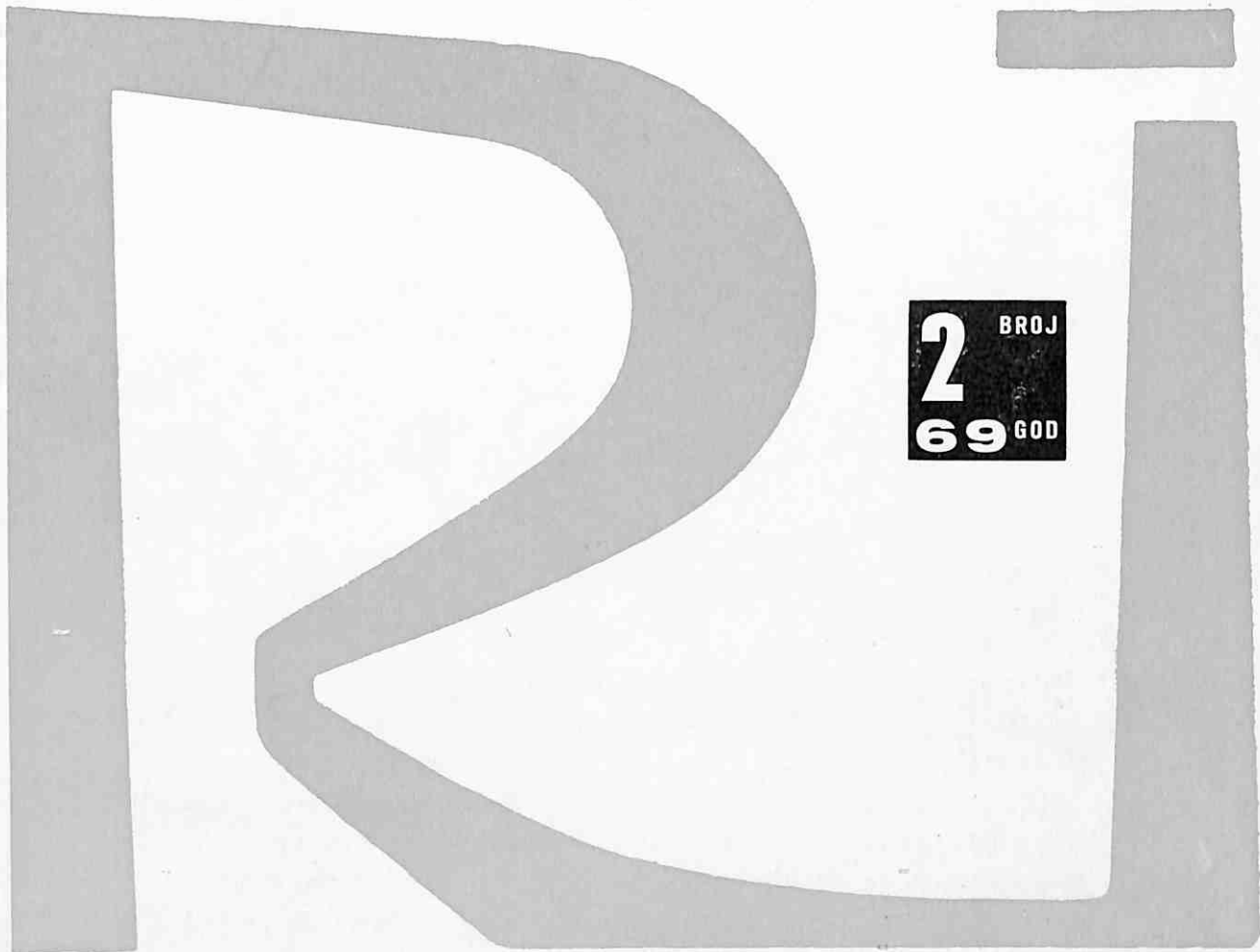


2 BROJ
69 GOD

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), YUGOSLAVIA
ŠTAMPARIJA: »DNEVNIK«, GAJEVA 15, NOVI SAD



2 BROJ
69 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

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNICKI PUT BROJ 2 — JUGOSLAVIJA

GLAVNI UREDNIK

BULJAN prof. ing. VLADIMIR, Rudarski institut, Beograd

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

AHČAN dr ing. RUDOLF, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana

ANTIĆ dipl. ing. MILAN, Mašinski fakultet, Beograd

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

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

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

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

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

IVANOVIĆ dipl. ekon. KOSTA, pred. »Jugometal«, Beograd

KUN, dipl. ing. JANOŠ, Rudarski institut, Beograd

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

MAKAR dipl. ing. MILIVOJE, Rudarski institut, Beograd

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

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

MARUNIĆ dipl. ing. ĐURA, Rudarski institut, Beograd

MILUTINOVIĆ prof. ing. VELIMIR, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

MITROVIĆ dipl. ing. DRAGOLJUB, Rudarski institut, Beograd

MITROVIĆ dipl. ing. MIRA, Rudarski institut, Beograd

NOVAKOVIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd

OBRADOVIĆ dipl. ing. PETAR, Rudarski institut, Beograd

PERIŠIĆ dr ing. MIRKO, direktor Rudarskog instituta, Beograd

PETROVIĆ dipl. geol. VERA, Rudarski institut, Beograd

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

SPASOJEVIĆ dipl. ing. BORISLAV, savetnik, Beograd

STOJANOVIĆ prof. ing. DRAGUTIN, Mašinski fakultet, Beograd

TOMAŠIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd

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

VESOVIĆ dipl. ing. MILAN, Mašinski fakultet, Beograd

SADRŽAJ

Index

Eksplotacija mineralnih sirovina

DIPL. ING. NOVICA SPASIĆ

- Primena metode masovnog miniranja na površinskom otkopu feroznih boksita »Grebnik« u Metohiji — — — — — 5*
- Anwendung der Massensprengmethode im Tagebau der eisenhaltigen Bauxite »Grebnik« in Metohija — — — — — 10*

DR ING. PETAR MILANOVIĆ

- Određivanje svoda zarušavanja i promena napona na modelu od ekvivalentnog materijala za metodu podetažnog zarušavanja — — — — 11*
- Determination of the Hight of the Caved Zone and Change of Stress at Sublevel Caving Method on the Model of Equivalent Material — — 19*

DIPL. ING. RADMILO OBRADOVIĆ

- Uticao upijanja vode na promenu konsistentnog stanja tla — — — — 20*
- Einfluss der Wasseraufnahme auf die Veränderung des des konsistenten Bodenzustands — — — — — 36*

Priprema mineralnih sirovina

DIPL. ING. DRAGORAD IVANKOVIĆ — DIPL. ING. TIHOMIR KOSTIĆ

- Neki aspekti koncentracije rude magnezita metodom elektrostatičke separacije — — — — — 37*
- Some Aspects of Concentration of Magnesite Ore by Electrostatic Separation Method — — — — — 41*

DIPL. ING. MARIJA MISIRLIĆ — DIPL. ING. MIRA MITROVIĆ

- Osobine boksita iz rudnika »Grebnik« — — — — — 42*
- Die Eigenschaften des Bauxits im Bergwerk »Grebnik« — Kosovo — — 66*

Ekonomika

DR ING. DRAGOLJUB ĐOKIĆ

- Troškovi montaže opreme kao kriterijum kod primene mehanizacije u podzemnoj eksploataciji — — — — — 68*
- The Costs of Equipment Installation taken as a Criterion of Mechanization Application in Underground Exploitation — — — — — 76*

Iz prakse

ŽIVOTA M. VUKSANOVIĆ

<i>Domaće kondenzatorske mašine za električno paljenje mine »Induktorska kondenzatorska mašina — 1000 (IKM — 1000)« i »Kondenzatorska mašina — 1000 (KM — 1000)« — — — — — — — — — —</i>	<i>77</i>
<i>Nova oprema i nova tehnička dostignuća — — — —</i>	<i>86</i>
<i>Kongresi i savetovanja — — — — — — — — — —</i>	<i>89</i>
<i>Prikazi iz literature — — — — — — — — — —</i>	<i>92</i>
<i>Bibliografija — — — — — — — — — — — —</i>	<i>93</i>
<i>Obaveštenja — — — — — — — — — — — —</i>	<i>96</i>
<i>Spisak literaturnih elaborata — — — — — — — —</i>	<i>97</i>

Primena metode masovnog miniranja na površinskom otkopu feroznih boksita „Grebnik“ u Metohiji

(sa 2 slike)

Dipl. ing. Novica Spasić

Uvod

Za postizanje efektivnije metode bušenja i miniranja na metohijskim feroznim boksitima, od presudnog značaja bio je izbor mobilne bušalice garniture švedske firme »Atlas Copco« tipa BVB—14.

Primenom ovog tipa bušalice, izborom najpovoljnijeg prečnika krune i bušaćih šipki, određivanjem potrebne brzine izlazećeg vazduha i izborom jačine kompresora, određena je nova metoda bušenja pomoću koje je postignut povoljan režim bušenja kroz tvrdnu feroznu rudu.

Praktična ispitivanja, koja su vršena na površinskom otkopu »Grebnik« u Metohiji, u pogledu dužine razmaka eksplozivnog punjenja i vremenskog razmaka paljenja, pružila su povoljne rezultate granulometrijskog sastava otpucane rude, a time i bolji efekat miniranja.

U poređenju sa starom metodom miniranja pomoću plitkih bušotina i trenutnim otpucavanjem, nova metoda pruža povoljne mogućnosti ne samo za zadovoljenje dnevne proizvodnje boksita od 800 tona, već i za dalje povećanje godišnjeg kapaciteta ovog rudnika (preko 200 hiljada tona rude).

U članku su pored rezultata bušenja i miniranja, koji su postignuti uvođenjem nove metode, dati i neki teoretski principi za izračunavanje brzine protoka vazduha pri bušenju, kao i potrebni elementi za usvajanje metode masovnog miniranja.

Opis bušalice »Atlas Copco«, tipa BVB—14

Pri našem izboru odgovarajućeg tipa bušalice za bušenje kroz veoma tvrdu rudu uzeti su u obzir principi rada burgije prema dvojnjoj kinematičkoj šemi. Pojedine vrste bušalice omogućuju bušenje dvojnjom kinematičkom šemom, tj. udarom i postepeno obrtnim dejstvom. Bušalica takvoga tipa naziva se univerzalnom, za razliku od kombinovane; ovaj tip bušalice dobio je naziv mobilna.

Poznata švedska firma »Atlas Copco« izrađuje više tipova bušalica na električni i pneumatski pogon, od kojih je po svojoj jednostavnoj konstrukciji i lakim opsluživanjem najpoznatiji tip BVB—14. Ova bušalica ispunjava osnovne uslove za njenu isključivu primenu na manjim rudnim ležištima, koja su udaljena od izvora električne energije, lako je pokretljiva i može uspešno da buši i kroz najtvrde stene, uz postizanje povoljnih rezultata bušenja.

Tehničke karakteristike bušalice »Atlas Copco« su sledeće:

- tip BVB — 14
- kruna ϕ 64 mm,
- bušaća šipka ϕ 32 mm,
- spojnica ϕ 43 mm,
- uspešno buši do 15 metara,
- pogon pneumatski.

Ova bušalica se sastoji od bušaćeg čekića tipa BBC—100, lafeta (postolja) i mehanizma za podizanje i spuštanje čekića. Amplituda po dizanja čekića iznosi 1,8—3,2 m. Ukupna teži-

na bušalice sa šipkama iznosi 360 kp. Služi za bušenje vertikalnih i nagnutih minskih rupa do 15 m. Za pogon služi kompresor kapaciteta 12 m³/min, dok utrošak vazduha bušačkog čekića iznosi 7,1 m³/min.

Opiti, koji su vršeni na površinskom otkopu »Grebnik« pomoću ove bušalice, omogućili su uvođenje nove metode miniranja, koja je uvedena sredinom 1968. godine na ovom površinskom otkopu.

Rezultati bušenja i miniranja postignuti uvođenjem nove metode na grebničkim boksitima

Pre uvođenja nove metode, na površinskom otkopu je vršeno bušenje pomoću bušačkih čekića tipa RK—21, sa prečnikom dleta 34 mm, a miniranje — eksplozivom amonolom u patronama prečnika 20 mm. Otpucavanje je vršeno u serijskoj vezi pomoću sporgorećeg štapina i kapisli br. 8.

Ovaj način bušenja i miniranja mogao je da se primeni samo za manju dnevnu proizvodnju boksita, tako da je 1966. godine proizvedeno svega 74.000 tona.

Međutim, dalje razvijanje tržišne privrede u našoj zemlji i težnja proizvođača boksita za povećanjem proizvodnje omogućili su širi plasman grebničkih boksita do 200.000 tona godišnje.

Uporedo sa povećanim zahtevima proizvodnje vršena su istraživanja najpovoljnije metode miniranja na ovom površinskom otkopu. Zahtevi koje treba ispuniti uvođenjem metode masovnog miniranja su sledeći:

— obezbeđenje potrebne količine rude za ispunjavanje plana proizvodnje boksita od 750—800 t dnevno;

— veća brzina bušenja, a time i veći proizvodni učinak;

— pravolinijsko bušenje, koje omogućava tačan proračun prilikom određivanja linije

najmanjeg otpora i rasporeda bušotina (1,5 do 2 m);

— smanjenje specifične potrošnje eksploziva, a time i smanjenje obima bušenja na otkopu;

— neznanat obim sekundarnog miniranja i ručnog izdvajanja većih komada rude iznad 300 mm;

— potpunije drobljenje otpucane rude, u zavisnosti od ravnornog jednorodnog i dvorodnog rasporeda bušotina, i rasporeda eksploziva u bušotini, i

— neznatno odbacivanje otpucane rude u vis.

Prvi rezultati bušenja pokazali su da bušenje utiče kako na troškove bagerovanja, tako i na celokupan učinak eksploatacije boksita. U tablici 1 dati su rezultati bušenja postignuti pomoću jedne bušalice tipa BVB—14.

Uporedo sa navedenim opitima vršena su proračunavanja u cilju određivanja najpovoljnijeg režima bušenja.

Računskim putem dobivena je brzina vazduha kroz bušaće šipke i zidove bušotine, koja prema različitim prečnicima krune varira od 24,5—44 m/sec. Prilikom bušenja, prečnik bušotine se povećava za cca 20 mm, te se količina vazduha može izmeniti proporcionalno povećanju površine kružnog prstena između površine bušotine i bušačkih šipki. Ova površina prema $G = p \cdot l \cdot u \cdot k$ iznosi 0,785 (D² — d²) m², s tim što se osigurava neophodna brzina komprimiranog vazduha. Veličina pritiska vazduha je takođe od značaja za pravilan rad, kao i količina potrebnog vazduha. Komprimirani vazduh prolazi kroz burgiju i služi za odstranjivanje izbušenog materijala iz bušotine, kao i za hlađenje dleta. Kompresor poseduje i niži razdeo pritiska 6 at. i gornji 7 at. Ventil sigurnosti određen je za pritisak 8 at.

Prema tome, merenjem količine utrošenog vazduha i za različite prečnike krune, može

Tablica 1

Pokazatelji	Rezultati bušenja		
	I opit	II opit	III opit
Ukupno vreme bušenja (h)	9	8,5	9
Čisto vreme bušenja (min)	428	405	436
Vremen. iskorišć. bušenja (%)	79,2	79,4	80,7
Ukupna dužina bušotina (m)	54	48	55
Učink čistog vremena buš. (m/h)	7,6	8,0	7,4
Učink ukupnog vremena buš. (m/h)	6,0	6,3	6,0

se izračunati brzina protoka vazduha prema obrascu:

$$V = \frac{Q \cdot k}{F} = 0,785 \frac{Q \cdot k}{(D^2 - d^2)} \text{ (m/min), tj.}$$

$$V = \frac{Q \cdot k}{47 (D^2 - d^2)} \text{ (m/sec)}$$

gde su:

- Q — kapacitet kompresora (m³/min)
- D — prečnik bušotina (m)
- d — prečnik buš. šipke (m)
- k — koeficijent gubitka vazduha u sistemu (K=0,9)
- F — poprečni presek vazdušnog protoka kroz bušotinu (m²)

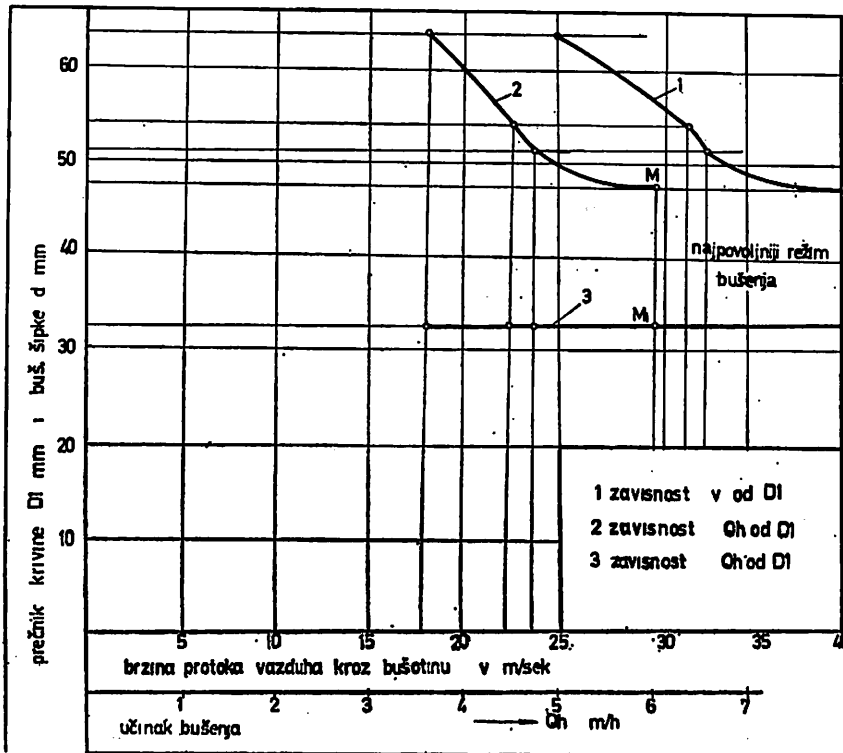
Prema datom obrascu, brzina protoka vazduha zavisi ne samo od kapaciteta kompresora, već i od prečnika primenjenog bušačeg ra-

jeg izbora zavisi bolji režim i veći učinak bušenja.

Tablica 2

Tip bušalice	Prečnik bušotina D (mm)	Prečnik krune D ₁ (mm)	Prečnik buš. šipke d (mm)	Brzina protoka vazduha (m/sec)	Učinak bušenja qh (m/h)
»Atlas Copco«	84	64	32	24,5	3,6
BVB — 14	74	54	32	31,6	4,2
Q = 7,1 m ³ /h	71	51	32	34,0	4,7
	68	48	32	44,0	6,1

Kao što se iz podataka tablice 2 vidi sa korišćenjem krune prečnika 64 mm brzina protoka vazduha kroz bušotinu se smanjuje za 29% u odnosu na krunu prečnika 54 mm, odnosno za 79% — u odnosu na krunu prečnika 48 mm. Međutim, učinak bušenja raste



Sl. 1 — Zavisnost učinka bušenja i režima protoka vazduha od prečnika radnog elementa

Abb. 1 — Die Abhängigkeit der Bohreistung und der Luftströmung vom Durchmesser des Arbeitselements

dnog elementa (krune i buš. šipke). U tablici 2 dati su osnovni pokazatelji koji služe za određivanje najpovoljnijih parametara, od či-

sa smanjenjem prečnika krune, tj. upotrebom krune prečnika 48 mm, u odnosu na prečnik krune 64 mm, raste za 1,7 puta.

U vazдушnom protoku kroz bušotinu sa povećanjem dužine bušenja stvaraju se čestice, koje se usled pritiska vazduha podižu do usta bušotine. Ukoliko je veća dubina bušotine, utoliko će granulacija čestica biti manja. U tim uslovima krupnije čestice se pod pritiskom dleta usitnjavaju, što smanjuje brzinu bušenja i dovodi do većeg abanja krune i bušaćih šipki.

Iz tog razloga i radi otklanjanja ovog nedostatka, od presudnog značaja je pravilan izbor prečnika krune i bušaćih šipki. Kao što je napomenuto, smanjenjem prečnika krune, brzina bušenja (učinak), kao i brzina protoka vazduha, se povećavaju. Na taj način postiže se bolji učinak bušenja, a režim bušenja se zbog povećane brzine protoka vazduha poboljšava. Prema tome, da bi se odredila optimalna veličina prečnika krune, potrebno je izabrati onaj prečnik, pri kome se postiže najpovoljniji režim bušenja uz postizanje maksimalne brzine bušenja po jednom dužnom metru.

Na dijagramu 1 prikazana je zavisnost učinka bušenja Q_h i brzine protoka vazduha kroz bušotinu V od prečnika radnog elementa D_1 i d . Na dijagramu se vidi da se najpovoljniji režim bušenja postiže u tačkama M i M_1 , tj. kod prečnika krune 48 mm i bušaće šipke prečnika 32 mm, te ove veličine predstavljaju optimalne vrednosti pri kojima se postiže maksimalna brzina bušenja po jednom dužnom metru.

Iz dijagrama se takođe vidi, da povećanjem prečnika krune učinak bušenja opada, što se negativno odražava na efekat bušenja, kao i da se smanjuje brzina protoka vazduha, što izaziva usitnjavanje i gnječenje čestica u bušotini, a time i veće zagrevanje i abanje krune i bušaćih šipki. Prema tome, optimalni prečnik krune je pri većoj brzini prodivavanja čestica izbušene rude, kada se postiže maksimalna brzina bušenja 6,1 m/h. Pri daljem smanjenju prečnika, moraju se menjati bušaće šipke sa manjim prečnikom od 32 mm, što se ne preporučuje zbog opasnosti od lomljenja i povećanja brzine protoka, usled koje mogu da nastupe nepoželjne vibracije kod rada bušalice.

Zbog veće tvrdoće feroznih boksita upotrebljavaju se i krune od tvrdih legura sa vidija-čelikom, koje imaju duži vek trajanja, iako imaju manji broj zuba. Cena koštanja je za oko 30% niža od krune 64 mm, što pozitivno utiče na koštanje 1 m bušotine. Glavni

razlog za sniženje cene koštanja je taj, što kod krune većeg prečnika nastupaju lomovi tela krune, dok su slučajevi lomova vidija-krune vrlo retki.

Određivanje potrebnih elemenata metode masovnog miniranja

Prema godišnjoj proizvodnji boksita na ovom površinskom otkopu, za 9 meseci rada, dnevna proizvodnja iznosi:

$$Q_d = \frac{Q_{dg}}{r} = \frac{150.000}{220} = 680 \text{ t/dan}$$

ili maksimalna dnevna proizvodnja:

$$Q_{max} = \frac{20.000}{25} = 800 \text{ t/dan}$$

Za miniranje u toku jedne smene, određene su sledeće veličine (slika 2):

- ukupna dužina bušotina
 $L = 6.24,5 = 54,0 \text{ m}'$
- površina etaže za jedno miniranje
 $F = (d + dl) \cdot ns = (1,5 + 2) \cdot 6 \cdot 2 = 42 \text{ m}^2$
- linija najmanjeg otpora za $\alpha = 75^\circ$
 $W = H \cdot \text{ctg } \alpha + d = 4,0 \cdot 0,30 + 1,5 = 2,7 \text{ m}$
- zapremina srasle rude
 $V = F \cdot H = 42,0 \cdot 4,0 = 168,0 \text{ m}^3$
- količina oborene rude
 $Q_s = V \cdot \gamma = 168,0 \cdot 3,5 = 588,0 \text{ t}$

Odbijajući 15% rude koja otpada na gubitke kvaliteta, količina oborene rude u toku jednog miniranja biće:

$$Q_s = 588,0,85 = 500 \text{ t}$$

Prema tome, dva miniranja dnevno mogu u potpunosti da obezbede maksimalnu dnevnu proizvodnju boksita. Međutim, za godišnju proizvodnju 200.000 t potrebno je nabaviti još jednu bušalicu istoga tipa, koja ne bi bila u potpunosti iskorišćena, ali se ta rezerva pokazuje kao nužna u slučaju kvara i opravke jedne od njih.

Da bi se zadovoljili zahtevi tržišta, jedan od veoma važnih pokazatelja za primenu masovnog miniranja je potreban stepen primarnog drobljenja otpucane rude. Kvalitet i željeni granulometrijski sastav otpucane rude direktno utiču na učinak rada, intenzivnost dobijanja rude i smanjenje gubitaka za sekundarno miniranje.

Ne odbacujući mišljenje da samo svojstva eksploziva i parametri miniranja određuju kvalitet miniranja, potrebno je obratiti pažnju na pravilno korišćenje eksploziva. Ustanovljeno je, da od ukupne energije kojom raspolaže eksploziv, svega 6—10% koristi efektivno, što znači da se najveći deo toplotne energije koja se razvija, ne koristi.

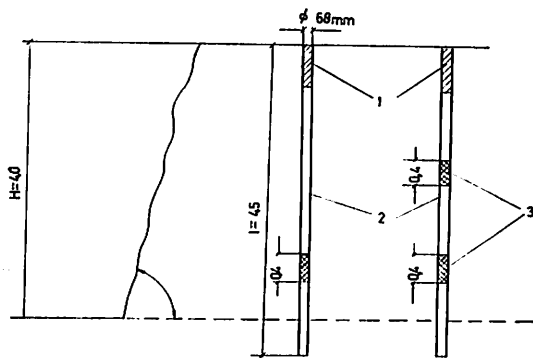
Da bi se što bolje iskoristila ova energija za ravnomerno drobljenje rude primenjuje se razdvojeno punjenje, sa milisekundnim razmakom paljenja.

Bolje efekte primenom ove metode masovnog miniranja pružili su industrijski opiti vršeni na ovom površinskom otkopu. Opiti su

vršeni u pogledu drobljenja potrebnog granulometrijskog sastava, dužine razmaka eksploziva u bušotini, kao i vremenskog razmaka pri električnom paljenju.

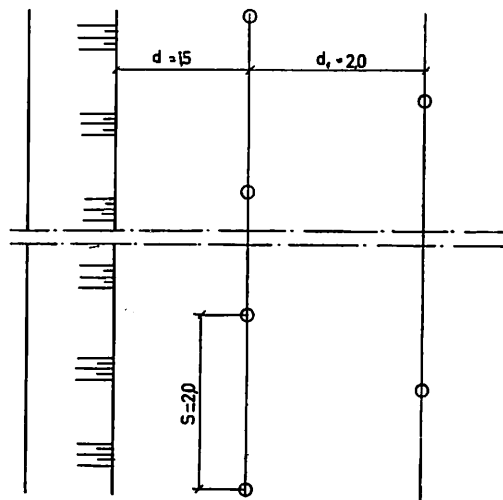
U tablici 3 izloženi su uporedno podaci o primeni stare i nove metode miniranja. Pokazalo se, da dužina razmaka eksploziva u bušotini iznosi 0,15—0,25 h, gde je h — dubina bušotine. Tom prilikom utvrđeni su sledeći parametri miniranja (sl. 2):

- linija najmanjeg otpora na donjoj etažnoj ravni — 2,7 m
- radna kosina etaže — 75°
- rastojanje prvog reda bušotine od gornje ivice etaže — 1,5 m
- rastojanje između redova bušotine — 2 m
- rastojanje između bušotina u redu — 2 m



Sl. 2 — Grafički prikaz metode masovnog miniranja
1 — čep od gline; 2 — eksplozivno punjenje; 3 — razmak od drveta
Parametri miniranja:
 $W = H \cdot ctg \alpha + d$ (m)
 $L = 2 \cdot n \cdot l$ (m)
 $F = (d + d_1) \cdot n \cdot s$ (m²)
 $V = F \cdot H$ (m³)
 $Q = \dots \cdot V$ (t/cm)

Abb. 2 — Die graphische Darstellung der Massensprengungsmethode



Tablica 3

Pokazatelji	Tip bušalice		Primedba
	PK — 21	BVB	
Visina etaže	3—3,5	4—4,5	1. Vrste eksploziva: amonal i kamnilit pojačani prečnika 55 mm
Broj bušotina za jedno min.	36	12	
Broj miniranja dnevno	4—5	2	2. Paljenje milisekundno sa vrem. razmakom 34 mil. sekun. i 12 upaljača (Schaffler)
Prosečna brzina bušenja (m/h)	12	5,9	
Proiz. smenski učinak (t/cm)	280	400	
— Utrošak eksploziva (kp/t)			
— primarno	0,450	0,252	
— sekundarno	0,200	0,080	
— ukupno	0,650	0,332	
Granulometrijski sastav rude (%)			
— 0 — 100 mm	33	55	
— 100 — 300 mm	45	38	
— preko 300 mm	22	7	

— količina eksploziva u I redu — 9 kg po bušotini

— količina eksploziva u II redu — 12 kg po bušotini.

Kao što se iz podataka tablice 3 vidi, može se zaključiti da se primenom nove metode miniranja dobijaju povoljniji rezultati, kako prema utrošku eksploziva po 1 t rude, tako i prema granulometrijskom sastavu minirane rude. Opiti su vršeni upoređenjem sa rezultatima običnog trenutnog paljenja pod istim rudarsko-geološkim uslovima. Dobijena je maksimalna količina komada do 100 mm, sa najmanjim učešćem iznad 300 mm i utvrđena dužina razmaknutog punjenja eksploziva.

Utvrđeno je, da maksimalni razmak između punjenja u jednoj bušotini treba da iznosi 0,8 m u II redu, tj. 0,4 m — u I redu bušotina.

Na stepen drobljenja rude, pre svega, utiče vremenska pauza pri paljenju mina, upotrebom milisekundnih upaljača. Ovo smanjenje vremena od početka razaranja i obaranja masiva omogućava bolje iskorišćenje razorne moći eksploziva. Ukoliko posle paljenja nastupa brže obaranje rude, utoliko će biti veće razaranje masiva, tj. intenzivnije drobljenje rude.

Prema tome, novom metodom u odnosu na staru metodu trenutnim paljenjem, povećan je stepen drobljenja; s druge strane, sa povećanjem broja redova bušotina, vreme paljenja je skraćeno, pa je time i stepen drobljenja veći.

Zbog toga, čak i pri miniranju u jednom redu bušotina, postiže se visoki stepen drobljenja rudne mase. Povećanje stepena drobljenja sa dvorednim punjenjem eksploziva, objašnjava se time, što se pri miniranju na slobodnom prostoru obara ruda u horizontalnom pravcu, te se masa sa drugoga reda sudara sa masom iz prvoga reda. Vreme za koje se sudara ova masa je znatno, dok se brzi-

na obaranja mase u momentu sudara smanjuje, tako da će obaranje biti sasvim neznatno i masa će biti rastresena. Na taj način, na račun skraćena pauze paljenja može se u širim intervalima uticati na stepen drobljenja.

Dalja istraživanja koja će se vršiti u ovom pravcu, pružiće optimalne rezultate miniranja i svodenja sekundarnog miniranja na minimum.

Zaključak

Za bušenje monolitnih feroznih boksita na površinskom otkopu »Grebnik« u Metohiji primenom mobilne bušalice »Atlas — Copco«, tipa BVB—14, postignuti su povoljni rezultati bušenja za usvajanje metode masovnog miniranja.

Najpovoljniji režim bušenja postiže se u potrebom vidija-krone prečnika 48 mm i bušotine prečnika 68 mm. U odnosu na staru metodu postignut je bolji učinak za 78%.

Za postizanje boljih rezultata, potrebno je poboljšati kvalitet izrade krone prečnika 48 mm, kao i bušaćih šipki odgovarajućeg prečnika.

Primenom metode razdvojenog punjenja poboljšan je stepen drobljenja rude i smanjen utrošak eksploziva za skoro 2 puta.

Ukupni proizvodni učinak na otkopu je povećan u odnosu na raniju primenu metode kratkih minskih rupa sa trenutnim paljenjem.

Veličina punjenja u bušotini određena je u zavisnosti od fizičko-mehaničkih uslova ferro-boksita, načina rasporeda i dubine bušotina. Punjenje bušotina u II redu potrebno je razdvojiti na dva dela, a prvog reda na jedan deo dužine 0,4 m.

Postignuti stepen drobljenja, blagodareći primeni metode masovnog miniranja, obezbeđuje željeni granulometrijski sastav otpucane rude. Dalji porast stepena ravnomernog drobljenja rude, može se postići novim istraživanjima iz ove oblasti.

ZUSAMMENFASSUNG

Anwendung der Massensprengmethode im Tagebau der eisenhaltigen Bauxite »Grebnik« in Metohija

Dipl. Ing. N. S p a s i ć*)

Bei der Bohrung der eisenhaltigen Bauxite im Tagebau »Grebnik« in Metohija wurden durch Einsatz der fahrbaren Bohrmaschine »Atlas Copco« Type BVB — 14 sehr günstige Bohrergergebnisse bei der Einführung der Massensprengmethode, erzielt.

*) Dipl. Ing. Novica Spasić, tehnički direktor za rudarstvo REHK — Kosovó

Die günstigsten Bohrergergebnisse wurden durch Einsatz der Widia-Bohrkronen ϕ 18 mm und Bohrlochdurchmesser 68 mm erzielt. Bezogen auf die alte Methode wurde eine um 78% höhere Leistung erzielt.

Zur Erzielung besserer Ergebnisse ist es erforderlich die Qualität der Bohrkronen von 48 mm Durchmesser als auch der Bohrstangen entsprechenden Durchmessers zu verbessern.

Durch Anwendung der gestreckten Ladung wurde der Zerkleinerungsgrad des Haufwerks verbessert und Sprengstoffverbrauch cca 2 mal vermindert.

Die Gesamtleistung im Tagebau wurde, bezogen auf die frühere Kurzbohrloch-Methode mit Momentzündung, um 43% vergrößert.

Die Sprengstoffmenge im Bohrloch wird in Abhängigkeit von physikalisch-mechanischen Verhältnissen, der Verteilungsweise und Bohrlochtiefe, bestimmt. Die Bohrlochladung in der II Reihe soll auf zwei Teile und der I Reihe auf einen Teil, 0,4 m lang, geteilt werden.

Der erzielte Zerkleinerungsgrad, dank der Anwendung der Massensprengmethode, sichert die angestrebte Kornzusammensetzung des Haufwerks. Eine weitere Verbesserung der gleichmässigen Bauxitzerkleinerung kann durch neue Untersuchungen auf diesem Gebiet erzielt werden.

L i t e r a t u r a

- Čirkov, J. I., 1967: Primenenie zarjadov s vozdušnymi promežutkami pri masovyh vzryvah — »Gornyj žurnal« br. 4.
- Gapeljuk, V. G., 1967: Ulučšenie rabočih parametrov šarošečnyh burovyh stankov — »Gornyj žurnal« br. 3.
- Gronjager, H., 1954: Aktuelle Probleme der Massengewinnung in Hartesteinbrüchen. -Der Industrie der St. und Erden.
- Planck, F. H., 1952: Grossbohrlochverfahren Zement-Kalk-Gips.

Određivanje svoda zarušavanja i promena napona na modelu ekvivalentnog materijala za metodu podetažnog zarušavanja*

(sa 6 slika)

Dr ing. P e t a r M i l a n o v i ć

Za deo rudnog ležišta olova i cinka Stari Trg-Trepča, koji će se otkopavati podetažnom otkopnom metodom sa zarušavanjem krovine, rađen je model od ekvivalentnog materijala u cilju određivanja uglova i visine zone zarušavanja.

Generalni pad ležišta je 40°, podinu rudnog tela predstavljaju čvrsti krečnjaci a krovinu škriljci. Otkopavanje ide odozgo na dole.

Rešavanje postavljenih problema na modelu od ekvivalentnog materijala zahtevalo je niz prethodnih ispitivanja. Pre svega, trebalo

je ispitati fizičko-mehaničke osobine rude i stena na dovoljnom broju uzoraka da bi rezultati bili što pouzdaniji.

U cilju pravilnog opterećenja modela određeni su »in situ« vrednosti napona stenske mase.

Poznavanjem ovih i drugih parametara, kao i dela rudišta za koje se pravi model, moglo se pristupiti razradi odgovarajućeg ekvivalentnog materijala, potrebnih instrumenata i druge opreme.

Fizičko-mehaničke osobine rude i pratećih stena

Prilikom modeliranja procesa deformacija i rušenja čvrstih stenskih masa potrebno je ostvariti sličnosti između fizičko-mehaničkih osobina materijala modela i prototipa (sten-

*) Deo materijala podnet je kao referat na Međunarodnoj konferenciji o stanju i perspektivama razvoja tehnologije eksploatacije korisnih supstanci i organizaciji proizvodnje, 25-28. IX 1968. god. u Nesebru, Bugarska.

ska masa). Pošto se proučava proces rušenja mora postojati sličnost između sledećih osobina: čvrstoće na pritisak σ_c , čvrstoće na istezanje σ_t i kohezije C.

Osobine rude, krovine i podine ispitane su na dovoljnom broju uzoraka tako da je koeficijent varijacije bio u dozvoljenim granicama. Ispitivanja su vršena u laboratoriji za mehaniku stena Rudarskog instituta po standardima Međunarodnog biroa za mehaniku stena.

Rezultati ovih ispitivanja dati su u tablici 1.

Određivanje napona stenske mase

Problem koji se postavlja prilikom modelskog ispitivanja, kad se ispitivanja vrše na modelima izrađenim od optički osetljivih ili ekvivalentnih materijala, je njegovo pravilno opterećenje.

Pretpostavka, koja se vrlo često nalazi u literaturi, da je vrednost napona stenske mase čista funkcija dubine i specifične težine mase siva nije održiva. Merenja u jami pokazuju da vrednosti vertikalnih i horizontalnih komponenti napona mogu biti vrlo različite kako po intenzitetu tako i po pravcu. Zato je za određivanje vrednosti napona stenske mase merodavno samo merenje napona »in situ«, a

Tablica 1

Osobina vrsta stene	σ_c kp/cm ²	σ_t kp/cm ²	C kp/cm ²	γ p/cm ³
Ruda	473,0	68,0	120,0	4,67
Krečnjak	663,0	71,0	135,0	2,71
Škriljac	402,0	48,0	84,0	2,71

Maksimalni glavni napon

$$\sigma_{\max} = \frac{E}{2} \left\{ \frac{\epsilon_1 + \epsilon_3}{1 - \nu} + \frac{1}{1 + \nu} \sqrt{(\epsilon_1 - \epsilon_3)^2 + [2\epsilon_2 - (\epsilon_1 + \epsilon_3)]^2} \right\}$$

Minimalni glavni napon

$$\sigma_{\min} = \frac{E}{2} \left\{ \frac{\epsilon_1 + \epsilon_3}{1 - \nu} - \frac{1}{1 + \nu} \sqrt{(\epsilon_1 - \epsilon_3)^2 + [2\epsilon_2 - (\epsilon_1 + \epsilon_3)]^2} \right\}$$

Maksimalni tangencijalni napon

$$\tau_{\max} = \frac{E}{2(1 + \nu)} \cdot \sqrt{(\epsilon_1 - \epsilon_3)^2 + [2\epsilon_2 - (\epsilon_1 + \epsilon_3)]^2}$$

nikako pretpostavka. Tako je postupljeno i u ovom slučaju, kada je trebalo odrediti opterećenje modela.

Veličina opterećenja modela mora da bude takva, da u materijalu modela izazove naponsko stanje koje je ekvivalentno naponskom stanju »in situ« dela rudišta za koji se pravi model.

Da bi se odredila promena veličina komponenti napona stenske mase sa dubinom eksploatacije vršena su merenja na VI, VII i IX horizontu.

Na mestima gde su izvršena merenja uzeti su i uzorci stenske mase na kojima je određen modul elastičnosti i Poissonov koeficijent. Radi lakšeg upoređenja rezultata, merenja su na sva tri horizonta vršena u krečnjaku.

Kao metod merenja površinskih napona na bokovima jamskih prostorija upotrebljen je metod rasterećenja.

Na dobro pripremljenu površinu stenske mase, pomoću dvokomponentalnog cementa Hottinger X—60, postavljena je rozeta elektrootpornih traka (Tokyo Sokki Kenkyujoco). Jezgrovanjem jezgra ϕ 80 mm pomoću bušaće garniture Chicago Pneumatic Co., deo stenskog masiva koji se nalazi oko rozete traka oslobođen je napona, koji deluje na površini stenskog masiva. Elektronskim statičkim merenim mostom SR—4 Baldwin Lima Hamilton izmerene su deformacije jezgra u pravcima duž pojedinih traka rozete.

Poznavanjem veličina dilatacija duž pojedinih traka rozete, modula elastičnosti i Poissonovog koeficijenta, korišćenjem obrazaca teorije elastičnosti izračunate su komponente površinskih napona.

Ugao između pravaca X ose i maksimalnog glavnog napona

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{2\varepsilon_2 - (\varepsilon_1 + \varepsilon_3)}{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}$$

U tablici 2 dati su rezultati merenja napona „in situ“.

Tablica 2

Horizont	Dubina m	σ_{\max} kp/cm ²	σ_{\min} kp/cm ²	φ stepeni
VI	645,0	285,0	225,0	35
VII	705,0	136,0	156,0	44
IX	825,0	156,0	200,0	39

Napon neporemećenog stenskog masiva iz računava se pomoću empirijskog izraza do kog je došao L e e m a n $\sigma_{1,2} = \frac{\sigma}{1,55}$

U tablici 3 dati su naponi neporemećenog stenskog masiva.

Tablica 3

Horizont	Dubina m	σ_1 kp/cm ²	σ_2 kp/cm ²
VI	645,0	185,0	145,0
VII	705,0	88,0	102,0
IX	825,0	101,0	130,0

Ako se proanaliziraju rezultati u tablicama 2 i 3 vidi se da je najveća vrednost napona na VI horizontu, gde je s obzirom na ostala mesta merenja najmanja dubina eksploatacije.

Vrednosti napona na VII i IX horizontu (tablica 2) pokazuju određenu linearnost s obzirom na dubinu eksploatacije. Ako se pretpostavi da ta zavisnost važi i za VI horizont, dobila bi se vrednost napona od 130,0 kp/cm². Razlika od 285,0—130,0=155,0 kp/cm² pripisuje se nekoj anomaliji okolne stenske mase (rudno telo, šupljina).

Postavljanje uslova sličnosti

Da bi se na modelu mogle proučiti određene pojave treba prethodno odrediti matematičke zavisnosti između ispitivanih veličina na modelu i prototipu. Ove matematičke zavisnosti utvrđuju se primenom dimenzionalne analize.

Poznato je, da za stensku masu ne važi jedinstveni zakon odnosa napona i deformacije. U zavisnosti od vrste stenske mase, pro-

cesi koji se dešavaju u njoj mogu se opisati pomoću teorije elastičnosti, plastičnosti ili teorije viskoplastičnosti tečenja.

Da bi se na modelu mogla proučavati pojava jamskog pritiska i manifestacija vezanih sa njima, potrebno je da model zadovolji uslove mehaničke sličnosti.

Kod određivanja kriterijuma sličnosti pri modeliranju treba izdvojiti osnovne sile koje deluju na proučavanje pojave. U stenskom masivu, oslabljenom jamskim radovima, to su sila teže i unutrašnje sile — naponi.

Kriterijumi sličnosti se izvode iz opšteg zakona N e w t o n-a i dimenzionalne analize.

U slučaju istovremenog dejstva sile teže i napona važi odnos

$$\frac{F}{f} = \frac{\gamma_p}{\gamma_m} \cdot \frac{l_p^3}{l_m^3}$$

Da bi mehanički procesi, izazvani unutrašnjim naponima usled dejstva zapreminskih sila u prototipu, bili slični odgovarajućim procesima u modelu, neophodno je da

$$K_m = K_p = \frac{N_m}{l_m \gamma_m} = \frac{N_p}{l_p \gamma_p}$$

U datim izrazima »N« se može odnositi na različite parametre modela odnosno prototipa i ima dimenziju napona (na primer, modul elastičnosti, granica tečenja, čvrstoća materijala itd.).

Izraz

$$\frac{N_m}{l_m \gamma_m} = \frac{N_p}{l_p \gamma_p} = K$$

je osnovni za modeliranje mehaničkih procesa u stenskom materijalu.

Odnos $\frac{l_p}{l_m}$ predstavlja razmer geometrijske sličnosti.

