj, oblik i dimenzije okana i njihova lokacija unutar eksploatacionog polja,
- broj i profili rudarskih radova u otvaranju i razradi, njihovo pravilno lociranje na pojedinim izvoznim i vetrenim horizontima i
- sistem pripremnih hodnika u otkopnom polju, broj i širina radnih čela koji će se istovremeno postavljati u otkopnom polju.

Kod određivanja osnovnih dispozicija u okviru jednog prostranog revira sa velikom proizvodnjom važi kao osnovno načelo da se revir podeli u što veći broj samostalnih ventilacionih odeljenja. Pojedina vetrena odeljenja povezuju se sa glavnim izvoznim oknom poprečnicima, a pravilno kretanje i usmeravanje vetrene struje reguliše se odgovarajućim sistemom vetrenih pregrada.

Za proračun veličine ventilacionog područja treba poznavati:

- propusni kapacitet,
- stepen gasonosnosti,
- stepen razređivanja gasova i
- intenzitet otkopavanja.

Sa stanovišta ekonomičnosti treba nastojati da troškovi provetranja po proizvedenoj toni uglja budu što manji. U ove troškove uračunavaju se i investiciona ulaganja za izgradnju ventilacionog sistema, koji se smanjuje uporedo sa povećanjem ventilacionog područja. Prema sadašnjim eksploatacionim uslovima i utvrđenim pokazateljima, optimalna veličina jednog ventilacionog područja kreće se od 4—8 km^2 .

Projektovanje u uslovima ugrožavanja od jamskih požara

Ugrožavanje od jamskog požara, pored materijalnih šteta, prioritetno predstavlja opasnost za uposleno radništvo.

Ispitivanja i analize opasnosti od jamskih požara pokazali su da pored specifične sklonosti samoupaljenju, razne rudarsko-tehničke mere često stvaraju povoljne uslove za nastajanje i izbijanje požara. Odbrana i zaštita od požara sastoji se u iznalaženju efikasnih metoda i preventivnih mera zaštite, koja će ograničiti, smanjiti ili potpuno eliminisati negativan uticaj rudarsko-tehničkih faktora na toplotnu razmenu sa okolinom i na priliv kiseonika. U ove metode i mere ubrajaju se:

- određivanje redosleda i pravca kretanja otkopnih čela,
- pravilno usmeravanje vetrenih puteva,
- sprečavanje potkopavanja jamskih prostorija u upotrebi,
- savlađivanje jamskog pritiska i
- čisto otkopavanje.

Projekat podzemnog rudnika može ograničiti celishodnim tehničkim rešenjem opasnost od požara kao i negativan uticaj navedenih tehničkih faktora u pogledu strukture izvoznih i vetrenih horizonata, u pogledu veličine otkopnih polja i redosleda otkopavanja, a posebno u pogledu sistema i dispozicije ventilacione mreže. Pravilnim sprovođenjem ovih mera sprečava se opasnost od požara, a olakšava eventualna akcija spasavanja.

Za dispoziciju mreže saobraćajnica i vetrenih puteva u uslovima samoupaljivih ugljenih slojeva karakteristična je izgradnja saobraćajnica u podini, a vetrenih puteva u povlati na određenim rastojanjima od ugljenog sloja, što onemogućava izbijanje požara u ovim prostorijama. Dispozicija jamskih prostorija, raspored poprečnih hodnika do sloja, smernih hodnika u jalovim stenama, slepih okana i podela revira u otkopna polja prikazana je na sl. 1 i 2.

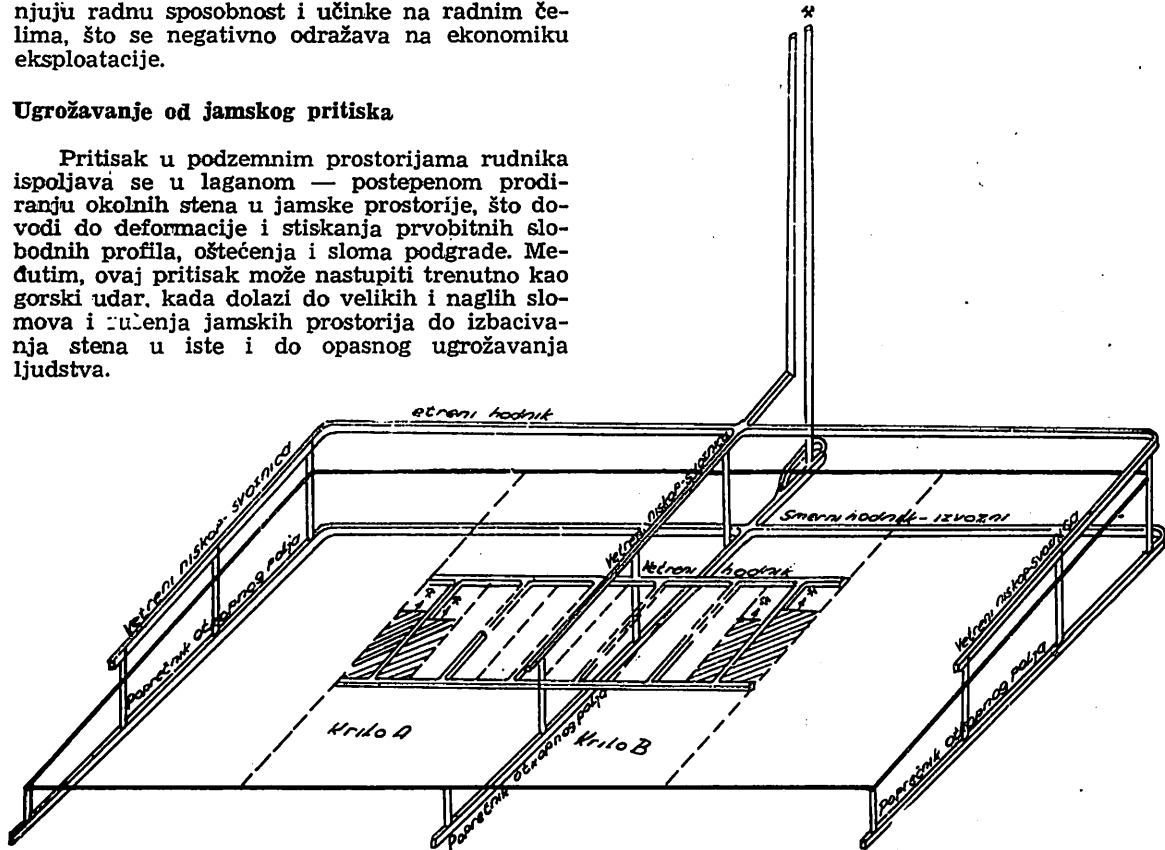
Na osnovu određenih formula izračunava se optimalna udaljenost između poprečnih i „smer-nih hodnika” i visina pojedinih horizonata. Pri tome, tehnička rešenja i dispozicije treba da se uklope u ekonomičnost buduće eksploatacije.

likih dubina postiže zadovoljavajuće rashladiva-
nje jamskog vazduha, ako je geotermički stepen
u normalnim granicama. Ovo je važno i za pro-
duktivnost rada, jer pogoršani klimatski uslovi
otežavaju obavljanje određenih poslova, sma-
njuju radnu sposobnost i učinke na radnim če-
lima, što se negativno odražava na ekonomiku
eksploatacije.

Ugrožavanje od jamskog pritiska

Pritisak u podzemnim prostorijama rudnika
ispoljava se u laganom — postepenom prodi-
ranju okolnih stena u jamske prostorije, što do-
vodi do deformacije i stiskanja prvobitnih slo-
bodnih profila, oštećenja i sloma podgrade. Me-
đutim, ovaj pritisak može nastupiti trenutno kao
gorski udar, kada dolazi do velikih i naglih slo-
mova i rušenja jamskih prostorija do izbaciva-
nja stena u iste i do opasnog ugrožavanja
ljudstva.

Na ovaj način prilagođavanjem projekta
geomehaničkim uslovima stena, u praksi se po-
stiže smanjenje pritiska, bez obzira na vrstu
mineralne sirovine. U rudnicima kamenog uglja

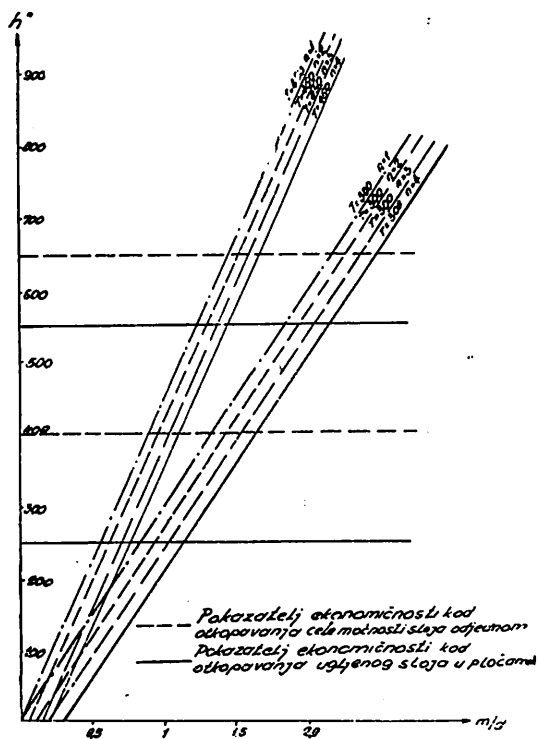


Sl. 2 — Prostorna šema rudnika kamenog uglja.

Kod izrade projekta moraju se izvršiti sva
prethodna ispitivanja i iznaći tehnička rešenja
da se ugrožavanje usled pritiska svede na naj-
manje moguće razmere. To se postiže pomoću
sledjećih mera:

- izrada podzemnih prostorija za otvaranje
ugljenog sloja u stenama sa najvećom čvr-
stoćom na pritisak i istežanje,
- određivanje optimalnih oblika i veličina
profila i sistema podgrađivanja,
- postavljanje jamskih prostorija pripreme
izvan područja jakog pritiska,
- smanjivanje napregnutosti u okolnom
području jamskih prostorija,
- upotreba elastične podgrade, izbor veli-
kih profila kod prvog podgrađivanja i
- izgradnja pravolinijskih jamskih pro-
storija.

izrada saobraćajnica i ventilacionih puteva u
pratećim stenama velike čvrstoće, naročito na
velikim dubinama, smanjuje potrebu i troškove
održavanja onih prostorija koje se nalaze dugo
vremena u upotrebi, a istovremeno pruža veću
sigurnost i zaštitu od gorskih udara. Ovo pr-
venstveno važi za tektonski složene terene sa iz-
raženom mikrotektonikom. Na sličan način pro-
jektovano je i izvedeno otvaranje u pratećim
stenama čvrstih krečnjaka jednog ležišta bakarne
rude, koje je prethodno ispitano na dubini
od 600—1200 m, gde je konstatovano da je no-
sivost unutar ležišta vrlo niska te postoji opa-
snost od jakog pritiska u jamskim prostorijama.
Zbog toga je na jednom rudniku željezne rude
projektovana izrada osnovnih saobraćajnica i
glavne ventilacione mreže izvan ležišta.