Prilikom modeliranja procesa deformacija i rušenja čvrstih anizotropnih stenskih masa, potrebno je ostvariti sličnosti između sledećih parametara modela odnosno prototipa: čvrstoće na pritisak, čvrstoće na istezanje, kohezije i ugla unutrašnjeg trenja.

$$(\sigma_c)_m = \frac{l_m}{l_p} \cdot \frac{\gamma_m}{\gamma_p} (\sigma_c)_p$$

$$(\sigma)_m = \frac{l_m}{l_p} \frac{\gamma_m}{\gamma_p} (\sigma)_p ; t_g \tau_m = t_g \tau_p$$

$$C_m = \frac{l_m}{l_p} \frac{\gamma_m}{\gamma_p} \cdot C_p$$

Kako procesi koji se proučavaju na modelu u prirodi traju neko određeno vreme, potrebno je odrediti i razmer za vreme α_t , tj. potrebno je odrediti vreme ispitivanja modela. U našem slučaju treba odrediti vreme »obaranja rude« na modelu tako da bude u odgovarajućem odnosu sa vremenom potrebnim za otkopavanje u jami.

Razmer za vreme α_t određuje se na osnovu ispitivanja ekvivalentnog materijala i predstavlja odnos odgovarajućeg vremena trajanja nekog procesa u prototipu i modelu. Njegovo tačno određivanje je prilično dugotrajan proces, jer zahteva određivanje reoloških osobina i odgovarajućih jednačina ekvivalentnog i stenskog materijala.

Kada su te osobine utvrđene, treba odrediti njihov nov odnos, jer je sada »model« uzorak od ekvivalentnog materijala, a »prototip« uzorak stenskog materijala. Ovde se mora imati u vidu, da je nama potreban odnos trajanja nekog procesa u prirodi (stenska masa u rudniku) i modelu (ekvivalentni materijal). Pošto se ispitivanja vrše na uzorcima laboratorijskih veličina mora se uzeti u obzir i uticaj geometrijskog faktora uzoraka. Znači, razmera za vreme određuje se indirektnim putem.

Kako su u našem slučaju predominantne zapreminske sile, to je moguće razmeru za vreme odrediti iz sledećeg empirijskog izraza:

$$\alpha_t = \sqrt{\alpha}$$

Određivanje parametara modela

S obzirom na raspoloživu opremu i zadatak ispitivanja usvojeno je da se model radi u razmeri 1:50 ($\alpha = 50$).

Na osnovu fizičko-mehaničkih osobina stena (tablica 1) ekvivalentni materijal treba da ispunjava sledeće uslove:

Ekvivalentni materijal za škrljajac

Čvrstoća na pritisak

$$(\sigma_c)_m = \frac{\gamma_m}{\gamma_p} \frac{l_m}{l_p} (\sigma_c)_p = \frac{1,63}{2,71} \frac{1}{50} \cdot 402 = 4,85 \text{ kp/cm}^2$$

Čvrstoća na istezanje

$$(\sigma)_m = \frac{\gamma_m}{\gamma_p} \frac{l_m}{l_p} (\sigma)_p = \frac{1,63}{2,71} \frac{1}{50} \cdot 48 = 0,58 \text{ kp/cm}^2$$

Ekvivalentni materijal za krečnjak

Čvrstoća na pritisak

$$(\sigma_c)_m = \frac{\gamma_m}{\gamma_p} \frac{l_m}{l_p} (\sigma_c)_p = \frac{1,45}{2,71} \frac{1}{50} \cdot 663 = 7,0 \text{ kp/cm}^2$$

Čvrstoća na istezanje

$$(\sigma)_m = \frac{\gamma_m}{\gamma_p} \frac{l_m}{l_p} (\sigma)_p = \frac{1,45}{2,71} \frac{1}{50} \cdot 71 = 0,76 \text{ kp/cm}^2$$

U tablici 4 dat je pregled karakteristika materijala.

Tablica 4

Osobina stena	kp	σ_c kp/cm ²	σ_t kp/cm ²	C kp/cm ²	γ p/cm ³
ruda	prototip	473,0	60,0	120,0	4,67
	model	—	—	—	—
krečnjak	prototip	663,0	71,0	135,0	2,71
	model	7,0	0,76	—	1,46
škrljajac	prototip	402,0	48,0	84,0	2,71
	model	4,85	0,58	—	1,63

Opterećenje modela

Iz uslova sličnosti i izmerenih vrednosti napona »in situ« izračunato je opterećenje modela.

Vrednost napona na VI horizontu iznosila je 285,0 kp/cm² a odgovarajući napon u modelu:

$$\sigma_m = \frac{\gamma_m}{\gamma_p} \frac{l_m}{l_p} \sigma_p = \frac{1 \cdot 1,63}{50 \cdot 2,71} \cdot 285,0 = 3,4 \text{ kp/cm}^2$$

Kako je širina modela 0,25 cm, a dužina 5,0 m, to opterećenje od 42,5 t izaziva napon od 3,4 kp/cm². Ovaj teret ostvaren je pomoću 25 kom. hidrauličnih dizalica kapaciteta 2,5 t.

Uzimanjem u obzir da je treća dimenzija nepotpuna, merilo početnog napona modela od 3,4 kp/cm², nije bilo izračunato opterećenje od 42,5 t, već opterećenje koje bi izazvalo napon od 3,4 kp/cm². Na taj način, postignuto je naponsko stanje koje imamo u stenskom masivu, a kontrolisamo je pomoću 10 kom. specijalno konstruisanih ćelija za merenje pritiska.

Izbor materijala i tehnologija izrade

Na osnovu rezultata fizičko-mehaničkih osobina stene i rude i zahteva koje treba da ispuni ekvivalentni materijal (tablica 4), izabrana je mešavina niza materijala na bazi: peska, liskuna, gipsa i vode. Najveći problem se javio kod izbora adekvatnog ekvivalentnog materijala za škriljac, s obzirom da je zadatak modela proučavanje procesa zarušavanja krovinskih naslaga.

Materijal na bazi gipsa ima sledeće opšte osobine:

- lom sličan lomu stenskog materijala
- relativno se lako priprema.

Jedan od osnovnih činilaca koji utiču na mehaničke osobine ekvivalentnog materijala, na bazi gipsa, je odnos voda-gips. Ispitivanja su vršena sa četiri različita odnosa, a rezultati složeni u Gibbs-ove dijagrame. Primera radi, daje se sastav mešavine materijala za škriljac: peska 41%, gipsa 17%, liskuna 32% i 10% vode.

Pripremanje materijala vršeno je u količinama dovoljnim za izlivanje jednog sloja, dužine modela i debljine 0,5—1,0 cm.

U cilju simuliranja škriljavosti između ovih slojeva stavljan je sloj tankog polivinil hlorida. Mešanje materijala mešavine vršeno je mašinski, a nabijanje u ram ručno.

Rudno telo je predstavljeno pomoću 250 kom. drvenih umetaka, tako da je svaki umetak predstavljao ekvivalentnu količinu otpucane rude jednom lepezom minskih rupa.

Instrumenti za merenje

Praćenje pojava na modelu vršeno je kvantitativno i kvalitativno. Merene su promene napona i deformacije.

Kontrola početnog naponskog stanja, kao i promene do kojih je dolazilo u toku opita, vršena je pomoću specijalno konstruisanih ćelija. U toku livenja modela ugrađeno je 10 komada ovih ćelija. Pre ugrađivanja izvršeno je baždarenje svake ćelije ponaosob. Zbog međusobnog dejstva između ćelije i materijala modela, ćelije su baždarene u opitnim telima od ekvivalentnog materijala dimenzija 10x10x15 cm. Dimenzije ćelije iznose 15x30x5 mm. Merni element je pločica od bakar-berilijum legure, opterećene na čisto savijanje. Opterećenjem dolazi do deformacija mernog elementa, koje se pomoću elektrooptičkih mernih traka pretvaraju u električni signal, koji se registruje pomoću statičkog mernog mosta.

Za merenje pomeranja korišćeni su repéri (380 kom.), postavljeni na međusobnom rastojanju od 10 cm. Pojave do kojih je dolazilo tokom opita registrovane su postupnim fotografisanjem.

Ispitivanja modela

Posle završenog livenja i sušenja modela, koje je trajalo 46 dana, pristupilo se samom ispitivanju. Hidrauličkim dizalicama je postepeno povećavano opterećenje, sve dok se u materijalu modela nije dostigao napon od 3,4 kp/cm². Kontrola opterećenja, kako po intenzitetu tako i po rasporedu, vršena je pomoću ugrađenih ćelija. Po dostizanju potrebnog napona u materijalu modela pristupilo se, prema predviđenoj otkopnoj metodi, otkopavanju ležišta između dva horizonta. Vađeni su drveni umeci od krovinskog ka podinskom boku, odozgo na dole. Prema proračunu svakih 7^{1/2} časova vađena su po dva drvena umetka i time simulirana količina otkopane rude u toku 24 časa. Ispitivanje se odvijalo u tri smene. Pre svakog sledećeg vađenja drvenih umetaka vršeno je kontrolisanje opterećenja modela, zatim vađenje drvenih umetaka, očitavanje promene napona i fotografisanje.

Obrada podataka ispitivanja

Pošto su ugrađene ćelije za merenje napona pre ugrađivanja baždarene, to se primenom izraza $\sigma_p = \frac{Y_p}{Y_m} \alpha_{\sigma m}$ vrši preračunavanje i određivanje vrednosti napona koje treba očekivati za vreme otkopavanja u krovinskom škriljcu.

Na slikama 1, 2, 3, 4 i 5 prakazane su karakteristične pojave do kojih je dolazilo za vreme otkopavanja.

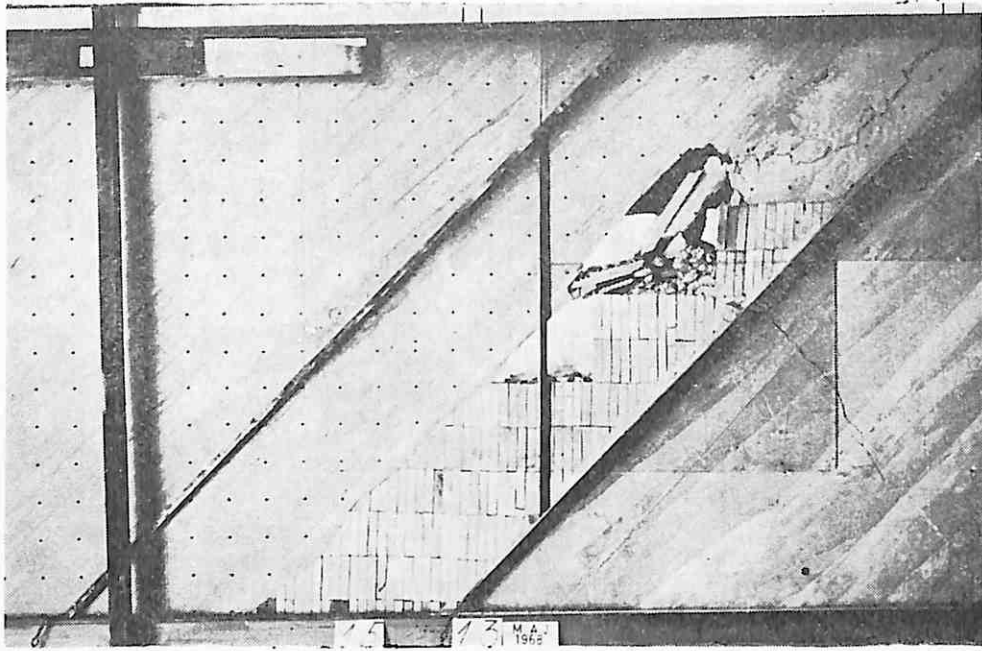
Podaci ispitivanja su zatim složeni tako da su se na dijagramu mogle prikazati promene napona i visine zone zarušavanja u funkciji procenta otkopanog rudnog tela (sl. 6) između dva horizonta.

Analiza podataka ispitivanja

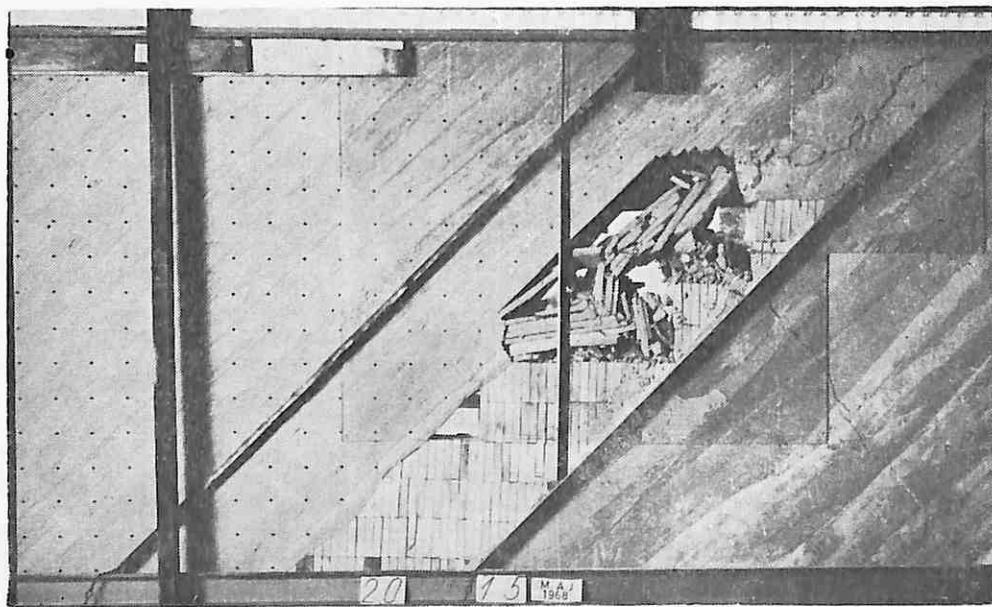
Na slikama 1, 2, 3, 4 i 5 vidi se stvaranje svoda zarušavanja prilikom otkopavanja rudnog tela između dva horizonta.

Otkopavanjem prva dva pojasa nije dolazilo do zarušavanja krovinskih naslaga pa ga je trebalo inicirati. Na sl. 5 vidi se izgled zone zarušavanja.

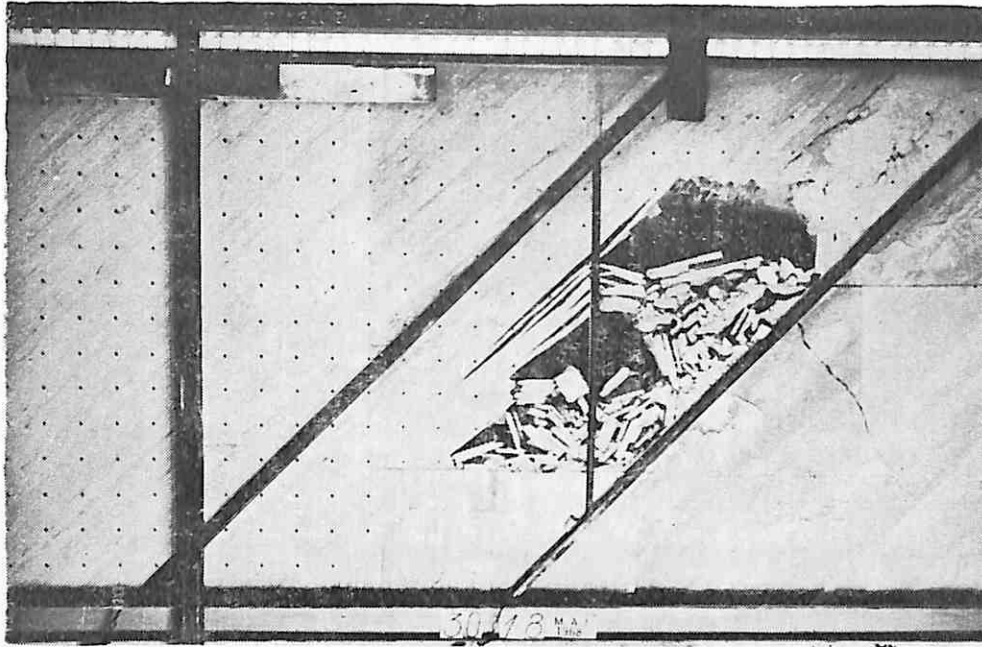
Analizom podataka, prikazanih na sl. 6, mogu se izvući pojedini zaključci.



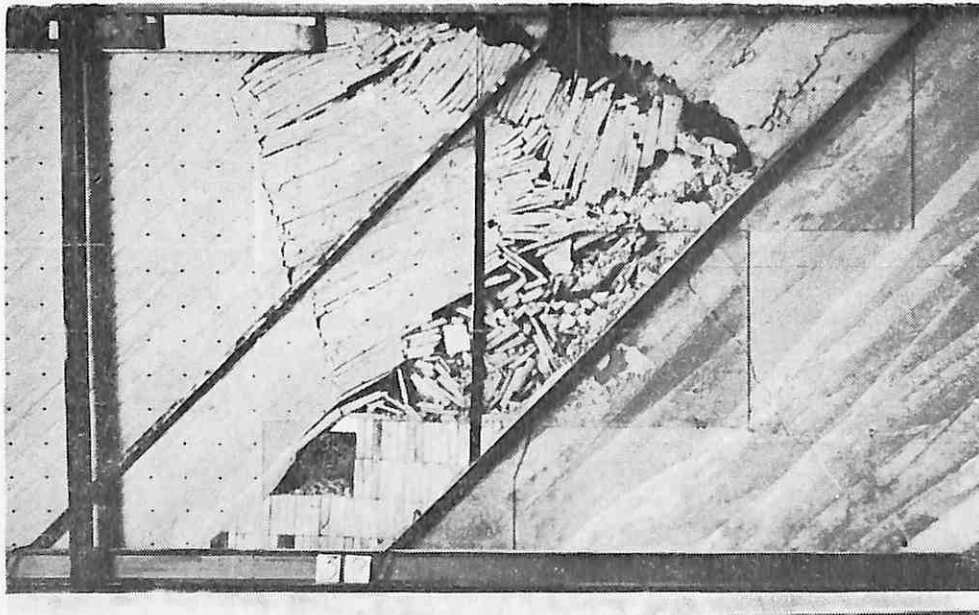
Sl. 1 — Pojedine faze ispitivanja na modelu od ekvivalentnog materijala. Stvaranje zone zarušavanja.
 Fig. 1 — A phases of the model investigation. Development of the caving zone.



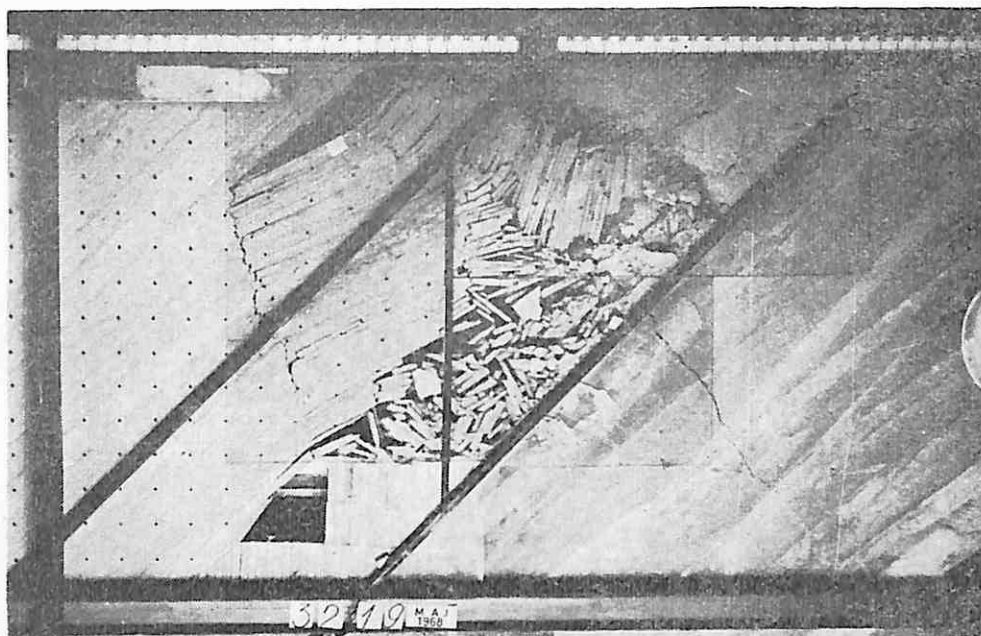
Sl. 2 — Pojedine faze ispitivanja na modelu od ekvivalentnog materijala. Stvaranje zone zarušavanja.
 Fig. 2 — A phases of the model investigation. Development of the caving zone.



Sl. 3 — Pojedine faze ispitivanja na modelu od ekvivalentnog materijala. Stvaranje zone zarušavanja.
Fig. 3 — A phases of the model investigation. Development of the caving zone.

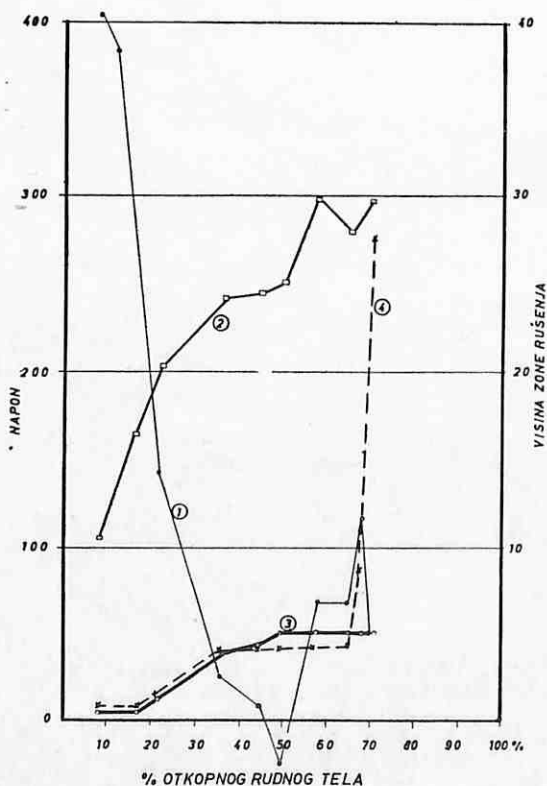


Sl. 4 — Pojedine faze ispitivanja na modelu od ekvivalentnog materijala. Stvaranje zone zarušavanja.
Fig. 4 — A phases of the model investigation. Development of the caving zone.



Sl. 5 — Pojedine faze ispitivanja na modelu od eivalentnog materijala. Stvaranje zone zarušavanja.

Fig. 5 — A phases of the model investigation. Development of the caving zone.



Kriva 1 pokazuje promene napona koje bi trebalo očekivati u škriljcu na udaljenosti cca 20 m, mereno od kontakta rudnog tela i krovinskih naslaga; kriva 2 pokazuje promene na udaljenosti cca 70 m; kriva 3 takođe pokazuje promenu napona na udaljenosti cca 70 m, ali na 40 m većoj dubini od gornjih čelija; kriva 4 pokazuje promenu visine zone zarušavanja.

Iz krive 1 se vidi da je promena napona u neposrednoj krovini promenljivog karaktera. Već kod početka otkopavanja (17% otkopanog rudnog tela između dva horizonta) dolazi do nagle promene napreznjenja na pritisak neposredne krovine, tako da kad se rudno telo otkopa oko 50%, napreznjenje menja znak pa su krovinski škriljci napregnuti na istezanje. Kako je čvrstoća na istezanje škriljca jako mala, dolazi do intenzivnog stvaranja pukotina i neznatnim povećanjem napona dolazi do većih zarušavanja. Kada je rudno te-

Sl. 6 — Dijagram promene napona i visine zone zarušavanja u zavisnosti od procenta otkopanog rudnog tela između dva horizonta.

Fig. 6 — Change of stress and the height of caving zone vis percentage of mined ore body between two levels.

lo između dva horizonta otkopano sa oko 70%, svod zarušavanja dostiže visinu od 26—30 m.

Ako se uporede krive 2 i 3 (sl. 6) vidi se da one pokazuju promene napona na dva različita nivoa (visinska razlika 40 m) i da je deo krovinskih naslaga na većoj visini manje izložen uticaju otkopavanja.

Na sl. 5 može se videti da uglovi pod kojim se zarušavaju stari rad i krovinske naslage iznose 55° odnosno 68°.

Zaključak

Izloženi rezultati ispitivanja na modelu od ekvivalentnog materijala ukazuju na mogućnost primene ove vrste ispitivanja u slučajevima kada nije moguće izvršiti direktna osmatranja na terenu.

Prikazani rezultati su deo jednog šireg programa geomehaničkih ispitivanja metoda, koji se izvodi u Rudarskom institutu-Beograd.

O z n a k e

- σ_c — čvrstoća na pritisak kp/cm^2
- σ_t — čvrstoća na istezanje, kp/cm^2
- E — modul elastičnosti, kp/cm^2
- ν — Poissonov koeficijent
- C — kohezija, kp/cm^2
- σ_{\max} — maksimalni glavni napon, kp/cm^2
- σ_{\min} — minimalni glavni napon, kp/cm^2
- τ_{\max} — maksimalni tangencijalni napon, kp/cm^2
- $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ — deformacije merene duž pojedinih traka rozete, mikro mm/mm
- $\gamma_p, \gamma_l, \gamma_m$ — zapreminske težine i linearne veličine prototipa odnosno modela
- F, f — sile koje deluju u nekoj tački prototipa odnosno modela
- K — bezdimenzionalni broj koji predstavlja kriterijum sličnosti
- α — razmer geometrijske sličnosti
- α — razmer vremena

SUMMARY

Determination of the Hight of the Caved Zone and Change of Stress at Sublevel Caving Method on the Model of Equivalen Material

Dr P. M i l a n o v i ć, min. eng.*)

The parametars of model are based on mechanical rock properties and measured in situ state of stress.

Geometrical scale factor 50, time scale 7½ hours and overall model dimension 5x2,5x0,3 m. Model materials are sand, plaster, mica and water.

Stress distribution in model was controlled by 10 pressure cells (15x30x5 mm) built in model material.

Investigations show that at 48% of mined ore body between two levels, the stress in the immediate roof change the sign, from compression to tension and at 70% of the mined ore body between two levels the complete caved zone of 30 m is formed.

L i t e r a t u r a

- H e t e n y i, M., 1950: Handbook of Experimental Stress Analysis, John Wiley.
- K u z n j e c o v, G. N., 1959: Izučenie projavlenij gornogo davlenija na modelah, Ugletehizdat, Moskva.
- M a g n i c k i j, B. A., 1953: Osnovy fiziki zemli, Moskva.
- M u r p h y, G., 1950: Similitude in Engineering, Ronald Press, New York.
- N a z a r o v A. 1965: O mehaničeskom podobii tverdyh deformiruemyh tel, Erivan.
- S e d o v, L. I. 1965: Metody podobija i razmernosti v mehanike. — Nauka, Moskva.
- Otkopavanje i jamski pritisak. Izveštaj za 1964. god., Rudarski institut, Beograd.
- Unapređenje podzemne eksploatacije neslojevitih ležaja; laboratorijska i jamska ispitivanja u rudniku Trepča, 1968, Rudarski insitut, Beograd.

*) Dr ing. Petar Milanović naučni saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

Uticaj upijanja vode na promenu konsistentnog stanja tla

(sa 19 slika)

Dipl. ing. Radmila Obradović

Uvod

Još 1933. godine O. E n s l i n je objavio metodu merenja upijanja tečnosti na materijalima koji bubre, a E n d e l l i njegovi saradnici su je 1938. godine uveli u mehaniku tla.

Za poslednjih nekoliko godina mnogi autori (N e u m a n R., J e l i n e k, K r o b b e i dr.) ukazivali su na važnost i značaj poznavanja sposobnosti upijanja glinovitih materijala.

Međutim, nezavisno od objavljenih članaka, godine 1956. H e r m a n H e f t je izvršio niz ispitivanja na opitnoj stanici za vodoprivredu i niskogradnju na tehničkoj visokoj školi u Darmstadt. Opšte je izvodio na mnogim konstrukcijama Enslinovog aparata, sa ciljem da prvobitnu konstrukciju aparata poboljša i opšte učini što pristupačnijim i tačnijim, naročito na koherentnom zemljištu neravnomernog sastava, koje se sreće najčešće u praksi niskogradnje i zemljanih radova i na odlagalištima površinskih otkopa (sl. 1-a i 1-b). Sem toga, želeo je da utvrdi mogućnost primene metode na frakcije peska do 2 mm, čime bi se područje ispitivanja povećalo, a rezultati mogli da koriste u istoj meri kao i za frakcije zrna tla manjih od 0,06 mm.

Posle obimnih ispitivanja, tek je 1957. godine Enslinov postupak mogao da se uvede kao metoda, pa se pored već poznatih metoda za klasifikaciju tla i metoda Enslina priključuje kao standardna metoda, koja kod neravnomernih koherentnih tla anorganskog porekla omogućuje, uz srazmerno mali utrošak rada i vremena, relativno brzo dobijanje još jednog značajnog pokazatelja tla »maksimalne sposobnosti upijanja vlage max. We.«

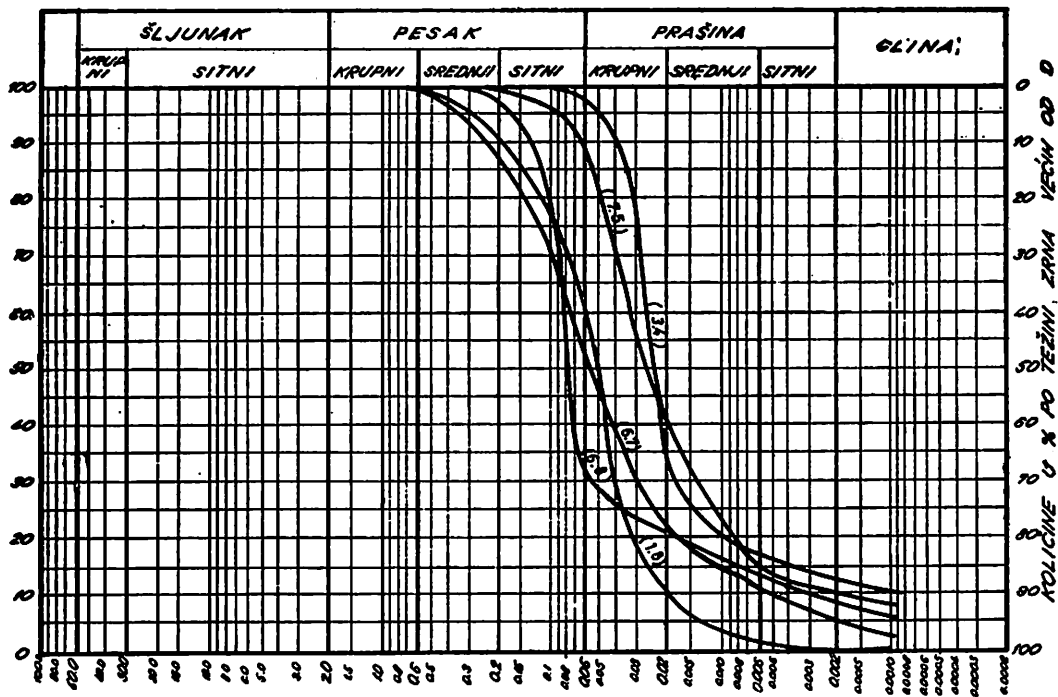
Cilj nam je da utvrdimo usmeravanje Enslinove metode za praktično rešavanje problema u području navedenih vrsta tla (slika 1-a i 1-b) kako kod niskogradnje i zemljanih radova, tako i na površinskim otkopima.

Jedan od najinteresantnijih problema pri određivanju nosivosti na planumu etaže površinskih otkopa i odlagališta jeste promena konsistentnog stanja koherentnog tla u zavisnosti od atmosferskih padavina. Taj uticaj je posledica upijanja atmosferskih padavina. Kao rezultat toga javlja se smanjenje nosivosti na etažama, što neposredno utiče na smanjenje učinka pri otkopavanju jalovine ili njegovom odlaganju.

D e c k e r je još 1928. godine prikazao, na osnovu terenskih ispitivanja, da se kod glinovitih zemljišta smanjuje učinak pri otkopavanju jalovine za 60,2% zbog kišnih uslova. Do koje će se mere tlo razmekšavati, zavisi od mnogih uslova. U prvom redu od sastava tla, njegovih fizičkih osobina, naročito od sposobnosti upijanja vode, kao i od količine padavina.

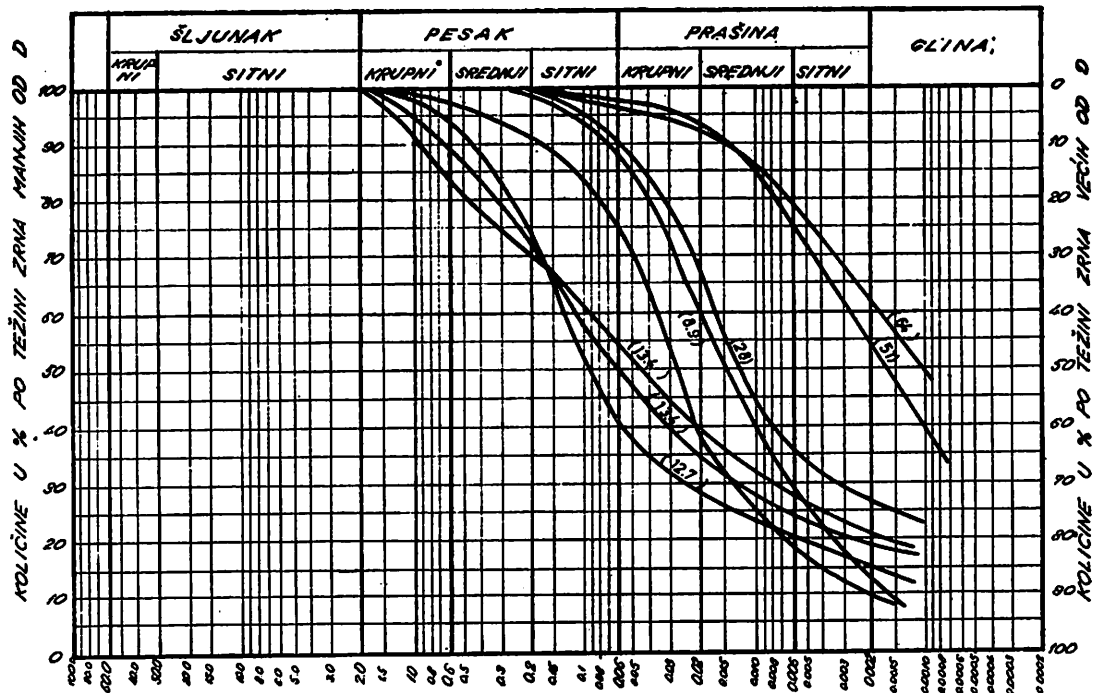
U tom cilju K ü h n je sproveo očigledna opažanja na zasićenom zemljištu, pri čemu je utvrdio dubinu prodiranja vode i razmekšavanje kod različitih količina padavina. U većem delu primera, utvrdio je jasne granice ovlažavanja, koje su prikazane na sl. 2 za neke karakteristične vrste zemljišta, u zavisnosti od količine padavina.

Iz njih se može videti da od svih ispitivanih zemljišta »peskovita ilovača na odlagalištu« daje najveće dubinsko dejstvo vode, kao i da se »ilovača« kao vrsta zemljišta ponaša u ovom pogledu znatno lošije od »gline«. Ove



Sl. 1a — Krive granulometrijskog sastava slabo koherentnog zemljišta prema Tedemanu, u zagradama je dat indeks plastičnosti Ip.

Abb. 1a — Kurven der Kornzusammensetzung des schwach verfestigten Bodens nach Tedemann, in den Klammern ist Bildungsamkeitindex gegeben.

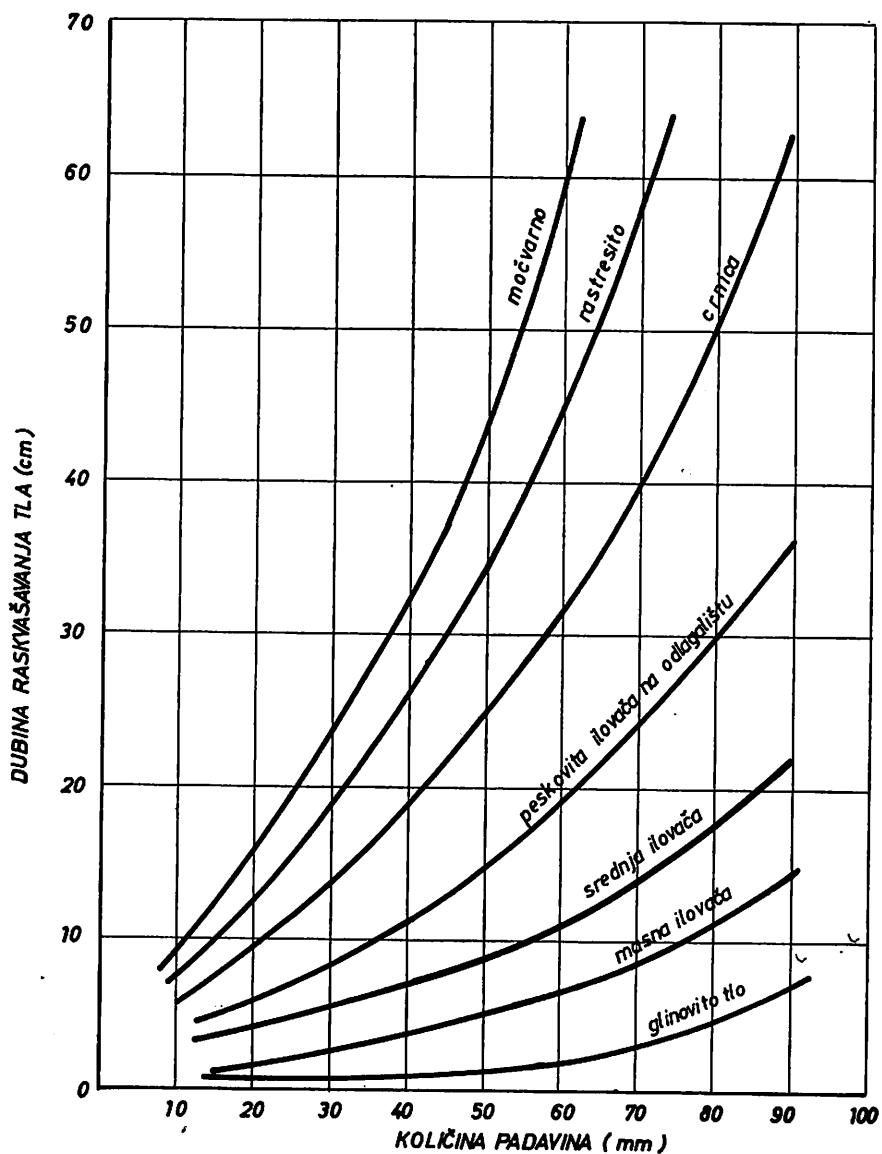


Sl. 1b — Krive granulometrijskog sastava jako koherentnog zemljišta prema Tedemanu.

Abb. 1b — Kurven der Konzusammensetzung des stark verfestigten Bodens nach Tedemann.

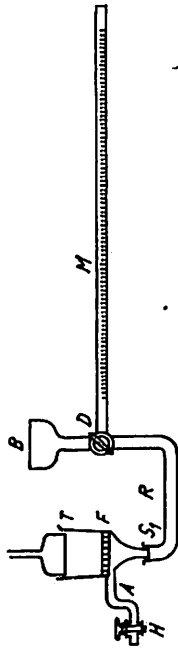
međusobne zavisnosti jasno pokazuju kakvu značajnu ulogu ima sposobnost upijanja vode koherentnih zemljišta na površinskim otkopima kao uzrok za promenu konsistentnog stanja, da se ukaže na smanjenje elemenata unutrašnjeg otpora tla (φ i c), što se neposredno odražava na smanjenje nosivosti i dozvoljenog pritiska na planumima radnih etaža.

Sposobnost upijanja vode određuje se Enslinovim aparatom (sl. 3a). Pored težine suvog uzorka, koji je poznat već na početku, tokom opita meri se vreme u odgovarajućim vremenskim intervalima (0,10; 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 60; 120; 300 i 1000 min) kao i količina absorbovane vode iz merne pipete.



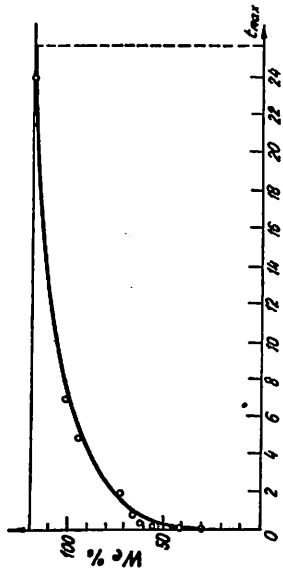
Sl. 2 — Dubina raskvašavanja tla pri različitim količinama padavina prema Kühnu.

Abb. 2 — Bodenaufweichtungstiefe bei verschiedenen Niederschlagsmengen nach Kühn



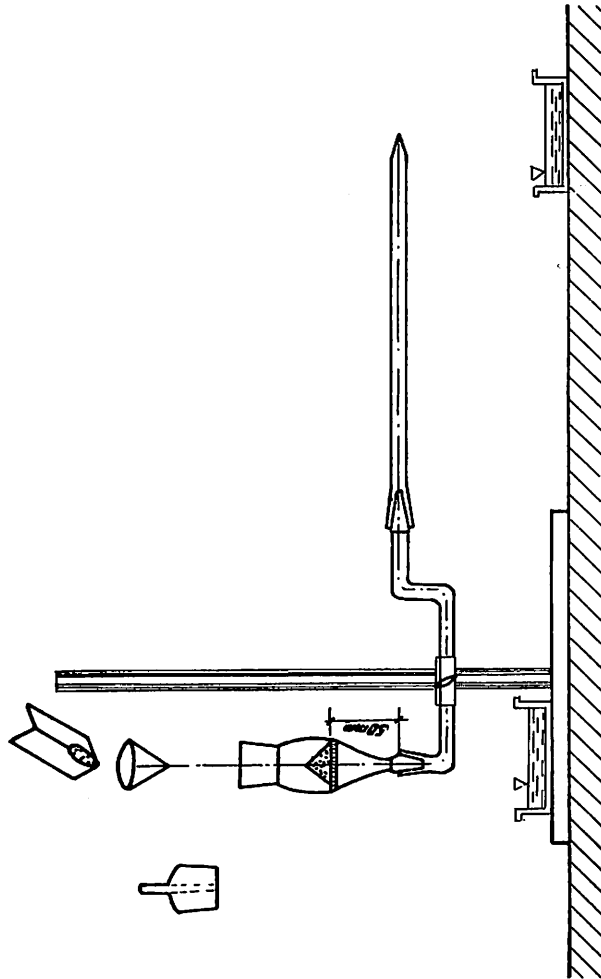
Sl. 3a — Određivanje sposobnosti upijanja vode Ensilinovim aparatom.

Abb. 3a — Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit mit Ensilin-Apparat



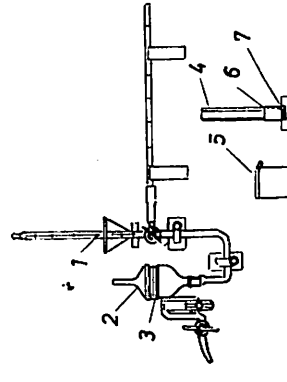
Sl. 3b — Dijagram rezultata opita izvršenih po Ensilinovoj metodi

Abb. 3b — Diagramm der Versuchsergebnisse durchgeführt nach Ensilin-Methode



Sl. 4 — Ensilinov uredaj prema Neff-u

Abb. 4 — Ensilin's Einrichtung nach Neff



Sl. 5 — Adsorpcijski optički uredaj prema Ensilin-u — Schmitt-u sa promenama prema Pichler-u
1 — termometar; 2 — uzorak tla; 3 — filterna ploča; 4 — klip; 5 — posuda; 6 — cilindar; 7 — uzorak.