Sl. 3 — Zavisnost kose dužine jamske prostorije od perioda samoupaljivosti uglja T i od brzine napredovanja otkopnog čela V°.

Projektovanje u uslovima ugrožavanja od prodora podzemnih voda

Za metalna rudišta u Poljskoj karakterističan je veliki dotok vode, zbog čega se kod projektovanja posebna pažnja obraća na zaštitu od iznenadnih prodora. U rešavanju ovog problema opasnost se otklanja ograničenjem dotoka vode u eksploatacioni prostor, odvodnjavanjem ležišta i odstranjivanjem vode iz jamskih prostorija.

U cilju zaštite od iznenadnih prodora velikih količina vode u jamske prostorije, projekat mora da reši i utvrdi sledeće:

- poreklo i količinu dotoka vode,
- potreban broj pumpnih agregata, lokaciju, kapacitet i obim glavnog sistema za odvodnjavanje (okna, komore, rezervoari, taložnici i drugo),
- osiguranje objekata za odvodnjavanje u pojedinim otkopnim područjima i poljima.

Dosadašnja iskustva pokazuju, da nedovoljno proučena hidrogeologija vrlo često predstavlja uzrok slabih tehničkih rešenja problema odvodnjavanja i dovodi do pogrešne ocene očekivanog dotoka vode. Nedovoljno poznavanje rasednih zona, pukotina i kaverni i znatno veći dotok vode od proračunatog ima za posledicu zakašnjavaње izgradnje rudnika i usporen razvoj proizvodnje. Ovakve pogrešne ocene, naro-

čito za prvi period otvaranja i pripreme, dovode do izgradnje nedovoljno dimenzioniranih komora i ostalih prostorija odvodnjavanja i do izbora slabih i nedovoljnih kapaciteta pumpnih agregata, transformatora i sl. Zbog raznih neočekivanih smetnji (prolaz kroz rasedne zone, veliki dotok vode, pritisak i dr.) zakašnjava izgradnja i početak eksploatacije, a često je potrebno izvoditi dopunske radove i ugrađivati nova postrojenja u cilju povećanja kapaciteta za odvodnjavanje. Stoga za početnu fazu eksploatacije projektom treba predvideti uvek veće kapacitete objekata i postrojenja za odvodnjavanje, nego što je potrebno za savlađivanje srednjeg — prosečnog dotoka.

Okna treba uvek postavljati između rasednih zona i to u najdubljim delovima ležišta, što poboljšava uslove za odvodnjavanje i olakšava izradu jamskih prostorija za otvaranje.

U jednom rudniku bakarne rude dotok vode u prvom periodu otvaranja bio je za 38% veći nego u periodu eksploatacije. Proračunata srednja vrednost dotoka, na osnovu hidrogeoloških proučavanja i ispitivanja, odgovarala je dotoku u periodu eksploatacije.

Veličina rezervoara dimenzionira tako, da može prihvatiti osmočasovni dotok vode, a isto i kapacitet pumpi. Sva osetljiva mesta, a naročito navozišta i druge jamske prostorije u blizini rasednih zona, kaverni i sl., moraju biti osigurani od prodora podzemnih voda pomoću brana i vrata, jer bi moglo doći do potapanja.

dipl. ing. M. Srdanović

R. C. Munro, K. M. Rein: **Rudnik Kolina — novi proizvođač azbesta za industriju** (Coalinga — Newcomer to the Asbestos Industry). — „Mining Engineering”, str. 60—62, 1962.

U jugoistočnom delu intruziva Nju Idrija, u Kaliforniji, pored kristalnih karbonata, hidromagnezita, magnezita, fibroznog brukita i pikrolita, mase serpentina sadrže i žice poprečno-vlaknastog hrizotila. Pored toga u ležištu se nalaze i elastične krpice koje se sastoje od kratkih vlakana. Petrografske, rendgenske i hemijske analize su nesumnjivo ukazale da su to vlakna hrizotila identična sa kanadskim hrizotilom. Glavna razlika je u načinu pojavljivanja. Vlakna se javljaju nasumce orijentisana i izukrššana u krpicama, a ne u obliku žica.

Postanak ovakvog hrizotila se objašnjava drugom fazom serpentinizacije ultrabazičnog tela praćenom snažnim tektonskim pokretima. Jedina poznata pojava takvog hrizotila je još u Stragarima u Jugoslaviji.

Mekana po prirodi, ruda omogućava jednostavno otkopavanje i preradu. Ruda se otkriva na površinskom kopu buldožerima i mehanizovano utovaruje u kamione koji je odvoze do postrojenja za preradu, gde se prosejavanja na rotacionim sitima, čime se otklanja najveći deo krupnog i čvrstog serpentina, odlazi na su-

šenje u rotacionu sušaru. Osušena ruda se usitnjava u drobilicama čekićarima čiji se proizvodi prosejavaju, pri čemu prosev predstavlja jalovinu. Vlaknasti proizvod se prikuplja u vazдушnim separatorima i potom pakuje u vreće.

Postrojenje, projektovano za proizvodnju 12.000 t vlakna godišnje, sada daje dve vrste vlakana i to prvu kod koje se koriste izvrsne absorpcione sposobnosti i belina i drugu koja odgovara kvalitetu klase 7 kanadskog vlakna.

Po svom hemijskom sastavu vlakno je hidratizirani magnezijum silikat identičan kanadskom hrizotilu. Petrografska analiza pokazuje da je vlakno iz rudnika Kolinga veoma slično kanadskom vlaknu. Razlika je jedino u orijentaciji. Umesto pritkastih agregata, u Kolingi se vlakna javljaju izukrštana u krpicama.

Rendgenska analiza pokazuje veoma slične osobine vlakna iz Koline i kanadskog vlakna 7. klase.

Analiza suvim prosejavanjem pokazuje da se ovo vlakno može porediti sa kanadskim.

Vlakno iz Koline pokazuje veći faktor absorpcije kerozena u poređenju sa kanadskim, a takođe i veću relativnu površinu absorpcije. Osim toga, belje je od 7. klase kanadskog vlakna. Sve ove analize ukazuju na prikladnost primene vlakna iz Koline za podne i druge ploče (azbest-vinil) u mešavini sa kanadskim vlaknom, pri čemu se kvalitet dobijenog proizvoda ni malo ne menja.

Na osnovu svega iznetog može se zaključiti da je vlakno iz Koline identično sa stragarskim i da se primenjuje u iste svrhe.

dipl. ing. V. Lepetić

B. C. Fitzgerald: Perlit i vermikulit — laki agregati izolacionih svojstava (Vermiculite and Perlite — Insulants and Refractories). — The Mining Journal — Annual Review 1963. May, London.

U nizu prirodnih i veštačkih lakih agregata dobijenih termičkom obradom — žarenjem do ekspaniranja odnosno sinterovanjem do aglomerisanja — svojim izvanredno malim težinama ističu se perlit i vermikulit. Vermikulit sa zapreminskom težinom od svega 65—190 kg/m³ pripada dosada najlakšim poznatim agregatima. Perlit je nešto veće zapreminske težine (80—220 kg/m³). Upotrebljeni kao agregati, perlit i vermikulit služe za izradu maltera izvanredno dobrih izolacionih svojstava kao i za izradu vatro-stalnih maltera i betona.

Perlit je vulkanska stena koja sadrži 3—5% vode. Kada se ovaj materijal izdubi, proseje na određenu veličinu i brzo žari do temperature razmekšanja, vezana voda se pretvara u paru i stena ekspanira (nadima se) dajući laki agregat izolacionih osobina: Ekspanirani perlit se upotrebljava prvenstveno kao agregat za izradu maltera, kao agregat za betone, a i kao sredstvo za filtriranje, izolaciju, stabilizaciju tla, punilo (filer) itd.

U Evropi najvažnija nalazišta perlitnih stena nalaze se u Italiji, Grčkoj, Francuskoj, Turskoj, Islandu, Mađarskoj i Bugarskoj. Nedavno je jedno nalazište perlitne sirovine u SSSR-u (u blizini Bajkalskog jezera) procenjeno na 21.000.000. cu.yd. Podaci o fabrikama podignutim u Sovjetskom Savezu kao i njihovi kapaciteti i proizvodnja zasad još nisu poznati. U Bugarskoj su pronađene perlitne sirovine na nekoliko mesta, te predstoji podizanje nekoliko kapaciteta sa godišnjom proizvodnjom od 75.000 cu.ft.

Sjedinjene Američke Države proizvode i troše više perlita nego sve ostale države zajedno. U 1962. godini bila je proizvedena količina od preko 300.000 tona perlita od strane 15 proizvođača. Oko 210.000 tona perlita bilo je proizvedeno u 1961. godini, a što predstavlja smanjenje u odnosu od 3% za 1960. godinu. Nova fabrika koncerna Johns — Manvill Perlite Corporation u Novom Meksiku godišnjeg kapaciteta od 150.000 tona predstavlja najveću fabriku ove vrste u svetu. U SAD je tokom 1961. godine granulisan perlit prodavan po ceni od \$ 8.49 za američku tonu (907 kg) franko proizvođač. Skoro 70% proizvedenog perlita je upotrebljeno kao laki agregat.

U Engleskoj perlit se dobija od stena sa perlitnog nalazišta u Severnoj Irskoj (ostrvo Arran) kao i od sirovina koje se uvoze iz Komonvelta i stranih zemalja. Produkcija perlita iznosila je u 1961. godini svega 422 tona. U istoj godini Australija i Novi Zeland proizveli su 349 odnosno 387 tona perlita.

Ekspanirani vermikulit se dobija iz sirovog vermikulita odgovarajućeg stepena ekspanzije. Treba napomenuti da je stepen ekspanzije sirove rude jedan od osnovnih kriterijuma za ocenjivanje kvaliteta vermikulita. Sirovi vermikulit se prethodno čisti od primesa, prosejava i isporučuje u pet frakcija. Proizvodnja agregata na bazi vermikulita sastoji se samo u izlaganju sirovog vermikulita visokoj temperaturi odnosno njegovom propuštanju kroz peć. Iz toga razloga gubici pri proizvodnji su neznatni.

Najbolji materijal na svetskom tržištu predstavlja i danas vermikulit dobijen u Palabari (Transval). Američki rudnici takođe isporučuju sirovinu dobrog kvaliteta. Vermikulit iz Palabare, koji se najviše upotrebljava u Evropi, ima sledeći hemijski sastav: SiO₂ 39,5%; Al₂O₃ 12,0%; Fe₂O₃+FeO 7,0%; TiO₂ 1,0%; MgO 23,0%; CaO 1,5%; K₂O 2,0%; voda (slob. + hidrat) 12,0%.