Abb. 5 — Adsorptionsversuchseinrichtung nach Ensilin-Schmitt mit durchgeführten Änderungen von Pichler

Količina vode w , koju je uzorak upio, pretvara se u težinu vode, a ova u procenat u odnosu na suhu težinu uzorka, kao

$$w_e = \frac{w}{0,3} \cdot 100 (\%)$$

Rezultati opita nanose se na dijagram i to na ordinatu vrednosti W_e za odgovarajući vremenski interval čitanja u minutima ili časovima (slika 3-b).

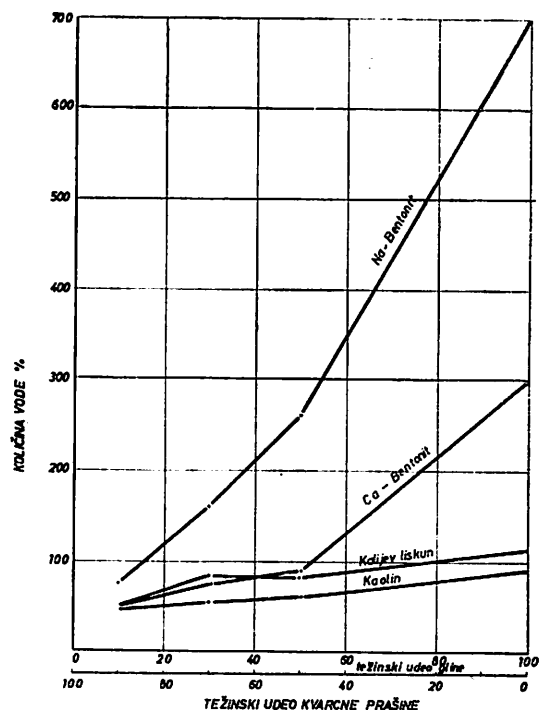
H. N e f f je predložio izmenu Enslinove metode (sl. 4). Filterska ploča na koju se stavlja uzorak u obliku konusa postavlja se oko 50 mm više od merne pipete, kako bi se povećala količina usisane vode. Time se takođe izjednačuju različiti rezultati koji se dobijaju zbog razlike u obrazovanju konusa i različite visine. Osim toga, povećana je količina uzorka od 0,3 g na 1,0 g i prošireno područje krupnoće zrna od 0,06 mm na zrna manja od 2,0 mm. Na taj način učinjena su značajna odstupanja od Enslinove metode koja je uzimala u obzir frakciju tla ispod 0,06 mm. Istovremeno se smanjila visoka osetljivost zbog količine uzorka od 0,3 g. Osim toga, slavine koje postoje na Enslinovom aparatu više ne postoje na Neffovom, čime je znatno uprošćeno rukovanje i umanjena zavisnost izvođenja opita od strane laboranta.

K ö h l e r i H e r z a g izvršili su uporedna ispitivanja sa Enslinovim uređajem i promenama koje je predložio N e f f. Pri tome su potvrdili navedene prednosti u pogledu prostijeg rukovanja, kao i manjoj osetljivosti drugog postupka. Rezultati uporednog ispitivanja utvrdili su da kod manje koherentnih zemljišta i kod iste odmerene količine od 0,3 g pokazuju razlike i do 10%, kao i to, da se ove razlike smanjuju kod uzoraka od 1 g. Tako su došli do zaključka da veća količina uzorka poboljšava tečnost i da se brže postiže završna tačka upijanja vode. Nasuprot tome, prema K ö h l e r u i H e r z a g u, nisu se dobile, kod jako plastičnih tla i kod vremena trajanja opita od 30 minuta, nikakve konačne vrednosti koje bi se mogle uporediti. Zbog toga su oni predložili smanjenje količine uzorka na 0,5 g i očitavanje konačne vrednosti posle 2 sata.

H. M a t s c h a k i A. R ü t a c h e l su takođe vršili uporedne opite i izložili svoje mišljenje da nije prednost u prostijem rukovanju neznatna, pošto Enslinov uređaj nije sam po sebi komplikovan. Prema našem mišljenju,

rad sa takvim uređajem (punjenje bez vazdušnih mehurića i td.) ne prouzrokuje nikakve teškoće u laboratorijskom radu. Što se tiče dobijanja različitih rezultata zbog nepravilnog obrazovanja konusa ili ostalih uslova Enslinove metode, o tome postoje detaljno izvršene analize od strane N e k m a n n-a iz 1953. godine. Prema njemu, može doći zbog nepravilnog obrazovanja konusa od materijala na filterskoj ploči, do odstupanja i rasipanja vrednosti, maksimum od 5%. Greške mogu isto tako da se jave zbog toga što materijal nije dovoljno isušen, kao i zbog promene temperature u upotrebljenoj vodi. Međutim, ove se greške mogu izbeći bez velikih teškoća.

Enslinova metoda primenjuje se već duže vremena kao opit adsorpcije, ali sa nešto izmenjenim Enslinovim uređajem. Opit se izvodi sa nešto većom količinom uzorka od 0,5 g, koji je prethodno dobio cilindrični oblik u specijalno za tu svrhu konstruisanom uređaju (sl. 5).



Sl. 6 — Zavisnost maksimalnog upijanja vode u Enslinovom aparatu od prirode glinovitog materijala i količine kvarca prema Endell-u.

Abb. 6 — Die Abhängigkeit der maximalen Wasseraufnahmefähigkeit im Apparat von Enslin von der Natur des Tonmaterials und der Quarzmengens nach Endell.

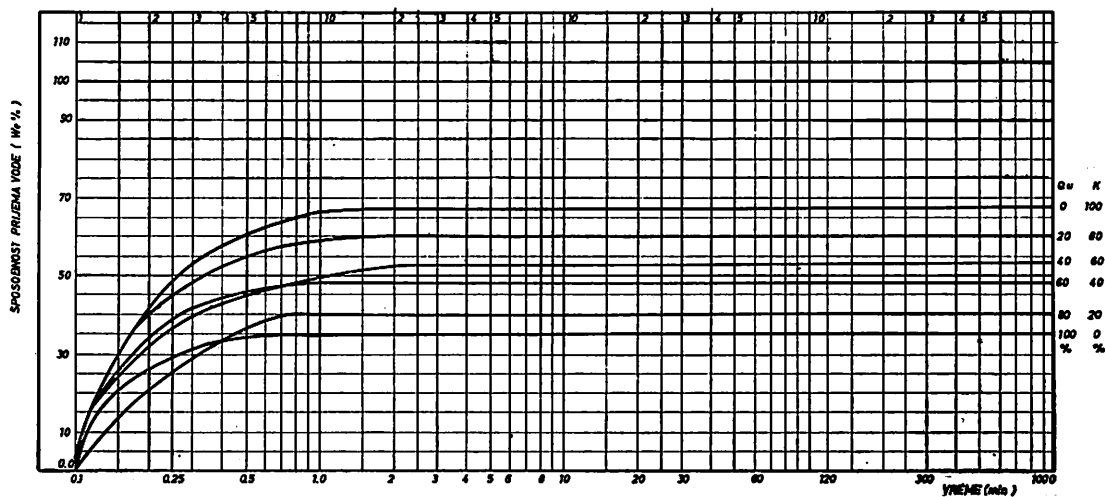
Uticaj glinenih minerala na sposobnost upijanja vode

Sposobnost upijanja vode koherentnih zemljišta zavisi u velikoj meri od vrste i sadržaja glinenih minerala kaolinita, halojzita, bentonita, zatim hemijskog i strukturnog sastava sadržaja kvarca, feldspata, liskuna i drugih proizvoda raspadanja, kao i sadržaja organskih materija.

Upijanje vode nasipnog koherentnog materijala uslovljeno je postojećim dejstvom kapilarnih sila (koje su odlučujuće kod nekoherentne kvarcne prašine) i sposobnostima bu-

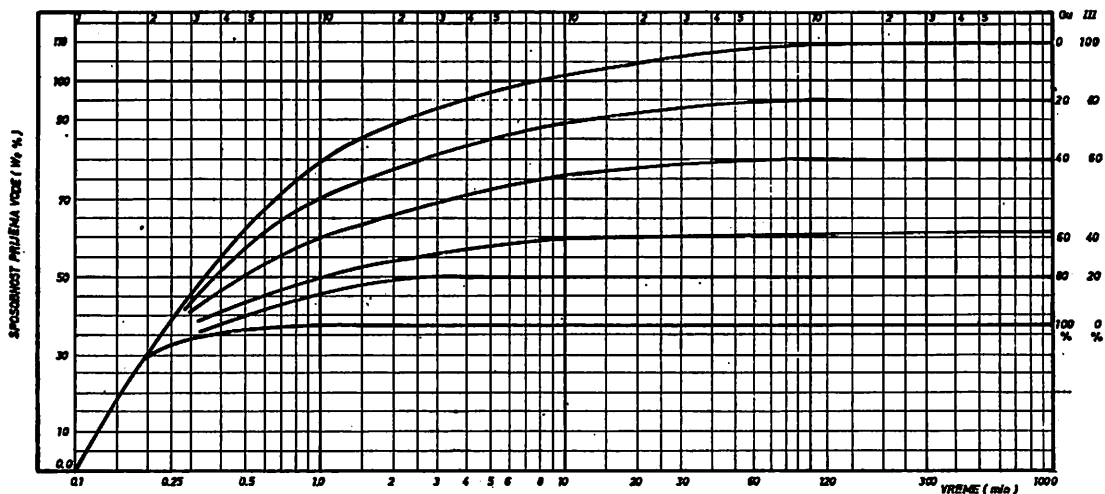
brenja minerala gline koje sadrži uzorak.

Uvek prisutno dejstvo kapilarnih sila kod upijanja vode nalazi se, zavisno od finoće čestica, između 25 i 30%. Kod zemljišta iz su-gline, gde ukupno upijanje vode iznosi 35 do 55 suvotražinskih procenata, kao i kod glinovitih tla, upijanjem vode do oko 150 suvotražinskih procenata dejstvo kapilara je srazmerno veliko. Međutim, kod zemljišta čije upijanje vode iznosi nekoliko stotina procenata u odnosu na suhu težinu, dejstvo kapilarnih sila praktično je nezatno, dok sposobnost bubrenja glinovitih frakcija ima odlučujuću ulogu (sl. 6).



Sl. 7 — Mešavina kvarc-kaolina.

Abb. 7 — Quarz-Kaolin-Mischung



Sl. 8 — Mešavina kvarc-illita.

Abb. — 8 Quarz-Illit-Mischung

Opiti koji su izvršeni na finoj peskovitoj prašini dokazali su da upijanje vode zavisi od pravilnog obrazovanja konusnog oblika uzorka na filterskoj ploči, kao i od tačnosti postavljanja u horizontalni položaj merne pipete.

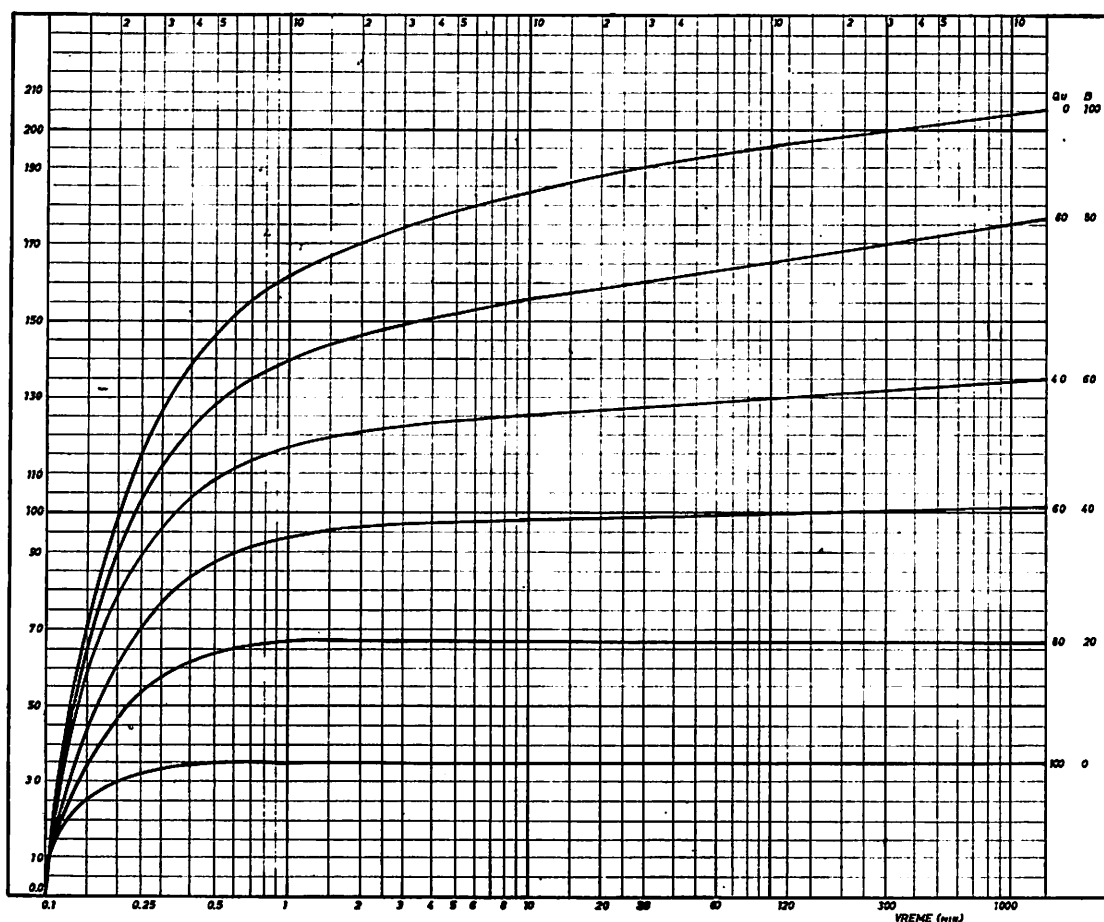
U cilju ispitivanja sposobnosti upijanja vode pojedinih glinenih minerala P i c h l e r je istraživao zavisnost udela kvarcnih čestica i to od 0% do 100% sa promenom u intervalima od 20%. Opiti su trajali i do 1000 minuta, a njihovi rezultati pokazani su na sl. 7—9, kao krive ekspanzije. I pored toga što se kod manjih adsorpcija krive znatno približavaju, ipak je svaka za sebe karakteristična.

Tok krive do otprilike 4 minuta svodi se na upijanje vode, zbog dejstva kapilarnih sila. Kod čistog kvarca, gde nema nikakve adsorpcije, voda se brzo upija sve do zasićenja uzorka. Nasuprot tome, kod glinenih mi-

nerala kaolinita, illita, Ca bentonita i dr. deo krive ima konveksni oblik, koji se kod logaritamske podele apscise penje, što odgovara zasićenju uzorka. U horizontalnom delu krive ne postoji više nikakva adsorpcija i zbog toga se materijal više ne suši. Međutim, kod čistog Ca bentonita, čak ni posle 1000 minuta kriva ne pokazuje tendenciju paralelnosti sa apscisom.

Visina sposobnosti upijanja vode iznosi, prema ispitivanjima P i c h l e r-a, za kaolinit 68%, halozit 73%, ilit 110%, dok Ca bentonit pokazuje i posle 1000 minuta upijanja vode vrednost preko 200%. Međutim, kako kriva u sekundarnom delu još ne ide horizontalno, to se ne može smatrati da je adsorpcija već završena.

Naročito visoku sposobnost upijanja vode poseduje npr. montmorionit, čija kriva ekspanzije pokazuje najpre konkavan oblik, što



Sl. 9 — Mešavina kvarc-kalcijuma bentonita.

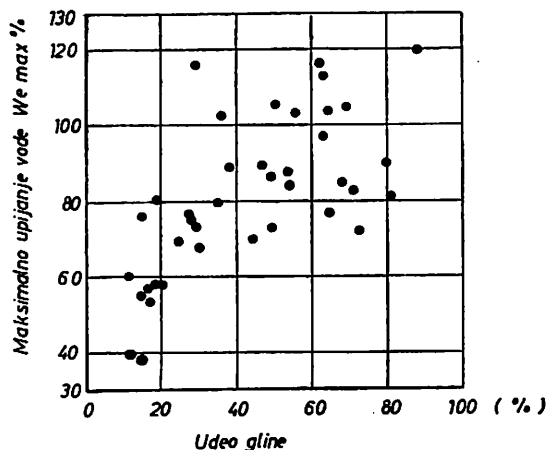
Abb. 9 — Quarz-Kalciumbentonit-Mischung

uslovljava postepeni porast toka i do 1000 minuta i da još ne pokazuje da je upijanje završeno, mada kapacitet upijanja postiže vrednost veću od 800%.

Na sl. 10 prikazana je zavisnost maksimalnog upijanja vode od sadržaja glinenih frakcija. Jasno se ukazuje da se maksimalno upijanje vode penje približno linearno sa porastom sadržaja glinovitih frakcija.

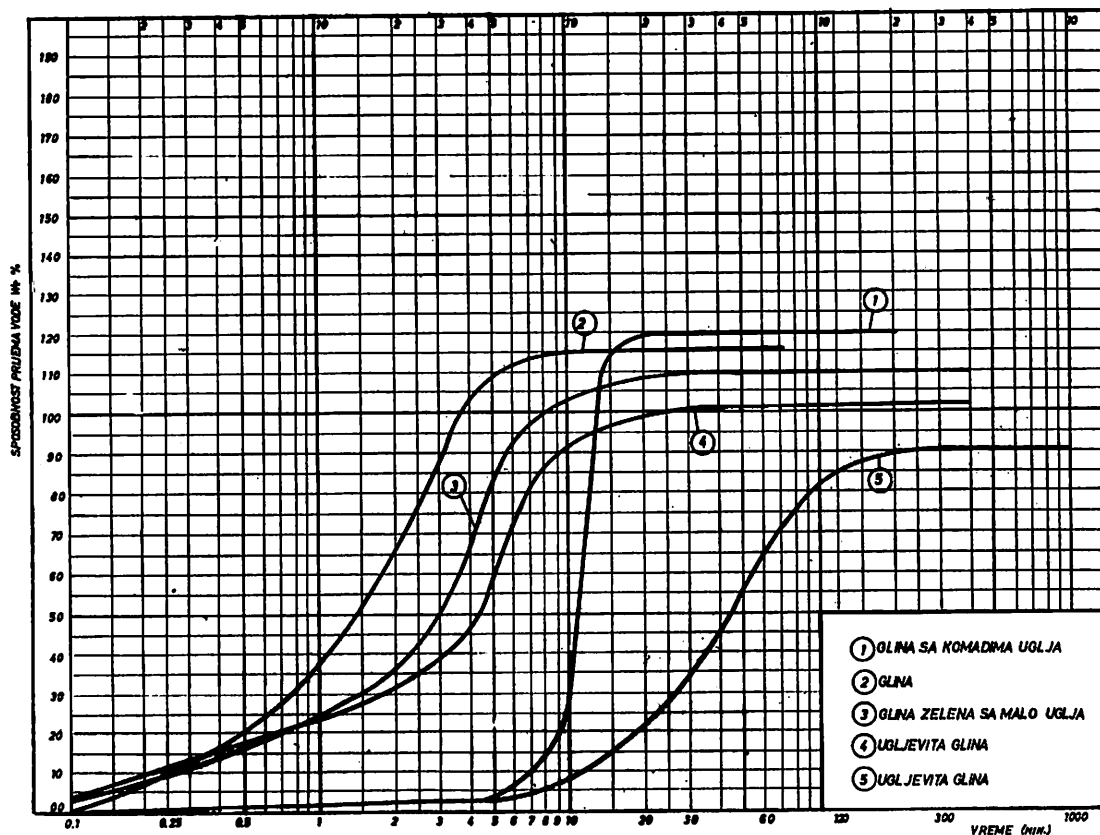
Razlog za odstupanje pojedinih opita nisu greške laboratorijskih analiza, već različitih mineraloških sastava glinenih minerala, naročito prisustvo kvarcnog, liskunskog i feldspatskog sadržaja i organskih sastojaka. Pri sadržaju gline od 12—15% dobijene su najniže vrednosti upijanja od 37—38%, dok je na uzorku od 88% gline dobijena vrednost maksimalnog upijanja vode od 120%.

Ispitivanja, koja su izvršena u laboratoriji za mehaniku tla Rudarskog instituta — Beograd, dala su prva iskustva ovog opita, koja su, prema mišljenjima stručnjaka iz DBI-a iz



Sl. 10 — Zavisnost maksimalnog upijanja vode od sadržaja glinenih frakcija.

Abb. 10 — Abhängigkeit der maximalen Wasseraufnahmefähigkeit vom Gehalt der Tonfraktionen



Sl. 11 — Dobijene vrednosti za we po Enslinu za neke vrste tla sa područja budućeg površinskog otkopa Drmno.

Abb. 11 — Die gewonnenen we-Werte nach Enslin für einzelne Bodenarten vom Gebiet des künftigen Tagebaues Drmno.

Freiberga, potpuno zadovoljavajuća u pogledu vrednosti za pojedine vrste materijala. Na sl. 11 i 12 date su neke karakteristične krive koje ukazuju, na primer, na postojanost organskih materija i drugo.

U cilju skraćivanja vremena opita H. Neff je izvršio uporedne analize za različite vrste materijala, pri čemu je utvrdio da je obično dovoljno za praktične potrebe da se radi sa vrednošću ne maksimalne količine upijene vode max. w_e , već one koju materija prihvati u vremenu od 4 minuta trajanja opita, pri čemu se dobija vrednost w_e . Ovaj kapacitet vezivanja vode w_e za najčešće primenljivu skalu tla, kretao bi se u sledećim granicama:

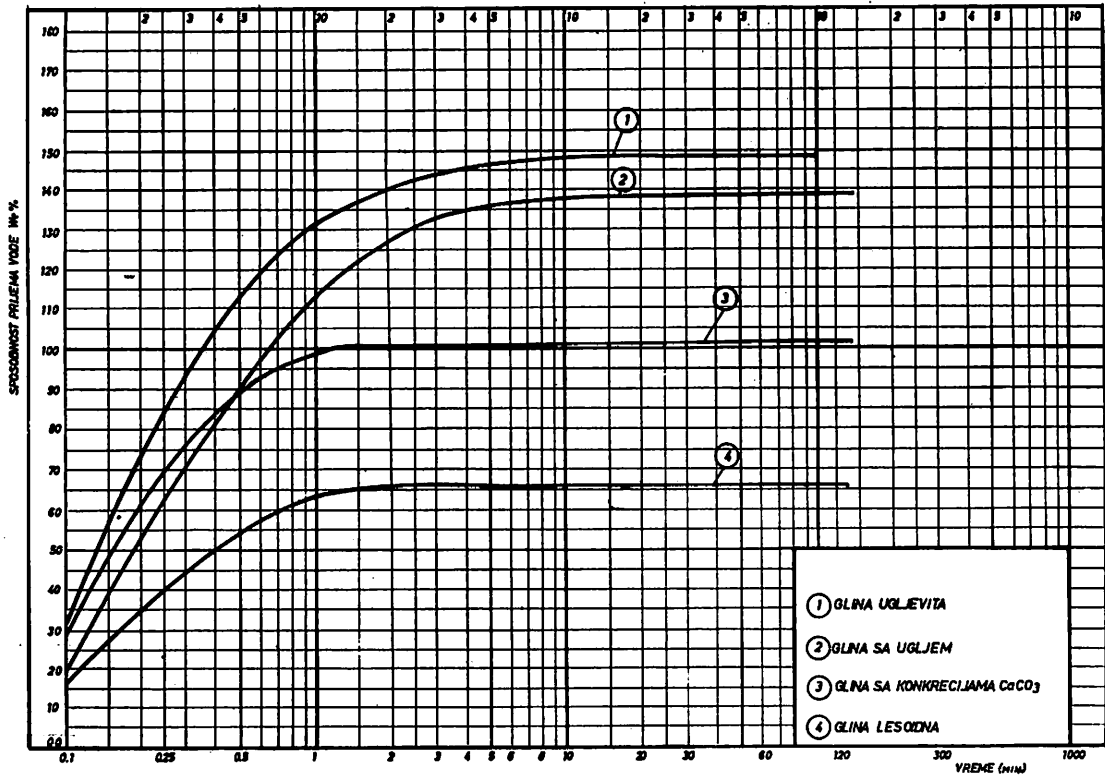
	w'_e (%)
malo prašnasti peskovi	oko 25—30
prašnasti peskovi	30—40
glinovito-peskovita glina, suglina	40—50
suglinasta glina, slabo koherentna	50—60
glina	60—100
masne gline	preko 100

Osim toga, izvršena je klasifikacija slična indeksu konsistencije po A t t e r b e -u, tj. određen je pokazatelj stanja za koherentno tlo sa prirodnom vlažnošću w kao stepen vezivanja vode w'_{es}

$$w'_{es} = \frac{w}{w'_{cs}} \cdot 100 (\%)$$

Iz brojnih opita za tlo sa $w'_e = 40—100\%$ i uz poznate vrednosti indeksa konsistencije dobijene su vrednosti za stepen vezivanja voda w'_{es} .

Indeks konsistencije (I_c)		Stepen vezivanja vode (w'_{es})
tvrdna plastičnost	1,00—0,75	35—50%
meka plastičnost	0,75—0,50	50—65%
vrlo meka plastič.	0,50—0,25	65—80%
tečna plastičnost	0,25—0,00	preko 80%
za I_c veće od 1		manje od 35%



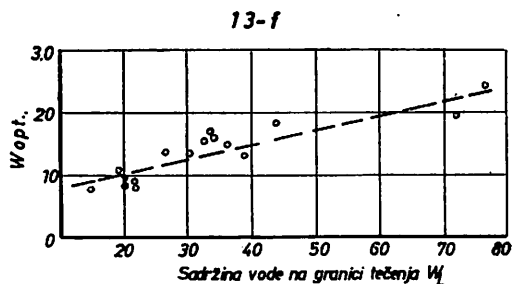
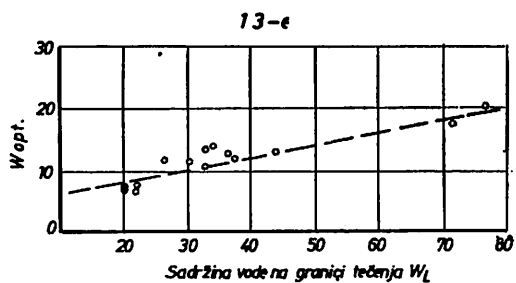
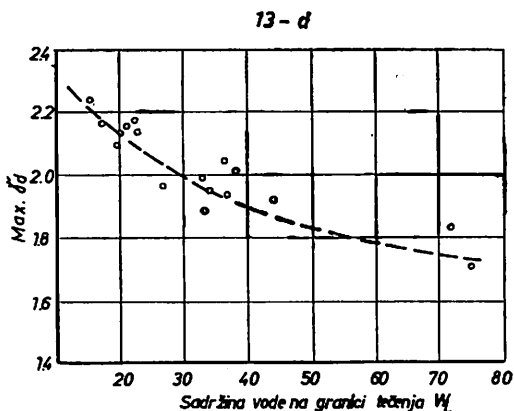
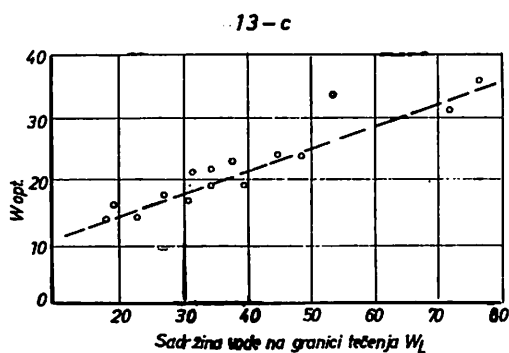
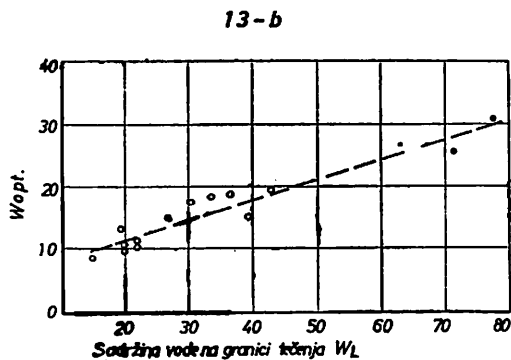
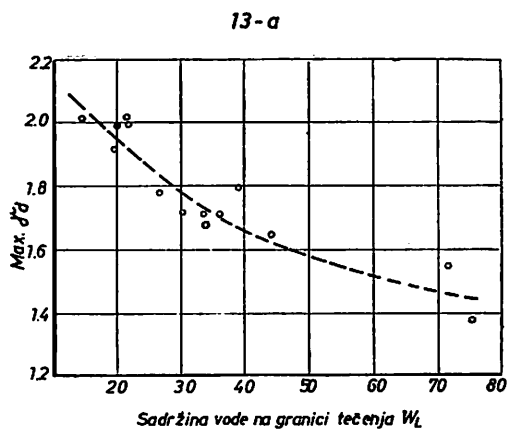
Sl. 12 — Dobijene vrednosti za w_e po Enslinu za neke vrste tla sa područja površinskog otkopa Drmno.

Abb. 12 — Die gewonnenen w_e -Werte nach Enslin für einzelne Bodenarten vom Gebiet des Rünfigen Tagebaues Drmno.

Međutim, sa analizom fizičko-mehaničkih pokazatelja otišlo se još dalje pri interpretaciji. Utvrđeno je da postoji uzročna međusobna zavisnost između mehaničkog ponašanja tla i sadržaja vode kod koherentnih materijala. Dokazano je, da je moguće označiti i uporediti sadržaj vode i mehaničko ponašanje zemljišta neposredno sa »Enslinovom vrednošću« w_e (sposobnost upijanja vode).

Na sl. 13 daju se vrednosti između pokazatelja Proktorovog opita i sadržaja vode na granici tečenja w_L za različite vrste tla.

Na sl. 14 daju se za iste vrste tla odnosi sposobnosti prijema vode w_e i optimalne vlažnosti i maksimalne suve zapreminske težine. Iz ovih i drugih opita može se zaključiti da tla, koja poseduju srazmerno visoku sposobnost prijema vode, imaju srazmerno visoku



Sl. 13 — Zavisnost između pokazatelja Proktorovog opita i sadržaja vode na granici tečenja w_L za različite vrste tla.

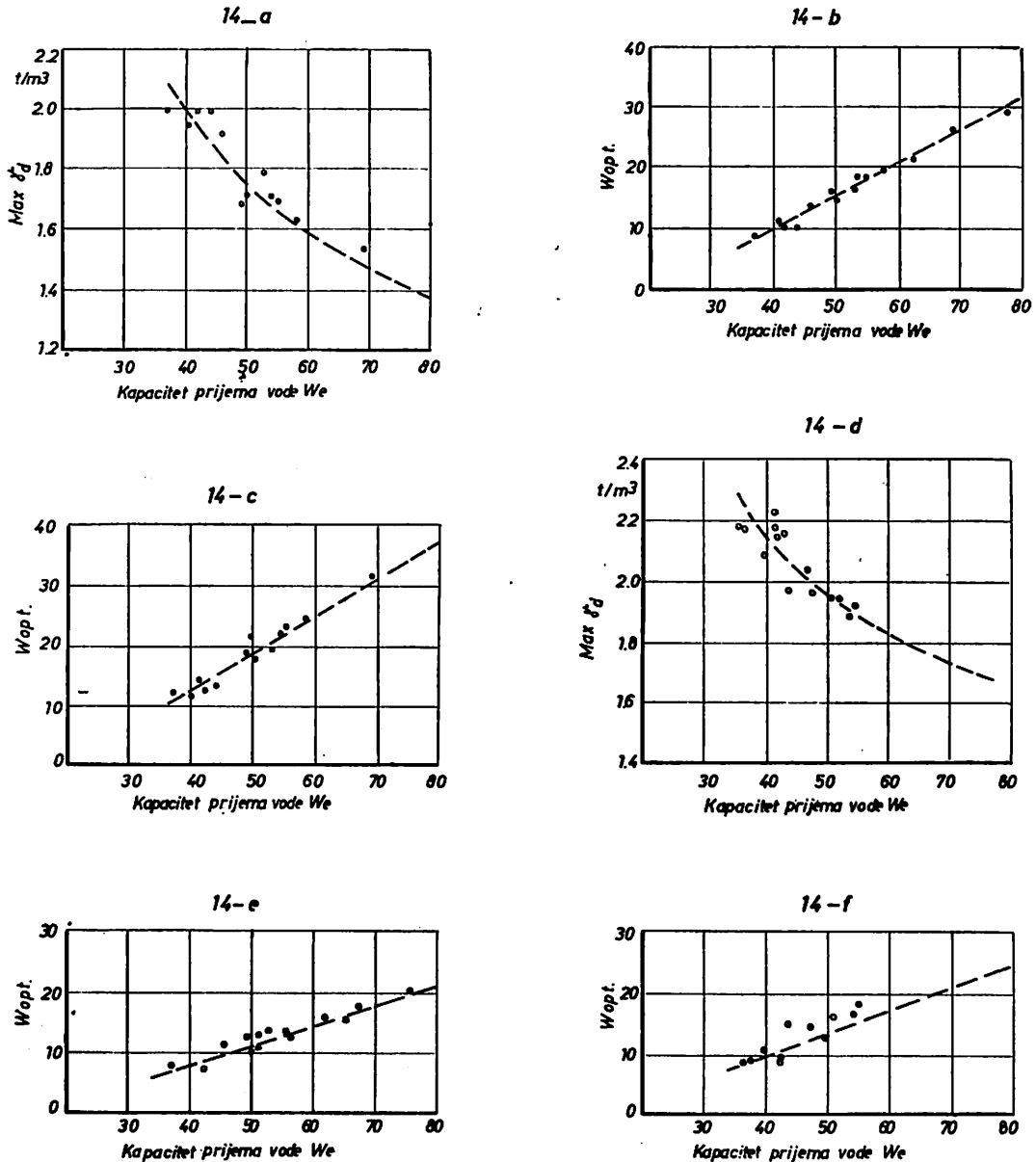
Abb. 13 — Die Abhängigkeit der Kennziffer des Proktorversuchs und Wassergehalts an der Fließgrenze w_L für verschiedene Bodenarten.

vrednost granice tečenja, plastičnosti kao i veliku stišljivost, malu propustljivost i mali udio unutrašnjeg trenja.

Analizom nekih vrsta tla za područje budućeg površinskog otkopa »Drmno« mogli smo utvrditi neku zavisnost između sposobnosti prijema vode po E_n i n_u i vrednosti granice tečenja, granice plastičnosti, kao i udela frakcije glina.

Na sl. 15, 16 i 17 prikazane su ove zavisnosti.

Odnos između maksimalnog upijanja vode i granice tečenja prikazan je na sl. 15. Uočava se postojanje linearne zavisnosti, kao i to da kod povećane granice tečenja stalno raste i sposobnost upijanja vode. Za rasturanje pojedinih vrednosti razlog treba tražiti u različitom mineraloškom sastavu glinenih



Sl. 14 — Odnos sposobnosti prijema vode w_e i optimalne vlažnosti i momentalne suve zapremine težine za iste vrste tla.

Abb. 14 — Verhältnis der Wasseraufnahmefähigkeit w_e und der Optimalfeuchtigkeit und des augenblicklichen trockenen Volumengewichts für dieselben Bodenarten.

frakcija. Slična linearna zavisnost pokazuje se i kod odnosa granice plastičnosti i sposobnosti upijanja vode (sl. 16). Povećanjem maksimalne sposobnosti upijanja vode, povećava se i vrednost indeksa plastičnosti.

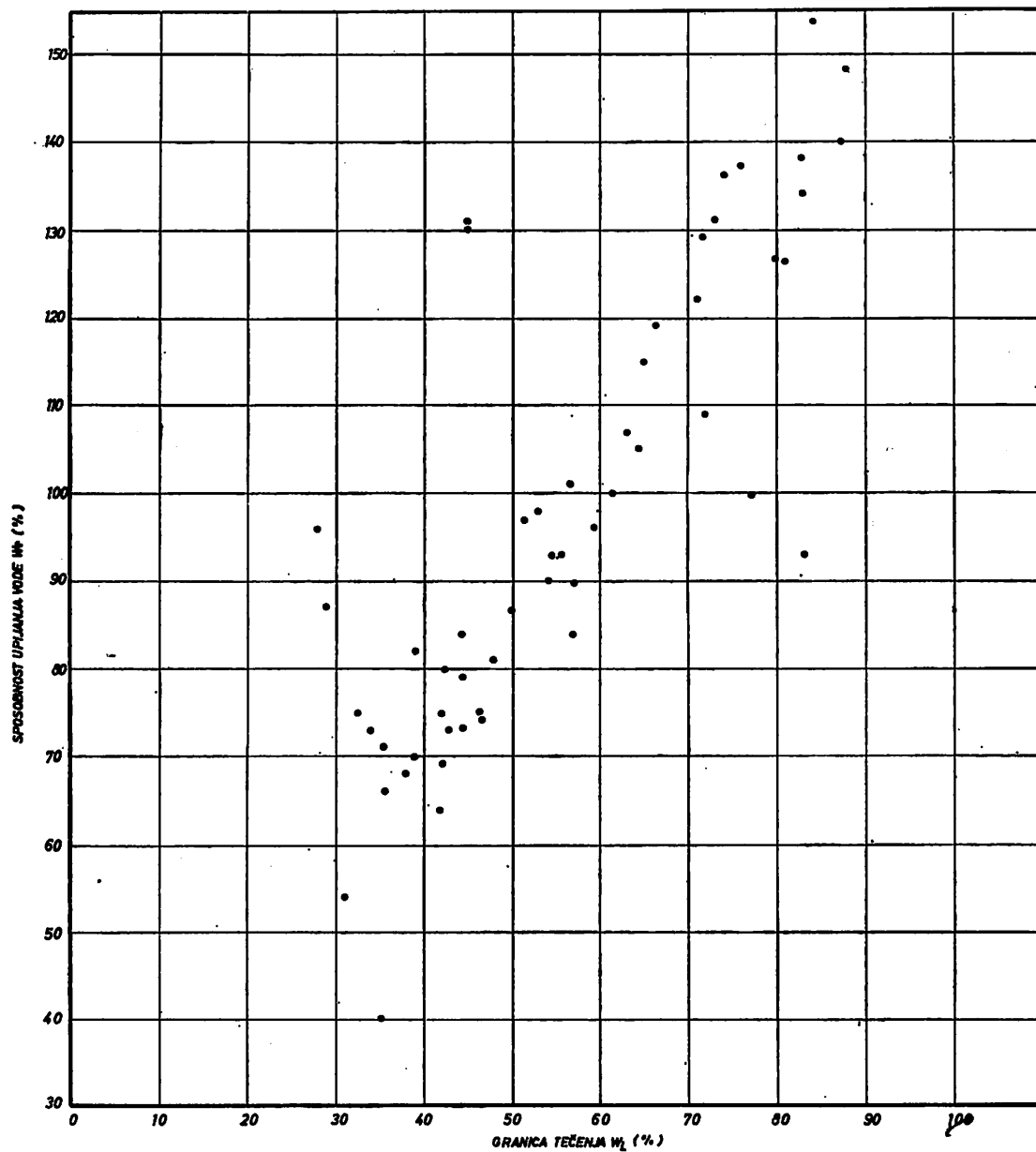
Takođe se na sl. 17 uočava jasna zavisnost upijanja vode prema procentualnom sadržaju glinenih frakcija.

Na sl. 18 prikazani su uglovi trenja u zavisnosti od njihove sposobnosti upijanja vode.

Ova zavisnost oba pokazatelja omogućuje da se donosi zaključak o gruboj približnosti drugog pokazatelja, ako se poznaju vrednosti jednog od njih.

Primena u niskogradnji

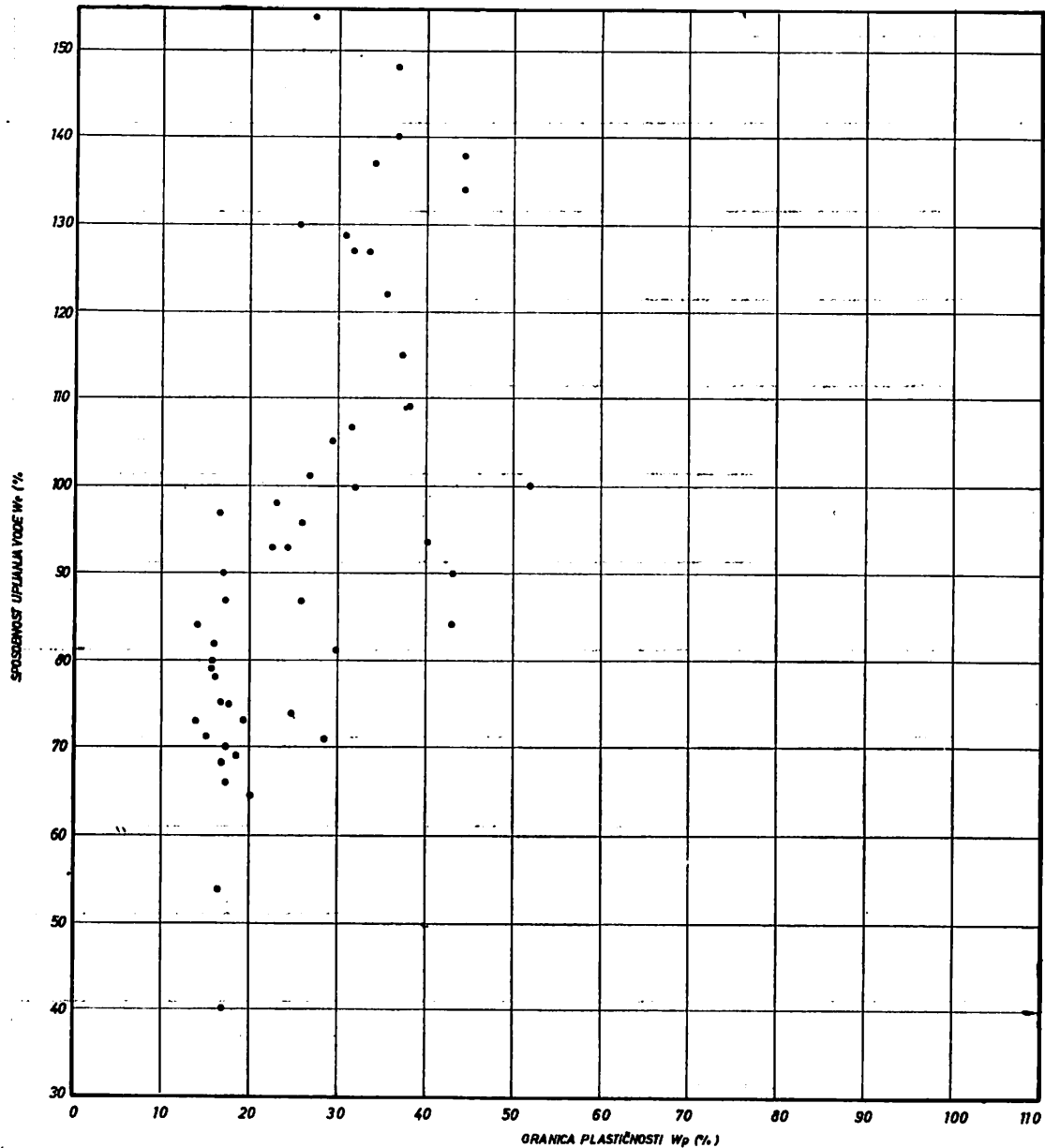
Naveli smo već utvrđenu zavisnost između sadržaja vode na granici tečenja i Proktorovih pokazatelja koji je prvi utvrdio B j e



Sl. 15 — Odnos između maksimalnog upijanja vode i granice tečenja za pojedine vrste tla budućeg površinskog otkopa Drmno.
 Abb. 15 — Die Beziehung zwischen der maximalen Wasseraufnahmefähigkeit und der Fließgrenze für einzelne Bodenarten des künftigen Tagebaues Drmno.

r r u. Upoređenje međusobno odgovarajućih odnosa, koji su prikazani na sl. 15—18, pokazuje da su parametri granice tečenja i sadržaja vode po E n s l i n-u za 4 min. trajanja opita približno jednaki u pogledu označavanja mehaničkog ponašanja koherentnih tla kod već standardnih opita zbijenosti po P r o k t o r-u. Prednost poznavanja parametara sposobnosti upijanja vode w_e prema

granici tečenja W_L je očevidna u prvom redu zato, što se on suštinski jednostavnije određuje. U slučaju potrebe kontrole postupa se tako, da se na nekom gradilištu najpre odrede baždarne krive za pojedinu vrstu tla ili njihovu mešavinu u fazi prethodnih istraživanja (kao prema sl. 14). Iz iskustva je poznato, da je onda dovoljno da se na gradilištu utvrde samo vrednosti prijema sadržine vode



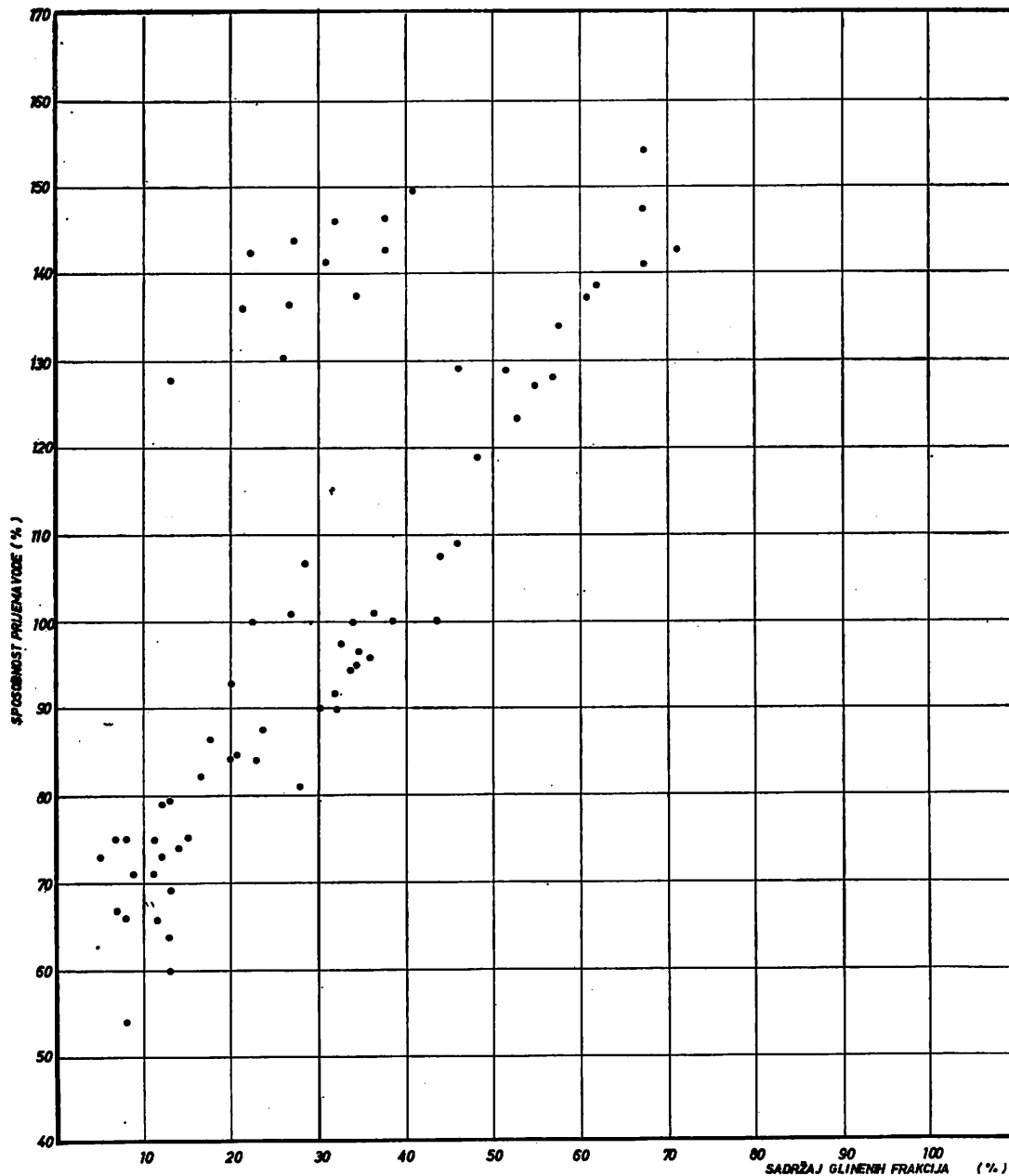
Sl. 16 — Odnos w_p i w_s za pojedine vrste tla budućeg površinskog otkopa Drmno.

Abb. 16 — Die Beziehung zwischen w_p und w_s für einzelne Bodenarten des künftigen Tagebaues Drmno.

po Enslin-u w_e i prirodna vlažnost tla, i da se na licu mesta postiže procena uspešnog sabijanja.

U slučaju da tlo pokazuje, na primer, visoku prirodnu vlažnost, tako da se zbijanjem ne može postići potrebna zbijenost, onda se

na osnovu poznavanja prirodne vlažnosti tla i sposobnosti prijema vode po Enslin-u w_e , iz dijagrama koji je ranije određen ($w_{opt} - w_e$) utvrdi optimalna vlažnost i pokuša sa dodavanjem nekoga sredstva — na primer gašenoga kreča, smanjiti vlažnost ili, pak, treba zemljište zameniti.



Sl. 17 — Zavisnost između w_e i procentualnog sadržaja glinenih frakcija za pojedine vrste tla budućeg površinskog otkopa Drmno.

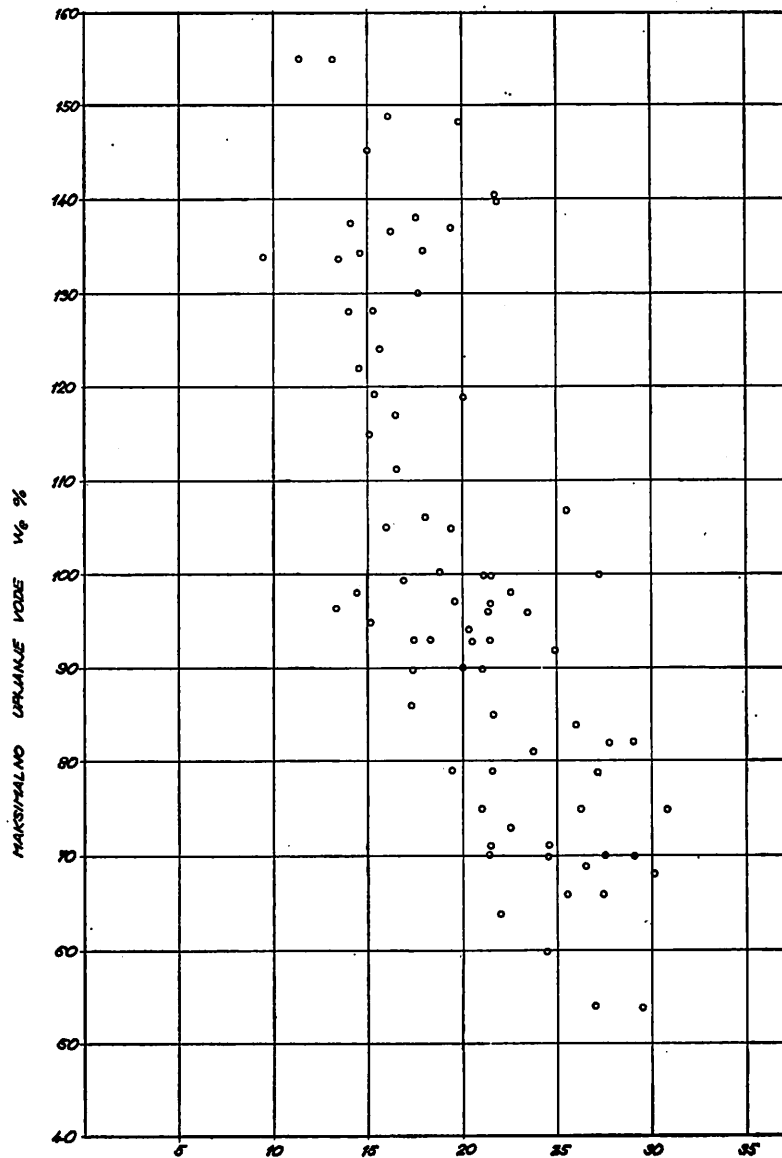
Abb. 17 — Die Abhängigkeit zwischen w_e und des Prozentgehalts der Tonfraktionen für einzelne Bodenarten des künftigen Tagebaues Drmno.

Primena kod fundiranja

Kod procene stišljivosti (koherentnog tla) slojeva veće moćnosti često je interesantno znati da li su oni ravnomernog sastava po vertikali. Rezultat ispitivanja neporemećenog uzorka uobičajene veličine (prečnik uzorka 10 cm, visina uzorka 4 cm), koji je uzet iz »homogenog glinovitog sloja«, ne sme se smatrati kao reprezentativni uzorak za ocenu stišljivosti sloja, koji ima moćnost nekoliko desetina metara. Zbog toga se ispituje uvek veći broj uzoraka iz tog sloja, kako bi se imala

jasna slika o modulu stišljivosti. Da bi se smanjio broj opita kompresije sa sprečenim bočnim širenjem, pristupa se određivanju Enslinovog pokazatelja w_e kao i stepena vezivanja $w'es$.

Za svaki opit stišljivosti u jednoj bušotini uzimaju se iz okolnih bušotina poremećene probe i određuju vrednosti sposobnosti upijanja maksimalne vlažnosti i stepena vezivanja vode. Njihovo poređenje sa bušotinom koja je određena kao »osnovna« procenjuje koji je rezultat ispitivanja stišljivosti najadekvat-



Sl. 18 — Zavisnost ugla unutrašnjeg trenja tla i w_e u procentima.

Abb. 18 — Die Abhängigkeit des Bodeninnenreibungswinkels und w_e in %

niji. Međutim, nije još dovoljno objašnjeno kakvu kvantitativnu vrednost poseduju kvalitativni parametri i to sposobnost prijema vode i stepen vezivanja vode u odnosu na stišljivost koherentnog tla pri opitu kompresije sa sprečenim bočnim širenjem. Ovaj problem treba dokazati daljim ispitivanjem.

Primena u rudarstvu

Problemi površinskih otkopa i odlagališta u pogledu stabilnosti doveli su do saznanja da se korišćenje podataka laboratorijskih opita mora vršiti u punoj meri. Poznavanje sposobnosti upijanja vode i stepena vezivanja vode je značajno, naročito zbog primene mehanizacije ogromnih razmera, koja se kreće na šinama ili u novije vreme na gusenicama.

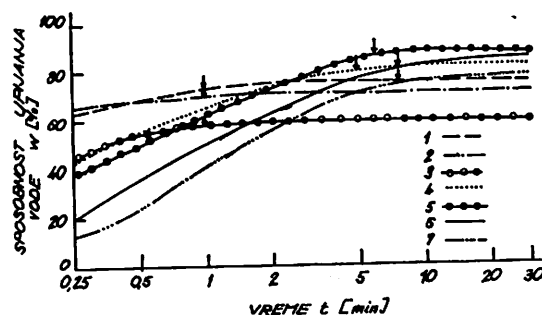
Iznenadni pljuskovi i naglo topljenje snega izazivaju raskvašavanje i razmekšavanje kontaktnih površina i dovode do promene fizičko-mehaničkih karakteristika tla u površinskom delu.

Već smo govorili o odnosima ugla unutrašnjeg trenja, granice tečenja i drugo, prema sposobnosti prijema vode. Danas je neophodno takva istraživanja sprovesti u što većem broju i u laboratorijskim uslovima utvrditi kakve sve mogućnosti proističu iz ovakve vrste opita.

Osim poznavanja maksimalne količine prihvaćene vode, takođe je od velikog značaja i poznavanje brzine upijanja. To je važno, jer vrlo brzo nastaju promene konsistentnog stanja na pogonima i to dovodi do već navedenih posledica na otkopu. Na sl. 19 prikazani su karakteristični vremenski tokovi upijanja vode za sedam uzoraka, koji su bili određeni u Enslinovom uređaju u trajanju od 30 minuta. Kod uzoraka 1 do 3 se jasno prikazuje brz i ravan uspon u vremenu prve minute opita koji dostiže skoro maksimalnu količinu upijanja. Nasuprot tome, od uzoraka 4 do 7 prva faza upijanja je sporija i njene krive od samog početka pokazuju spor uspon. Prva faza upijanja ukazuje da se radi o apsorpciji, a iz njenog vremenskog toka, u opitu sa osušenim materijalom uzorka, mogu se izvesti zaključci o brzini usisavanja vode kod postojećeg prirodno vlažnog tla. Na krivama sl. 19 završetak apsorpcije naznačen je strelicom. Za svaku krivu sračunata je brzina usisavanja i rezultati su prikazani u tablici 1.

Tablica 1
Utvrđivanje brzine usisavanja

Uzorak	Upijanje vode		Brzina usisavanja (%/min)	Sadržaj glinenih frakcija u tlu	
	količina (%)	trajanje (min)		u ukupnom uzorku (%)	u Enslinovom uzorku (%)
1	73,7	1	73,7	13,8	24,4
2	69,6	1	69,6	17,0	35,4
3	58,0	1	58,0	25,0	42,8
4	80,0	5	16,0	44,8	50,1
5	86,3	6	14,4	66,2	87,3
6	81,7	8	10,2	67,9	69,3
7	75,0	8	9,4	81,2	82,8



Sl. 19 — Karakteristični vremenski tokovi upijanja vode po Enslinu za vreme od 30 min.

Abb. 19 — Charakteristischer Zeitverlauf der Wasseraufnahme nach Enslin für die Zeit von 30 min

Osim toga brzine usisavanja su upoređene sa sadržajem glinenih frakcija i to u ukupnom uzorku i u opitnom uzorku tj. posle prosejavanja kroz sito 0,06 mm. Opitni uzorci zbog toga sadrže veći procenat glinovitih frakcija. Iz ovoga se može zaključiti da tlo sa nižim sadržajem gline, kao na primer uzorak 1 i 2 sa 13,8 i 17,0% glinovitih frakcija ima visoku brzinu usisavanja, što je posledica sadržaja većeg procenta prašinstog materijala. Nasuprot tome, brzina usisavanja je veoma niska kod tla sa visokim sadržajem gline kao kod uzorka 7 sa 81,2%.

Novo uvedeni pokazatelj — brzina usisavanja omogućuje procenu u očekivanju promene konsistentnog stanja određenog tla. Dosađnja iskustva na površinskim otkopima u Nemačkoj pokazala su opravdanost primene Enslinove metode.

Zaključak

U cilju utvrđivanja zavisnosti promene konsistentnog stanja i nosivosti koherentnih tla zbog promene sadržaja vode u tlu, opisane su metode za određivanje stabilnosti upijanja vode i određivane maksimalne količine vode u tlu. Ukazano je na važnost poznavanja ovoga fenomena, kao i to da su utvr-

đeni novi pokazatelji za tlo i odnosi koji postoje između već postojećih pokazatelja u mehanici tla i sposobnosti prijema maksimalne količine vode.

Iz vremenskog toka upijanja vode u fazi adsorpcije, izveden je novi pokazatelj — brzina usisavanja.

Osim toga, data su prva iskustva rada sa ovim aparatom kod nas.

ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss der Wasseraufnahme auf die Veränderung des des konsistenten Bodenzustands

Dipl. ing. R. Obradović*)

Zur Bestimmung des bestehenden Zusammenhanges zwischen den Veränderungen des konsistenten Zustands und der Tragfähigkeit des gewachsenen Bodens wegen Veränderung des Wassergehalts im Boden, wurden Methoden zur Bestimmung der Wasseraufnahmegeschwindigkeit und Bestimmung des max. Wassergehalts im Boden, beschrieben. Es wurde auf die Wichtigkeit der Kenntnis dieses Phänomens hingewiesen sowie auf neue Bodenkoeffizienten und die bestehenden Verhältnisse zwischen den Koeffizienten in der Bodenmechanik als auch auf max. Wassergehaltsaufnahme.

Aus dem zeitlichen Verlauf der Wasseraufnahme in der Adsorptionsphase wurde eine neuer Koeffizient der Wasseraufnahmegeschwindigkeit abgeleitet.

Ausserdem wurden die ersten Betriebserfahrungen mit diesem Apparat bei uns gegeben.

L i t e r a t u r a

- M a t s c h a k, H., R i e t s c h e l, A., 1965: Wasseraufnahmefähigkeit und Anfangsgeschwindigkeit kohärenter Tagebauböden als Ursache ihrer Konsistenzänderung, Forschungshefte, 1965, A-368, Freiberg.
- N e f f, H., 1959: O merenju upijanja vode kod neravnomerno koherentnih vrsta zemljišta novom konstrukcijom Enslinovog aparata, »Bautechnik«, 36 (1959) 11.
- S c h u l t z e, M u h s, 1950: Bodenuntersuchungen für Ingenieurbauten, Berlin.

*) Dipl. ing. Radmilo Obradović, viši stručni saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

Neki aspekti koncentracije rude magnezita metodom elektrostatičke separacije

(sa 2 slike)

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

Uvod

Postupak elektrostatičke separacije kao jedne od metoda u pripremi mineralnih sirovina datira još od 1901. god. Posle prvih praktičnih rešenja i brzog usavršavanja nailazi kratak period stagnacije, da bi zatim, početkom 30-tih godina ovoga veka, radovima G. J o n s o n a i N. F. O l o f i n s k o g i njihovih sledbenika metoda elektrostatičke separacije našla svoje pravo mesto u širokoj primeni pri koncentraciji i čišćenju raznih mineralnih sirovina. Obogaćivanje obuhvata kako mineralne sirovine same rovne rude, tako i već prethodno drugom metodom koncentracije dobijene proizvode.

U Rudarskom institutu u Beogradu dosada su vršena brojna laboratorijska i poluindustrijska ispitivanja metodom elektrostatičke separacije na pojedinim sirovinama (feldspat, barit, kamena so, magnezit i dr.) te su stečena već i korisna praktična iskustva. Posebno su značajna zapažanja i opiti na rudi magnezita raznih lokalnosti. Koliko je poznato, ova sirovina (magnezit) postupkom elektrostatičke separacije dosada nije mnogo tretirana, a iznošenje postignutih rezultata ima cilj da potvrdi uspešno obogaćivanje rude magnezita postupkom elektrostatičke separacije, i da da svoj doprinos daljim radovima u tom pravcu.

Tokom 1968. god. u Zavodu za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta u Beogradu vršena su ispitivanja mogućnosti koncentracije i čišćenja magnezitne rude lokalnosti »Čelinac«. Ispitivanja su vršena na dva

uzorka: uzorak A — »Pločni potok«—1 i uzorak B — »Jelovac«-16; u daljem tekstu tretiraćemo ih kao uzorak A i uzorak B.

Hemijski sastav ispitivanih uzoraka magnezita daje se u tablici 1.

Tablica 1

Sadržaj %	Uzorak A	Uzorak B
MgO	42,80	41,54
CaO	0,96	1,40
SiO ₂	6,54	7,70
R ₂ O ₃	1,81	2,77
CO ₂	45,50	46,46

Na osnovu hemijskog sastava ispitivanih uzoraka magnezita prikazanog u tablici 1 može se konstatovati da isti sadrže u povećanom iznosu od štetnih primesa mineralne komponente nosioce SiO₂. Glavni nosilac štetnih primesa na osnovu mineraloških ispitivanja je serpentin i isti treba da se odvoji od magnezita, što je bio i osnovni zadatak ovih ispitivanja.

Kvalitetan koncentrat magnezita sme da sadrži SiO₂ maksimalno 2% i CaO maksimalno 1%.

Granulometrijski sastav ispitivanih uzoraka magnezita, pripremljenih za koncentraciju na elektrostatičkom separatoru, daje se u tablicama 2 i 3.

Usitnjavanje rovnog magnezita vršeno je u dva stupnja u čeljusnoj drobilici i drobilici sa valjcima.

Težinski udeo sitne klase —1+0 mm iznosi 22,60% (uzorak A) i 24,30% (uzorak B), a naj-

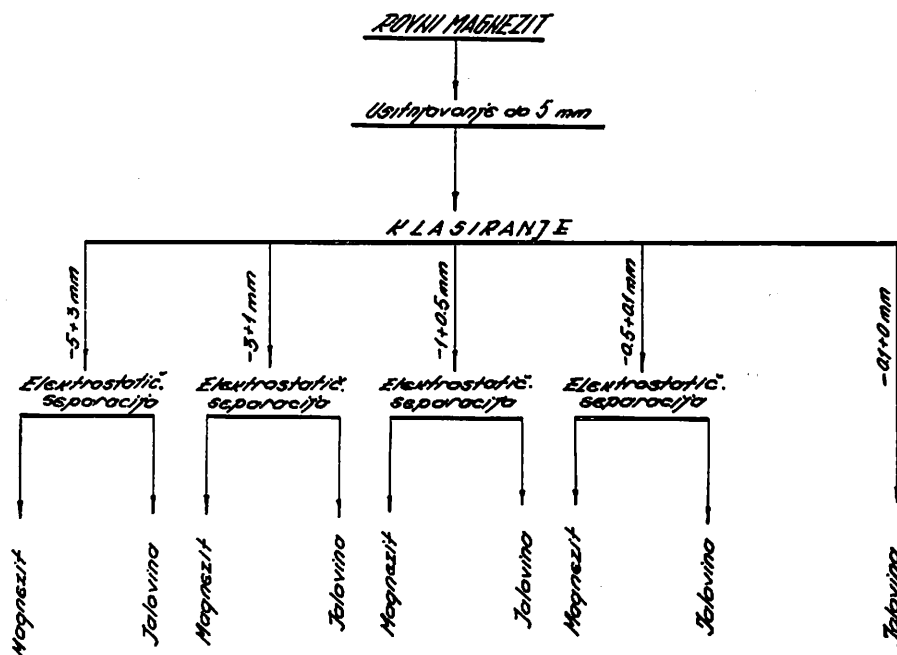
Uzorak A		Tablica 2	
K l a s e mm	T e ž i n s k i %	Σ% ↓	u d e o Σ% ↑
— 5 + 3	38,60	38,60	100,00
— 3 + 1	38,80	77,40	61,40
— 1 + 0,5	10,90	88,30	22,60
— 0,5 + 0,1	8,60	96,90	11,70
— 0,1 + 0,0	3,10	100,00	3,10
U k u p n o	100,00	—	—

sitnije klase — 0,1 + 0 mm iznosi 3,10% (uzorak A) i 3,80% (uzorak B).

Usitnjavanje uzoraka rovnog magnezita veoma je povoljno i pri tome se postiže odgovarajući poželjni granulometrijski sastav sa malim udelom sitnih klasa.

Rezultati opita na elektrostatičkom separatoru

Ispitivanje mogućnosti koncentracije magnezita vršeno je na elektrostatičkom separatoru sledećih karakteristika:



Sl. 1 — Šema pripreme i koncentracije uzoraka A i B metodom elektrostatičke separacije.

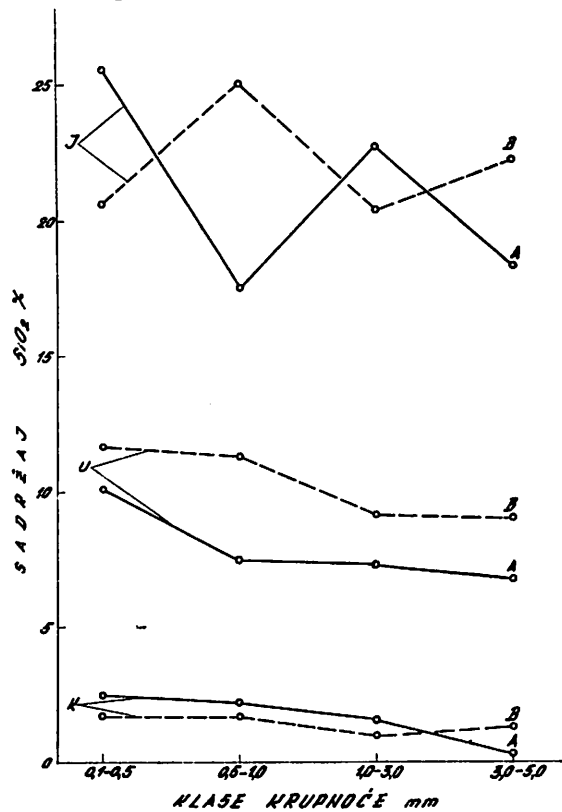
Fig. 1 — Flowsheet of magnesite concentration and cleaning by electrostatic separator.

Uzorak B		Tablica 3	
K l a s e mm	T e ž i n s k i %	Σ% ↓	u d e o Σ% ↑
— 5 + 3	37,10	37,10	100,00
— 3 + 1	38,60	75,70	62,90
— 1 + 0,5	12,20	87,90	24,30
— 0,5 + 0,1	8,30	96,20	12,10
— 0,1 + 0,0	3,80	100,00	3,80
U k u p n o	100,00	—	—

Laboratorijski elektrostatički separator
 »Krupp« typ ESTS 1 W x 0,1/40
 Prečnik valjka ϕ 180 mm, dužina valjka 160 mm
 Jačina električnog polja 10.000—40.000 V
 Napajanje elektroda visokog napona vrši se istosmernom strujom (pozitivnog i negativnog polariteta)
 Vibraciona elektromagnetna hranilica (sa regulatorom)

Brzina kretanja valjka od 50 do 350 o/min. Zagrevanje materijala zračenjem iznad hranilice sa dva infracrvena grejača (2 x 400 W).

Na sl. 1 daje se šematski prikaz izvedenih opita na uzorcima A i B magnezita iz lokalnosti »Čelinac«. Uzorci rovnog magnezita su prethodno usitnjeni do ggk 5 mm, zatim mokro prosejavani na navedene klase krupnoće. Svaka klasa magnezita posebno je tretirana na elektrostatičkom separatoru. Najsitnija klasa — 0,1+0 mm nije tretirana na elektrostatičkom separatoru.



Sl. 2 — Grafički prikaz promene sadržaja SiO₂% po klasama krupnoće u ulazu i dobijenim proizvodima koncentrata jalovine i ulaza na uzorcima A i B rude magnezita. a — uzorak »A«; b — uzorak »B«; k — koncentrat; j — jalovina; U — ulaz.

Fig. 2 — Plot of SiO₂ content change v. s. grain size in concentration products for samples »A« and »B« of magnesite ore.

Radne karakteristike elektrostatičkog separatora prilikom izvođenja opita bile su sledeće:

- napon elektroda od 18.000 do 25.000 V
- polaritet elektrode negativan
- broj obrtaja bubnja 60 o/min.
- indeks brzine kretanja hranilice 50
- zagrevanje materijala do 70°C.

U tablici 4 daju se rezultati opita za klasu — 5+3 mm, u tablici 5 rezultati opita za klasu — 3+1 mm, u tablici 6 rezultati opita za klasu — 1+0,5 mm i u tablici 7 rezultati opita za klasu — 0,5+0,1 mm.

Grafički prikaz postignutih rezultata na navedenim klasama magnezita daje se na sl. 2.

Klasa — 5 + 3 mm

Tablica 4

Uzorak	Proizvodi odvajanja	Težina %	Sadržaj %		Raspodela %	
			SiO ₂	CaO	SiO ₂	CaO
A	Koncentrat	63,40	0,30	0,87	2,80	58,90
	Jalovina	36,60	18,27	1,05	97,20	41,10
	Ulaz*	100,00	6,87	0,93	100,00	100,00
B	Koncentrat	62,30	1,32	1,40	9,00	56,90
	Jalovina	37,70	22,15	1,75	91,00	43,10
	Ulaz*	100,00	9,17	1,53	100,00	100,00

Klasa — 3 + 1 mm

Tablica 5

Uzorak	Proizvodi odvajanja	Težina %	Sadržaj %		Raspodela %	
			SiO ₂	CaO	SiO ₂	CaO
A	Koncentrat	72,60	1,58	1,05	15,60	79,90
	Jalovina	27,40	22,66	0,70	84,40	20,10
	Ulaz*	100,00	7,35	0,95	100,00	100,00
B	Koncentrat	57,60	1,03	1,31	6,40	48,10
	Jalovina	42,40	20,38	1,92	93,60	51,90
	Ulaz*	100,00	9,23	1,57	100,00	100,00

Klasa — 1 + 0,5 mm

Tablica 6

Uzorak	Proizvodi odvajanja	Težina %	Sadržaj %		Raspodela %	
			SiO ₂	CaO	SiO ₂	CaO
A	Koncentrat	65,80	2,24	0,96	19,80	63,70
	Jalovina	34,20	17,50	1,05	80,20	36,30
	Ulaz*	100,00	7,46	0,99	100,00	100,00
B	Koncentrat	58,70	1,78	1,57	9,20	53,80
	Jalovina	41,30	25,01	1,92	90,80	46,20
	Ulaz*	100,00	11,37	1,71	100,00	100,00

*) Sračunate vrednosti

Uzorak	Proizvodi odvajanja	Težina %	Sadržaj %		Raspodela %	
			SiO ₂	CaO	SiO ₂	CaO
A	Koncentrat	67,00	2,55	1,75	16,80	74,40
	Jalovina	33,00	25,56	1,22	83,20	25,60
	Ulaz*	100,00	10,14	1,57	100,00	100,00
B	Koncentrat	47,80	1,75	1,75	7,20	41,40
	Jalovina	52,20	20,63	2,27	92,80	58,60
	Ulaz*	100,00	11,60	2,02	100,00	100,00

Prema rezultatima prikazanim u tablicama 4, 5, 6 i 7, dobijenim prilikom opita na elektrostatičkom separatoru, može se konstatovati da je postignut zadovoljavajući efekat čišćenja i koncentracije magnezita na oba ispitivana uzorka magnezita. Pri tome važno je naglasiti da je u pogledu sniženja sadržaja SiO₂ postignuto vidno razdvajanje korisne komponente tj. koncentrata magnezita od jalovine (serpentina).

U pogledu raspodele sadržaja CaO može se konstatovati da se ne postiže nikakvo razdvajanje i da sadržaj CaO u proizvodima odvajanja na elektrostatičkom separatoru ostaje uglavnom nepromenjen, tj. isti kao u ulaznom uzorku koji se tretira.

Pri tretiranju uzorka A postiže se nešto kvalitetniji koncentrat magnezita nego pri tretiranju uzorka B, što je u zavisnosti od kvaliteta rovne sirovine.

Težinska iskorišćenja koncentrata magnezita su kod oba uzorka veoma približna i može se smatrati da su zadovoljavajuća.

Interesantno je primetiti da kod uzorka A nastaje vidno povećanje sadržaja SiO₂ u koncentratu magnezita, ukoliko se ide od krupnijih ka sitnijim klasama. Međutim, kod uzorka B nema većih promena sadržaja SiO₂

u koncentratu magnezita po pojedinim klasama krupnoće.

Radi boljeg sagledavanja ukupnog efekta koncentracije magnezita postupkom elektrostatičke separacije na ispitivanim uzorcima, u tablici 8 daju se zbirni rezultati izvršenih opita za zbirnu klasu — 5+0,1 mm.

Rezultati prikazani u tablici 8, koji su dati sumarno za sve četiri tretirane klase krupnoće magnezita u rasponu od —5 + 0,1 mm, za svaki uzorak posebno, očigledno ukazuju da se postiže veoma povoljan efekat čišćenja i koncentracije magnezita od mineralne komponente nosioca SiO₂ tj. od serpentina. Sniženje sadržaja SiO₂ u koncentratu magnezita do ispod 1,3% je veoma povoljno imajući u vidu da rovni magnezit sadrži 6,54% (uzorak A) i 7,70% (uzorak B) i pri tome se postiže zadovoljavajuće težinsko iskorišćenje od 67,70% pri tretiranju uzorka A i 58,90% pri tretiranju uzorka B.

Postiže se izvesno sniženje sadržaja CaO u koncentratu magnezita, ali je isto relativno malo i isto se može zanemariti, pošto i ispitivani rovni uzorak magnezita sadrži relativno mali sadržaj CaO.

Zaključak

Izvršena laboratorijska ispitivanja čišćenja i koncentracije rude magnezita lokalnosti »Čelinac« metodom elektrostatičke separacije potvrdila su mogućnost uspešnog dobijanja kvalitetnih koncentrata magnezita za potrebe industrije vatrostalnih materijala. Rezultati laboratorijskih ispitivanja potvrdili su gledište da je čišćenje i koncentracija žičnog magnezita (gde je jalovina uglavnom serpentin tj. nosilac SiO₂) veoma uspešna primenom elektrostatičke separacije.

Dosada je elektrostatička separacija primenjena na rudu magnezita iz lokalnosti

Uzorak	Proizvodi odvajanja	Težina %		Sadržaj %		Raspodela %	
		Na klasu	Na ulaz	SiO ₂	CaO	SiO ₂	CaO
A	Koncentrat	67,70	65,60	1,26	1,03	11,50	63,10
	Jalovina	32,30	31,30	20,26	1,26	88,50	36,90
	Ulaz*	100,00	96,90	7,42	1,11	100,00	100,00
B	Koncentrat	58,90	56,70	1,29	1,41	7,90	51,40
	Jalovina	41,10	39,50	21,61	1,91	92,10	48,60
	Ulaz*	100,00	96,20	9,78	1,60	100,00	100,00

*) Sračunate vrednosti

»Bogutovac«, Srbija i lokalnost »Čelinac«, Bosna i postignuti rezultati pri ispitivanju i jedne i druge rude su sasvim zadovoljavajući i skoro identični. Imajući u vidu činjenicu da u Jugoslaviji postoji znatan broj ležišta magnezita u serpentinitima (žični tip) mišljenja smo, da i dalje treba da se radi na svestranijim ispitivanjima primene elektrostatičke se-

paracije kao metode čišćenja i koncentracije magnezita.

Značajno je istaći činjenicu da se primenom elektrostatičke separacije dobijaju veoma kvalitetni koncentracije magnezita (sa niskim sadržajem SiO_2 , ispod 1,5%) i da se postiže znatno težinsko iskorišćenje (oko 60%) proizvoda koncentrata u odnosu na tretiranu rudu.

SUMMARY

Some Aspects of Concentration of Magnesite Ore by Electrostatic Separation Method

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

Treating a number of magnesite ores from Yugoslavia, the authors were led to apply method of electrostatic separation as the one of means of obtaining satisfactory grades of concentrates.

This article represents results obtained after laboratory investigations on possibility of „Čelinac” magnesite ore concentration and cleaning by electrostatic separation. Tested magnesite samples contained as impurities, serpentine chiefly (chemical contents, impurities — sample »A«: 6,54% SiO_2 , and -sample »B«: 7,70% SiO_2).

Method of electrostatic separation, already used as a process of magnesite concentration, gave satisfactory results, yielding very qualitative magnesite concentrates containing -ample »A' — 1,23% SiO_2 and 1,03% CaO with weight 65,60% and - sample »B« — 1,29% SiO_2 and 1,41% CaO with weight 56,70% referring to treated magnesite ores. According to obtained results it can be concluded that magnesite concentration and cleaning by electrostatic separation is very effective in case of lode magnesite, appeared in serpentine i. e. when serpentine proves to be tailing.

Literatura

- D e r k a č, V. G., 1966: Specijal'nye metody obogašćenija poleznych iskopaemyh. — Nedra, Moskva.
- F r a a s, F., 1962: Electrostatic Separation of Granular Materials. — United States Department of the Interior.
- O l o f i n s k i j, N. F., 1962: Električeskie metody obogašćenija. — Gosgortehizdat, Moskva.
- F r a a s, F., R a l s t o n, 1948: Electrostatic Separation of Minerals. — Mining Technology, No 7.
- I v a n k o v i ć, D., K o s t i ć, T., 1966: Studija čišćenja i koncentracije magnezita »Bogutovac«. — Rudarski institut, Beograd.
- I v a n k o v i ć, D., 1968: Izveštaj o ispitivanjima mogućnosti čišćenja i koncentracije magnezita »Čelinac« — Rudarski institut, Beograd.

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

Osobine boksita iz rudnika „Grebnik“

(sa 12 slika)

Dipl. ing. Marija Misirlić — dipl. ing. Mira Mitrović

Uvod

Rudnik boksita »Grebnik« se po svojoj organizaciji nalazi u sklopu Rudarsko-energetsko-hemijskog kombinata, Obilić — Priština.

Rudno telo — veći broj ležišta boksita se javlja duž grebena planine Grebnik, a jugoistočno od grada Peći i sa leve strane reke Beli Drim. Pravac pružanja ovih ležišta je sever—jug, a nadmorska visina 600 m.

Eksploatacija boksita na rudniku »Grebnik« se danas odvija na ležištu 3, površinskim otkopavanjem. Radilište se nalazi u blizini pruge Kosovo Polje—Metohija—Prizren. Najbliža železnička stanica je Volujak. Sa železničkom stanicom Volujak radilište je povezano-putem, dužine od oko 5 km. Transport rude do železničke stanice se obavlja kamionima. Uprava rudnika je locirana pored ovoga puta i nalazi se u blizini železničke stanice.

Otkopavanje boksita »Grebnik« u ležištu 3 vrši se površinskom otkopnom metodom u dvanaest etaža i to od osnovne etaže na 580 m pa do najviše kote na 624 m. Visina pojedinih etaža iznosi 4 m. Otvaranje rudnog tela izvršeno je od najviše etaže i eksploatacija se izvodi odozgo prema dole.

Nivo 592 m deli ležište na dva dela: gornji od devet etaža brdskog tipa i donji od tri etaže dubinskog tipa.

Tehnološki proces otkopavanja se sastoji od skidanja jalovog pokrivača i njegovog odlaganja na jalovište, bušenja minskih bušotina pod ug-

lom od 70° i miniranja. Minimalna radna širina etaža iznosi 24 m. Utovar rude se vrši pomoću bagera, čija zapremina kašike iznosi 1,25 m³. Za transport rude se koriste kamioni kiperi, nosivosti 10 tona.

Reljef podine je prilično regularan. Podina pada od severozapada prema jugoistoku pod uglom od 11°. Lokalno, na periferiji ležišta podina je strmija (do 45°). Najniži nivo podine iznosi 573,9 m.

Ukupne rezerve boksita u rudnom ležištu 3 iznose oko 1,600.046 t. Proračun rezervi je izvršen po metodi paralelnih profila, a uz zapreminsku težinu od 3,57 t/m³. Ukupne rezerve kvalitetnog boksita iznose oko 795.552 t, a nekvalitetnog boksita oko 777.950 t. Koefficijent ekstrakcije je 98,2%. Kao nekvalitetan smatran je boksit koji sadrži manje od 40% Al₂O₃, a više od 3% SiO₂.

Vek eksploatacije ležišta je 7,25 godina. Neto godišnja proizvodnja boksita je oko 100.000 t.

U sitnijim klasama, krupnoće —5+0 mm, nalazi se nekvalitetan boksit. Usled toga transportuju se kamionima i prodaju samo klase + 5 mm.

Na ispitivanju osobina ove sirovine radile su u toku 1966/68. godine sledeće ustanove:

- Rudarski institut, Beograd — Zemun
Zavod za pripremu mineralnih sirovina,
Zavod za analitičku hemiju i rudarsku geologiju,
- Rudarski fakultet, Beograd
Laboratorija pri katedri za mineralogiju,

Laboratorija pri katedri za petrologiju,
— Institut za nuklearne nauke »Boris
Kidrič«, Vinča
Laboratorija za fizičku hemiju

Uzorci za ispitivanje

Reprezentativni uzorci boksita za ova ispitivanja uzeti su u dva maha: 6. jula 1966. i 28. septembra 1967. godine. Mesto i način uzimanja uzoraka odredila je komisija REHK »Kosovo« — Obilić.

Uzimanje uzoraka izvršeno je metodom brazde po horizontalnoj liniji — otpucavanjem.

Podaci o uzorcima i njihova lokalnost daje se u sledećem pregledu:

- U z o r a k I — uzet je sa nivoa 625 m na prvoj etaži sa desne (jugoistočne strane) u dužini brazde od 4—5 m,
- U z o r a k II — uzet je sa nivoa 625 m na prvoj etaži iz centralnog dela u dužini od 4—5 m. Predstavlja srednji uzorak rude,
- U z o r a k III — uzet je sa nivoa 625 m na prvoj etaži sa leve (severozapadne strane) u dužini brazde od 4—5 m,
- U z o r a k br. 1 — predstavlja najkvalitetniji boksit i uzet je na desnom krilu etaže 2 (jugoistočnoj strani horizonta od 620 — 624 m),
- U z o r a k br. 2 — predstavlja, takođe, najkvalitetniji boksit i uzet je na desnom krilu etaže 3 (jugoistočna strana horizonta 616—620 m),
- U z o r a k br. 3 — predstavlja oolitni boksit i uzet je na levom krilu etaže 2 i etaže 3 (severozapadna strana horizonta 616 — 620 m),
- U z o r a k br. 4 — predstavlja oolitni boksit i uzet je na sredini etaže 2 (horizont 620 — 624 m),
- U z o r a k br. 5 — predstavlja oolitni boksit i uzet je na desnom krilu etaže 2 (jugoistočna strana, horizont 620—624 m),
- U z o r a k br. 6 — predstavlja oolitni boksit i uzet je na desnom krilu etaže 3 (jugoistočna strana, horizont 616—620 m),
- U z o r a k br. 7 — predstavlja oolitni boksit i uzet je na sredini etaže 3 (horizont 616 — 620 m),
- U z o r a k br. 8 — predstavlja prelazni crveni boksit i uzet je na skoro celoj etaži 3 (horizont 616 — 620 m),
- U z o r a k br. 9 — predstavlja prelazni crveni boksit i uzet je na levom krilu etaže 2 (severozapadna strana, horizont 620 — 624 m),
- U z o r a k br. 10 — predstavlja srednji uzorak rude koja se prodaje na tržištu (13. IX 1967. god.),
- U z o r a k br. 11 — predstavlja srednji uzorak rude koja se prodaje na tržištu (19. 23. IX 1967. god.),

Uzorci I, II i III su uzeti 1966. godine sa kote 625 m, a uzorci označeni brojevima 1 — 11 su uzeti 1967. godine iz druge i treće etaže, odnosno sa osam visinskih metara 616 — 624 m.

Ispitivanje osobina

Način rada

Ispitivanja su izvedena na 14 reprezentativnih uzoraka boksita, uzetih u rudnom ležištu br. 3. Svi uzorci su podvrgnuti kompletnim ispitivanjima. Primenjene su hemijske, mineraloške i spektrohemijske metode istraživanja. Osim toga, na uzorcima br. 1 do 11 izvršeno je i ispitivanje radioaktivnih osobina.

Pomoću navedenih ispitivanja definisan je sadržaj uzoraka po hemijskim elementima i spojevima, kao i mineralima koji nose korisne, štetne i prateće komponente.

Hemijska ispitivanja su obuhvatila određivanje petnaest sledećih elemenata: SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Cr₂O₃, TiO₂, MnO, Ni, Co, P₂O₅, CaO, MgO, K₂O, Na₂O, gubitak žarenjem i gubitak H₂O do 110°C.

Spektrohemijskim ispitivanjima određen je sadržaj, Ga, Ge, Nb, Zr, V, Se, Y, Ni, Co, Cu, La, Sr i Pb.

Kod mineraloškog ispitivanja ove rude upotrebljene su optičke, rentgenske i termičke metode, a na uzorcima ulazne rude i specijalno pripremljenim uzorcima, ispitivanja su vršena mehaničkim, hemijskim ili termičkim postupcima.

Optička ispitivanja su izvedena u reflektovanom i propuštenom polarizovanom svetlu. Karakteristične strukturno-teksturine osobine uzoraka prikazane su mikrosnimcima.

Rentgenska ispitivanja su izvršena na spršenim uzorcima. Primenjeno je bakarno zračenje talasne dužine α - 15418 Å filtrirano filtrom od nikla. Snimanje je izvedeno u komorama 57,3 mm i 114 mm; rentgenski debaegrami praha omogućili su određivanje intenziteta i rasporeda refleksnih linija, a time i dijagnostičiranje mineralnih vrsta. Debaegrami praha prikazani su za svaki uzorak posebno.

Termička ispitivanja su izvršena na spršenim uzorcima. Primenjene su dve metode termičkih ispitivanja:

- diferencijalno-termička analiza — DTA
- termogravimetrijska analiza — TGA

Diferencijalno termičko ispitivanje je izvedeno u aparaturi u kojoj je omogućena brzina zagrevanja uz povećanje temperature od 100°C/min. (termospojevi Pt — Pt + Rh). Zagrevanje je izvršeno do 1000°C. Krive termo-diferencijalnog zagrevanja su prikazane i interpretirane.