Osnovna primena vermikulita je u građevinarstvu gde se koristi za izradu toplotne izolacije i kao sredstvo za zaštitu od požara, pri čemu je izražena tendencija njegove sve veće primene na polju zaštite od visokih temperatura. Vermikulit se najčešće upotrebljava kao laki agregat za izradu maltera. Malter na bazi vermikulita se izrađuje na isti način kao malter od peska, pri čemu njegova prednost leži u maloj težini, lakoj obradljivosti i povećanoj otpornosti na vatru. Jedinstvena osobina maltera na bazi vermikulita je njegova adhezija za beton: u slučaju malterisanja ovim malterom ne zahteva se nikakva prethodna obrada površine betona u cilju povećanja adhezije.

Porast primene centralnog grejanja u stambenim zgradama zahteva izradu zidova povećane izolacione moći; iz toga razloga porast potrošnje perlitu je samo u toku poslednje 2 godine iznosio 50%. Na polju izolacije od visokih temperatura (vatrostalne obloge) vermikulit se sve više upotrebljava kao agregat za izradu vatrostalnih betona na bazi aluminatnog (lafarž) cementa. Potrošnja vermikulita u SAD u 1962. godini je bila na približno istom nivou kao 1961. godine pri čemu je, istina, zabeležena nešto smanjena potražnja u zanatskom građevinarstvu, ali koja je kompenzirana povećanom potrošnjom vermikulita u industriji prefabrikovanih građevinskih elemenata. Na povećanje potrošnje vermikulita u SAD utiče svakako nova fabrika podignuta u državi Novi Meksiko, koja koristi vermikulitne sirovine sa nalazišta u državi Montani i Južnoj Karolini.

dipl. ing. P. Brzaković

F. J. Dent: Hemijsko inženjerstvo u proizvodnji gradskog gasa gasifikacijom pod pritiskom (Chemical Engineering in the Production of Town Gas by Pressure Gasification Processes). — „Proceedings at the Joint Conference on Gasification Processes”, Hastings; The Institute of Fuel, 1962.

Praktični problemi hemijskog inženjerstva razmatrani su u svetlosti osnovnih termohemijskih principa.

Prikazan je i razvojni put opitne stanice u Solihull-u koja se danas smatra jednim od najvećih istraživačkih centara iz oblasti gasne tehnike u Engleskoj (većina istraživanja dr. Denta izvršena su u ovom centru).

Analizirano je nekoliko procesa gasifikacije tečnih goriva koji su prošli kroz fazu poluindustrijskog proveravanja. Konstatovano je da katalitička konverzija lakih destilata nafte, bez obzira na proces, zahteva potpuno otklanjanje sumpora iz sirovine. Rešenje ovog problema nađeno je u prevođenju mešavine destilacionih para i vodonika preko katalizatora, na bazi molibdena, uz naknadno izdvajanje dobijenog vodonik sulfida. Konverzija gasovitih produkata u metan, ugljen-monoksid i ugljen-dioksid vršena je, zatim, posredstvom niklenog katalizatora. U cilju sprečavanja oštećenja ovog katalizatora, gasifikacija naftinih derivata vršena je u dve faze, na različitim temperaturama.

Dato je i nekoliko zanimljivih rešenja proizvodnje gradskog gasa od kojih se jedno zasniva na obogaćenju niskokaloričnog gasa gasom od oko 7.500 Kcal/Nm³ dobijenog hidriranjem destilata nafte na 750°C. To je novi, jednostavan i jeftin postupak dobijanja kaloričnog gasa, na bazi tečnih goriva, bez primene katalizatora. Teška ulja nisu pogodna, kao sirovina, u ovom procesu, ali se hidriranjem mogu prevesti u gasovite ugljovodonike iz kojih se sumporna jedinjenja lako izdvajaju. Vodonik, potreban za ovaj postupak, dobija se iz siromašnog gasa nastalog pri reformisanju ulja.

Proces hidriranja usavršavan je na Pilot Plant uređaju kapaciteta oko 30.000 m³ dnevno i sastojao se u atomiziranju ulja u sloju koksnoga praha fluidizovanog vodonikom. Značajni praktični problemi tehnike fluidizacije, pod pritiskom, isto tako, su razmatrani.

Paralelno sa radovima na gasifikaciji nafte i njenih derivata vršena su i ispitivanja proizvodnje gradskog gasa na bazi uglja i ostalih čvrstih goriva. U ovim istraživanjima ugalj je najpre podvrgnut procesu hidriranja na temperaturama od 800—850°C i pritiska od 70 atm, sa ciljem da se uklone plastične osobine uglja. Druga faza hidriranja odvijala se na nešto višim temperaturama od 900—950°C. Dobijeni gas imao je kaloričnu vrednost od oko 5.700 Kcal/Nm³. Transformacija čvrstog ostatka, posle hidriranja, u gas vršena je na principu gasifikacije u fluidizovanom ležištu. Sprečavanje sinterovanja pepela, u ovakvom ležištu, i smanjenje sadržaja gorivih materija u pepelu bili su problemi koji su, posle znatnih teškoća, ipak uspešno rešeni. Otuda proizilazi da su procesi gasifikacije čvrstih goriva znatno složeniji od postupaka transformacije tečnih goriva u gas, te ostaje da se utvrdi da li razlika u ceni sirovine — laki destilati nafte su oko 1,7 puta skuplji od uglja u Engleskoj — može da kompenzuje manji stepen iskorišćenja energije uglja i skuplje gasogeneratorsko postrojenje.

dipl. ing. B. Marković

Viseće transportno sedište — novo sredstvo za transport ljudstva (The huntrider — a new form of transportation). — „Colliery Engineering”, London, 40 (1963), 477 (nov.) 44—44E, 4 fot.