Termogravimetrijsko ispitivanje je sprovedeno klasičnom metodom žarenja do 1000°C u električnoj peći, sa ugrađenim pirometrom, a uz povišenje temperature po 100°C i zadržavanje postignute temperature od dva sata. Jedino je dužina žarenja na 300°C iznosila tri sata, da bi se izvršila potpuna dehidratacija eventualno prisutnog hidrargilita.

Posle dvočasovnih žarenja uzorci su stavljani u eksikator i mereni.

Svi rezultati kod žarenja, sa proračunatim težinskim procentom gubitka, prikazani su tablično.

Sva navedena ispitivanja su izvršena u svrhu dijagnostičiranja korisnih boksitnih i pratećih minerala i određivanja njihove kvantitativne zastupljenosti i strukturno-teksturnih osobina, veličine pojedinačnih zrna i mineralnih agregata.

Ispitivane su i radioaktivne osobine ove rude. Dobijeni rezultati su sređeni u vidu tablica i slika i prikazani grafički.

Makroskopski opis

Zajednička karakteristika za sve uzorke boksita je crvena boja. Međutim, postoje veoma izražene razlike po strukturno-teksturnim osobinama, homogenosti, kompaktnosti i poroznosti. Utvrđeno je nekoliko varijeteta.

Osnovne makroskopske karakteristike prema uzorcima su:

U z o r c i br. I i 1 — imaju izgled kompaktne, čvrste stene, školjkastog preloma u kojoj se ističu metalična, delimično zaobljena zrna,

U z o r a k br. 2 — je nehomogenog sastava. Sastoji se iz komada koji imaju izgled kompaktne, čvrste stene i komada porozne stene sa brojnim učešćem detritičnih, poluzaobljenih metaličnih zrna,

U z o r c i br. II, III i 3—7 — čine istu grupu prema makroskopskom izgledu. Karakteriše ih veoma izražena poroznost i veliko učešće metaličnih oolitsko-pizolitskih uklopaka,

U z o r c i br. 8—9 — odlikuju se nehomogenošću po sastavu i poroznosti. Sastavljeni su iz kompaktnih i poroznih komada. Sadržaj oolitsko-pizolitskih uklopaka je neujednačen,

U z o r c i br. 10 i 11 — predstavljaju prosek kvaliteta rude iz prodaje i imaju intenzivno crvenu boju.

Mineralni sastav

Mineraloškim ispitivanjima uz primenu optičkih metoda po E. L a r s e n u, G. B e r m a n u (1965) i dr P. R a m d o h r u (1960), rentgenskih po V. I. M i h e e v u (1957) i V. I. M i h e e v u i E. P. S a l j d a y u (1965) i ter-

mičkih metoda po M a c k e n z i e - u (1957) i »Issledovaniju mineral'nogo syrja« (1955), određen je veći broj tipova rude koje karakteriše grebničko feroboksitno ležište. Sva ispitivanja izvršena su na rovnoj rudi i na hemijski obezbojenoj rudi, koja je tretirana koncentrovanom hlorovodoničnom kiselinom po V. V D o l i v o — D o b r o v o l ' s k o m, Ju. V. K l i m e n k u (1947). Rastvor je hemijski ispitan na sadržaj Al_2O_3 i na Fe.

Svi uzorci su tretirani hemijski, mehanički ili termički i ispitani mineraloški.

Na osnovu mineralnog sastava i strukturno-teksturnih osobina utvrđena su četiri tipa boksitne sirovine:

B e m i t s k i tip boksitne rude — crvenih feroboksita. Ovaj tip rude određen je na uzorcima I i br. 1, koji su uzeti oprobavanjem jugoistočnog dela ležišta iz nivoa I i II etaže, kote 625 m, i horizonta 620—624 m.

B e m i t s k o - d i j a s p o r s k i tip boksitne rude crvenih feroboksita. Ovaj tip rude određen je na uzorku br. 2 koji je uzet oprobavanjem jugoistočnog dela ležišta iz nivoa etaže III, horizonta 616—620 m.

D i j a s p o r s k o o o l i t s k o - p i z o l i t s k i tip — crvenih feroboksita. Ovaj tip je najrasprostranjeniji u ispitivanom delu ležišta I, II i III etaže a određen je na sledećim uzorcima: br. II, III i br. 3 do 7, koji su uzeti oprobavanjem centralnog i severozapadnog dela I etaže na koti 625 m, zatim severozapadnog i centralnog dela II i III etaže horizonta 616 — 624 m i jugoistočnog dela II etaže horizonta 620—624 m.

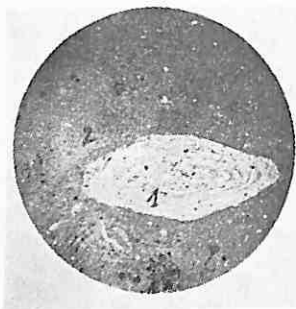
D i j a s p o r s k i tip boksitne rude — crvenih feroboksita. Ovaj tip rude određen je na uzorcima 8 i 9 koji su uzeti oprobavanjem zvanog »prelaznog tipa boksita« iz II i III etaže duž horizonta 616—624 m.

U uzorcima br. 10 i 11, koji predstavljaju srednje uzorke rude koja se prodaje na tržištu, utvrđeni su dijasporski tipovi rude.

Rezultati optičkih ispitivanja

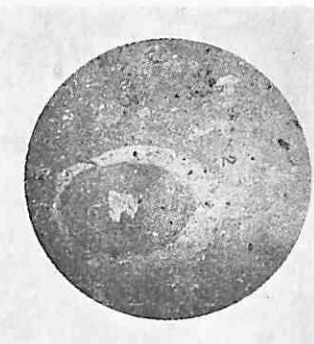
Optička ispitivanja su izvršena u odbijenoj i propuštenoj polarizovanoj svetlosti, a na rovnoj rudi krupnoće od 10 mm do 0,3 mm i na hemijski tretiranoj i pripremljenoj rudi veličine zrna do 70 mikrona.

Na osnovu svih izvršenih optičkih ispitivanja određene su strukturno-teksturne osobine boksitne sirovine, veličina zrna pojedinih minerala ili agregovanih u posebnim



Sl. 1 — Mikrosnimak — povećanje 33 puta. Reflektovana svetlost. Nikoli paralelni.
1 — oolit; 2 — osnovna cementna bemitska masa.

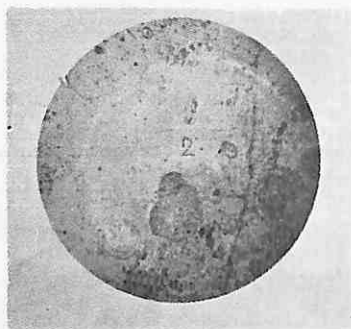
Abb. 1 — Mikroaufnahme — Vergrößerung 33 x. Reflektiertes Licht. Nicols parallel.



Sl. 2 — Mikrosnimak — povećanje 33 puta. Reflektovana svetlost. Nikoli paralelni.

1 — oolit; 2 — osnovna cementna bemitska masa;
3 — kristalizacioni dijasporski centri.

Abb. 2 — Mikroaufnahme — Vergrößerung 33 x. Reflektiertes Licht. Nicols parallel.



Sl. 3 — Mikrosnimak. Povećanje 33 puta. Reflektovana svetlost. Nikoli paralelni.

1 — oolitsko-pizolitski oblici; 2 — osnovna cementna bemitska masa.

Abb. 3 — Mikroaufnahme. Vergrößerung 33 x. Reflektiertes Licht. Nicols parallel.

strukturnim oblicima i neke mineralne vrste boksitnih i pratećih minerala.

U uzorcima br. I i br. 1. koji pripadaju bemitskom tipu boksitne rude — crvenih feroboksita, utvrđena je kriptokristalasta struktura sa detritičnim uklopcima metalinih minerala i neznatnim učešćem pizolita i oolita.

Izmerena veličina detritičnih minerala je $3 \times 2,5$ mm; $3 \times 1,5$ mm; $1 \times 0,8$ i $1 \times 0,5$ i $+ 0,3$ mm. Ovi pokazuju slojnu orijentaciju sa izduženjem zrna paralelno pravcu slojevitosti.

Boksitni minerali se javljaju u obliku kriptokristalaste cementne mase i kao sastojci oolitsko-pizolitskih uklopaka, u obliku reliktnih gelske strukture. Optičkim ispitivanjima određen je dominantni boksitni mineral kao bemit, što je potvrđeno i ostalim metodama ispitivanja. Pored njega optički je određen dijaspor. Javlja se kao sastojak cementne mase kada potiskuje bemit stvarajući nepravilno izuvijane kristalizacione centre.

Nosioci gvožđa su:

— hematit kao vodeći mineral gvožđa. Javlja se u raznim oblicima: kao disperzan ili mikrokristalan vezan za cementni boksit, u obliku poluzaobljenog detritusa i kao sastojak oolitno-pizolitskih oblika,

— limonit, getit i lepidokrokit se javljaju kao sastojci oolitno-pizolitskih oblika,

— nemartitizirani deo magnetita javlja se u oolitsko-pizolitskim oblicima ili je vezan za cementnu boksitnu masu.

Titanska komponenta je zastupljena ilmenitom, u obliku igličasto-razvijenih kristalnih agregata unutar cementnog boksita, rutilom i sfenom. Rutil i sfen su determinisani ispitivanjem hemijski tretiranog dela uzorka.

Cirkon, turmalin, hlorit i apatit su utvrđeni optičkim ispitivanjem hemijski tretiranog uzorka, samo kao mineraloške pojave.

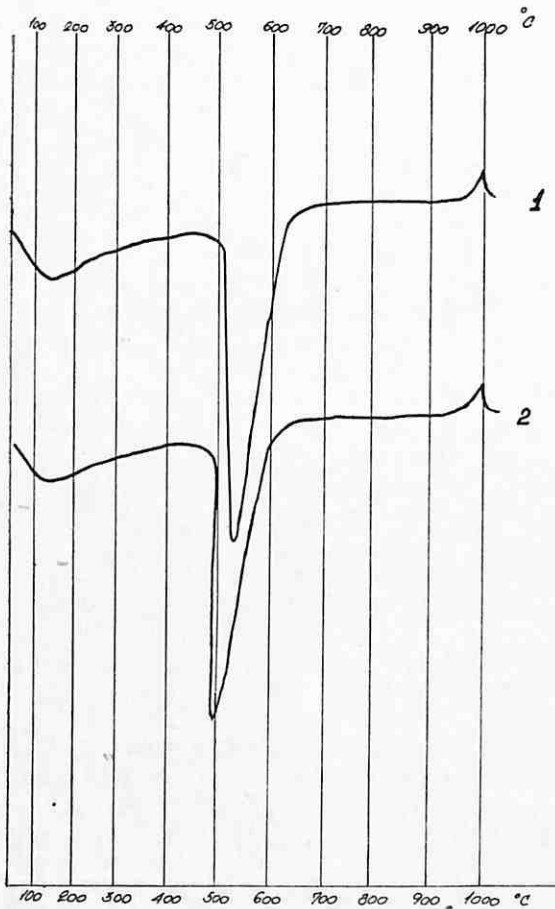
Oolitsko-pizolitski oblici su retki, imaju najčešće zonarnu građu, a sastoje se najvećim delom od hematita, limonita, kristalastog lepidokrokita i bemita, koji najčešće ima razvijenu reliktnu gelsku strukturu (sl. 1, 2 i 3). Oolitno-pizolitski oblici pokazuju izduženje u jednom pravcu (sl. 1 i 2) ili su okrugli (sl. 3). Veličina ovih oblika je: minimalna od 30 mikrona, prosečna od 100—300 mikrona i maksimalna od 2 milimetra.

Izvedenim ispitivanjima je utvrđeno da se usitnjavanjem rude na krupnoću ispod 0,3 mm postiže delimično oslobođenje metalinih minerala i to onih koji su vezani za detritične

uklopke i oolitsko-pizolitske oblike. Boksitni minerali se zbog specifičnih oblika srastanja sa mineralima, nosiocima gvozdene komponente, ne oslobadaju.

U uzorku br. 2 koji pripada bemitno-dijasporском tipu boksitne rude crvenih feroboksita utvrđena je kriptokristalna-oolitsko-pizolitska struktura sa detritičnim uklopcima poluzaobljenih metalinih minerala.

Veličina detritičnih metalinih minerala je: $3,5 \times 2,5$ mm; $3 \times 2,5$; $2 \times 1,5$; $1,5 \times 1$; 1×1 ; $1 \times 0,5$; $0,5 \times 0,3$; $0,3 \times 0,2$ mm. Ovi minerali se sastoje najvećim delom od hematita, znatno manje od ilmenita ili magnetita.

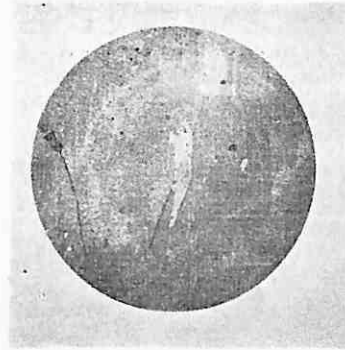


Sl. 4 — Termodiferencijalne krive boksitne rude »Grebnik« (uzorci br. 1 i 2).

Abb. 4 — Termodifferenzialkurven des Bauxits von »Grebnik« (Proben Nr. 1 und 2).

Boksitni minerali se javljaju u obliku kriptokristalaste cementne mase i kao sastojci oolitsko-pizolitskih oblika. Predstavljeni su bemitom i dijasporom.

Raspon veličina oolitsko-pizolitskih oblika je od 30 mikrona do 2 milimetra. Najzastupljeniji su u veličini do 250 mikrona. Sastoje se od bemita, dijaspora, hematita, getita, lepidokrokita i reliktnog magnetita. Razvijena je zonarna grada ovih oblika sa jezgrom od hematita (sl. 5 i 6) ili od boksitnih minerala (sl. 7). Spoljni omotač se često sastoji od bemita reliktnе gelske strukture (sl. 6). U cementnoj boksitnoj masi utvrđen je kao prateći mineral hematit koji je najčešće disperzan ili mikrokristalan. Značajan sadržaj je i opisanih hematitskih uklopaka. Zapaža se nehomogenost u pogledu poroznosti. U izvesnim odlomcima, ova je vrlo slabo razvijena, dok je u drugim znatnija.



Sl. 5 — Mikrosnimak. Reflektovano svetlo. Uvećanje 33 puta. Oolitsko-pizolitska mikrosojevita grada.

Abt. 5 — Mikroaufnahme. Reflektiertes Licht. Vergrößerung 33 x.

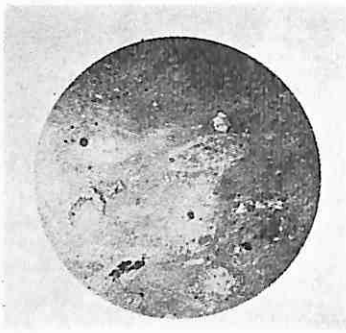


Sl. 6 — Mikrosnimak. Reflektovano svetlo. Uvećanje 33 puta. Krupan oolit u bemitsoj osnovnoj masi. 1 — kataklazirani hematit; 2 — reliktna gelska struktura bemita; 3 — cementna bemitiska masa.

Abb. 6 — Mikroaufnahme. Reflektiertes Licht. Vergrößerung 33 x. Grosskörniger Oolith in der Boehmit-Grundmasse.

Minerali rutil, sfen, hlorit, cirkon i turmalin određeni su optičkim ispitivanjem hemijski tretiranih uzoraka.

Ovim ispitivanjima je utvrđeno da se, usitnjavanjem uzorka do krupnoće od 0,3 mm, postiže dosta dobro razdvajanje bemita od dijaspora, a delimično i krupnijih detritičnih gvozdovitih sastojaka i oolitno — pizolitskih oblika (sl. 8).



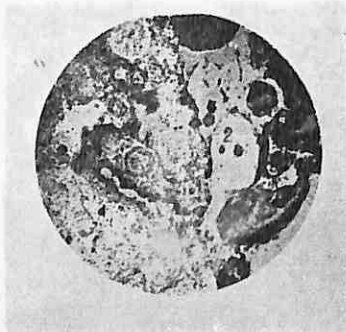
Sl. 7 — Mikrosnimak. Uvećanje 33 puta. Reflektovano svetlo. Oolitsko pizolitska grada.
1 — ooliti-pizoliti; 2 — cementna masa-bemit; 3 — kristalizacioni centri dijaspora.

Abb. 7 — Mikroaufnahme. Vergrößerung 33 x. Reflektiertes Licht. Oolithisch-pizolithischer Aufbau.



Sl. 8 — Mikrosnimak. Uvećanje 33 puta. Reflektovano svetlo. Briket preparat.
1 — hematit; 2 — bemit; 3 — dijaspor

Abb. 8 — Mikroaufnahme. Vergrößerung 33 x. Reflektiertes Licht. Briquetpräparat.



Sl. 9 — Mikrosnimak. Uvećanje 33 puta. Reflektovano svetlo. Nikoli paralelni.
1 — koncentracija oolitsko-pizolitskih oblika minerala gvožđa; 2 — dijaspor u obliku cementa sa izraženom poroznošću — segregacija i šupljine.

Abb. 9 — Mikroaufnahme. Vergrößerung 33 x. Reflektiertes Licht. Nicols parallel.

Međutim, potpuno oslobađanje boksitnih minerala od pratećih gvoždevitih mineralnih materija nije postignuto.

U uzorcima br. II, III i 3, 4, 5, 6 i 7 koji pripadaju dijasporsko oolitsko-pizolitskom tipu boksitne rude — crvenih feroboksita utvrđena je oolitsko-pizolitska struktura.

Boksitni minerali se javljaju u obliku kriptokristalaste cementne mase i kao oolitsko-pizolitski sastojci.

Optičkim ispitivanjima određen je dominantni boksitni mineral kao dijaspor, što je potvrđeno i ostalim metodama ispitivanja. Najveće rasprostranjenje mu je u cementnoj masi. U minimalnoj količini učestvuje kao nosilac aluminijske komponente i bemit, bilo kao sastojak cementne mase, bilo oolitsko-pizolitskih oblika. Boksitni cement je prožet disperznim hematitom.

U cementnoj boksitnoj masi zapaža se manji sadržaj detritičnih metaličnih minerala (veliçine do 20 mikrona) hematita, magnetita ili ilmenita. Pojavljuju se u vidu pojedinačnih kristalnih oblika ili agregovanih kristala.

Znatno veće je učešće oolitsko-pizolitskih oblika koji se često grupišu. Veliçina oolitsko-pizolitskih koncentracija iznose u proseku 4×5 mm. Međusobno su cementovani pornim cementom.

Zapaženo je grupisanje oolitsko-pizolitskih oblika u kojima preovlađuju metalični minerali kao što su hematit, limonit, getit, lepidokroit nad boksitnim mineralima. Međusobno su cementovani limonitom — sl. 9.

S druge, pak, strane grupišu se oolitsko-pizolitski oblici u kojima preovlađuju boksitni minerali nad oksidima i hidroksidima gvožđa. Međusobno su cementovani pornim boksitnim cementom — bemitom sa izraženom reliktnom gelskom strukturom.

Grupe oolitsko-pizolitskih oblika su međusobno povezane bazalnim dijasporskim cementom.

Mineralni sastojci oolitsko-pizolitskih oblika najčešće su zonarno raspoređeni.

Raspon veliçina pojedinih oolita je u granicama od 30 do 500 mikrona.

Poroznost je veoma razvijena, vezuje se za slabu povezanost boksitnih oolita, mikro šupljine i prsline nastale kao proizvod sferne odnosno poligonalne segregacije boksitnog cementa — sl. 9.

Minerali rutil, sfen, hlorit, cirkon i turmalin su zapaženi kao mineraloške pojave u hemijski tretiranom — obezbojenom uzorku, krupnoće do 70 mikrona.

Ispitivanje strukturno-teksturnih osobina uzorka br. 10 i 11 i načina pojavljivanja boksitnih i pratećih minerala bilo je ograničeno krupnoćom (do 0,3 mm) uzorka.

Uzorak br. 10 je nehomogen. Izvesni komadi pokazuju kompaktnost i isključivi sadržaj dijaspora impregnisanog hematitom. Drugi, pak, imaju razvijenu poroznost i sadrže oolitsko-pizolitske uklopke u rasponu veličina od 0,5 do 2 mm.

Struktura boksitnog uzorka je kripokristalasta, delimično oolitsko-pizolitska.

Mineralni sastojci sirovine su: boksitni minerali, hematit, limonit, getit, lepidokrokot, magnetit, ilmenit, rutil, sfen, cirkon i turmalin.

Od boksitnih minerala preovlađuje kripokristalasti dijaspor impregnisan disperznim hematitom. Sadržaj bemita je vrlo mali.

Oolitsko-pizolitski oblici imaju zonaran raspored. Sastoje se od minerala nosioca gvožđa: hematita, limonita, getita, lepidokro-

kita. Znatno manje je učešće bemita kod koga je najčešće izražena reliktna gelska struktura.

Ilmenit se javlja u obliku igličastih agregata unutar kriptokristalastog dijaspora.

Minerali rutil, sfen, hlorit, cirkon i turmalin zapaženi su kao mineraloške pojave u obezbojenom uzorku veličine zrna do 70 mikrona.

Zbog specifično razvijenih strukturno-teksturnih oblika, u krupnoći zrna do 0,3 mm nije došlo do oslobađanja mineralnih vrsta.

Na osnovu oslobođenih oolitsko-pizolitskih oblika ili njihovih delova kod uzorka br. 11 može se zaključiti da se radi o oolitsko-pizolitskom tipu rude sa dominantnim dijasporom.

Veličina čestica boksitnih minerala je 1 mikron te im je struktura kriptokristalasta — pseudoamorfna. Javljaju se kao sastojci cementne mase i oolitsko-pizolitskih oblika.

Tablica 1

Raspored i intenzitet rentgenskih refleksija bemitnog tipa crvenih feroboksita »Grebnik«

Uzorak I (rovna ruda)		Uzorak 1 (rovna ruda)		Uzorak 1 (hemijski tretirana rovna ruda)		Uzorak 1 (mikrofrakcija rovne rude)				Uzorak 1 (hemijski tretirana pa žarena ruda)	
Intenzitet	d ^o Å	Intenzitet	d ^o Å	Intenzitet	d ^o Å	Intenzitet	d ^o Å	Intenzitet	d ^o Å	Intenzitet	d ^o Å
10	6,20	1	7,7	2	7,7	3	15	1	1,63	5	3,5
1	4,08	8	6,15	1	7,0	3	10	2	1,58	7	2,08
3	3,71	2	4,18	10	6,20	4	7,7	2	1,53	10	1,99
8	3,19	4	3,62	2	4,60	8	6,10	1	1,49	2	1,95
6	2,71	2	3,41	1	4,20	1	5,40	6	1,452	7	1,60
5	2,54	8	3,18	1	3,75	3	4,35	4	1,435	2	1,39
7	2,36	1	2,92	1	3,50	4	3,89	1	1,395		
3	2,22	8	2,70	10	3,16	2	3,50	4	1,38		
2	1,99	6	2,52	10	2,35	8	3,15	7	1,31		
9	1,87	8	2,34	1	2,10	1	2,99	1	1,23		
1	1,79	2	2,21	1	1,97	1	2,89	1	1,21		
3	1,715	2	1,98	10	1,85	8	2,73	2	1,18		
2	1,68	1	1,92	3	1,77	1	2,58				
1	1,618	8	1,85	5	1,66	1	2,47				
2	1,541	1	1,77	3	1,53	8	2,35				
3	1,498	6	1,70	6	1,45	1	2,25				
5	1,468	5	1,66	3	1,39	1	2,14				
2	1,395	1	1,61	7	1,31	1	2,07				
6	1,322	1	1,59			1	1,98				
1	1,199	1	1,54			1	1,93				
2	1,171	4	1,49			8	1,85				
3	1,145	6	1,485			2	1,77				
		4	1,392			1	1,73				
		6	1,318			5	1,66				

Optičkim ispitivanjima su identifikovani ovi minerali: dijaspor, bemit, hematit, magnetit, limonit, getit, lepidokrokit, ilmenit, rutil, sfen, cirkon i turmalin.

Usitnjavanjem nije postignuto potpuno oslobađanje boksitnih minerala od minerala nosioca gvožđa. Postignuto je samo delimično oslobađanje oolitsko-pizolitskih oblika u kojima prevladaju mineralne materije — nosioci gvožđa. Raspored mineralnih vrsta kod ovih oblika je zonan.

Zbog specifičnosti srastanja dijaspora sa hematitom, koji se javlja u rasponu disperznih veličina (1 mikron) do 200 mikrona, ne može se očekivati njihovo mehaničko razdvajanje ni dalekosežnim mlevenjem.

Rezultati rentgenskih ispitivanja

Rentgensko ispitivanje je izvršeno na svim uzorcima rovne rude, hemijski tretiranim — obezbojenim uzorcima, uzorcima mikrofrakcija žarenim uzorcima. Debaegrami praha sa izračunatim međuatomskim rastojanjima i

intenzitetima karakterističnih uzoraka, predstavnika determinisanih tipova boksitne rude, prikazani su u tablicama 1 do 7.

Interpretacijom prikazanih debaograma praha utvrđeni su sledeći minerali prema tipovima boksitne rude:

— u bemitском tipu (tablica 1) u rovnoj rudi uzoraka br. 1 i 1 utvrđeni su: bemit i hematit, a kaolinit u uzorku br. 1 (kolona 1 i 2). U hemijski tretiranoj rudi uzoraka br. 1 utvrđeni su: bemit, kaolinit i tragovi hematita (kolona 3). U mikrofrakciji rovne rude iz uzorka br. 1 određeni su bemit, kaolinitska grupa minerala, hidroliskun, zeolitska i hloritska grupa minerala (kolona 4). Hemijski tretirana pa žarena ruda iz uzorka br. 1 sadrži korund (kolona 5).

— U bemitско-dijasporском tipu (tablica 2) u rovnoj rudi uzorka br. 2 utvrđeni su: bemit, dijaspor i hematit (debaegram kolona 1). U hemijski tretiranoj rudi uzorka br. 2 utvrđeni su: dijaspor, bemit i tra-

Tablica 2

Raspored i intenzitet rentgenskih refleksija bemitско-dijasporског tipа crvenih feroboksita »Grebnik«

Uzorak 2 (rovna ruda)		Uzorak 2 (hemijski tretirana ruda)		Uzorak 2 (mikrofrakcija rovne rude)		Uzorak 2 (hemijski tretirana pa žarena ruda)	
Intenzitet	d Å	Intenzitet	d Å	Intenzitet	d Å	Intenzitet	d Å
8	6,20	10	6,20	8	6,20	7	2,40
7	4,00	1	4,7	8	4,00	10	2,10
5	3,62	10	4,00	7	3,16	7	2,05
7	3,15	2	3,3	1	2,90	10	1,61
1	2,92	10	3,16	1	2,81	8	1,375
8	2,70	6	2,55	1	2,72		
7	2,50	6	2,14	1	2,55		
8	2,34	6	2,07	1	2,45		
4	2,20	6	1,64	8	2,35		
2	2,14			3	2,31		
2	2,07			6	2,13		
2	1,98			6	2,07		
8	1,85			1	1,98		
7	1,69			6	1,86		
3	1,64			2	1,72		
1	1,58			1	1,66		
2	1,54			3	1,64		
5	1,49			1	1,57		
7	1,45			2	1,558		
3	1,38			1	1,52		
6	1,310			2	1,49		
2	1,14			3	1,46		
2	1,10			1	1,44		
1	1,06			2	1,38		
1	0,955			2	1,355		
1	0,928			1	1,215		
				1	1,16		

govi kvarca (debaegram kolona 2). U mikrofrakciji rovne rude uzorka br. 2 utvrđeni su: dijaspor, bemit i zeolitska grupa minerala (debaegram kolona 3). Žareni hemijski tretirani boksit uzorka br. 2 sadrži korund (kolona 4).

— U dijasporskooolitsko-pizolitskom tipu (tablica 3) u rovnoj rudi uzorka br. II, III, 3, 4, 5, 6 i 7 utvrđeni su: dijaspor, hematit i kaolinit, kod pojedinih ilit i zeolit (kolona 1). U hemijski tretiranoj rudi navedenih uzoraka utvrđeni su: dijaspor i kaolinit, kod pojedinih ilit, tragovi kvarca i hematita. U koloni 2 prikazani su rezultati za uzorak br. 5. U mikrofrakciji uzoraka utvrđeni su: dijaspor, kaolinit i zeolitska grupa minerala, kod nekih i ilit. U ko-

loni 3 prikazani su rezultati za uzorak br. 4. U hemijski tretiranoj pa žarenoj rudi svih uzoraka utvrđen je korund. U koloni 4 prikazani su rezultati za uzorak br. 3.

— U dijasporskom tipu (tablica 4 i 5) u rovnoj rudi uzoraka br. 8 i 9 utvrđeni su: dijaspor, hematit, kvarc i kaolinit (kolona 1 i 2). U hemijski tretiranim uzorcima utvrđeni su: dijaspor, kvarc i tragovi hematita (kolona 3 i 4). U žarenom uzorku hemijski tretirane rude utvrđen je korund (kolona 5).

— U srednjem uzorku rovne rude koja se prodaje na tržištu (uzorak br. 10 i 11) — tablica br. 6 i 7 utvrđeni su: dijaspor, hematit, kaolinit i zeolitska grupa minerala.

Tablica 3

Raspored i intenzitet rentgenskih refleksija uzorka dijasporsko — oolitsko — pizolitskog tipa rude crvenih feroboksita

Kompozit uzorka br. 4 i 7 (uzorak rovne rude)		Uzorak br. 5 (hemijski tretirana ruda)		Uzorak br. 4 (mikrofrakcija rovne rude ispod 2 mikrona)		Uzorak br. 3 (hemijski tretirana pa žarena ruda)					
Intenzitet	d Å	Intenzitet	d Å	Intenzitet	d Å	Intenzitet	d Å				
1	11,0	3	4,70	7	1,48	2	11,0	2	1,52	10	3,5
1	8,5	1	4,40	1	1,44	2	8,50	5	1,48	10	2,55
1	7,7	1	4,20	5	1,42	2	7,70	5	1,42	8	2,38
8	4,00	10	4,00	1	1,40	2	4,79	1	1,40	10	2,08
2	3,68	1	3,70	5	1,37	2	4,39	5	1,37	8	1,74
8	2,70	4	3,50	2	1,34	8	4,00	4	1,33	1	1,70
8	2,50	1	3,30	2	1,33	1	3,75	1	1,305	10	1,60
6	2,30	3	3,20	2	1,30	1	3,50	3	1,283	7	1,405
3	2,20	1	3,05	2	1,28	2	3,20	1	1,259	9	1,37
3	2,14	1	1,29	2	1,26	1	2,95	1	1,23	7	1,24
5	2,07	1	1,68	2	1,24	1	2,80	1	1,22		
5	1,83	8	2,55	2	1,20	1	2,73	1	1,19		
7	1,69	1	2,50	3	1,17	7	2,55				
5	1,64	9	2,30	1	1,14	8	2,30				
4	1,605	9	2,14	2	1,09	1	2,20				
1	1,515	9	2,07			7	2,14				
8	1,48	1	1,90			7	2,07				
5	1,45	1	1,80			1	1,98				
2	1,42	1	1,74			2	1,89				
3	1,38	5	1,71			3	1,80				
1	1,30	9	1,63			5	1,72				
3	1,24	5	1,60			7	1,638				
1	1,14	1	1,56			1	1,60				
1	1,10	1	1,52			1	1,56				

Tablica 4

Raspored i intenzitet rentgenskih refleksija dijasporskog tipa rude crvenih feroboksita

Uzorak br. 8 (rovna ruda)		Uzorak br. 9 (rovna ruda)	
Intenzitet	d Å	Intenzitet	d Å
1	8,5	1	13,5
1	7,7	1	7,7
1	4,60	1	4,60
8	4,00	8	4,00
3	3,70	3	3,68
1	3,33	1	3,35
1	2,88	1	2,88
8	2,70	8	2,70
8	2,50	8	2,50
8	2,30	8	2,30
3	2,20	2	2,20
5	2,14	5	2,13
6	2,07	5	2,07
6	1,83	5	1,83
7	1,69	7	1,70
6	1,63	6	1,64
1	1,60	1	1,60
8	1,58	8	1,48
3	1,52	3	1,46
3	1,48	3	1,38
5	1,37	2	1,30
1	1,30	2	1,28
5	1,28	1	1,25
5	1,24		

Tablica 6

Raspored i intenzitet rentgenskih refleksija rude boksita »Grebnik«

Uzorak 10 (rovna ruda) o	
Intenzitet	d Å
1	14,0
1	7,7
2	4,7
8	4,00
3	3,60
1	3,20
8	2,70
7	2,505
7	2,33
1	2,22
5	2,14
5	2,07
6	1,84
6	1,70
6	1,64
6	1,49
4	1,46
1	1,42
1	1,375
1	1,35
1	1,30

Tablica 5

Raspored i intenzitet rentgenskih refleksija tretiranih uzoraka dijasporskog tipa crvenih feroboksita

Uzorak br. 8 (hemijski tretirana ruda)		Uzorak br. 9 (hemijski tretirana ruda)		Uzorak br. 8 (hemijski tretirana pa žarena ruda)	
Intenzitet	d Å	Intenzitet	d Å	Intenzitet	d Å
3	4,70	2	13,5	10	3,50
1	4,40	2	7,7	10	2,55
1	4,20	2	5,6	8	2,38
10	4,00	2	4,7	10	2,08
1	3,70	2	4,4	8	1,74
4	3,50	8	4,0	1	1,70
1	3,39	1	3,75	10	1,60
3	3,2	1	3,50	7	1,405
1	3,05	2	3,20	9	1,37
1	2,90	1	2,95	7	1,24
1	2,70	1	2,80		
8	2,56	1	2,73		
1	2,50	7	2,55		
9	2,31	8	2,30		
1	2,20	1	2,20		
9	2,14	7	2,14		
9	2,07	7	2,07		
1	1,90	1	1,98		
1	1,82	2	1,89		
1	1,73	3	1,80		
5	1,71	5	1,72		
9	1,638	9	1,64		
5	1,60	1	1,60		
1	1,56	1	1,56		
1	1,52	2	1,52		
7	1,48	6	1,48		
1	1,44	5	1,42		
5	1,42	1	1,40		
1	1,40	5	1,37		
5	1,37	4	1,33		
2	1,34	1	1,305		
2	1,33	3	1,283		
2	1,30	1	1,26		
2	1,28	1	1,23		
2	1,26	1	1,22		
2	1,24	1	1,19		
2	1,20				
1	1,19				
3	1,17				
2	1,09				

Rezultati diferencijalno-termičkih ispitivanja

Diferencijalno-termičko ispitivanje je izvršeno na svim uzorcima rovne rude.

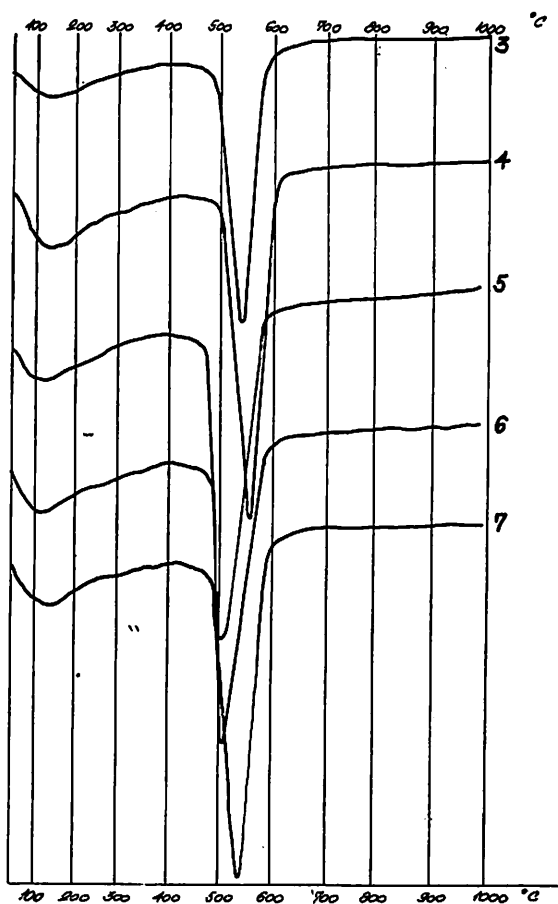
Krive diferencijalno-termičkog zagrevanja prikazane su na slikama 4, 10 i 12.

— Bemitski tip rude (slika 4 kriva 1). — Kriva diferencijalno-termičkog zagrevanja uzorka rovne rude br. 1 pokazuje dva endotermna efekta i jedan egzotermni efekat.

Prvi, manji endotermni efekat počinje od samog početka zagrevanja i traje do blizu 400°C. Vrh je na 150°C. Ceo efekat je izazvan dehidracijama hidroksida gvožđa, limonita, alofana i hidrargilita u minimalnoj količini.

Drugi, snažan endotermni efekat počinje od 480°C i traje do 650°C. Vrh mu je na 560°. Ovaj efekat je prouzrokovan dehidracijom bemita i kaolinita.

Egzotermni efekat javlja se u intervalu 970°C—1000°C, a izazvan je prisustvom kaolinita.



Sl. 10 — Termodiferencijalne krive boksitne rude »Grebnik« (uzorci br. 3, 4, 5, 6 i 7).

Abb. 10 — Thermodifferentialkurve des Bauxits von »Grebnik« (Proben Nr. 3, 4, 5, 6 und 7).

Tablica 7
Raspored i intenzitet rentgenskih refleksija boksitne sirovine »Grebnik«

Uzorak br. 11 (rovna ruda) o	
Intenzitet	d A
1	16,5
1	9,0
1	7,2
2	4,6
8	4,00
3	3,65
1	3,35
1	3,22
1	2,92
8	2,70
6	2,505
6	2,33
2	2,20
5	2,13
5	2,07
1	2,02
1	1,92
4	1,82
4	1,69
5	1,638
2	1,60
5	1,48
4	1,45
1	1,425
2	1,37
1	1,34
2	1,305
2	1,26

— Bemitsko — dijasporski tip rude (slika 4 kriva 2). — Kriva diferencijalno-termičkog zagrevanja uzorka rovne rude br. 2 pokazuje dva endotermna efekta i jedan egzotermni efekat.

Prvi, manji endotermni efekat počinje od samog početka zagrevanja i traje do blizu 400°C. Vrh je malo razvučen i pada na 100—150°C. Ceo efekat je izazvan dehidracijom alofana i hidroksida gvožđa — limonita.

Malo endotermno skretanje od 250—300° ukazuje na minimalno učešće hidrargilita.

Drugi, snažan endotermni efekat počinje na 490°C i traje do 640°C. Vrh mu je na 500°C. Ovaj efekat je prouzrokovan dehidracijom bemita, dijaspora i kaolinita.

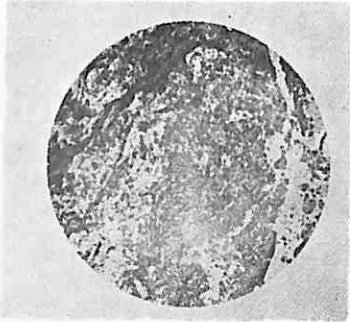
Jedva vidljiva endotermna skretanja javljaju se na 720 i 820°C, a izazvani su razlaganjem karbonata i hlorita.

Egzotermni efekat javlja se u intervalu 970°C — 1000°C, izazvan je prisustvom kaolinita, odnosno alofana.

— Dijasporsko oolitsko-pizolitski tip (slika 10). — Krive diferencijal-

no-termičkog zagrevanja uzoraka rovne rude br. 3 do 7 pokazuju dva endotermna efekta.

Prvi, manji endotermni efekat počinje od samog početka zagrevanja i traje do blizu 400°C. Vrh je vrlo razvučen od 100 do 200°C. Ceo efekat je izazvan dehidratacijom hidrok-



Sl. 11 — Mikrosnimak. Uvećanje 33 puta. Reflektovano svetlo. Limonit.

Abb. 11 — Mikroaufnahme. Vergrößerung 33 x. Reflektiertes Licht. Brauneisenerz.

sida gvožđa, limonita, alofana i hidrargilita. Na 350° izdvaja se jedva primetan endotermni efekat usled dehidratacije hidrogetita odnosno lepidokrokita.

Drugi, snažan endotermni efekat počinje od 480° i traje do 610°C. Vrh mu je na 540°C. Kod uzoraka br. 3, 4 i 7 ovaj efekat je prouzrokovao dehidratacijom dijaspora i kaolinita.

Kod uzoraka br. 5 i 6 vrh ovog endoternog efekta je niži (510°C).

— Dijasporski tip rude (slika 12). — Krive diferencijalno-termičkog zagrevanja uzoraka rovne rude br. 8 i 9 pokazuju dva izrazito endotermna efekta.

Prvi, manji endotermni efekat počinje od samog početka zagrevanja i traje do blizu 400°C. Vrh je malo razvučen na 150°C. Pokazuje manje skretanje kod uzorka 6 i 8 na 350°C, a kod uzorka br. 9 na 250°C. Ceo efekat je izazvan dehidratacijom hidroksida gvožđa, limonita, alofana, hidrargilita i još getita kod uzorka br. 8 i lepidokrokita kod uzorka br. 9.

Drugi, snažan endotermni efekat kod uzorka br. 8 počinje na 465° traje do 610°C. Vrh mu je na 530°C. Ovaj efekat je prouzrokovao dehidratacijom dijaspora i kaolinita.

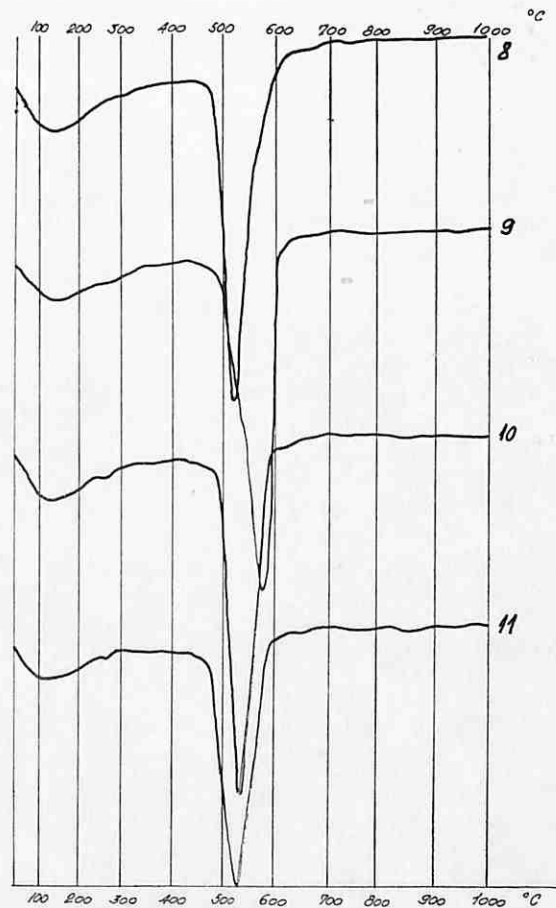
Drugi, snažan endotermni efekat kod uzorka br. 9 počinje na 440°C i traje do 610°C. Vrh mu je na 570°C. Ovaj efekat je prouzrokovao dehidratacijom dijaspora i kaolinita.

Jedva vidljiva endotermna skretanja na 680, 720 i 950°C nastala su usled razlaganja karbonata i hlorita.

— Uzorci br. 10 i 11 koji predstavljaju uzorke rude koja se prodaje na tržištu (dijasporski tipovi rude) — slika 12. — Kriva diferencijalno-termičkog zagrevanja pokazuje dva izrazito endotermna efekta.

Prvi, manji endotermni efekat počinje od samog početka zagrevanja i traje do oko 400°C.

Kod uzorka br. 10 vrh je malo razvučen na 150°C. Pokazuje manje skretanje na 250°C i 350°C.



Sl. 12 — Termodiferencijalne krive boksitne rude »Grebnik« (uzorci br. 8, 9, 10, 11).

Abb. 12 — Thermodifferentialkurve des Bauxits von »Grebnik« (Proben Nr. 8, 9, 10, 11).

Kod uzorka br. 11 vrh je razvučen od 100 — 180°C. Pokazuje manje skretanje na 270°C i 350°C. Ceo efekat je izazvan dehidratacijom hidroksida gvožđa, limonita, alofana, hidrargilita i lepidokrokita.

Drugi, snažan endotermni efekat kod uzorka br. 10 počinje od 420°C i traje do 600°C. Vrh mu je na 550°C.

Drugi, snažan endotermni efekat kod uzorka br. 11 počinje od 450°C i traje do 600°C. Vrh mu je na 530°C. Ovaj efekat je prouzrokovao dehidratacijom dijaspora i kaolinita.

Manji, endotermni jedva vidljivi efekti javljaju se na 650°C, 750°C, 850°C i 950°C, a izazvani su razlaganjem karbonata i dehidratacijom hlorita.

Rezultati termogravimetrijskih ispitivanja

Ova ispitivanja su izvršena na svim uzorcima rovne rude. Rezultati termogravimetrijskih ispitivanja sa izračunatim težinskim procentnim gubicima prikazani su na tablicama 8 do 13.

— Bemitski tip rude (uzorak br. I i 1). — Težinski gubici do 300°C obračunati su na vlagu, hidratizane okside gvožđa, alofan, hidrargilit, zeolit i hidroliskun. Najveći gubici do 600°C obračunati su na bemit i kaolinit. Ostali, dalji gubici u težini vezuju se za karbonate kalcijuma i magnezijuma i hlorit.

— Bemitsko-dijasporški tip rude (uzorak br. 2). — Težinski gubici do 300°C obračunati su na vlagu, hidrokside gvožđa i alofan. Najveći, pak, gubici u intervalu 300 do 600° obračunati su na dijaspor sa bemitom i kaolinitom.

Tablica 8

Rezultati termogravimetrijske analize rude boksita iz uzorka br. I i 1

Temperatura °C	Uzorak br. I Težinski gubitak %	Uzorak br. 1 Težinski gubitak %
100	0,36	0,39
200	0,48	2,03
300	0,55	2,23
400	1,41	3,01
500	3,54	11,35
600	6,56	11,54
700	7,11	12,13
800	7,21	13,11
900	7,26	—
1000	7,36	12,55

Dalji gubici u težini vezuju se za karbonate i hlorit.

Tablica 9

Rezultati termogravimetrijske analize (uzorak br. 2)

Temperatura °C	Težinski gubitak %
100	0,31
200	0,68
300	0,84
400	1,19
500	10,04
600	10,97
700	11,34
800	11,28
1000	11,12

— Dijasporsko-oolitsko pizolitski tip rude (uzorak br. II, III i 3—7). — Težinski gubici od 300°C obračunati su na vlagu, hidrokside gvožđa i alofan. Najveći, pak, gubici u intervalu 300 do 600°C obračunati su na dijaspor sa bemitom i kaolinitom.

Dalji gubici u težini vezuju se za karbonate i hlorit.

Tablica 10

Rezultati termogravimetrijske analize boksitne rude uzoraka II, III i 3 do 7

Temperatura °C	Uzorci (°/o) i težinski gubici (°/o)						
	II	III	3	4	5	6	7
100	—	—	0,27	0,30	0,81	0,82	0,52
200	—	—	1,22	1,76	1,72	1,76	2,11
300	0,48	0,47	1,01	1,95	1,76	2,54	2,77
400	0,68	0,67	1,44	2,80	1,92	1,90	2,32
500	8,32	8,47	9,04	10,74	10,24	11,63	10,66
600	9,58	9,01	9,77	10,71	10,25	11,86	10,27
700	10,03	9,53	9,76	10,80	10,27	11,86	11,03
800	—	—	9,76	11,39	10,56	11,87	11,65
850	10,89	9,91	—	—	—	—	—
1000	—	—	9,48	11,25	10,47	11,73	11,93

— Dijasporski tip rude (uzorak 8 i 9). — Težinski gubici do 300°C obračunati su na vlagu, hidrokside gvožđa i alofan. Najveći, pak, gubici od 300 do 600° obračunati su na dijaspor sa bemitom i kaolinit.

Tablica 11

Rezultati termogravimetrijske analize boksitne rude iz uzorka br. 8 i 9

Temperatura °C	Uzorak br. 8 težinski gubitak ‰	Uzorak br. 9 težinski gubitak ‰
100	0,33	0,33
200	1,13	3,48
300	1,54	3,65
400	1,54	3,81
500	10,73	12,83
600	10,47	13,33
700	10,87	13,04
800	11,43	13,37
1000	11,38	13,05

Tablica 12

Rezultati termogravimetrijske analize (uzorak br. 10)

Temperatura ‰	Težinski gubitak ‰
100	0,51
200	1,35
300	1,82
400	1,69
500	11,20
600	11,42
700	12,38
800	12,56
1000	14,93

Tablica 13

Rezultati termogravimetrijske analize rude boksita »Grebnik« (uzorak br. 11)

Temperatura ‰	Težinski gubitak ‰
100	0,38
200	2,83
300	3,38
400	3,14
500	12,81
600	13,30
700	13,25
800	13,82
1000	13,11

— Uzorci br. 10 i 11 koji predstavljaju srednji uzorak ruda koje se prodaju na tržištu.

Težinski gubici do 300°C obračunati su na vlagu, hidrokside gvožđa i alofan. Najveći, pak, gubici od 300 do 600°C obračunati su na dijaspor sa bemitom i kaolinit. Ostali dalji gubici u težini vezuju se za karbonate i hlorit.

Kvalitativan i kvantitativan mineralni sastav

Na osnovu svih izvršenih ispitivanja na uzorcima rovne rude i ostalim pripremljenim uzorcima posle hemijskog tretiranja i ispitivanja rastvorenog dela uzorka na sadržaj gvožđa i aluminijumovih oksida izvršeno je sumiranje podataka na osnovu kojih je utvrđen kvalitativan i kvantitativan mineralni sastav svih ispitivanih uzoraka.

Kvalitativan mineralni sastav je prikazan na tablici 14, a kvantitativan na tablicama 15 do 20.

Tablica 14

Kvalitativan mineralni sastav boksitne sirovine »Grebnik« (uzorci br. I, II, III, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 i 11)

Mineralna materija	Teorijski sastav
Dijaspor	HAIO ₂
Bemit	AlO (OH)
Hidrargilit	Al (OH) ₃
Kaolinit	Al ₂ (OH) ₄ Si ₂ O ₅
Alofan	n Al ₂ O ₃ m SiO ₂ g H ₂ O
Zeolit	(Ca, K ₂) Al ₂ Si ₂ O ₈ 4 H ₂ O
Hidroliskun	K < Al ₂ (OH) ₂ { Al Si ₃ O ₁₀ } n H ₂ O
Kvarc	SiO ₂
Hematit	Fe ₂ O ₃
Limonit	Fe ₂ O ₃ n H ₂ O
Getit	H FeO ₂
Lepidokrokit	y FeO (OH)
Magnetit	Fe Fe ₂ O ₄
Hromit	Fe Cr ₂ O ₄
Karbonati i hidrokarbonati kalcijuma, magnezijuma i gvožđa	
Hlorit	(Mg Fe) ₂₋₂ × (Al, Fe) ₂ × (OH) ₂ Si ₄₋₂ × Al ₂ × O ₁₀
Ilmenit	FeTiO ₂
Rutil	TiO ₂
Sfen	CaTiSiO ₂
Turmalin	Na L _{41,5} Al _{4,5} (B ₃ Al ₃ Si ₆ O ₂₇ F ₃)
Cirkon	Zr (SiO ₄)

Tablica 15

Kvantitativan mineralni sastav bemitskog tipa rude boksita

Mineralna materija	Uzorak I sadržaj (težinskih procenata)	Uzorak 1
Bemit	54,5	59,0
Dijaspor	7,0	2,3
Hidrargilit	1,5	0,6
Kaolinit i alofan	3,2	3,4
Zeolit i hidroliskun	1,1	1,0
Kvarc	1,3	tragovi
Hematit	25,9	24,7
Limonit i getit	3,7	3,2
Magnetit	tragovi	0,1
Karbonati i hidrokarbonati	0,5	2,5
Hlorit	1,1	0,2
Ilmenit, rutil, sfen	0,2	3,0
Hromit	tragovi	tragovi
Turmalin	tragovi	tragovi
Cirkon	tragovi	tragovi
	100,00	100,00

Tablica 16

Kvantitativan mineralni sastav bemitsko-dijasporškog tipa rude boksita »Grebnik«

Mineralna materija	Uzorak br. 2 sadržaj (težinskih procenata)
Bemit	37,0
Dijaspor	24,7
Hidrargilit	0,5
Kaolinit i alofan	2,0
Zeolit i hidroliskun	0,9
Kvarc	tragovi
Hematit	25,9
Limonit i getit	3,5
Magnetit	0,1
Karbonati i hidrokarbonati	2,1
Hlorit	0,1
Ilmenit, rutil, sfen	3,2
Turmalin	tragovi
Cirkon	tragovi
	100,00

Tablica 17

Kvantitativan mineralni sastav dijasporško-oolitsko-pizolitskog tipa rude boksita

Mineralna materija	Uzorak br. II sadržaj (težinskih procenata) %	Uzorak br. III sadržaj (težinskih procenata) %	Uzorak br. 3 %	Uzorak br. 4 Uzorak br. 5 sadržaj (težinskih procenata)		Uzorak br. 6 %	Uzorak br. 7 %
				%	%		
Dijaspor	58,8	58,6	50,3	51,2	53,6	48,8	48,4
Bemit	9,0	3,0	2,7	2,7	2,5	2,4	2,8
Hidrargilit	0,5	0,5	tragovi	0,4	0,1	2,3	1,9
Kaolinit, alofan	2,5	3,5	3,2	1,9	1,9	1,0	2,5
Zeolit i hidroliskun	1,2	1,5	0,8	0,5	0,5	0,7	1,1
Kvarc	1,5	1,2	tragovi	tragovi	tragovi	0,5	tragovi
Hematit	21,1	26,0	34,6	34,6	32,9	35,3	32,5
Limonit i getit	3,6	3,7	3,7	4,0	4,2	4,3	5,0
Magnetit	tragovi	tragovi	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Karbonati i hidrokarbonati	0,4	0,5	2,0	1,8	1,7	2,2	2,4
Hlorit	1,1	1,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
Ilmenit, rutil, sfen	0,3	0,3	2,4	2,5	2,4	2,2	3,0
Turmalin	tragovi	tragovi	tragovi	tragovi	tragovi	tragovi	tragovi
Cirkon	tragovi	tragovi	tragovi	tragovi	tragovi	tragovi	tragovi
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tablica 18

Kvantitativan mineralni sastav dijasporskog tipa rude boksita

Mineralna materija	Uzorak br. 8 Uzorak br. 9 sadržaj	
	(težinskih procenata) %	(težinskih procenata) %
Dijaspor	58,5	60,3
Bemit	3,6	2,5
Hidrargilit	1,2	0,5
Kaolinit, alofan	2,3	2,6
Zeolit i hidroliskun	1,1	1,3
Kvarc	0,3	0,5
Hematit	24,7	23,4
Limonit i getit	2,7	3,2
Magnetit	0,1	0,1
Karbonati i hidrokarbonati	2,3	2,2
Hlorit	0,2	0,3
Ilmenit, rutil, sfen	3,0	3,1
Hromit	tragovi	tragovi
Turmalin	tragovi	tragovi
Cirkon	tragovi	tragovi
	100,0	100,0

Tablica 19

Kvantitativan mineralni sastav boksita koji se prodaje na tržištu

Mineralna materija	Uzorak br. 10 sadržaj	
	(težinskih procenata) %	
Dijaspor	53,7	
Bemit	3,0	
Hidrargilit	1,4	
Kaolinit, alofan	3,9	
Zeolit i hidroliskun	1,6	
Kvarc	0,3	
Hematit	26,1	
Limonit i getit	2,7	
Magnetit	0,1	
Karbonati i hidrokarbonati	4,1	
Hlorit	0,2	
Ilmenit, rutil, sfen	2,9	
Turmalin	tragovi	
Cirkon	tragovi	
	100,0	

Tablica 20

Kvantitativan mineralni sastav boksita koji se prodaje na tržištu

Mineralna materija	Uzorak br. 11 sadržaj	
	(težinskih procenata) %	
Dijaspor	54,5	
Bemit	2,3	
Hidrargilit	1,6	
Kaolinit, alofan	2,6	
Zeolit i hidroliskun	1,4	
Kvarc	0,3	
Hematit	26,7	
Limonit i getit	4,0	
Magnetit	0,1	
Karbonati i hidrokarbonati	3,2	
Hlorit	0,3	
Ilmenit, rutil, sfen	3,0	
Turmalin	tragovi	
Cirkon	tragovi	
	100,0	

Hemijska analiza

U tablicama 21 i 22 dat je pregled podataka o hemijskom sastavu rude boksita iz „Grebnika”.

Tablica 21

Hemijska analiza boksitne rude „Grebnik” (uzorci uzeti u 1966. godini)

Elementi	%	Uzorak br. I	Uzorak br. II	Uzorak br. III
		etaža 1—625 m desna strana (jugistočna strana)	etaža 1—625 m centralni deo	etaža 1—625 m leva strana
SiO ₂	%	1,58	2,64	2,84
Al ₂ O ₃	%	51,26	49,06	47,33
Fe ₂ O ₃	%	33,71	36,46	37,45
TiO ₂	%	2,83	2,08	1,92
NiO	%	0,01	0,015	0,02
Co	%	trag	trag	trag
CaO	%	0,18	0,18	0,56
MgO	%	0,43	0,36	0,34
Na ₂ O	%	0,40	0,32	0,30
K ₂ O	%	0,15	0,10	0,10
Gubitak žarenjem	%	10,48	10,24	10,36

Hemijska analiza boksitne rude „Grebnik“ (uzorci uzeti 1967. godine)

Elementi %	Uzorak br. 1 najkvalitetniji boksit etaza 2 desno krilo	Uzorak br. 2 najkvalitetniji boksit etaza 3 desno krilo	Uzorak br. 3 olitni boksit etaza 2+3 levo krilo	Uzorak br. 4 olitni boksit etaza 2 sredina	Uzorak br. 5 olitni boksit etaza 2 desno krilo	Uzorak br. 6 olitni boksit etaza 3 desno krilo	Uzorak br. 7 olitni boksit etaza 3 sredina	Uzorak br. 8 prelazni crveni boksit etaza 3 cela etaza	Uzorak br. 9 prelazni crveni boksit etaza 2 levo krilo	Uzorak br. 10 srednji uzorak rude iz prodaje 13, 18. IX 1967.	Uzorak br. 11 srednji uzorak rude iz prodaje 19, 23. IX 1967.
SiO ₂	1,57	0,95	1,50	0,91	0,89	0,82	1,15	1,36	1,72	2,14	1,50
Al ₂ O ₃	53,08	52,18	44,31	43,73	45,57	44,13	44,80	53,12	52,36	49,77	51,99
Fe ₂ O ₃	30,45	32,48	41,81	42,22	40,60	43,44	40,60	31,67	30,85	33,70	33,66
Cr ₂ O ₃	0,76	0,69	0,63	0,73	0,85	0,22	0,57	0,19	0,82	0,72	0,28
TiO ₂	2,40	2,64	2,16	2,30	2,20	2,16	2,40	2,42	2,52	2,30	2,41
MnO	0,31	0,35	0,22	0,16	0,14	0,19	0,26	0,25	0,28	0,26	0,28
Ni	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,025	0,005	0,06	0,10	0,01	0,047
Co	0,0025	trag	0,003	0,002	trag	0,002	0,005	0,007	0,015	0,017	0,01
P ₂ O ₅	0,04	0,11	0,11	0,07	0,017	0,05	0,07	0,025	0,06	0,09	0,05
CaO	0,35	0,45	0,50	0,40	0,25	0,40	0,62	0,55	0,37	0,35	0,20
S	nema	—	nema	—	—	—	—	nema	—	—	—
MgO	0,31	0,26	0,25	0,22	0,34	0,35	0,32	0,28	0,29	0,27	0,21
K ₂ O	0,02	trag	0,02	trag	trag	trag	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03
Na ₂ O	0,08	0,09	0,06	0,05	0,05	0,07	0,09	0,08	0,10	0,12	0,11
Gubitak žarenjem	10,76	10,36	8,74	8,88	8,94	8,68	9,76	10,52	10,38	9,92	10,08
H ₂ O do											
110°C	0,39	0,31	0,27	0,30	0,26	0,33	0,52	0,33	0,33	2,54	1,22
pH =	7,30	7,25	7,30	7,25	6,20	7,50	7,50	6,20	7,15	7,25	7,30

Iz tabličnog pregleda o hemijskom sastavu boksitne rude »Grebnik« se vidi:

— da *bemitski tip boksita* (uzorak I i br. 1) ima sledeći sadržaj pojedinih komponenata:

SiO₂ = 1,58 — 1,57^o/_o; Al₂O₃ = 51,26 — 53,08^o/_o;
Fe₂O₃ = 33,71 — 30,45^o/_o; MgO = 0,43 — 0,31^o/_o;
CaO = 0,18 — 0,35^o/_o; Na₂O = 0,40 — 0,08^o/_o;
K₂O = 0,15 — 0,02^o/_o; H₂O (—110°) = 0,39^o/_o;
gubitak žarenjem = 10,48 — 10,76^o/_o; TiO₂ =
= 2,83 — 2,40^o/_o; P₂O₅ = 0,04^o/_o; Cr₂O₃ = 0,76^o/_o;
MnO = 0,31^o/_o; NiO = 0,01^o/_o; Ni = 0,05^o/_o;
Co = trag — 0,0025^o/_o i ima pH = 7,3. Nema sumpora;

— da *bemitsko-dijasporski tip boksita* (uzorak br. 2) ima sledeći sadržaj pojedinih komponenata:

SiO₂ = 0,95^o/_o; Al₂O₃ = 52,18^o/_o; Fe₂O₃ = 30,45^o/_o;
MgO = 0,31^o/_o; CaO = 0,35^o/_o; Na₂O = 0,09^o/_o;
K₂O = trag; H₂O (—110°) = 0,31^o/_o; gubitak žarenjem = 10,36^o/_o;
TiO₂ = 2,64^o/_o; P₂O₅ = 0,11^o/_o;
Cr₂O₃ = 0,69^o/_o; MnO = 0,35^o/_o; N = 0,03^o/_o;
Co = tragovi i ima pH = 7,25;

— da *dijasporsko-oolitsko-pizolitski tip boksita* (uzorak II, 7 III, br. 3, 4, 5, 6, 7) ima sledeći sadržaj pojedinih komponenata:

SiO₂ = 0,82 — 2,48^o/_o; Al₂O₃ = 43,73 — 49,06^o/_o;
Fe₂O₃ = 36,46 — 43,44^o/_o; MgO = 0,22 — 0,36^o/_o;
CaO = 0,18 — 0,62^o/_o; Na₂O = 0,05 — 0,32^o/_o;
K₂O = trag do 0,10^o/_o; H₂O (—110°) = 0,26 — 0,52^o/_o;
gubitak žarenjem = 8,68 — 10,36^o/_o;
TiO₂ = 1,92 — 2,40^o/_o; P₂O₅ = 0,017 — 0,11^o/_o;
Cr₂O₃ = 0,22 — 0,85^o/_o; MnO = 0,14 — 0,26^o/_o;
NiO = 0,015 — 0,02^o/_o; Ni = 0,005 — 0,03^o/_o;
Co = trag — 0,005^o/_o i ima pH = 6,20 do 7,50. Nema sumpora;

— da *dijasporski tip boksita* (uzorak br. 8 i br. 9) ima sledeći sadržaj pojedinih komponenata:

SiO₂ = 1,36 — 1,72^o/_o; Al₂O₃ = 52,26 — 53,12^o/_o;
Fe₂O₃ = 30,85 — 31,67^o/_o; MgO = 0,28 — 0,29^o/_o;
CaO = 0,37 — 0,55^o/_o; Na₂O = 0,08 — 0,10^o/_o;
K₂O = 0,03^o/_o; H₂O (—110°) = 0,33^o/_o;
gubitak žarenjem = 10,38 — 1,52^o/_o; TiO₂ =
= 2,42 — 2,52^o/_o; P₂O₅ = 0,025 — 0,06^o/_o;
Cr₂O₃ = 0,19 — 0,82^o/_o; MnO = 0,25 — 0,28^o/_o;
Ni = 0,06 — 0,10^o/_o; Co = 0,007 — 0,15^o/_o i ima pH = 6,20 — 7,15. Nema sumpora;

— da *prosečni prodajni kvalitet boksita* (uzorak 10 i 11), koji spada u dijasporke tipove, ima sledeći sadržaj pojedinih komponenata:

SiO₂ = 1,50 — 2,14^o/_o; Al₂O₃ = 49,77 — 51,99^o/_o;
Fe₂O₃ = 33,66 — 33,70^o/_o; MgO = 0,21 — 0,27^o/_o;
CaO = 0,20 — 0,35^o/_o; Na₂O = 0,11 — 0,12^o/_o;
K₂O = 0,03 — 0,04^o/_o; H₂O (—110°) = 1,22 — 2,54^o/_o;
gubitak žarenjem = 9,92 — 10,08^o/_o;
TiO₂ = 2,30 — 2,41^o/_o; P₂O₅ = 0,05 — 0,09^o/_o;
Cr₂O₃ = 0,28 — 0,72^o/_o; MnO = 0,26 — 0,28^o/_o;
Ni = 0,01 — 0,047^o/_o; Co = 0,01 — 0,017^o/_o i ima pH = 7,25 — 7,30.

Spektrohemijska analiza

Sadržaj mikroelemenata ispitan je spektrohemijskim metodama na uzorcima br. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 i 11 (1967. god.) i to:

— semikvantitativno u Institutu za nuklearne nauke »Boris Kidrič«, Vinča na elemente: Ga, Ge, Nb, Zr, V, Sc i Y;

— kvantitativno na Rudarsko-geološkom fakultetu (prof. dr Zoran Maksimović) Beograd.

Analize su rađene metodom sa dva unutrašnja standarda — Ge i Pd.

Sem prikazanog sadržaja na: Ga, Zr, V, Sc, Y, La, Sr, Ni, Co, Cu i Pb analizirani su i Ag, As, Ba, Be, Bi, Cd, Nb, Sb, Sn, Ta, W i Zn; međutim, nisu detektovani.

Podaci za Ge i Pd nisu dati pošto su upotrebljeni kao standardi.

Rezultati su prikazani u tablicama 23, 24, 25, 26 i 27 i to za svaki uzorak posebno, a po obe metode.

Tablica 23

Spektrohemijska analiza bemitskog tipa boksitne rude »Grebnik« (uzorak br. 1)

Element	Uzorak br. 1	
	a) %	b) ppm (g/t)
Ga	<0,03	1
Ge	p<0,001	—
Nb	<0,001	—
Zr	p<0,01	10
V	=0,1	5
Sc	<0,01	10
Y	<0,01	10
La	32	56
Sr	5	*
Ni	1	350
Co	1	62
Cu	1	3
Pb	5	26

Tablica 24

Spektrohemijska analiza bemitsko-dijasporskog tipa boksitne rude »Grebnik« (uzorak br. 2)

Element	uzorak br. 2	
	a) %	b) ppm (g/t)
Ga	<0,03	1
Ge	p<0,001	—
Nb	<0,001	—
Zr	p<0,01	10
V	=0,1	5
Sc	<0,01	10
Y	<0,01	10
La	32	*
Sr	5	*
Ni	1	300
Co	1	25
Cu	1	2
Pb	5	26

Spektrohemijska analiza dijasporsko — oolitsko — pizolitskog tipa boksitne rude „Grebnik“ (uzorci br. 3, 4, 5, 6 i 7)

Element	Uzorak br. 3			Uzorak br. 4			Uzorak br. 5			Uzorak br. 6			Uzorak br. 7		
	a)	b)	S	a)	b)	S	a)	b)	S	a)	b)	S	a)	b)	S
	%	ppm (g/t)	%	ppm (g/t)	%	ppm (g/t)	%	ppm (g/t)	%	ppm (g/t)	%	ppm (g/t)	%	ppm (g/t)	ppm (g/t)
Ga	<0,03	13	1	<0,03	15	1	<0,03	14	1	<0,03	14	1	<0,03	1	16
Ge	$p \ll 0,001$	—	—	$p \ll 0,001$	—	—	$p \ll 0,001$	—	—	$p \ll 0,001$	—	—	$p \ll 0,001$	—	—
Nb	<0,001	—	—	<0,001	—	—	<0,001	—	—	<0,001	—	—	<0,001	—	—
Zr	$p < 0,01$	450	10	$p < 0,01$	450	10	$p < 0,01$	360	10	$p < 0,01$	280	10	$p < 0,01$	10	300
V	=0,1	350	5	=0,1	316	5	=0,1	400	5	=0,1	400	5	=0,1	5	400
Sc	<0,01	13	10	<0,01	15	10	<0,01	14	10	<0,01	18	10	<0,01	10	15
Y	<0,01	25	10	<0,01	20	10	<0,01	25	10	<0,01	18	10	<0,01	10	15
La	32	*	32	*	32	32	*	32	32	*	32	32	*	32	*
Sr	5	*	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ni	1	450	1	316	1	500	1	316	1	316	1	460	1	460	1
Co	1	20	1	30	1	32	1	20	1	20	1	36	1	36	1
Cu	1	1,8	1	2,5	1	6	1	10	1	10	1	5,6	1	5,6	1
Pb	5	27	5	50	5	45	5	45	5	45	5	60	5	60	5

Tumačenje oznaka:

< — nije detektovan, sigurno manje od navedene
vrednosti
ρ — prisutan, ali manje od navedene vrednosti
S — osetljivost spektrografske metode u ppm

* — ispod granice osetljivosti spektrografske metode
a) — semikvantitativno ispitivanje
b) — kvantitativno ispitivanje

Semikvantitativnom spektrohemijskom analizom utvrđeno je prisustvo Ge, Zr i V u svih jedanaest uzoraka i ona je pokazala iste rezultate:

Element	%
V	= 0,1
Ge manji od	0,001
Zr manji od	0,01

Ostali istraživani elementi nisu detektovani, pošto im je sadržaj manji od osetljivosti metode

Kvantitativnom spektrohemijskom analizom utvrđeni su sledeći elementi u svih jedanaest uzoraka: Ga, V, Ni, Co, Cu, Sc, Zr, Y, La, Sr i Pb.

Traženi elementi: Ag, As, Ba, Be, Bi, Cd, Nb, Sn, Ta, W i Zn nisu detektovani.

Analiza je rađena sa dva unutrašnja standarda (Ge i Pd), pa se njihovo prisustvo ne može uzeti u obzir:

— sadržaj galijuma kreće se u rasponu od 10—25 ppm (g/t). Zapaženo je da se obogaćuju u dijasporskim tipovima boksita;

— vanadijum se javlja u rasponu od 150 ppm (g/t) u bemitiskom tipu, do 400 ppm (g/t) u dijasporsko-oolitsko-pizolitskom tipu;

— nikel je prisutan od 300 do 560 ppm (g/t);

— kobalt se neznatno koncentriše u bemitiskom tipu. Javlja se u rasponu od 25 do 65 ppm (g/t);

— skandijum je ravnomerno raspoređen u svim tipovima;

— cirkonijum se javlja u rasponu od 130 do 450 ppm (g/t). Zapaženo je koncentrisanje u bemitiskom tipu;

— lantan se javlja u uzorku br. 1 i 10. Zapaženo je koncentrisanje u bemitiskom tipu.

Prema iznetom zaključuje se:
— bemitiski tip rude je nosilac: kobalta (Co), itrijuma (Y) i lantana (La).

Dijasporški tipovi rude imaju: Ga, V i Zr. Ravnomerno su raspoređeni: Ni i Sc.

Tablica 26

Spektrohemijska analiza dijasporskog tipa boksitne rude „Grebnik“ (uzorci br. 8 i 9)

Element	Uzorak br. 8			Uzorak br. 9		
	a) %	S	b) ppm (g/t)	a) %	S	b) ppm (g/t)
Ga	<0,03	1	13	<0,03	1	16
Ge	p<0,001	—	—	p<0,001	—	—
Nb	<0,001	—	—	<0,001	—	—
Zr	p<0,01	10	210	p<0,01	10	160
V	=0,1	5	180	=0,1	5	180
Sc	<0,01	10	19	<0,01	10	15
Y	<0,01	10	13	<0,01	10	16
La		32	*		32	*
Sr		5	8		5	*
Ni		11	440		5	560
Co		1	45		1	40
Cu		1	2,5		5	3
Pb		5	36		5	27

Tablica 27

Spektrohemijska analiza boksitne rude »Grebnik« (prosečni prodajni kvalitet — uzorci br. 10 i 11)

Element	Uzorak br. 10			Uzorak br. 11		
	a) %	S	b) ppm (g/t)	a) %	S	b) ppm (g/t)
Ga	<0,03	1	16	<0,03	1	25
Ge	p<0,001	—	—	p<0,001	—	—
Nb	<0,001	—	—	<0,001	—	—
Zr	p<0,01	10	130	p<0,01	10	130
V	=0,1	5	150	=0,1	5	180
Sc	<0,01	10	15	<0,01	10	14
Y	<0,01	10	23	<0,01	10	25
La		32	32		32	*
Sr		5	5		5	5
Ni		1	560		1	350
Co		1	40		1	40
Cu		1	150		1	14
Pb		5	37		5	100

Prema utvrđenim količinama mikroelemenata moglo bi se primenom adekvatnih postupaka doći i do ekonomski interesantnih iskošenja cirkonijuma iz dijasporsko-oolitsko-pizolitskih tipova i itrijuma i lantana iz bemitskog tipa.

Radioaktivne osobine

Ispitivanje osobina koje izaziva metalno zračenje $\beta + \gamma$ izvršeno je radioaktivnim brojačem.

Određena platforma za instrument je u rasponu 900—950 KV, pa su shodno tome sva merenja izvršena na 925 KV.

Težina pojedinačnih uzoraka na kojima je vršeno merenje iznosila je oko 150 grama.

Rezultati merenja prikazani su u tablici 28.

Na osnovu prikazanih rezultata merenja, utvrđeno je da svaki uzorak pokazuje povećanje zračenja $\beta + \gamma$ u odnosu na spontano zračenje.

Procentualno povećanje kreće se u rasponu od 37,5 do 58% (uzorak br. 2 — uzorak br. 6), što za boksitne rude predstavlja značajno zračenje.

Konstatuje se da je u oolitsko-pizolitskim tipovima registrovan veći intenzitet zračenja.

Osvrt na izvršena ispitivanja

Rezultati izvršenih ispitivanja pokazuju:

— kod svih uzoraka boksitne sirovine glavni nosioci aluminijumske komponente su monohidratni boksitni minerali bemit i dijaspor, dok se trihidratni boksitni mineral — hidrargilit javlja u minimalnim količinama. Pored njih prisutni su alofan, kaolinit, zeolit i hidro-

liskun. Sadržaj Al_2O_3 se kreće od 43,73% do 53,12%;

— na osnovu mineralnog sastava i strukturno-teksturnih osobina utvrđena su četiri tipa boksitne sirovine;

— za sve zastupljene tipove boksitne sirovine važno mesto po sadržaju zauzima komponenta gvožđa Fe_2O_3 koja iznosi od 30,45% do 43,44%. Gvožđe se javlja u obliku oksida i hidroksida, a manjim delom ulazi i u sastav karbonata. Delimično ulazi i u kristalnu rešetku dijaspora, odnosno bemita. Glavni minerali nosioci gvožđa su: hematit, limonit, getit, lepidokrokrit i magnetit, a u manjoj meri i ilmenit. Odnos $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ se razlikuje u prikazanim tipovima boksitne sirovine;

— sadržaj siciliske komponente SiO_2 , koji ima veoma veliku važnost za primenu boksitne sirovine je relativno mali — iznosi od 0,82 do 2,14%. Nosioci siciliske komponente su kvarc, kalcedon, kaolinit, delimično alofan i zeolitska grupa minerala;

— sadržaj Cr_2O_3 se kreće od 0,19 do 0,85% a vezan je za hromit, odnosno spinelsko-magnetitsku grupu minerala. Ova je determinisana optičkim metodama, u nekim uzorcima sa većom sigurnošću, a u nekim sa manjom;

— MgO je vezan za karbonate, hlorit ili, pak, za same boksitne minerale;

— CaO je vezan za karbonate ili hidrokarbonate, a delimično za zeolitsku grupu minerala i sfen;

Tablica 28

Rezultati ispitivanja radioaktivnosti na boksitnoj sirovini iz »Grebnika«

Oznaka uzorka	Broj otkucaja u minutima na 925 KV				Povećanje zračenja u odnosu na spontano, %	Učešće zračenja uzorka u ukupnom zračenju, %
	Spontanog zračenja	Ukupnog zračenja	Zračenja uzorka	Zračenja uzorka		
Uzorak broj 1	31,4	45,0	13,6	42,7	30,2	
Uzorak broj 2	31,4	43,2	11,8	37,5	27,3	
Uzorak broj 3	31,0	46,3	15,3	49,3	33,1	
Uzorak broj 4	31,4	45,8	14,4	45,8	31,4	
Uzorak broj 5	31,0	44,0	13,0	41,9	29,1	
Uzorak broj 6	31,0	49,0	18,0	58,0	36,7	
Uzorak broj 7	31,0	44,0	13,0	41,9	29,1	
Uzorak broj 8	31,4	44,0	12,6	40,1	28,6	
Uzorak broj 9	31,0	45,4	14,4	46,4	31,2	
Uzorak broj 10	31,0	46,0	15,0	48,3	32,6	
Uzorak broj 11	31,0	42,5	11,5	37,9	27,1	

Tablica 29

Uporadni pregled kvantitativnog mineralnog sastava uzoraka boksitne sirovine „Grebnik“ I, II, III i br. 1 do 11

Mineralna materija	br. I	II (1966. god.)			Sadržaj u težinskim procentima po uzorcima (1967. god.)										
		III	br. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Dijaspor	7,0	58,8	58,6	2,3	24,7	50,3	51,2	53,6	48,4	48,4	48,4	58,5	60,3	53,7	54,5
Bemit	54,5	9,0	3,0	59,0	37,0	2,7	2,7	2,5	2,4	2,8	2,4	3,6	2,5	3,0	2,3
Hidrangilit	1,5	0,5	0,5	0,6	0,5	trag.	0,4	0,1	2,3	1,9	2,3	1,2	0,5	1,4	1,6
Kaolinit	3,2	2,5	3,5	3,4	2,0	3,2	1,9	1,9	1,0	2,5	2,3	2,3	2,6	3,9	2,6
Zeolit i hidroliskun	1,1	1,2	1,5	1,0	0,9	0,8	0,5	0,5	0,7	1,1	1,1	1,1	1,3	1,6	1,4
Kvarc	1,3	1,4	1,5	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	0,5	trag.	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3
Hematit	25,9	21,1	26,0	24,7	25,9	34,6	34,6	32,9	35,3	32,5	24,7	23,4	23,4	26,1	26,7
Limonit, getit, lepidokrokrit	3,7	3,6	3,7	3,2	3,5	3,7	4,0	4,2	4,3	5,0	2,7	2,7	3,2	2,7	4,0
Magnetit	trag.	trag.	trag.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Karbonati i hidrokarbonati	0,5	0,4	0,5	2,5	2,1	2,0	1,8	1,7	2,2	2,4	2,2	2,3	2,2	4,1	3,2
Hlorit	1,1	1,1	1,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3
Ilmenit, rutil, sfen	0,2	0,3	0,3	3,0	3,2	2,4	2,5	2,4	2,2	3,0	2,2	3,0	3,1	2,9	3,0
Turmalin	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.
Čirkon	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.	trag.
	100,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

— sadržaj alkalija vezuje se za zeolite ili hidroliskun;

— sadržaj P_2O_5 je vezan za boksitne minerale u obliku gelskog alumofosfata, a minimalno i za apatit;

— sadržaj MnO je vezan za karbonate ili za boksitne minerale;

— retki metali u boksitnim rudama su izraženi ili mineralima nosiocima retkih metala ili se, pak, vezuju za boksitne minerale ili minerale nosioce komponente gvožđa;

— sadržaj TiO_2 se kreće od 2,16 do 2,64%. Nosioci ove komponente su ilmenit, rutil, sfen i hematit.

U ispitivanim uzorcima utvrđeni su kao mineraloške pojave minerali: c i r k o n, kao nosilac cirkonijuma i turmalin kao nosilac bora.

U velikom broju svetskih boksitnih ležišta kao nosioci galijuma i skandijuma javljaju se dijaspor i bemit. Vanadijum i germanijum su vezani za hidrokside gvožđa.

Radi boljeg uvida u kvalitet, odnosno mineralni sastav boksitne sirovine, prikazan je uporedni kvantitativni mineralni sastav po uzorcima na tablici br. 29, dok su glavne mineralne karakteristike sintetizovane i prikazane za svaki tip posebno.

Bemitski tip rude boksita se odlikuje visokim sadržajem aluminijuma ($Al_2O_3 = 51,26 - 53,08\%$), pa je, prema tome, i sadržaj boksitnih minerala visok (61,9—63%):

— glavni nosilac aluminijumske komponente je mineral bemit, sadržaj dijaspora je nizak, dok je sadržaj hidrargilita minimalan;

— sadržaj Fe_2O_3 je relativno nizak i iznosi 30,45%—33,71%. Glavni nosilac je mineral hematit, hidroksidi gvožđa su zastupljeni u maloj količini. Na osnovu proračuna ustanovljeno je da boksitni mineral (pretežno bemit) sadrži oko 3,95% Fe_2O_3 u kristalnoj rešetki;

— odnos $Al_2O_3 : Fe_2O_3$

u uzorku I — 1,52

u uzorku 1 = 1,74

— sadržaj SiO_2 je 1,57% te je, prema tome, boksitni modul (koji je određen odnosom $Al_2O_3 : SiO_2$):

u uzorku I = 32,44

u uzorku 1 = 33,80

— struktura ovog tipa boksitne sirovine je kriptokristalasta sa minimalnim učešćem oolitsko-pizolitskih oblika i detritičnih metaličnih minerala (ovaj tip je razvijen u uzorku boksitne sirovine br. I i br. 1);

— bemitski tip rude se javlja u jugoistočnom delu ležišta 3 od 620 m do 625 m na etaži I i II.

Bemitsko-dijasporški tip rude boksita se odlikuje visokim sadržajem aluminijuma ($Al_2O_3 = 52,18\%$), pa je, prema tome, i sadržaj boksitnih minerala visok (62,2%):

— glavni nosioci aluminijumske komponente su minerali bemit i dijaspor. Sadržaj hidrargilita je minimalan;

— sadržaj Fe_2O_3 je nešto veći nego u bemitskom tipu (32,48%). Glavni nosilac je mineral hematit, hidroksidi gvožđa su zastupljeni u manjoj količini.

Na osnovu proračuna ustanovljeno je da boksitni minerali (bemit + dijaspor) sadrže približno 4,65% Fe_2O_3 u kristalnoj rešetki.

Odnos $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ je 1,63;

— sadržaj SiO_2 je 0,95% te je prema tome boksitni modul koji je određen odnosom $Al_2O_3 : SiO_2 = 54,92$;

— struktura ovog tipa boksitne sirovine je kriptokristalasta-oolitsko-pizolitska sa učešćem detritičnih metaličnih minerala (ovaj tip je utvrđen u uzorku boksitne sirovine br. 2);

— bemitsko-dijasporški tip rude se javlja u jugoistočnom delu ležišta 3 od 616 m do 620 m na etaži III.

Dijasporško-oolitsko-pizolitski tip rude boksita se bitno razlikuje od već navedenih tipova po sadržaju Al_2O_3 koji je znatno niži i sadržaju Fe_2O_3 koji je znatno viši, a što je, pak, imalo odraza i na mineraloški sastav (ovom tipu pripadaju uzorci boksitne sirovine br. II, III, i br. 3 do 7):

— sadržaj Al_2O_3 varira od 43,73 do 49,06%. Glavni nosilac aluminijumske komponente je mineral dijaspor, sadržaj bemita i hidrargilita je relativno nizak;

— sadržaj boksitnih minerala se kreće od 53 do 68,3%;

— sadržaj Fe_2O_3 varira od 36,46% do 43,44%;

— glavni nosilac je mineral hematit, a hidroksidi gvožđa su malo zastupljeni. Na osnovu proračuna ustanovljeno je da boksitni minerali sadrže oko 6—7% Fe_2O_3 u svojoj kristalnoj rešetki.

Odnos $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ je:

u uzorku II = 1,34

u uzorku III = 1,26

u uzorku 3 = 1,06

u uzorku 4 = 1,03

u uzorku 5 = 1,11

u uzorku 6 = 1,01

u uzorku 7 = 1,10

— sadržaj SiO_2 se kreće od 0,82 do 1,50%. Boksitni modul koji je određen odnosom $Al_2O_3 : SiO_2$ je različit za uzorke ovog tipa:

uzorak II = 18,65

uzorak III = 16,66

uzorak 3 = 29,53

uzorak 4 = 48,05

uzorak 5 = 51,20

uzorak 6 = 53,81

uzorak 7 = 38,95

— struktura ovog tipa boksitne sirovine je kriptokristalasto-oolitsko-pizolitska sa učešćem detritičnih uklopaka i žilica metaličnih minerala;

— dijasporsko-oolitsko-pizolitski itp rude se javlja u centralnom i severozapadnom delu ležišta 3 od 616 m do 625 m na etaži I, II i III, a lokalno se javlja i u jugoistočnom delu od 620 m do 624 m na etaži II.

Dijasporški tip, koji je utvrđen u uzorcima boksitne sirovine br. 8 i 9, odlikuje se visokim sadržajem Al_2O_3 (uzorak 8 = 53,12%, uzorak 9 = 52,26%);

— sadržaj boksitnih minerala je visok (uzorak 8 = 63,3%, uzorak 9 = 63,3%). Glavni nosilac aluminijumske komponente je mineral dijaspor, sadržaj bemitita i hidrargilita je nizak;

— sadržaj Fe_2O_3 je manji nego u dijasporško-oolitsko-pizolitskom tipu (uzorak 8 = 31,67%, uzorak 9 = 30,85%). Glavni nosilac Fe_2O_3 je mineral hematit, hidroksidi gvožđa su zastupljeni u maloj količini.

Na osnovu proračuna ustanovljeno je da boksitni minerali sadrže oko 6% Fe_2O_3 u svojoj kristalnoj rešetki.

Odnos $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ je:

u uzorku 8 = 1,67
u uzorku 9 = 1,69

— sadržaj SiO_2 u uzorku 8 iznosi 1,36%, a u uzorku 9 je jednak 1,72%. Boksitni modul koji je određen odnosom $Al_2O_3 : SiO_2$ iznosi:

u uzorku 8 = 39,05
u uzorku 9 = 30,38

— struktura ovog tipa boksitne sirovine je kriptokristalasta sa neznatnim učešćem oolitsko-pizolitskih oblika;

— dijasporški tip rude se javlja u centralnom i severozapadnom delu ležišta 3 od 616 m do 624 m na etaži II i III.

Na osnovu upoređenja hemijskog i mineraloškog sastava i strukturno-teksturnih osobina rude može se zaključiti da su uzorci 10 i 11 predstavljeni dijasporškim tipovima rude;

— sadržaj Al_2O_3 je manji nego kod dijasporškog tipa sirovine, a veći nego kod dijasporško-oolitsko-pizolitskog tipa. Sadržaj boksitnih minerala iznosi za uzorak 10:58,1%, a za uzorak 11 : 58,4%. Glavni nosilac aluminijumske komponente je mineral dijaspor. Bemit i hidrargilit su malo zastupljeni;

— sadržaj Fe_2O_3 je veći nego kod dijasporškog tipa sirovine, a manji nego kod dijasporško-oolitsko-pizolitskog tipa sirovine (uzorak 10: 33,70%; uzorak 11 : 33,66%). Glavni nosilac Fe_2O_3 je mineral hematit, hidroksidi gvožđa su malo zastupljeni.