Članak prikazuje novi tip transporta ljudstva. To je viseće sedište za jednu, dve ili četiri osobe, jednošino vozilo kojim upravlja sam rudar. Ovo sedište je ugrađeno u sredini velikog metalnog okvira oblika romba, na čijem se donjem kraju nalazi podloga za noge. Gornji deo se oslanja na šinu slično C-spoju na žičari. Proveravanjima je utvrđeno da se ova jednostavna naprava može odlično primeniti u podzemnim kopovima uz pomoć malog nezapaljivog elektromotora od 10 KS, koji pokreće ceo sistem na dužini od oko 800 m. Svaka dalja sekcija iste dužine zahteva poseban motor. Transmisija je pomoću V-traka. U gornji deo C-spoja ugrađena su i četiri mala valjka kojima se podešava brzina.

Konstruktori iz preduzeća Jos. Cook Sons & Co., tvrde da ovo transportno sredstvo ima sledeće prednosti:

- oslobođeno je lanaca i užadi,
- neograničene promene brzina,
- efektivno kočenje,
- nema buke i škripanja,
- nije ograničena dužina jednošnog kolo-seka; sekcije se dodaju bez ikakve smetnje,
- bezbednost na zavojima i krivinama,

— pojedina sedišta se mogu na svim tačkama koloseka zaustaviti, krenuti i okrenuti,
— mogu se urediti stanice i punktovi,
— nema potrebe za posebnim uzidivanjima i gradnjama,

— lako se demontira i ponovo montira,
— troškovi korišćenja i održavanja su niski.

Valja napomenuti da delovi i oprema ne zahtevaju nikakav naročito pripremljeni i obradeni materijal. Sve ono što se koristi na rudniku, koristi se i za ovaj vid transporta.

Ovaj sistem je u Velikoj Britaniji primenjen na rudnicima uglja Babbington (preko 1.000 m) i Linby (preko 1.000 m). Uskoro će se uvesti i na ugljenokopu Abernant.

A. Birviš

Bomeroy, C. D.: **Trenje među površinama uglja i metala** (Friction between coal and metal surfaces). — „Colliery Engineering”, London 41(1964), 480 (feb.), 66—72, 2 crt., 4 dijag., 5 tab., 7 bibl. pod.

Članak obrađuje jedan problem čija aktuelnost raste sa sve većim napretkom mehanizacije u rudnicima uglja. Ako se zanemaruje trenje i njegovi uticaji, uvećavaju se gubici i smanjuje trajnost mašina za podsecanje i rezanje. Proučavanja na radilištu pokazuju da se, kod strugova, na primer, trenje može svesti i na polovinu na onim delovima mašine koje su u neposrednom dodiru sa ugljem. Prikazani su jednostavni postupci kojima se ovo postiže.

Dati su detalji eksperimenata. Konstruisan je jedan jednostavan aparat za proučavanje isprekidanog klizanja. Bitne su dve metalne ploče stegnute među dva uzorka uglja. Težinsko opterećenje je do hiljadu funti (453,59 kg).

Za proučavanje neprekidnog klizanja konstruisan je drugi aparat. Jedan uzorak uglja stavlja se na periferijski prsten metalnog diska koji se okreće. Brzina okretanja je konstantna i iznosi 0,27 palca (0,685 cm) na minut.

Obe vrste proučavanja (trenje isprekidanog klizanja i trenje neprekidnog klizanja) zahtevaju posebnu pripremu uzoraka uglja i uzoraka metala. Ugalj se glača brušenjem i preciznim šmirgl-papirom neposredno pred eksperimentat. Uzorak metala (ploča, disk) se takođe brusi, a zatim se ostaci ulja i zamašćenosti uklanjaju parom trihloretilena. Za veće uzorke dat je nešto preinačen postupak pripremanja.

Rezultati zavise od vrste uglja i od vrste metala. Zato su saopštene karakteristike istih.

Sami rezultati su veoma raznovrsni. Ipak, oni ukazuju na određenu zakonomernost u određivanju koeficijenta trenja (μ). Pri isprekidanom klizanju ovaj koeficijent raste sa dužinom jednog klizanja. Zanimljivo je da promene ovog koeficijenta više zavise od uglja no od metala (podatak značajan za praktičnu primenu). Dalje je zapaženo da koeficijent trenja opada sa porastom opterećenja (pritiska) po jednoj logaritamskoj jednačini. Tvrdoća čelika pri ovim računanjima i opitima ne igra nikakvu ulogu. Sama ispitivanja sračunata su na iznalaženje najpogodnijih parametara pomoću kojih bi se odredile mogućnosti optimalnog, rentabilnog i bezbednog rezanja uglja (uzimajući, naravno, u obzir i koeficijent dezintegrabilneta).

Slična ispitivanja su sprovedena i za trenje uglja i mesinga. Koeficijent trenja se i u ovom slučaju isto ponaša, samo što je pri istim uslovima veći nego za čelik. Pri trenju ugalj ostavlja trag na metalu, a i poneka čestica mesinga ostaje na površini uglja. Čelik ne ostavlja nikakvih čestica u uglju.