Odnos $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ je:

za uzorak br. 10 = 1,48
za uzorak br. 11 = 1,54

-- sadržaj SiO_2 je relativno visok (uzorak 10:2,14%, uzorak 11:1,50%). Boksitni modul koji je određen odnosom $Al_2O_3 : SiO_2$ je:

za uzorak 10 = 23,25
za uzorak 11 = 34,66

(uzorci br. 10 i 11 predstavljaju prosečan prodajni kvalitet boksita);

— semikvantitativnom spektrohemijskom analizom utvrđeno je prisustvo Ge, Zr i V u svih jedanaest uzoraka i ona je pokazala iste rezultate:

Element	%
V	= 0,1
Ge manji od	0,001
Zr manji od	0,01

Ostali istraživani elementi nisu detektovani pošto im je sadržaj manji od osetljivosti metode;

-- kvantitativnom spektrohemijskom analizom utvrđeni su sledeći elementi u svih jedanaest uzoraka: Ga, V, Ni, Co, Cu, Sc, Zr, Y, La, Sr i Pb.

Traženi elementi: Ag, As, Ba, Be, Bi, Cd, Nb, Sb, Sn, Ta, W i Zn nisu detektovani.

Analiza je rađena sa dva unutrašnja standarda (Ge i Pd) pa se njihovo prisustvo ne može uzeti u obzir;

— sadržaj galijuma kreće se u rasponu od 10—25 ppm (g/t). Zapaženo je da se obogaćuje u dijasporškim tipovima boksita;

— vanadijum se javlja u rasponu od 150 ppm u bemitskom tipu do 400 ppm (g/t) u dijasporško-oolitsko-pizolitskom tipu rude;

— nikl je prisutan od 300 do 560 ppm (g/t);

— kobalt se neznatno koncentriše u bemitskom tipu. Javlja se u rasponu od 25 do 62 ppm (g/t);

— skandijum je ravnomerno raspoređen u svim tipovima;

— cirkonijum se javlja u rasponu od 130 do 450 ppm (g/t). Zapaženo je koncentrisanje u bemitskom tipu;

— lantan se javlja i u uzorku br. 1 i 10. Zapaženo je koncentrisanje u bemitskom tipu;

— na osnovu rezultata merenja radioaktivnosti rude boksita utvrđeno je da svaki uzorak pokazuje povećanje broja otkucaja u minuti, odnosno povećanje zračenja $\beta + \gamma$ u odnosu na spontano zračenje.

Procentualno povećanje kreće se u rasponu od 37,5 do 58% (uzorak br. 2 — uzorak br. 6), što za ovu vrstu rude predstavlja značajno zračenje. Konstatuje se, da je u oolitsko-pizolitskim tipovima registrovan veći intenzitet zračenja.

Zaključak

Za utvrđivanje osobina boksita iz rudnog ležišta br. 3 u »Grebniku« — pokrajina Kosovo uzeto je 14 reprezentativnih uzoraka. Ispitane su mineraloške, strukturno-teksturane i hemijske osobine boksitne rude. Pored toga, u boksitu je određen sadržaj mikroelemenata i ispitane su radioaktivne osobine.

U radu su primenjene savremene naučne metode istraživanja kao što su spektrohemijska analiza, optička, rentgenska i termička ispitivanja.

Utvrđeno je:

— da u ležištu postoji veći broj varijeteta rude, koji se razlikuju po sastavu. Promene su izražene po vertikalnom i horizontal-

nom rasprostranjenju. Svi se, međutim, odlikuju visokim sadržajem Al_2O_3 a niskim sadržajem SiO_2 .

Zapažena je izvesna pravilnost, te je utvrđeno da u jugoistočnom delu ležišta preovlađuje bemiški tip rude, dok u ostalim delovima preovlađuju dijasporski tipovi, koji su prvi put utvrđeni u SFR Jugoslaviji u ovakvoj meri.

Dijasporski tipovi se razlikuju po strukturno-teksturnim osobinama, poroznosti i učešću oolitsko-pizolitskih oblika.

Ove osobine su karakteristične za laterit-ske tipove ležišta, a zapažene su po horizontalnom i vertikalnom rasprostranjenju u ležištu 3;

— da je visokokvalitetan i da se prema svojim svojstvima i standardima SSSR-GOST 972—50, Grupa A₃₂, svrstava u sledeće marke i to:

Bemiški tip ima kvalitet marke BV. Boksit marke BV se koristi za proizvodnju elektrokorunda.

Bemiško-dijasporski tip ima, takođe, kvalitet marke BV i može da se koristi za proizvodnju elektrokorunda.

Dijasporsko-oolitsko-pizolitski tip ima osobine marke B-4. Boksit ove marke se upotrebljava za proizvodnju glinice i vatrootalnih materija.

Dijasporski tip ima osobine marke BV, koji se upotrebljava za proizvodnju elektrokorunda.

Prosečan prodajni kvalitet boksita ima osobine marke B-0 i B-1. Boksit marke B-0 se koristi za proizvodnju elektrokorunda a B-1 za proizvodnju glinice i elektrokorunda.

— Da sadrži u malim količinama sledeće elemente: Ga, V, Ni, Co, Cu, Sc, Zr, Y, La, Sr, Pb, U, Mn, Mo, Sn, Ge i Jn.

— Da je radioaktivan tj. da pokazuje povećanje zračenja od 37,5 do 58% u odnosu na spontano zračenje.

Zahvalnost

Drug Božidar Radunović, generalni direktor REHK, Kosovo — Obilić kao i saradnici pomenutog Kombinata su nam omogućili da izvedemo prikazana ispitivanja, te im se ovom prilikom toplo na svemu zahvaljujemo.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Eigenschaften des Bauxits im Bergwerk »Grebnik« — Kosovo

Dipl. Ing. M. Misirlić — Dipl. Ing. M. Mitrović*)

Zur Bestimmung der Bauxiteigenschaften aus der Lagerstätte Nr. 3 in Grebnik — Gebiet Kosovo wurden 14 Repräsentativmuster genommen. Es wurden mineralogische, struktur-textur-mässige und chemische Bauxiteigenschaften des Bauxits untersucht. Ausserdem wurde im Bauxit der Gehalt an Mikroelementen bestimmt und die radioaktiven Eigenschaften untersucht.

Bei dieser Arbeit wurden zeitgemässe wissenschaftlichen Untersuchungsmethoden wie spektrochemische Analyse, optische, Röntgen und thermische Untersuchungen angewendet.

Es wurde festgestellt:

— dass in der Lagerstätte eine grössere Zahl von Mineralabarten, die sich in der Zusammensetzung voneinander unterscheiden, bestehen. Die Unterschiede sind sowohl in der wagerechten als auch in der senkrechten Erstreckung zum Ausdruck gekommen. Alle Abarten zeichnen sich aber durch hohen Al_2O_3 — Gehalt und niedrigen Gehalt an SiO_2 aus.

Es wurde eine gewisse Regelmässigkeit beobachtet und festgestellt, dass im südöstlichen Lagerstättenteil der Boehmit-Mineral-Typus vorherrscht, während in übrigen Teilen Diasporotypen, die zum ersten Mal in SFR Jugoslawien in solchem Masse festgestellt wurden, vorherrschen.

*) Dipl. Ing. Marija Misirlić i dipl. Ing. Mira Mitrović, saradnici Zavoda za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

Diasportypen unterscheiden sich nach Struktur, Textur, Porosität und dem Anteil oolithisch-pizolithischer Formen.

— Die vorgenannten Eigenschaften sind für litheritische Lagerstättentypen charakteristisch und wurden sowohl in der wagerechten als auch in der senkrechten Erstreckung in der Lagerstätte 3 beobachtet.

— Der Bauxit ist hochwertig und kann nach seinen Eigenschaften und Standards SSSR—GOST 972—50, Gruppe A₃₂, unter folgende Marken eingereiht werden und zwar:

— Der Boehmit-Typus weist die Qualität der Marke BV auf. Der Bauxit der Marke BV wird für die Herstellung von Elektrokorund verwendet.

— Der Boehmit-Typus — Diaspor-Typus besitzt ebenso die Qualitäten der Marke BV und kann zur Herstellung von Elektrokorund dienen.

Diaspor-oolithisch-pizolithischer Typus hat die Eigenschaften der Marke B-4. Der Bauxit dieser Marke kann zur Erzeugung von Tonerde und feuerfestem Material dienen.

— Diaspor Typus hat die Eigenschaften der Marke BV und kann zur Herstellung von Elektrokorund dienen.

— Die Durchschnittsqualität von kommerziellem Bauxit hat die Eigenschaften der Marke B—0 und B—1. Der Bauxit der Marke B—0 wird zur Herstellung von Elektrokorund und B—1 zur Herstellung von Tonerde und Elektrokorund benützt.

— Der Bauxit enthält in kleinen Mengen folgende Elemente: Ga, V, Ni, Co, Cu, Sc, Zr, Y, La, Sr, Pb, U, Mn, Mo, Sn, Ge und In.

— Derselbe ist radioaktiv d.h. er zeigt Strahlungserhöhung von 37,5 bis 58% bezogen auf die spontane Strahlung.

L i t e r a t u r a

- E n g e l h a r d t, V., 1934: Handbuch der technischen Elektrochemie. — Akademische Verlagsgesellschaft M. B. H., Leipzig.
- D o l i v o D o b r o v o l ' s k i j V. V., Klimentko Ju., 1947: Racional'nyj analiz rud. Metalurgizdat.
- B a u d, P., 1951: Tratié de chimie industrielle, Tome II Masson & Cie, Editeurs, Paris, VIe.
- O s t - R a s o v., 1952: Udžbenik hemijske tehnologije, knjiga I — Naučna knjiga, Beograd.
- Vsesojuznyj komitet standartov pri sovete ministrov SSSR, 1954: Gosudarstvennyj obščesojuznyj standart, boksit klassifikacija i tehničeskie uslovyja, Standartgiz, Moskva.
- I s s l e d o v a n i e m i n e r a l ' n o g o s y r j a Gosgeoltehzdat, Moskva 1955.
- M a c k e n z i, R. C., 1957: The Differential Thermal Investigation of Clays, London.
- M i h e e v, V. I., 1957: Rentgenometričeskij opredelitel' mineralov. — Gosgeoltehzdat, Moskva.
- R a m d o h r, P., 1960: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen, Akademie — Verlag — Berlin.
- U l l m a n n ' s Encyklopädie der techn. Chemie, 1960, 3. Auflage, Bd. 3. S. 331—428, Verlag Urban & Schwarzenberg, München — Berlin.
- G i n s b e r g, H., W r i g g e, W., 1964: Tonerde und Aluminium, Bd. 1, Die Tonerde Aluminiumoxyd 2. Auflage, der Gruyter — Verlag, Berlin, XII.
- K a r š u l i n, M., 1964—1965: Symposium sur les bauxites, oxydes et hydroxydes d'aluminium, I, II, III. Izdavački zavod Jugoslovenske akademije znanosti i umetnosti, Zagreb.
- M i h e e v, V. I., S a l ' d a j, E. P., 1965: II Tom Rentgenometričeskij opredelitel' mineralov, Nedra, Leningrad.
- L a r s e n, E. B e r m a n, G., 1965: Opredelenie prozračnyh mineralov pod mikroskopom. — Vtoroe russkoe izdanje pod redakcijej i s dopolnenijami V. P. Petrova, Nedra, Moskva.

Troškovi montaže opreme kao kriterijum kod primene mehanizacije u podzemnoj eksploataciji

(sa 3 slike)

Dr ing. D r a g o l j u b Đ o k i ć

Problem izbora i primene mehanizacije u podzemnoj eksploataciji vezan je za niz faktora koji proističu, s jedne strane, od prirodnih karakteristika ležišta predviđenog za eksploataciju, a sa druge, od ekonomske dokazanosti preko osnovnih elemenata troškova proizvodnje.

Faktori vezani za prirodne osobine radne sredine (1) neće biti tretirani u ovoj analizi, već samo osnovni ekonomski pokazatelji vezani za povećanje troškova opremanja radilišta mehanizacijom. Problem je na ovaj način relativno uprošćen, mada zadire u jednu drugu, po obimu i prirodi materije, takođe vrlo kompleksnu oblast, ali uz odgovarajuća razgraničenja pruža mogućnost za postavljanje određenih zakonitosti. Istovremeno izvedene zakonitosti mogu i treba da pruže granične vrednosti osnovnih prirodnih faktora i parametara rudarskih operacija, kada je primena određene mehanizacije na otkopu u celini ili u pojedinim faktorima rada u podzemnoj eksploataciji, ekonomski opravdana. Prema tome, ovako postavljena problematika traži odgovarajuća rešenja kada i pod kojim uslovima određena mehanizacija postaje ekonomski opravdana u odnosu na manje (po kvalitetu i obimu) mehanizovani rad.

Ovo pitanje je u stranoj naučnoj i stručnoj literaturi rešavano sa različitih stanovišta, ali mu treba posvetiti odgovarajuću pažnju i pružiti potreban tretman, u želji da se dobiju izvesne opšte zakonomernosti koje su istovremeno dovoljno elastične, prema tome i pri-

menljive i u pojedinim specifičnim slučajevima koji mogu da se pojave pri eksploataciji u domaćim rudnicima.

Iz istih razloga problem se zahvata u širem obimu ikako bi izvedene zakonitosti- odnosno neke od njih, mogle da pruže odgovor i pri radu u slojevitim i u neslojevitim ležištima, prirodno uz uvođenje odgovarajućih uslova vezanih za specifičnost problematike.

Sa stanovišta ekonomske opravdanosti svakog mehanizovanje bilo koje radne faze ili procesa u celini, treba da zadovolji tri osnovna uslova:

- da je ekonomski opravdano,
- da manuelni rad bude sveden na najmanju moguću meru i
- da je rad sa dotičnom mehanizacijom dovoljno bezbedan.

U daljem izlaganju biće razmotren uglavnom samo prvi od navedenih uslova, dok se ostala dva uslova rešavaju kroz neposredni izbor i određivanje adekvatne mehanizacije za tačno determinisane uslove.

Pri svakom mehanizovanju radnog procesa uopšte, pa prema tome i pri mehanizovanju rada u podzemnoj eksploataciji, dolazi do izvesnog povećanja troškova na tretiranom radilištu u odnosu na isto radilište pre uvođenja mehanizacije.

Uprošćeno, ovi povećani troškovi proističu sa jedne strane kao posledica nabavne vrednosti opreme (koja tereti jedinicu proizvoda), a sa druge strane od povećanog broja potreb-

nih (utrošenih) nadnica*) radi montaže i demontaže potrebne opreme. Svi ovi dopunski troškovi moraju da budu kompenzirani preko povećane proizvodnje, pri čemu cena po jedinici proizvoda uslovno mora da bude niža ili u najnepovoljnijem slučaju jednaka odgovarajućoj ceni jedinice proizvoda pre uvođenja mehanizacije.

U literaturi se iz ove oblasti mogu da nađu određeni analitički i grafički postupci rešavanja i iznalaženja područja rentabilnog rada mehanizacije na otkopima širokog čela u rudnicima uglja (2). U izvesnom smislu ova materija će u osnovi biti korišćena u daljem izlaganju uz odgovarajuće analize i matematički tretman, sa ciljem proširenja granica primenljivosti i na ostala ležišta u podzemnoj eksploataciji.

Kompenzacija troškova montaže i demontaže opreme kroz proizvodnju

Poznato je da se za postavljanje potrebne opreme i instalacija na određenom radilištu, kao i za njeno dopremanje bilo sa površine ili sa drugog radilišta iz jame, mora upotrebiti izvestan broj dopunskih nadnica, koji u odnosu na rad u istim uslovima ali bez novouvedene mehanizacije ne bi bio potreban. Broj potrebnih dopunskih nadnica je direktno zavisano od komplikovanosti, veličine, transportnih i drugih mogućnosti i bez obzira na njegovu apsolutnu veličinu u principu ne može da se izbegne.

Sa druge strane, jednom postavljena mehanizacija posle određenog vremenskog perioda, usled geoloških uslova, ili posle završene eksploatacije projektovanog otkopnog polja, otkopa itd, mora da se demontira i prebaci na novo radilište, odnosno novo otkopno polje. Za demontiranje instalirane opreme takođe se mora upotrebiti izvestan broj dopunskih nadnica u odnosu na isti otkop bez ili sa smanjenom mehanizacijom.

Neka je ukupno potreban broj dopunskih nadnica za montažu i demontažu opreme na radilištu Y_n . Teorijski može da bude bilo koji konačan broj veći od nule. Ovaj broj nadnica treba i mora da se kompenzira kroz povećanu proizvodnju, odnosno preko povećanja otkopnog učinka, u odnosu na ranije (ne-

* U tekstu je upotrebljen zastareli termin »nadicca«, koji po suštini u našoj radnoj praksi odgovara terminu »radnik-smena«. Napominjemo da oba termina označavaju istu prirodnu kategoriju utrošenog rada, pri čemu se smena računa sa 8 h.

mehanizovane) uslove. Pri tom je potrebno da se za postavljene uslove odredi za koliko treba da se poveća otkopni učinak da bi se upotrebljeni broj dopunskih nadnica kompenzirao i koja je minimalna količina proizvodnje za to potrebna.

Da bi se odredila najmanja ukupna količina proizvodnje pri kojoj se dolazi do potrebne kompenzacije broja nadnica, u literaturi se kao baza uzima moguće smanjenje u nadnicama na svakih 100 Mp proizvodnje (2). Na ovaj način problem se pojednostavljuje.

Polazeći od uslova, da se ukupan broj potrebnih nadnica za postavljanje i skidanje opreme treba da nadoknadi kroz određenu količinu proizvodnje, postavimo sledeću zavisnost:

$$Y_n = m \cdot X_q + b \quad (1)$$

gde je:

Y_n — broj dopunskih nadnica potrebnih za montažu i demontažu opreme (nadm.)

X_q — potrebna količina proizvodnje pri kojoj dolazi do kompenzacije (Mp)

Za $X_q = 0$, biće $Y_n = b$, a to je odsečak na ordinati Y_n i prema prirodi problema uvek je $b > 0$, odnosno vrednost ili broj ukupno utrošenih nadnica za montažu i demontažu se ne može da kompenzira ako proizvodnje nema, što je logično.

Uzmemo li granični slučaj kada je $b = 0$, biće

$$Y_n = m \cdot X_q \quad (1')$$

a to će biti algebarska funkcija koja predstavlja pravu liniju, koja prolazi kroz koordinatni početak. Prema prirodi problema definisana je samo za $X_q \geq 0$ i $m \geq 0$, pri čemu je m — koeficijent pravca prave koji iznosi:

$$m = \frac{n}{100}$$

gde je:

n — broj smanjenja nadnica na svakih 100 Mp proizvodnje, što znači da je uvek $n \geq 0$, pa je i $m \geq 0$.

Rešimo li izraz (1') po X_q , dobijamo:

$$X_q = \frac{Y_n \cdot 100}{n} \quad (1'')$$

Za $n = 0$, biće i $m = 0$, pa je $X_q = \infty$, tj. funkcija (1'') predstavlja pravu paralelnu sa X osom. U ovom slučaju, kompenzacija povećanih troškova ne bi bila moguća u konač-

nim granicama, uz uslov koji je napred postavljen.

Izraz (1'') daje mogućnost određivanja minimalne proizvodnje pri kojoj će doći do kompenziranja povećanih troškova usled montaže i demontaže, uz uslov da je $n > 0$.

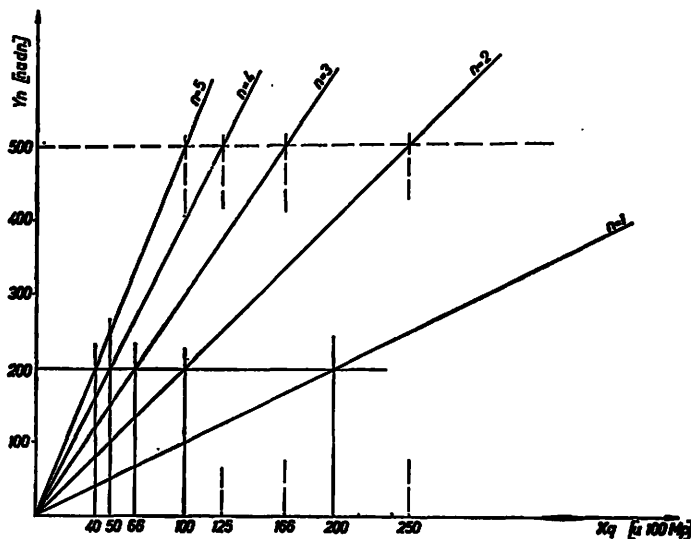
Grafik izraza (1''), videli smo, predstavlja pravu liniju čiji koeficijent pravca zavisi od broja smanjenih nadnica (n). Za konstantnu vrednost Y_n , kada $n \rightarrow 0$ (ali je uvek $n > 0$), X_q raste ostajući uvek u konačnim granicama, tj. prava se sve više približava X — osi, što se vidi iz grafikona na sl. 1 i tablici 1.

Na ordinatu grafikona (sl. 1) nanet je ukupan broj utrošenih nadnica Y_n , na apscisu minimalna ukupno potrebna proizvodnja X_q

$$X_q = \frac{500}{2,5} \cdot 130 = 20.000 \text{ Mp}$$

Tablica 1

Za $Y_n = 200$ nadn.					
n ($\frac{\text{nadn.}}{100 \text{ Mp}}$)	1	2	3	4	5
X_q (Mp)	20.000	10.000	6.667	5.000	4.000
Za $Y_n = 500$ nadn.					
n ($\frac{\text{nadn.}}{100 \text{ Mp}}$)	1	2	3	4	5
Y_q (Mp)	50.000	25.000	16.667	12.500	10.000



Sl. 1 — y_n — potreban broj nadnica; x = uslovljena proizvodnja u M_p (za $n=1, 2, 3, 4, 5$ nadn/100 M_p).

Fig. 1 — y_n = the necessary number of man-shifts; x = stipulated production in tons (metric tons = M_p) for $n=1, 2, 3, 4, 5$ man-shifts per 100 tons.

u M_p , čije su vrednosti dobijene, na osnovu izraza (1''). Dobijene vrednosti za X_q prikazane su tablično (tab. 1) za $Y_n = 200$ nadn. i $Y_n = 500$ nadn. pri različitim veličinama (n). Vrednosti za (n) su uzete iz praktičnih razloga u celim brojevima, ali se prema potrebi mogu da uzmu i sve druge realno moguće vrednosti u opsegu $0 < n < \infty$.

Uzmimo da je za montažu i demontažu opreme i mehanizacije na otkopu ukupno potrebno 25 radnih dana sa radom u 2 smene, pri čemu 10 radnika rade u svakoj smeni, što čini ukupnu potrebu od 500 nadnica. Ako se postavljenom mehanizacijom na radilištu smanji tokom rada po 2,5 nadn. na svakih 100 M_p proizvodnje, utrošene nadnice će se kompenzirati kod proizvodnje X_q koja iznosi (1''):

Iznet je razlog uvođenja termina »broj smanjenja nadnica na 100 M_p proizvodnje« — (n), mada je neuobičajen u domaćoj stručnoj terminologiji. Radi toga se daje postupak za izračunavanje potrebne promene otkopnog učinka na mehanizovanom otkopu, u odnosu na prethodno ostvareni otkopni učinak na istom, ili po karakteristikama sličnom otkopu, pre postavljanja mehanizacije u zavisnosti od uslovljenih veličina za (n).

Da bi se dobila veličina uslovljene promene otkopnog učinka posle uvođenja mehanizacije, postavićemo sledeću zavisnost datu izrazom (2):

$$U_2 = \frac{U_1}{1-n' \cdot U_1}, \text{ Mp/nadn.} \quad (2)$$

gde je:

U_2 — otkopni (ili drugi) učinak posle uvođenja mehanizacije u Mp/nadn.

U_1 — otkopni (ili drugi) učinak pre uvođenja mehanizacije u Mp/nadn.

n' — broj smanjenja nadnica posle uvođenja mehanizacije na radilištu u nadn./Mp.

Na osnovu izraza (2) vidimo da je (n') sa desne strane brojno ograničen vrednošću $1/U_1$, tj. mora postojati uslov da je $n' < 1/U_1$. To je logična posledica značenja uvedenog termina »broj smanjenja nadnica (radnik—smena) na 100 Mp proizvodnje (n)«, odnosno indicirano smanjenje broja nadnica ne može biti ni veće niti jednako broju potrebnih nadnica na 100 Mp proizvodnje pre mehanizovanja.

Na osnovu izloženog zaključujemo da je funkcija $f(U_1)$ definisana za sve vrednosti $0 < n' < 1/U_1$, (U_1 je po prirodi značenja uvek veće od nule) i da će u području vrednosti $U_1 \rightarrow +0$ i veličina $U_2 > 0$, ali je uvek $U_2 > U_1$, a da u području vrednosti kada $1/U_1 \rightarrow n + 0$, tada $U_2 \rightarrow +\infty$, tj. veličina U_2 se asimptotski približava pravoj $U_1 = 1/n'$.

Grafički prikaz izraza (2) dat je na sl. 2.

Pretpostavimo li različite vrednosti za prethodni otkopni učinak, mogu se izračunati vrednosti potrebnog otkopnog učinka za usvojene vrednosti (n). Rezultati su dati tablično (tab. 2, 3, 4, 5 i 6) i grafički (sl. 2), a učinak je uzet u Mp/nadn., kao i u nadn./Mp, radi mogućnosti izračunavanja i uspostavljanja tražene zavisnosti.

Tablica 2

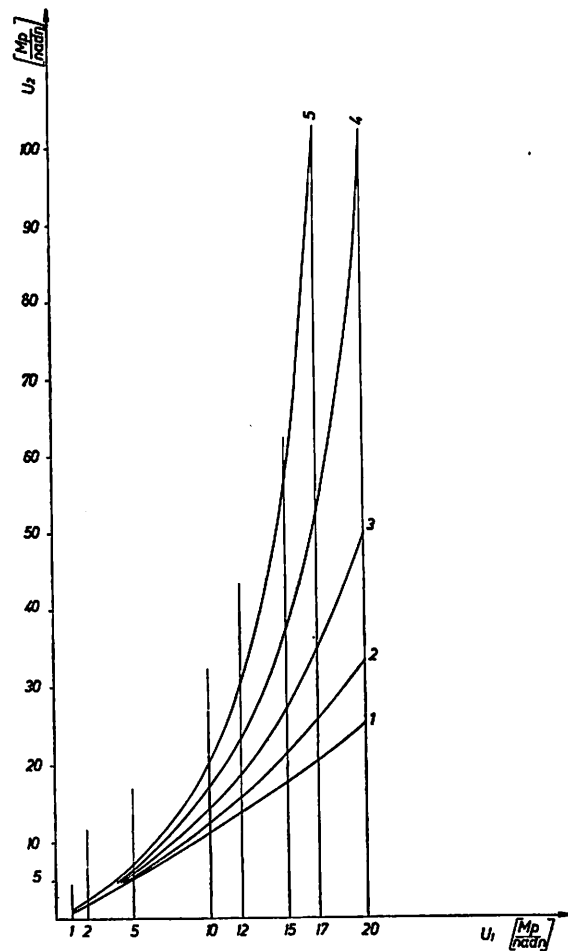
Broj smanjenih nadnica $n = 1$ nadn/100 Mp									
Pret. učinak nadn.	Mp nadn.	1	2	5	10	12	15	17	20
Potreb. učinak Mp nadn.		1,01	2,04	5,26	11,11	13,69	17,54	20,41	25,00

Tablica 3

Broj smanjenih nadnica $n = 2$ nadn/100 Mp									
Pret. učinak nadn.	Mp nadn.	1	2	5	10	12	15	17	20
Potreb. učinak Mp nadn.		1,02	2,08	5,56	12,5	15,87	21,28	25,64	33,33

Tablica 4

Broj smanjenih nadnica $n = 3$ nadn/100 Mp									
Pret. učinak nadn.	Mp nadn.	1	2	5	10	12	15	17	20
Potreb. učinak Mp nadn.		1,03	2,12	5,88	14,28	18,87	27,02	34,48	50,00



Sl. 2 — Grafikon promene učinka U_2 u zavisnosti od promene učinka U_1 i broja (n)
 U_1 — prethodni učinak u Mp/nadn; U_2 — potreban učinak u Mp/nadn
 $n = 1, 2, 3, 4, 5$ nadn/100 Mp proizvodnje — broj smanjenih nadn.

Fig. 2 — Graph showing the change of efficiency U_2 as a function of change of efficiency U_1 and of number (n).

Tablica 5

Broj smanjenih nadnica $n = 4$ nadn/100 Mp								
Pot. Mp učinak nadn.	1	2	5	10	12	15	17	20
Pot. učinak Mp nadm.	1,04	2,18	6,25	16,66	23,25	37,03	52,6	100

Tablica 6

Broj smanjenih nadnica $n = 5$ nadn/100 Mp								
Pot. Mp učin. nadn.	1	2	5	10	12	15	17	20
Pot. Mp učin. nadn.	1,05	2,22	6,67	20	30,30	58,82	111,11	—

Na apscisu grafikona (sl. 2) nanete su vrednosti za U_1 , tj. prethodni učinak na radilištu pre uvođenja mehanizacije u Mp/nadm. a na ordinatu potreban učinak U_2 u istim jedinicama, posle uvođenja mehanizacije. Krive 1, 2, 3, 4 i 5 predstavljaju promenu učinka U_2 u zavisnosti od U_1 a za različite vrednosti $n = 1$ do $n = 5$ nadn/100 Mp proizvodnje.

Na osnovu grafikona (sl. 2) i tablica (2 do 6), vidimo da se dopunski rad na montaži i demontaži opreme kompenzira po određenoj zakonitosti kroz odgovarajuće povećanje otkopnog učinka uz uslov da troškovi proizvodnje po jedinici proizvoda ostanu nepromenjeni, odnosno jednaki prvobitnim troškovima pre uvođenja mehanizacije, ali za određenu količinu ukupne proizvodnje.

Neophodno povećanje učinka je utoliko veće ukoliko je prethodni učinak pre uvođenja mehanizacije na otkopu ili radilištu bio veći, ali uslovljena promena, kao što smo videli, nije linearna.

Tako je dobijena prva osnovna zavisnost koja se ogleda u potrebi povećanja učinka, odnosno indirektno dobijamo donju granicu dnevne proizvodnje u odnosu na maksimalni broj radnika na radilištu, kroz potrebu kompenzacije povećanog utroška rada zbog opremanja radilišta predviđenom mehanizacijom.

Neosporno je da se troškovi montaže i demontaže mogu da prikažu i na drugi način. Izložena analiza sa grafičkim prikazom pruža mogućnost raznih upoređenja i prethodne ocene za određene uslove.

Uzmimo kao primer da je za troškove montaže mehanizacije na radilištu predviđena određena suma, na osnovu koje u zavisnosti od prosečnih ličnih dohodaka možemo da

odredimo potreban broj nadnica (radnik-smena). Na osnovu iznetih zavisnosti i grafikona (sl. 1 i 2) možemo da odredimo potrebnu minimalnu ukupnu proizvodnju u Mp, pri kojoj će doći do kompenzacije povećanih troškova kao i neophodno povećanje učinka na radilištu da bi se do tražene kompenzacije došlo.

Pretpostavimo da je za postavljanje opreme na radilištu potrebno ukupno 200 nadnica (radnik-smena). Da bi se samo ovaj povećani utrošak rada kompenzirao potrebna je određena količina proizvodnje. Određujemo je na osnovu izraza (1") odnosno tablice 1 i grafikona (sl. 1), uz paralelnu primenu izraza (2), grafikona (sl. 2) i odgovarajućih tablica 2—6. Ako je otkopni učinak na istom radilištu pre uvođenja mehanizacije iznosio 10 Mp/nadm. potrebno je da isti posle uvođenja mehanizacije bude najmanje 11,11 Mp/nadm. (tab. 2) odnosno 12,5 Mp/nadm. (tab. 3), grafikona sl. 2, uz mogućnost smanjenja broja nadnica za $n=1$ nadn/100 Mp proizvodnje, odnosno 2 nadn/100 Mp proizvodnje. Pri tome će kompenzacija povećanog viška rada biti izvršena tek kroz proizvodnju, u prvom slučaju od 20.00 Mp u drugom od 10.000 Mp (tab. 1 i grafikona sl. 1).

Istim postupkom možemo da odredimo tražene veličine za bilo koju veličinu ordinate Y_n grafikona (sl. 1).

Izloženim načinom dobijamo prvu procenu potrebnih kvantitativnih promena u proizvodnji, pri radu na mehanizovanom u odnosu na nemehanimizovano radilište, i bazu za postupak određivanja ekonomičnosti primene iste mehanizacije u određenim radnim uslovima.

Neprekidnost u radu postavljene mehanizacije

Imajući u vidu izraženu neophodnost posebnog rada kod postavljanja mehanizacije i nadoknadu istog kroz određenu proizvodnju, postavlja se pitanje dužine ukupnog napredovanja radilišta, a samim tim i neprekidnosti rada mehanizacije, da bi se omogućila uslovljena ukupna proizvodnja.

Razmotrimo slučaj mehanizovanog otkopavanja slojevitih ležišta kao najjednostavniji. Uloženi posebni rad na montaži i demontaži je u ovom slučaju istovremeno i znatno veći nego u drugim slučajevima, zbog obima i složenosti primenjene mehanizacije. Ukupna količina korisne supstance, koja treba da bu-

de otkopana da bi se nadoknadio rad na postavljaju predviđene opreme, videli smo da iznosi $X_q M_p$. Ova količina treba da se dobi je kontinuiranim sukcesivnim kretanjem postavljene mehanizacije, dakle, iz jednog otkopnog polja. Prema tome biće:

$$X_q = l_p \cdot L_0 \cdot M \cdot \gamma, M_p,$$

odnosno dužina otkopnog polja iznosi:

$$L_p = \frac{X_q}{L_0 \cdot M \cdot \gamma}, m \quad (3)$$

gde je:

- L_0 — dužina (širina) otkopa u m;
- l_p — dužina otkopnog polja u m;
- M — debljina sloja u m;
- γ — zapreminska težina korisne supstance.

Veličina X_q je unapred određena preko izraza (1'') i grafikona (sl. 1), a zavisi od veličine (n); γ je približno konstantna veličina za određenu radnu sredinu, dok su L_0 i M nezavisno promenljive veličine sa stanovišta montiranja mehanizacije, s tim što je veličina L_0 zavisna od prirodnih faktora.

Izraz (3) možemo pisati u obliku:

$$L_p = f(X_q) = m \cdot X_q, m \quad (3'),$$

gde je:

$$m = \frac{1}{L_0 \cdot M \cdot \gamma}, \frac{m}{M_p}$$

Prema tome funkcija $f(X_q)$, data izrazom (3'), predstavljaće pravu koja prolazi kroz koordinatni početak, a definisana je samo za $X_q > 0$ i $m > 0$, pri čemu brojna vrednost za (m) predstavlja koeficijent pravca prave.

Iz ovoga zaključujemo da se dužina otkopnog polja smanjuje kada se smanjuje X_q , odnosno kada se povećava (n) definisano kroz izraz (1'').

Za unapred određenu vrednost X_q i konstantne veličine L_0 i γ , izraz (3) dobija oblik

$$L_p = \frac{m_1}{M} \cdot X_q, m \quad (3'')$$

gde je:

$$m_1 = \frac{1}{L_0 \cdot \gamma}, \frac{m^2}{M_p}$$

Izraz (3'') predstavlja pramen pravih koje prolaze kroz koordinatni početak, pri čemu je nagib svake prave obrnuto proporcionalan debljini sloja M , odnosno za određenu vrednost X_q , dužina otkopnog polja se povećava smanjivanjem debljine sloja M .

U tablici 7 date su brojne vrednosti dužine L_p dobijene primenom izraza (3') i (3'') za različite debljine sloja od $M = 0,8$ do $M = 2,0$ m i dužinu otkopa $L_0 = 80$ m. Iz tablice se vidi da se dužina otkopnog polja L_p menja u zavisnosti od debljine sloja, od $L_p = 156$ m do $L_p = 62$ m.

Grafički prikaz izraza (3') odnosno (3'') dat je na sl. 3.

Na apscisu je naneta u podesnoj razmeri ukupno potrebna proizvodnja X_q , koja treba da se ostvari tokom određenog vremenskog perioda rada mehanizacije. Dužina otkopnog polja pri kojoj, pod određenim uslovima, može da dođe do ostvarenja proizvodnje X_q , naneta je u istoj ili nekoj drugoj podesnoj razmeri na ordinatu grafikona. Funkcija $L_p = m_1/M \cdot X_q$ daje promenu dužine otkopnog polja u zavisnosti od potrebne proizvodnje X_q , za određenu debljinu sloja M i dužinu otkopa L_0 .

Promena vrednosti za L_0 , uz nepromenjene vrednosti ostalih veličina, prouzrokuje o-

Tablica 7

$L_0 = 80$ m	$X_q = 10.000$ Mp				$m_1 = 0,0125$ m ² /Mp		
$M, (m)$	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$m_1/M, (m/M_p)$	0,0156	0,0125	0,0104	0,0089	0,0078	0,0069	0,0062
$L_p, (m)$	156	125	104	89	78	69	62

brnuto proporcionalnu promenu veličine L_p prema sledećoj zavisnosti:

$$L'_p = \frac{L_0}{L'_0} \cdot L_p = k \cdot L_p \quad (m) \quad k = \frac{L_0}{L'_0}$$

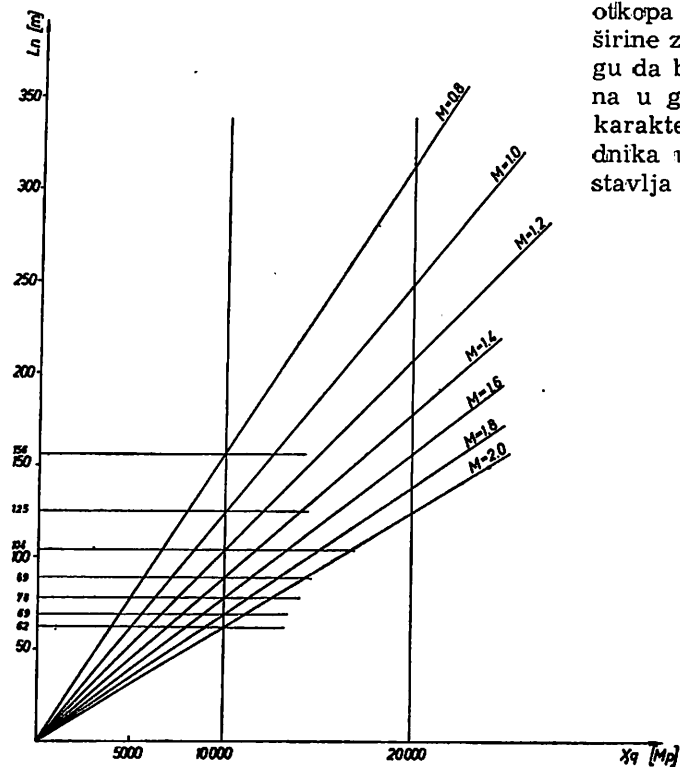
gde je:

L'_p — tražena vrednost dužine otkopnog polja u m;

L_0 — novousvojena veličina otkopa;

k — koeficijent proporcionalnosti.

Ostale oznake imaju isto značenje kao ranije



Sl. 3 — Grafikon promene dužine otkopnog polja u zavisnosti od debljine sloja.

Fig. 3 — Graph showing the change of length of exploitation field as a function of thickness of seam.

Radi primera uzmimo da je potrebno da se odredi dužina otkopnog polja, kada je veličina otkopa smanjena od $L_0 = 80$ m, na $L'_0 = 50$ m, za $M = 1,2$ m. Ostale veličine iz tab. 7 nisu promenjene. Tada je $k = 80:50 = 1,6$; odnosno za promenjene uslove dužina otkopnog polja iznosi $L'_p = 1,6 \cdot 104 = 166$ m.

Na isti način se dobija odgovarajuća vrednost za L'_p za bilo koju vrednost veličine L'_0 .

Primena datih grafika u karakterističnim slučajevima

Izloženi analitičko-grafički postupak može se primeniti za prethodnu orijentacionu pro-

cenu ili proveru usvojenih vrednosti u fazi izbora mehanizacije, kao i za uporednu analizu postignutih i predviđenih rezultata u fazi primene izabrane mehanizacije.

Prilikom izbora mehanizacije na otkopu (ili uopšte na radilištu), kod unapred određene brzine napredovanja otkopa na dan ili u smeni, može da se odredi minimalni broj potrebnih radnika na radilištu, u zavisnosti od postavljenih uslova i tehnološkog procesa rada.

Imajući u vidu da je brzina napredovanja otkopa zavisna od radne brzine mašine i od širine zahvata istom (1), to se indirektno mogu da biraju optimalne vrednosti ovih veličina u granicama koje dozvoljavaju prirodne karakteristike ležišta. Ovako dobijeni broj radnika u smeni ili brzina otkopavanja predstavlja donju granicu ispod koje sigurno nije

moguća ekonomična primena mehanizacije. Koristeći izraze (1—3) i grafičkone na sl. 1, 2 i 3 ne mogu da se dobiju stvarne minimalne vrednosti bilo koje od traženih veličina, jer pri ovoj analizi nedostaje cena opreme na radilištu. Međutim, izloženi postupak daje donje granične vrednosti bilo koje tražene promenljive ispod koje se nalazi područje vrednosti u kome rad sa mehanizacijom nije ekonomski opravdan. Stvarne granične vrednosti ekonomičnog rada mehanizacije treba tražiti u opsegu vrednosti većih od ovako dobijenih, pri čemu se u analizu mora da uvrsti i cena opreme posle mehanizovanja.

U fazi primene mehanizacije izloženi analitički postupak može da se koristi kao jedan od kriterijuma u proceni postignutih rezultata. Pri tome mogu da nastupe tri osnovna slučaja:

1. Mehanizacija je adekvatna po svojim tehničkim karakteristikama, ali se tokom rada naišlo na do tada nepoznate tektonske poremećaje, koji onemogućavaju njen dalji kontinuirani rad.

2. Mehanizacija nije potpuno adekvatna, odnosno izbor iste nije optimalno izvršen.

3. Mehanizacija je u celini optimalno odabrana, radni uslovi su povoljniji od očekivanih.

Treći slučaj ima više teorijski karakter i kao takav je veoma retko moguće, ali teorijski nije isključen.

Prva dva slučaja su u praksi daleko češća i obično su posledica nedovoljno kompletnog poznavanja i sagledavanja osobina radne sredine, sa stanovišta određivanja adekvatne mehanizacije, kao i nedovoljno razrađenih teorijskih osnova sa sigurnim kriterijumima u pogledu određivanja optimalne mehanizacije.

1. s l u č a j. — Predviđena mehanizacija po svojim tehničkim karakteristikama odgovara fizičko-mehaničkim osobinama ležišta, ali se u smeru napredovanja otkopa naišlo na do tada nepoznate tektonske poremećaje, koji su prouzrokovali prekid u daljem radu mehanizacije na istom otkopu odnosno radilištu. Ovde svrstavamo i sve prirodne pojave koje prouzrokuju prevremenu demontažu postavljene mehanizacije i njenu ponovnu montažu na drugom ili, posle prelaska kritične deonice, istom radilištu. On je značajan prvenstveno kod otkopavanja slojevitih ležišta, ali kao mogućnost nije isključen ni u drugim fazama rada u slojevitim pa i neslojevitim ležištima. U ovom slučaju je bitno, da postavljena mehanizacija bude demontirana pre nego što je kroz povećanu proizvodnju na otkopu, odnosno brzinu napredovanja na radilištu, ili konačno preko povećanja odgovarajućih učinaka, došlo do kompenzacije utrošenog rada na montaži opreme. Projektovana mehanizacija je u periodu do nastajanja smetnji ostvarila planirani kapacitet (napredovanje) uz učešće predviđenog broja radnika. Znači, planirani učinak je u tom periodu ispunjen.

U ovom slučaju deo upotrebljenih nadnica za montažu, koji je kompenziran kroz pro-

izvodnju, nalazimo iz grafikona na sl. 1 ili preko proporcije date izrazom:

$$Y'_n = \frac{Y_n \cdot X'_q}{X_q}, \text{ nadn.}$$

gde je:

Y'_n — kompenzirani deo nadnica kroz proizvodnju,

X'_q — ostvarena ukupna proizvodnja u fazi neprekidnog rada postavljene mehanizacije.