Opiti sa neprekidnim klizanjem obavljani su da bi se posmatrao uticaj vode na koeficijent trenja. Merenja su vršena na suvim površinama, a zatim i na površinama kvašenim destilisanom vodom. Koeficijent trenja kvašenih površina znatno je manji od koeficijenta trenja suvih površina. S obzirom na empirijski karakter opita uzima se da je smanjenje 0,7 od koeficijenta trenja u prvom slučaju. Greške su najčešće 0,01, ali ih ima i oko 0,03.

Matematička interpretacija ovih pojava upućuje nas na proučavanje osnovnih formula o trenju. Koeficijent trenja se javlja kao količnik dveju osnovnih jednačina. S obzirom na elastične deformacije, veličine pomoću kojih se računa svedene su na granice između 1 i $\frac{2}{3}$. Ovaj odnos figurira kao izložilac u jednačini normalnog napanjanja. Otuda ponašanje koeficijenta trenja u logaritamskoj jednačini.

Pri matematičkoj diskusiji o trenju kvašenih površina dolazi se na prvi pogled do rezultata koji se protivi opitima. S obzirom da modul elastičnosti raste trebalo bi da raste i koeficijent trenja koji mu je upravo srazmeran. Opitima je utvrđeno obratno. Uzrok ovome treba tražiti u formiranju skrame u međuprostoru. Skrama, pak, ima svoje osobine i ponašanje koje ne podleže zakonima klasične fizike (uostalom, među modernim fizičarima ima takvih koji skramu smatraju četvrtim agregatnim stanjem).

A. Birviš

VANJSKOTRGOVINSKO PODUZEĆE
centrozap

KATOWICE - Ligonja - POLJSKA
P. O. B.: 825
Telefon: 329-61, 366-06
Telex: 18-209
Telegrami: CENTROZAP - Katowice



IZVOZ S PODRUČJA:

MECHANIZACIJE I AUTOMATIZACIJE RUDNIKA KAMENOG UGLJENA

- Kombinirani strojevi za otkop i utovar s bubnjem
- Strojevi za transport iz rovova: lagani konvejeri strugači, oklopljeni konvejeri strugači
- Kompletna postrojenja za hidromehanizaciju okomitog i vodoravnog transporta za duboke rudnike kamenog ugljena
- Postrojenja za hidromehanizaciju vađenja kamenog ugljena

I DRUGE RUDARSKÉ STROJEVE

Posjetite naš štand na XXXIII Međunarodnom Poznanjskom sajmu
od 7 do 21 juna 1964 godine

Derivatograph

KOMBINIRANI TERMIČKI ANALIZATOR

Sistem: F. PAULIK — J. PAULIK — L. ERDEY

Određuje brzo i tačno

sastav bauksita, sirovina industrije keramičkih građevinskih materijala i minerala;
degazaciju ugljena;
termička svojstva plastičnih masa;
količinu vlage u lekovima i prehrambenih proizvoda;
sastav analitičkih taloga;
kristalne strukture anorganskih spojeva;
mikrodestilacioni proces tečnosti.

i u isto vreme registrira:

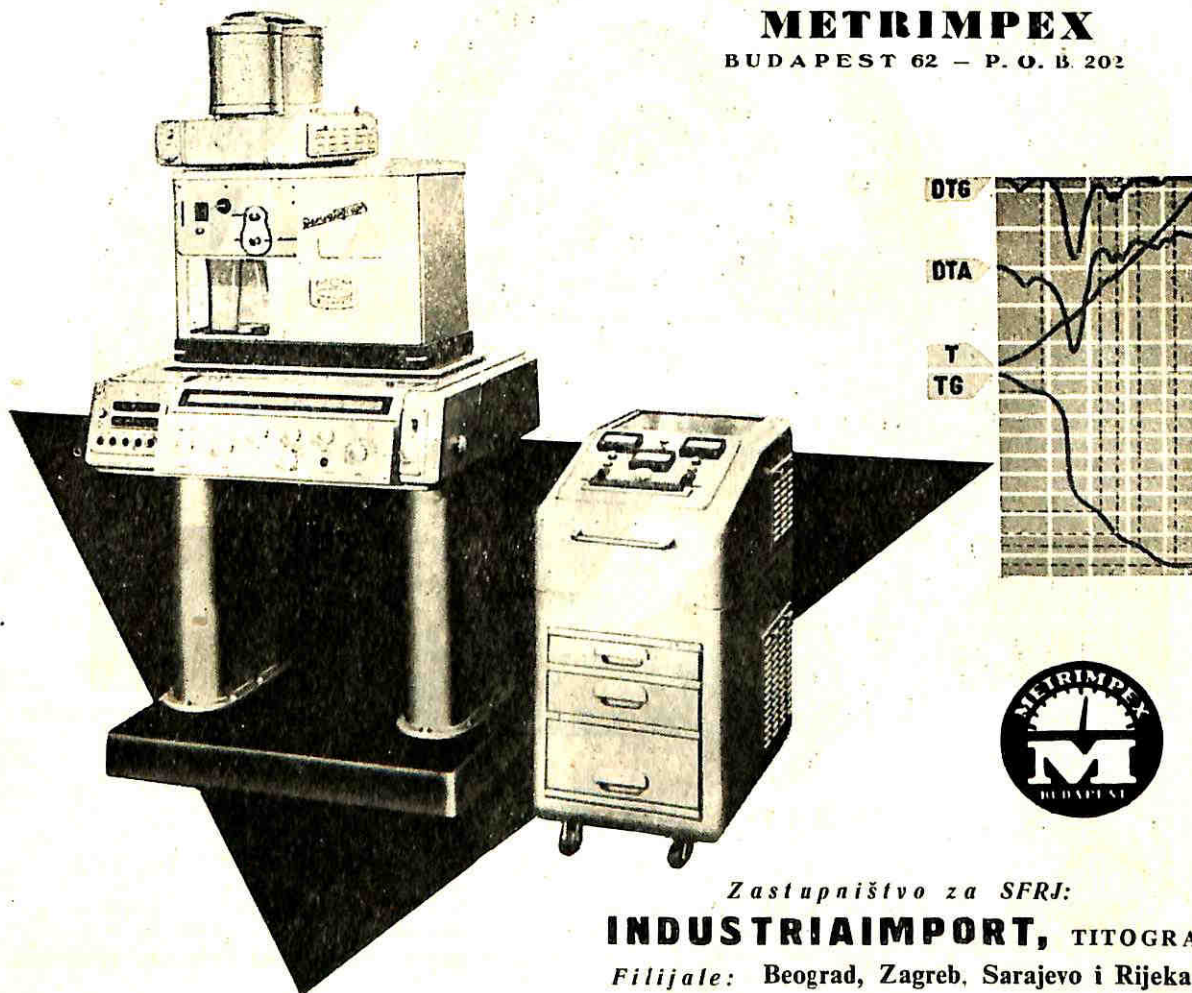
promenu težine (TG)
brzinu promene težine (DTG)
promenu sadržine (DTA)
promenu temperature (T) uzorka.

Aparat ujedinjava prikladno diferencijalni termički analizator, termovagu i derivacionu termovagu.

IZVOZI:

METRIMPEX

BUDAPEST 62 — P. O. B. 202



Zastupništvo za SFRJ:

INDUSTRIAIMPORT, TITOGRAĐ

Filijale: Beograd, Zagreb, Sarajevo i Rijeka

TRAŽITE PROSPEKTE I OBAVEŠTENJA

Prodaja za dinarska sredstva sa naših konsignacionih skladišta!



U čitavom svetu

U svakoj industriji

Pokušane i priznate

EMERGÉ

transportne trake

- izvanredno trajne sa gumenim plaštem i ulošcima od prediva iz pamučnog ili sintetičnog vlakna
- izvanredno sigurne sa nezapaljivim PVC plaštem za postojanost prema vatri i plamenu u rudnicima

Tražite naše ponude!



Mađarsko spoljnotrgovinsko preduzeće za hemijske proizvode
BUDAPEST 5, P. O. B. 121

Zastupnik za SFR Jugoslaviju: **KONTINENTAL**, Beograd, Terazije 27/III

Uputstvo o pripremi članka za štampanje

Članak treba da bude napisan kratko i jezgrovito i po mogućnosti ne treba da prelazi jedan autorski tabak (30.000 štamparskih znakova) odnosno do 20 strana otkucanih na pisačkoj mašini sa proredom.

Autori nose punu odgovornost za originalnost članka kao i da rad još nije objavljen u celini ili izvodu. Autor treba da pribavi saglasnost o iznošenju rezultata rada od institucije na koju se članak odnosi.

Autori treba da izbegavaju naziv stranih firmi a u članku daju samo karakteristike pojedinih mašina i uređaja.

Autor dostavlja rukopis u dva primerka, od kojih jedan mora biti original. Rukopis mora da ima marginu od najmanje 4 cm.

Ukoliko je predat tekst nečitak, sa mnogim ispravkama, ponovno prepisivanje izvršice redakcija, a troškovi padaju na teret autora.

Strane nazive i imena treba pisati kako se pišu u originalu. Ukoliko tekst sadrži tuđa slova (grčka) treba na margini ponoviti slovo i dati mu naziv. U tekstu, tabelama i slikama treba izbegavati skraćenice.

Autori treba da dostavljaju spisak korišćene literature bez rednih brojeva, a u tekstu rukopis navedu autora imenom i prezimenom, kao i godinu izdanja, npr. (M. Petrović, 1962). Spisak literature treba da je sređen po abecedi.

Autor treba da dostavi potpisan rukopis sa tačno naznačenom adresom i navede ustanovu gde radi kao i svoj žiro račun odnosno odgovarajuću izjavu.

Pripremanje slika. — Crteži i fotografije se predaju zasebno. Crteži moraju biti iscrtani tušem na pausu ili finoj hartiji, po mogućstvu uvećani. Crteži treba, posle odgovarajućeg smanjenja, da se uklope u ove formate: $15 \times 20,5$ cm, ili $7 \times \dots n$ cm, gde n može da se kreće od 1—20,5 cm. Ukoliko crteži nisu tehnički ispravni, autor treba da izvrši ispravku. Na svim crtežima odnosno fotografijama mora biti naznačen broj slike.

Potpise za slike, treba ispisati na posebnom listu hartije (isto u duplikatu), sa odgovarajućim prevodima, ukoliko članak ima rezime.

Svaki naučno-stručni članak mora imati rezime, i to:

— na srpskohrvatskom jeziku, 5—10 redova otkucanih mašinom, a isti dolazi na početku članka i

— na jednom od svetskih jezika i treba da obuhvati do 2 strane. Autor može zatražiti od redakcije da izvrši prevod. Poželjno je da autor naznači na koji jezik želi da se izvrši prevod i da da eventualno stručne izraze u prevodu.

Članci primljeni od strane Redakcionog odbora podležu, stručnoj recenziji, autoru se dostavlja poslednja štamparska korektura. Rok vraćanja ove korekture je strogo ograničen, tj. 2 dana za Beograd i 4 dana za unutrašnjost, od dana odašiljanja.

Autor dobija besplatno 15 separata svog članka.

Uredništvo

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