Preostali deo nadnica koji nije kompenziran kroz proizvodnju nalazimo iz odgovarajuće razlike. Ova veličina teorijski može da bude kompenzirana kroz povećanje učinka iznad planiranog, od momenta kada se za poremećenu zonu saznalo do trenutka prekida rada mehanizacije.

Na osnovu poznate nove moguće dužine otkopnog polja do nastale prirodne prepreke (ukoliko se radi o fazi otkopavanja slojevitih ležišta), možemo koristeći grafikone na sl. 1, 2, i 3 i odgovarajuće tablice, da odredimo uslovno povećanje učinka. Praktično, ovo rešenje je moguće samo izuzetno, ukoliko prirodni i drugi uslovi takvo rešenje omogućavaju.

Celovitije rešenje ovako formulisanog problema je moguće tek kroz potpunu analizu troškova po jedinici proizvoda, ali postupak rada ovom prilikom nije izložen.

2. s l u č a j. — Izbor mehanizacije nije optimalan, što znači da se planirani učinci ne mogu da ostvare u potpunosti. Sličnim postupkom kao u 1. slučaju naknadno se može da odredi neophodna ukupna proizvodnja, odnosno dužina otkopnog polja, za uslovljene nove vrednosti učinka, jer sve ove veličine srazmerno povećavaju u zavisnosti od smanjenja veličine (U_2), kao što je prikazano grafikonom (sl. 1, 2, i 3) i odgovarajućim tablicama.

Postupak primene grafikona u ovom slučaju je jednostavan. Redosled promene veličina je obrnut u odnosu na prethodni slučaj. Polazna veličina je stvarna vrednost učinka U_2 , prikazana na grafikonu na sl. 2 i odgovarajućoj tablici (2—6).

3. s l u č a j. — Prilikom analize moguća je primena sličnog postupka kao u 2. slučaju. Ovaj slučaj je interesantan sa stanovišta teorijskog razmatranja i kao takav poseban praktični značaj skoro da nema. Suštinski je vezan i predstavlja dopunu 1. slučaja, uz uslov da ležište, odnosno deo ležišta u ko-

me se primenjuju mehanizacija, po svojim prirodnim (karakteristikama omogućava povećanje planiranog učinka U_2 , kroz povećanje brzine rada ili primenu radnog organa sa većom širinom zahvata (kod otkopavanja širokim čelom), uz odgovarajuću organizaciju proizvodnje ali sa istim brojem radnika.

Na osnovu svega vidimo da bi se izložena materija mogla da koristi ne samo pri analitičkoj oceni kod novoprojektovanih otkopa, ili pojedinih faza rada sa primenom mehanizacije u određenom obimu, već i pri alternativnom odlučivanju ili pri uporednoj analizi kod više otkopa u sličnim uslovima ali različito opremljenom mehanizacijom.

Koristeći se izrazima 1", 2 i 3" i grafikona na sl. 1, 2 i 3 mogu se izvršiti odgovarajuće analize tokom izbora određene mehanizacije, kao i praćenje rada iste u periodu

primene. U slučajevima koji nisu obuhvaćeni datim graficima i tablicama, mogu se izloženim postupcima da izrade novi koji bi odgovarali postavljenim zahtevima.

Tačna brojna vrednost minimalne dnevne, odnosno smenske proizvodnje, pri kojoj je rad sa određenom mehanizacijom ekonomski opravdan, određuje se na bazi potpunog poznavanja dnevnih (smenskih) troškova mehanizovanog rada uz komparativnu analizu odgovarajućih troškova pri radu na istom radištu sa mehanizacijom manjeg obima. U ove troškove bi bila uključena (osim troškova oko montaže i demontaže opreme), još i vrednost opreme sa svim obavezama koje prema propisima proističu, svedeno na jedinicu proizvoda, ili dan odnosno smenu. Postupak obraduna dnevnih (smenskih) troškova vezanih za primenjenu mehanizaciju uz ovako formulisani problem, ovom prilikom nije izložen.

SUMMARY

The Costs of Equipment Installation taken as a Criterion of Mechanization Application in Underground Exploitation

Dr. D. Đ o k i ć, min. eng.*)

In the article, there is treated a problem emerging from an increase of costs spent due to assembling and disassembling the machinery and outfits, when the mechanization is used in underground exploitation. In order to make possible simple analyses the adequate analytical functions were set up and the extent of function changes determined. After that had been done, the functions were shown in tables and plotted in graphs. This operation was done on account of some graphs, met in divers articles, that they could be easily applicable by use of adequate analytical expressions and supplements attached to them, but also using in some manner the new analytical and graphical functions. This way the extent of application can be enlarged, and in the same time some existing dependences deduced to the unit measures often used in underground exploitation.

In that analysis there are not completely comprised all problems related to the application of equipment. There is included and analysed only one factor emerged from indispensability of cost increasing, when the mechanization was applied, and all that put in relation to the foregoing state, i. e. to less mechanized works. But, the exposed analysis could not be neglected in complex working conditions for an economical use of mechanization, as well in finding out the minimal and limit sizes, for reason that analysis renders the starting criteria for determination of outermost economics related to some work conditions of exploitation and organization.

L i t e r a t u r a

Đ o k i ć, D., 1969. Osnovni princip mehanizovanog otkopavanja uglja. — Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

Handbuch der mechanisierung der kohlenengewinnung. Glückauf betriebsbücher, Band 6, Essen, 1959.

G e n č i ć, B., Đ o k i ć, D., 1962: Kompleksna mehanizacija rada u rudnicima uglja. — Naučni fond Rudarskog instituta, Beograd.

C a r i c i n, V. V., 1964: Tehnologičeskoe razrušenje gornyh porod, Kiev.

Đ o k i ć, D., 1963: Kompleksna mehanizacija rada u rudnicima uglja. — Naučni fond Rudarskog instituta, Beograd.

*) Dr ing. Dragoljub Đokić, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.

Domaće kondenzatorske mašine za električno paljenje mine

„Induktorska kondenzatorska mašina — 1000“ (IKM—1000) i „Kondenzatorska mašina — 1000“ (KM—1000)

(sa 6 slika)

Zivota M. Vuksanović

Princip rada i osobine kondenzatorskih mašina

Kondenzatorske mašine su uređaji koji se koriste za električno paljenje mina. Otporne su na potrese i vibracije, a njihova funkcija ne zavisi od temperature vazduha, ne smeta im vlaga, voda, prašina i sl.

U kondenzatorskim mašinama kao izvor struje služi napunjeni kondenzator.

Princip rada kondenzatorskih mašina sastoji se u sporom punjenju kondenzatora električnom energijom (za vreme od 3—30 sek.) koja se dobija od primarnog izvora struje male snage, i u brzom pražnjenju za vreme od nekoliko milisekundi napunjenog kondenzatora kroz mrežu za paljenje mina. Zbog toga će snaga električne energije, koju daje napunjeni kondenzator pri pražnjenju, biti mnogo veća od snage električne energije koju može dati primarni izvor struje kojim je kondenzator punjen. Ovakav princip rada kondenzatorske mašine omogućuje da se, pomoću izvora struje male snage, izvrši paljenje velikog broja električnih detonatora (ED).

Kondenzator u mašini za paljenje zove se radni kondenzator. Pražnjenje napunjenog kondenzatora počinje u trenutku kad se uključiti u mrežu za paljenje i to maksimalnom strujom koju dozvoljava otpor mreže za paljenje.

U poređenju sa dinamo-električnim mašinama, koje se kod nas masovno koriste kao izvori struje za električno paljenje mina, kon-

denzatorske mašine se odlikuju sledećim prednostima:

- kondenzatorske mašine su jednostavnije konstrukcije i sigurnije pri upotrebi,
- malih su težina i dimenzija,
- snabdevene su svetlosno-signalnim uređajem koji omogućava proveru ispravnosti mašine i uočavanje momenta kada je radni kondenzator napunjen električnom energijom do napona potrebnog za paljenje,
- mogu, pri odgovarajućim uslovima, obezbediti bezotkazno paljenje mreža mina i u slučajevima kada se u mreži nađu istovremeno električni detonatori sa smanjenim ili povećanim vremenima pobuđivanja što je kod primene dinamo-električnih mašina nemoguće ostvariti.

Iz dosadašnjih ispitivanja električnih detonatora kod nas i u svetu poznato je, da se električni detonatori odlikuju tzv. nejednolikošću ili individualnošću.

U procesu proizvodnje zapaljive glavice vrši se tzv. flegmatizacija. Ta flegmatizacija, u osnovi, ima dvojaku svrhu:

- da učini zapaljivu glavicu neosetljivom na temperature koje su niže od onih, pri kojima glavica treba da se pripali i izgori i time aktivira detonator, i
- da zapaljiva glavica bude kompaktna i mehanički stabilna.

U procesu flegmatizacije svaka čestica zapaljive glavice bi trebalo da dobije neku vr-

stu omotača (flegmatizatora) — to je, u stvari, neka vrsta lepila. Međutim, nikakav tehnološki postupak ne može da obezbedi idealnu flegmatizaciju, tj. ne može da obezbedi da svaka čestica zapaljive glavice dobije omotač iste debljine, kao i da svaka čestica uopšte dobije bilo kakav omotač. Znači, već u tehnologiji proizvodnje zapaljive glavice postaju nejednorođne, jer im sve čestice ne dobiju opnu, a i one koje je dobiju nejednake su debljine.

Proces paljenja zapaljive glavice ima dve faze (dva vremena) i to:

— vreme pobuđivanja (T_{pob}), a to je vreme koje protekne od momenta kada počne struja teći kroz mostić, pa do momenta kada započne gorenje čestica zapaljive glavice i to takvim intenzitetom, da joj više nije potrebna toplota mostića, a to znači ni dalji tok struje kroz mostić;

— vreme sagorevanja (T_{sag}), a to je vreme koje protekne od momenta kada dovoljan broj čestica zapaljive glavice bude zapaljen i kada se dalji proces gorenja odvija nezavisno od toplote mostića, pa do potpunog sagorevanja zapaljive glavice i eksplozije električnog detonatora.

Vreme pobuđivanja zavisi od temperature koja je potrebna za pripaljivanje čestica zapaljive glavice. To znači, da ovo vreme zavisi od jačine struje. Što jača struja teče kroz mostić, to će se on pre zagrejati do temperature paljenja čestica zapaljive glavice. Međutim, vreme sagorevanja zapaljive glavice uopšte ne zavisi od jačine struje, jer je to proces koji se odvija nakon pripaljivanja čestica koje su nalegale na mostić i dalje gorenje se odvija i bez proticanja struje. Ono isključivo zavisi od strukture i flegmatizacije zapaljive glavice. Što je glavica flegmatičnija, to je ovo vreme duže i obratno.

Vreme pobuđivanja i vreme sagorevanja čine tzv. vreme prekida (T_{pr}), a to je vreme koje protekne od momenta puštanja struje kroz mostić, pa do potpunog sagorevanja zapaljive glavice, odnosno do eksplozije električnog detonatora u koji je glavica ugrađena. Vreme prekida se može izraziti sledećim obrascem:

$$T_{pr} = T_{pob} + T_{sag} \quad (1)$$

Svi električni detonatori koji imaju zapaljive glavice koje se brzo pobuđuju (a to znači glavice sa slabijom flegmatizacijom) eksplo-

diraju i pri propuštanju slabijih struja kroz njihov mostić, pa se takvi električni detonatori nazivaju „osetljivim“. Oni električni detonatori čije su zapaljive glavice jako flegmatizovane i koje se teže pobuđuju, odnosno za čije je pobuđivanje potrebna jača struja (pa prema tome i veća temperatura), nazivaju se „neosetljivim“.

S obzirom da se u mreži, u kojoj se električni detonatori vezuju po rednoj šemi, istovremeno mogu naći i osetljivi i neosetljivi električni detonatori, mora se postaviti određeni zahtev da bi se obezbedilo njihovo jednovremeno i sigurno paljenje. Osnovni uslov za ovo jeste, da vreme pobuđivanja neosetljivog električnog detonatora ne sme biti duže od vremena prekida osetljivog električnog detonatora, tj.

$$T_{pob-n} < T_{pr-o} \quad (2)$$

Ovaj uslov može se ispuniti samo ako kroz neosetljiv električni detonator prođe takva struja koja će da obezbedi sigurno pobuđivanje njegove zapaljive glavice i to pre no što dođe do sagorevanja zapaljive glavice osetljivog električnog detonatora, a time i prekida daljeg toka struje.

Ovakvi ekstremni kod električnih detonatora (pojava osetljivih i neosetljivih električnih detonatora) glavni su uzročnik otkaza pri paljenju, jer zbog njih često otkazu i oni „normalni“ električni detonatori.

Da vidimo da li se zahtev za bezotkaznim paljenjem električnih detonatora može ostvariti isto tako dobro pri upotrebi dinamoelektričnih i kondenzatorskih mašina, tj. da li ove mašine obezbeđuju da kroz redno vezane električne detonatore prođe takva jačina struje koja će obezbediti pobuđivanje neosetljivih električnih detonatora pre no što osetljivi električni detonatori svojom eksplozijom ne prekinu dalji tok struje.

Na sl. 1 prikazan je dijagram formiranja napona struje kod dinamoelektričnih mašina. Kako se iz dijagrama vidi, napon mašine u početku raste, dostiže svoju najveću vrednost (tač. „a“ na krivoj napona), a zatim opada. Ovakva kriva napona struje uslovljena je brzinom okretanja rotora generatora u dinamoelektričnoj mašini. Ako bi se kroz redno vezanu mrežu električnih detonatora pustila struja koja raste po krivulji kao na sl. 1, opalili bi samo osetljivi električni detonatori, a oni normalni i neosetljivi ne bi

uspeli ni da se pobude, pa bi prema tome i otkazali. Da bi se ovo izbeglo, tj. da bi se izbegao postepeni porast struje kroz mrežu za paljenje, u dinamoelektrične mašine je ugrađen uređaj za prvi konačni kontakt, koji ima zadatak da mrežu za paljenje uključi na generator mašine tek kada napon mašine dostigne maksimalnu vrednost, tj. u momentu kada vrednost napona bude ona koju označava tačka „a“ na krivoj napona (sl. 1). Međutim, taj uređaj za prvi konačni kontakt je mehanička naprava i ne može idealno da funkcioniše, tj. da uključi generator mašine u mrežu za paljenje mina kada napon struje dostigne najveću vrednost (tač. „a“ na krivoj), već najčešće uključivanje izvrši pre ili kasnije, tj. u tačkama „b“ ili „c“, ili, pak, u nekoj trećoj tački. Ovo znači da kroz mrežu za paljenje mina neće proteći struja maksimalne jačine na koju računamo, već neka slabija struja od one na koju smo računali. Prema tome, kod upotrebe dinamoelektričnih mašina nikad nismo sigurni koliko je struju mašina poslala u mrežu za paljenje mina. Zbog toga se u praksi i događaju česti otkazi pri upotrebi dinamoelektričnih mašina kao izvora struje za paljenje.

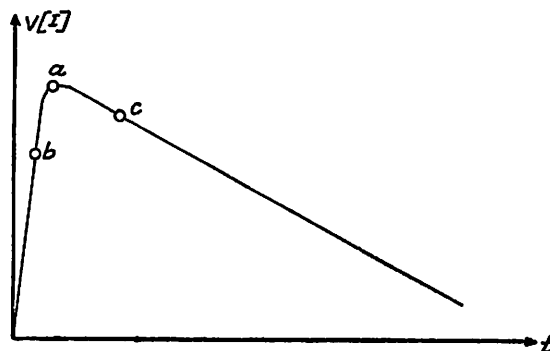
Da vidimo kako se u ovom pogledu ponaša kondenzatorska mašina. Na sl. 2. prikazan je dijagram pražnjenja kondenzatorske mašine. Kao što se iz dijagrama vidi, pražnjenje mašine počinje odmah maksimalnom strujom koju dozvoljava otpor mreže.

Ovde ne može nastati slučaj kao kod dinamoelektričnih mašina, jer za razliku od dinamoelektrične mašine kod koje se struja formira u toku rada mašine, kod kondenzatorske mašine postoji formiran izvor struje u vidu napunjenog radnog kondenzatora koji odmah u mrežu šalje maksimalnu vrednost struje. Prema tome, kod kondenzatorske mašine uvek znamo kolika je struja bila u mreži, jer smo imali napunjen kondenzator do određenog napona, koji je „morao“ da pošalje željenu struju u mrežu. U ovome je osnovna i najvažnija prednost i vrednost kondenzatorske mašine nad dinamoelektričnom mašinom.

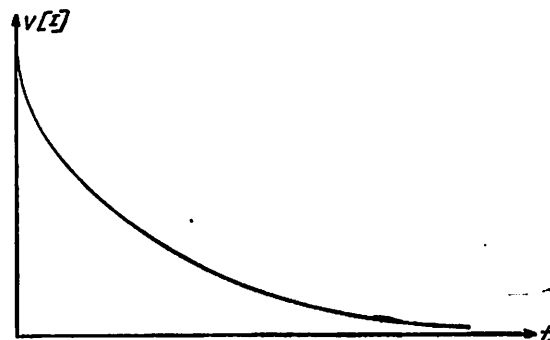
Postoji još jedna jako važna osobina, a time i prednost kondenzatorske mašine nad dinamoelektričnom mašinom. Kondenzator kao izvor struje nema unutrašnjeg otpora, pa struja pražnjenja isključivo zavisi od napona i otpora mreže, dok kod dinamoelektrične mašine generator ima unutrašnji otpor.

te struja koju generator šalje u mrežu zavisi i od unutrašnjeg otpora mašine, a ne samo od otpora mreže za paljenje.

Kondenzatorskim mašinama mogu se paliti sve vrste mreža za vezivanje električnih detonatora (redne, paralelne i mešovite) i to sa daleko većim brojem električnih detonatora u mrežama, no što je slučaj sa dinamoelektričnim mašinama istog napona.



Sl. 1 — Dijagram formiranja napona i struje kod dinamoelektričnih mašina.



Sl. 2 — Dijagram pražnjenja struje iz radnog kondenzatora kondenzatorske mašine.

Kondenzatorske mašine mogu se međusobno spojiti paralelno, što omogućava da se pomoću dve ili više međusobno spojenih mašina izvrši paljenje velikog broja električnih detonatora. Kondenzatorske mašine su naročito našle široku primenu posle II svetskog rata, mada njihova primena datira još iz perioda neposredno pred II svetski rat i u toku rata.

Domaća kondenzatorska mašina IKM—1000

Naša domaća industrija je pre dve godine počela sa serijskom proizvodnjom kondenzatorskih mašina (induktorska kondenzatorska mašina — 1000, IKM—1000 i kondenzatorska mašina — 1000, KM—1000).

Induktorska kondenzatorska mašina — 1000 (IKM—1000) je lako prenosni uređaj koji je namenjen da se koristi kao izvor struje za jednovremeno paljenje velikog broja električnih detonatora.

Mašina je predviđena za terenske uslove rada, njena konstrukcija je tako izvedena da je jednostavna za rukovanje, otporna na potrese i udare koji nastaju pri rukovanju i transportu, obezbeđena je od prodiranja vlage i vode u unutrašnjost mašine i otporna na temperaturne promene.

Komande za stavljanje mašine u rad (ključ mašine sa mehanizmom za uključivanje radi punjenja ili pražnjenja radnog kondenzatora i ručica sa multiplikatorom za stavljanje u pogon induktora kao primarnog izvora struje) funkcionišu sigurno, bez ikakvog zaglavljivanja najmanje 5000 puta pod uslovom da se mašinom rukuje na propisan način. Mašina se ne može staviti u pogon bez ključa i ručice za okretanje induktora, što isključuje nehотиčno ili namerno otpucavanje mreže (mina) u neželjeno vreme.

Električne karakteristike mašine su sledeće:

- radni napon mašine je 1000 — 1100 V
- kapacitet radnog kondenzatora je 50 mikrofarađa, što omogućava sigurno paljenje velikog broja električnih detonatora, naročito u mešovitoj mreži paljenja
- broj električnih detonatora koji se mogu jednovremeno paliti u pojedinim vrstama mreža je sledeći:

a. pri rednom vezivanju električnih detonatora jednovremeno je moguće vezati u mrežu najmanje 250 električnih detonatora, s tim da ukupan otpor mreže ne prelazi 660 oma,

da glavni vodovi imaju otpor ne veći od 30 oma i da su provodnici električnih detonatora međusobno neposredno vezani (bez međuprovodnika),

b. pri mešovitoj vezivanju električnih detonatora broj električnih detonatora koji se mogu jednovremeno vezati u mrežu prikazan je u tablici 1.

N a p o m e n a: Broj električnih detonatora pri rednom i mešovitoj vezivanju određen je na osnovu podataka električnih detonatora proizvodnje preduzeća „Pobeda“ iz Goražda: otpor el. deton. 2,5 oma, struja paljenja 1,5 A. U tablici 1 već je uračunat otpor glavnih vodova od 30 oma, tako da i za mešovito vezivanje važi da je otpor glavnih vodova do 30 oma i da su provodnici el. detonatora neposredno vezani međusobno.

Težina mašine je oko 6,5 kg.

Mašina je mehanički stabilna i izdržljiva na vibracije i potrese koji nastaju pri transportu i rukovanju. Ona normalno i bez ikakvih oštećenja izdržava vibracije, čija je amplituda $\pm 0,5$ mm pri frekvenciji 50 Hz.

Mašina je zaptivena, tako da u njenu unutrašnjost ne može ući prskajuća voda (kiša), prašina ili vlaga.

Mašina normalno funkcionise pri temperaturi -30° do $+50^{\circ}\text{C}$. Vreme punjenja radnog kondenzatora mašine zavisi od brzine okretanja ručice. Najpovoljnije je, ako se ručica okreće brzinom od 2 — 3 obrtaja u sekundi, jer se tada mašina, odnosno njen radni kondenzator, napuni na 1000—1100 V za oko 3—5 sekunde. Pri ovoj brzini ne opterećuju se ni funkcionalni mehanički elementi mašine. Ukoliko je broj obrtaja manji vreme punjenja se produžava. Svetlosno signalna sijalica zasvetli kada na radnom kondenzatoru napon struje dostigne vrednost 1000—1100 V, tj. kada se postigne radni napon mašine.

Kleme mašine nisu pod naponom za vreme punjenja radnog kondenzatora što omogućava da za vreme punjenja mašine vodovi mreže za paljenje budu vezani na kleme mašine, a da pri tome ne dođe do nekontrolisanog paljenja mina.

Tablica 1

Broj paral. grana	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Broj u jednoj grani	240	228	216	200	192	182	176	162	140
el. det u celoj mreži	480	684	864	1000	1152	1274	1408	1458	1400
Dozvo- u jednoj grani	600	570	540	500	480	455	440	405	350
ljeni otpor u celoj mreži	330	220	165	130	110	95	85	75	65

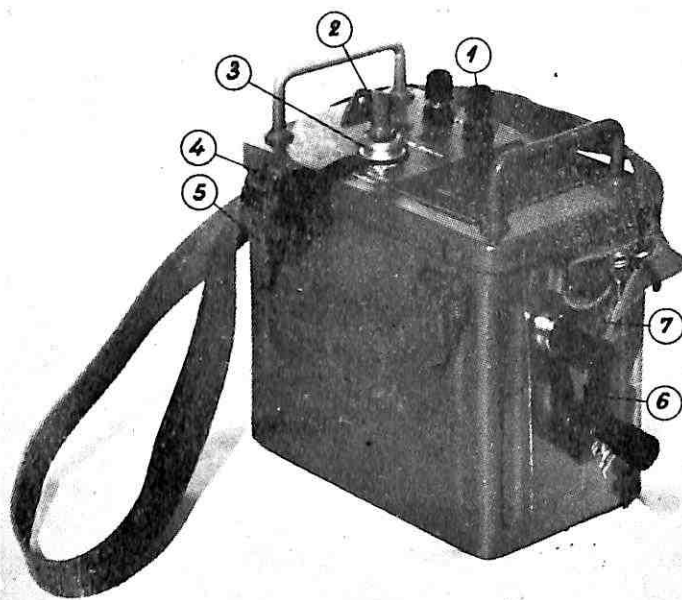
Kada je ključ mašine u početnom položaju ili je van mašine, u radnom kondenzatoru nema nikakvog električnog punjenja, što takođe sprečava eventualna neželjena opaljenja mina. Električno punjenje u radnom kondenzatoru zaostalo nakon opaljenja mreže mina isprazni se kroz otpornik za pražnjenje koji se automatski vezuje na kondenzator čim se ključ mašine vrati u početni položaj. Na ovaj način, kada mašina nije u upotrebi, u njenom radnom kondenzatoru nema nikakvog električnog punjenja.

Opšti izgled mašine IKM—1000 prikazan je na sl. 3. Ova mašina ima metalno kućište u kome je smešten radni kondenzator mašine, induktor i multiplikator. Kućište je od dekapiranog lima, a na njegovim bočnim stranama nalaze se uzdužna, kosa i kružna rebra koja kućište čine mehanički čvršćim. Na svakoj od užih bočnih strana nalazi se po jedna

Poklopac mašine je izrađen od debljeg dekapiranog lima. Na spoljnoj strani poklopca nalaze se:

- kleme mašine za koje se vezuju glavni vodovi mreže za paljenje;
- ležište za ključ mašine na koji je navučena gumena zaptivna kapa koja ima istu ulogu kao i gumena zaptivna kapa ležišta ručice;
- prozorčić za osmatranje svetla signalne sijalice;
- pločica na kojoj se nalazi uputstvo za rukovanje;
- dve metalne ručice koje služe kao zaštita poklopca i delova na njemu u slučaju pada mašine, a pomoću njih se može prenositi mašina;
- četiri zakačke (na svakoj široj bočnoj strani poklopca po dve) za spajanje sa kućištem pomoću metalnih kopči.

Sl. 3 — Induktorska kondenzatorska mašina — 1000 (IKM—1000) — opšti izgled: 1 — kleme; 2 — ključ; 3 — ležište ključa; 4 — gumena zaptivna kapa ležišta ključa; 5 — kopča; 6 — ručica; 7 — ležište ručice.



ušica za koje je vezan prteni remen. Na jednoj od užih bočnih strana nalazi se ležište ručice koje istovremeno služi i kao učvršćivač multiplikatora. Na ležištu ručice nalazi se gumena zaptivna kapa koja služi kao zaptivač spolja između ležišta ručice i kućišta i sprečava ulaženje vlage i prljavštine u unutrašnjost mašine kada ručica nije postavljena u svoje ležište. Na svakoj od dve bočne šire strane kućišta nalaze se po dve metalne kopče pomoću kojih se kućište spaja sa poklopcem.

Sa unutrašnje strane na poklopcu je učvršćena noseća ploča sa elektro-mehaničkim elementima na dva metalna nosača. Po obodu poklopca ima olučni žljeb u kome je smešten gumeni zaptivač. Gumeni zaptivač čini spoj kućišta i poklopca vodonepropusnim.

Kao primarni izvor struje u ovoj mašini služi induktor poljskog telefona M—63 (ručni generator G3—2). Da bi se povećao broj obrtaja induktora i na taj način dobio potreban napon za punjenje radnog kondenzatora, u mašinu je ugrađen multiplikator. Pomoću

ovoga multiplikatora povećan je broj obrtaja induktora za ciko 5 puta.

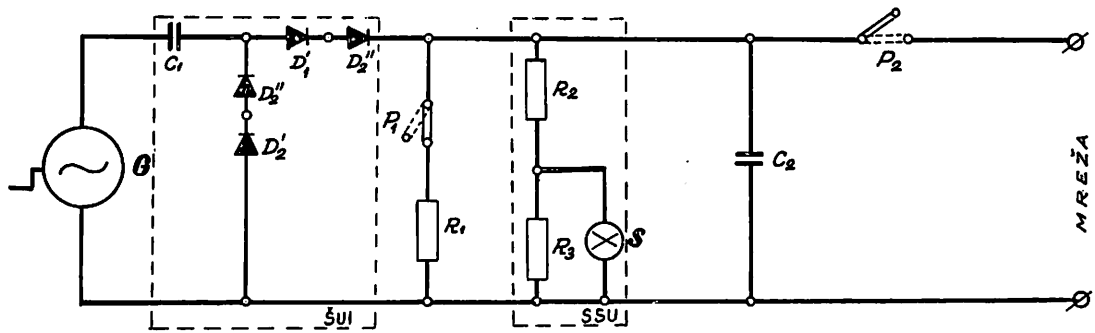
Radni kondenzator, kada je napunjen električnom strujom, u stvari je izvor struje u mašini koji će poslužiti za paljenje mreže (mina). Prema tome, samo mašina sa napunjenim radnim kondenzatorom predstavlja izvor struje za električno paljenje mina. Kod mašine (IKM—1000) kao radni kondenzator primenjen je tip poliesterskog metaliziranog kondenzatora. Ovaj tip kondenzatora ima tu prednost, što mu ne smeta duže stajanje van upotrebe (za razliku od elektrolitskih kondenzatora koji ne podnose duže stajanje van upotrebe). Mašina sa ovim tipom kondenzatora može da stoji van upotrebe najmanje 5 godina, a da se to ne odrazi štetno na kvalitet i električne karakteristike mašine.

nje kontakata na prekidačima. Kao prekidači u mašinu su građena tzv. platinska dugmad. od vozila „Zastava 750“.

Električna mašina IKM—1000 prikazana je na sl. 4. Ona se sastoji od primarnog izvora struje (G); šeme udvajanja i ispravljanja (ŠUI), radnog kondenzatora (C_2), svetlosno-signalnog uređaja (SSU), otpornika za pražnjenje (R_1) i dva prekidača (P_1 i P_2).

Kao što je već rečeno, u svojstvu primarnog izvora struje upotrebljen je indutor (generator naizmenične struje male snage), koji ima ulogu da obezbedi električnu energiju potrebnu za punjenje radnog kondenzatora.

Šema udvajanja i ispravljanja sastoji se od pomoćnog kondenzatora (C_1) i četiri diode (D). Njena je uloga da napon primarnog izvora struje udvostruči i ispravi od naizme-



Sl. 4 — Električna šema mašine IKM-1000; G-induktor; ŠUI—šema udvajanja i ispravljanja; SSU—svetlosno-signalni uređaj; D—diode (ispravljačice); C_1 —pomoćni kondenzator; P_1 —prekidač za uključivanje otpornika za pražnjenje; R_1 —otpornik za pražnjenje; R_2 i R_3 —razdelnik napona svetlosno-signalnog uređaja; S—signalna sijalica; C_2 —radni kondenzator; P_2 —prekidač za uključivanje mreže.

Ključ mašine služi da se pomoću njega uključi radni kondenzator mašine na punjenje ili pražnjenje odnosno da se pomoću njega uključe ili isključe prekidači mašine. Ključ ima nestandardan šestougao ni otvor i zub, što onemogućava upotrebu standardnih cevastih i drugih ključeva za rad sa mašinom. Prema tome, mašina se može upotrebiti samo ako se raspolaže njenim originalnim ključem. Zub na ključu obezbeđuje da se ključ mašine uvek pravilno postavi u svoje ležište.

Prekidači služe za uključivanje mašine na punjenje ili pražnjenje. Oba prekidača imaju kontakte od volframa. Ovo zbog toga, što se pri pražnjenju mašine, posebno pri pražnjenju mašine kroz mreže za paljenje mina sa malim otporom, najčešće javljaju velike struje, koje bi, ako kontakti ne bi bili od volframa, prouzrokovale oštećenje ili zavariva-

ničnog i istosmerni i da tako udvostručeni i ispravljeni napon „pošalje” u radni kondenzator mašine.

Radni kondenzator, kada je napunjen, je u stvari izvor struje u mašini za paljenje mreže mina. Njegova uloga je da „primi” električnu energiju koju mu preko šeme udvajanja i ispravljanja „šalje” primarni izvor struje (induktor) i da tu nakupljenu električnu energiju u datom momentu pošalje u mrežu za paljenje mina.

Svetlosno-signalni uređaj sastoji se od razdelnika napona (otpornici R_2 i R_3) i signalne sijalice (S). Čim napon na radnom kondenzatoru dostigne vrednost 1000—1100 V, signalna sijalica svetlosno-signalnog uređaja mora da zasvetli.

Otpornik za pražnjenje ima ulogu da radni kondenzator stalno drži praznim kada je

mašina van upotrebe. On se na kondenzator uključuje ili isključuje pomoću prekidača P_1 .

Prekidači služe za uključivanje ili isključivanje mašine, odnosno njenog radnog kondenzatora prilikom punjenja ili pražnjenja. Pomoću prekidača P_1 uključuje se ili isključuje radni kondenzator sa otpornikom za pražnjenje. Prekidač P_2 služi za uključivanje ili isključivanje radnog kondenzatora sa mrežom za paljenje mine.

Princip rada mašine odvija se na sledeći način:

P u n j e n j e m a š i n e (radnog kondenzatora):

— cba prekidača (P_1 i P_2) moraju biti isključeni (otvoreni);

— okretanjem rotora induktora (G) proizvodi se naizmenični napon;

— proizvedeni naizmenični napon, koji u jednoj poluperiodi ima smer kako to pokazuju diode D_2 napuniće pomoćni kondenzator C_1 , a već u sledećoj poluperiodi, kada napon dobije obratni smer, kako to pokazuju diode D_1 , on će se udvostručiti tj. napon dobijen u prvoj poluperiodi kojim je nabijen pomoćni kondenzator C_1 sabraće se sa naponom induktora i tako udvostručen napon i ispravljen preko dioda D_1 biće doveden na radni kondenzator C_2 ;

— pošto udvostručeni napon ima uvek isti smer (kako to pokazuju diode D_1), radni kondenzator će biti punjen istosmernom strujom, jer veza dioda ispravljačica u električnoj šemi mašine omogućava da struja u radni kondenzator dolazi uvek iz jednog istog smera, a to znači da se naizmenični napon induktora ispravlja u istosmerni;

— istovremeno sa punjenjem radnog kondenzatora, deo struje teče i kroz svetlosno-signalni uređaj (SSU), tako da s prorastom napona na radnom kondenzatoru, on istovremeno raste i na priključcima signalne sijalice (S) svetlosno-signalnog uređaja;

— čim na radnom kondenzatoru napon dostigne vrednost 1000—1100 V na priključcima signalne sijalice vrednost napona je takva, da izaziva paljenje ove sijalice, što je znak da je radni kondenzator napunjen do radnog napona, pa je na taj način završen proces punjenja mašine.

P r a ž n j e n j e m a š i n e (radnog kondenzatora);

— za vreme procesa punjenja radnog kondenzatora mašine oba prekidača su isključena, otvorena no i pored toga radni kondenzator se ipak delimično prazni kroz svetlosno-signalni uređaj;

— nakon završetka punjenja, ako se odmah ne izvrši paljenje mreže mina, pražnjenje radnog kondenzatora kroz svetlosno-signalni uređaj nastaviće se i nakon izvesnog vremena signalna sijalica će se ugasi, što je znak da je napon na kondenzatoru opao ispod 1000 V. Paljenje mreže mina mora se izvršiti za vreme dok signalna sijalica svetli;

— kada se, dok još svetli signalna sijalica, uključi prekidač P_2 (okretanjem ključa u položaj „paljenje”), struja iz napunjenog radnog kondenzatora će se isprazniti kroz mrežu za paljenje mina koja je vezana za kleme mašine;

— u momentu kada se prekidač P_2 ponovo isključi (kada se ključ vrati u početni položaj — 0), automaski se uključuje prekidač P_1 i time spaja otpornik za pražnjenje sa radnim kondenzatorom, a isključuje mreža za paljenje. Nakon uključivanja prekidača P_1 eventualno zaostalo električno punjenje iz radnog kondenzatora isprazni se kroz otpornik za pražnjenje R_1 , tako da u radnom kondenzatoru više nema električnog punjenja. Na ovaj način završen je proces pražnjenja radnog kondenzatora.

Mašina se priprema i pušta u rad na sledeći način:

— skinu se gumene zaptivne kape sa ležišta ručice i ključa;

— ručica mašine se postavi u ležište na bočnoj strani mašine i navije se do kraja;

— ključ mašine se postavi u svoje ležište na poklopcu mašine i okrene u položaj „punjenje”;

— okreće se ručica u smeru okretanja kazaljke na satu i to u početku sasvim lagano (da bi se savladala inercija multiplikatora i induktora), a zatim brže, tako da se postigne brzina od oko 2—3 obrtaja u sekundi;

— istovremeno sa okretanjem ručice osmatra se signala sijalica kroz prozor na poklopcu mašine i čim se pojavi intenzivna svetlost treba prekinuti dalje okretanje ručice;

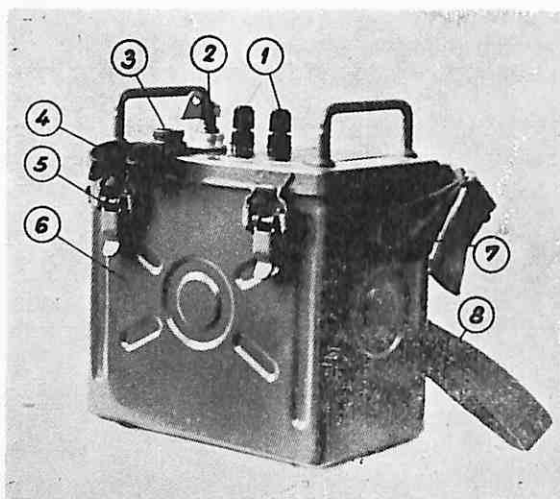
— vezati glavne vodove mreže za paljenje mina na kleme mašine (ako je prethodno provereno da na klemama nema napona, glavni vodovi mreže se mogu za kleme mašine vezati i pre punjenja mašine) i okrenuti

ključ u položaj „paljenje”. Ako se za vreme vezivanja glavnih vodova signalna sijalica ugasila, okretanjem ručice dopuniti radni kondenzator, tako da signalna sijalica ponovo zasvetli i tek tada okrenuti ključ u položaj „paljenje”;

— ključ mašine u položaju „paljenje” zadržati 1—2 sekunde, a zatim ga pustiti i on će se sam vratiti u početni položaj „O”. Na ovaj način izvršeno je aktiviranje mreže za paljenje mina.

Potrebno je da se pre svake upotrebe mašine proveri njena ispravnost. Kod toga treba proveriti dve osnovne stvari i to:

- da li signalna sijalica funkcioniše i
- da li su kleme mašine pod naponom za vreme punjenja radnog kondenzatora.



Sl. 5 — Kondenzatorska mašina — 1000 (KM—1000) — opšti izgled: 1—kleme; 2—ključ; 3—tasterski prekidač; 4—gumena zaptivna kapa; 5—kopča; 6—kućište; 7—ušica za remen; 8—remen.

Provera signalne sijalice vrši se tako, što se mašina uključi na punjenje i okretanjem ručice puni njen radni kondenzator. Ako signalna sijalica zasvetli nakon 3—5 sekundi, mašina je ispravna, ali pri tome brzina okretanja ručice mora biti 2—3 obrtaja u sekundi. Ručica se ne sme okretati duže od 10 sekundi, jer u slučaju neispravnosti sijalice, radni kondenzator će se i dalje puniti i usled velikog napona (koji može dostići i do 1500 V, pa i više) može doći i do oštećenja pojedinih elemenata mašine, pa i samog radnog kondenzatora. Zato, ako signalna sijalica nije zasvetlila ni nakon 10 se-

kundi okretanja ručice, mašinu treba smatrati neispravnom i poslati je na opravku.

Provera da li su kleme mašine pod naponom vrši se tako, što se na kleme mašine pomoću dva provodnika veže jedan električni detonator i udalji od mašine 50 m, a zatim se mašina uključi na punjenje i puni. Za vreme punjenja ovaj električni detonator ne sme da eksplodira. Kad signalna sijalica zasvetli, ključ se okrene u položaj „paljenje” i tada električni detonator mora da eksplodira. Ukoliko električni detonator eksplodira za vreme punjenja mašine, mašina je neispravna i ne sme se koristiti, jer je prekidač P₂ stalno uključen i nije podešen razmak između kontakata prekidača P₂. Ako, pak, električni detonator ne eksplodira nakon okretanja ključa u položaj „paljenje”, mašina je takođe neispravna, odnosno kod prekidača P₂ kontakti stoje stalno razmaknuti i ne mogu se spojiti. I u ovom slučaju mašinu treba smatrati neispravnom i treba je poslati na opravku.

Domaća kondenzatorska mašina — 1000 (KM-1000)

Kondenzatorska mašina — 1000 (KM—1000) ima istu namenu kao mašina IKM — 1000. Razlika je u tome, što mašina KM—1000 kao primarni izvor koristi baterije ili akumulator, te zbog toga spada u grupu baterijsko-akumulatorskih mašina. Opšti izgled mašine prikazan je na sl. 5. Ova mašina, kao i IKM—1000, ima kućište i poklopac. Kućište je isto kao kod IKM—1000, ali je u njemu smešten samo radni kondenzator. Svi ostali elementi mašine smešteni su u poklopcu mašine u posebnim kućištima koja su navarena na poklopac sa unutrašnje strane, i to kućište za elektromehaničke elemente, i kućište za smeštaj primarnog izvora struje.

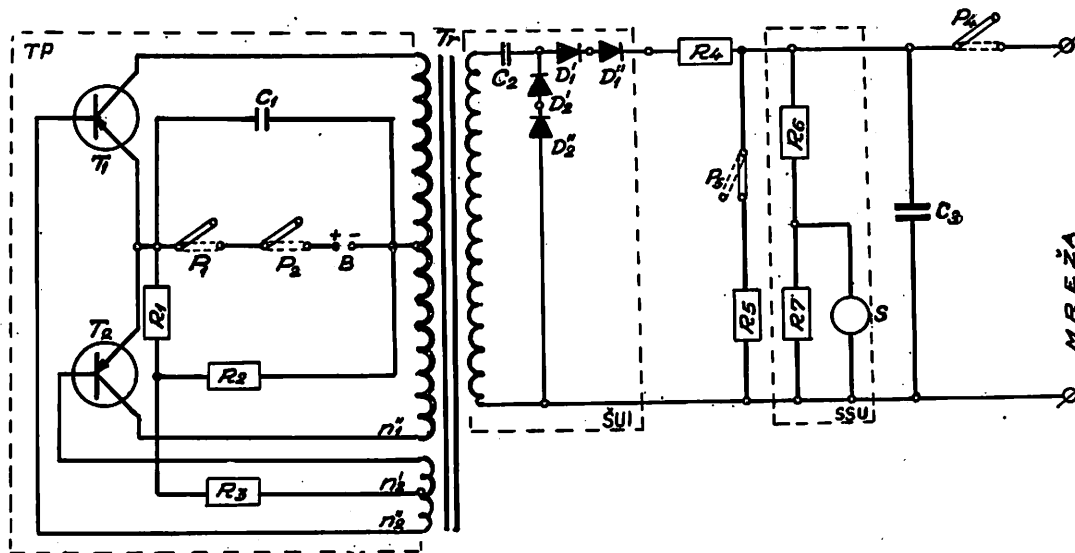
U kućištu za elektro-mehaničke elemente smeštena je noseća ploča sa elektro-mehaničkim elementima prikazanim na električnoj šemi sl. 6.

Za razliku od IKM—1000 na poklopcu mašine se, pored ležišta za ključ mašine, nalazi i tasterski prekidač za uključivanje mašine radi punjenja, ali zato nema ležišta ručice na bočnoj strani mašine.

Električne karakteristike mašine KM — 1000 koje se odnose na radni napon kapaciteta kondenzatora i broj električnih detona-

tora koji se mogu jednovremeno paliti u pojedinim vrstama mreža, iste su kao i kod mašine IKM—1000. Jedina razlika je u primarnom izvoru struje, jer kod mašine KM—1000 kao primarni izvor struje služi baterija ili akumulator, čiji je napon 7—9 V; zbog toga je električna šema mašine složenija i ima dodatne elemente.

Ostali elementi električne šeme isti su kao i kod mašine IKM—1000 pa prema tome funkcionišu na isti način kako je to opisano kod mašine IKM—1000. Jedina razlika je u tome, što u šemi mašine KM—1000 postoji i jedan otpornik (R_4), koji ograničava struju punjenja radnog kondenzatora, te se tako sprečava prekomerno opterećenje tranzistor-skog pretvarača.



Sl. 6 — Električna šema mašine KM—1000. TP—tranzistorski pretvarač (oscilator); ŠUI—šema udvajanja i ispravljanja; SSU—svetlosno-signalni uređaj; T_1 i T_2 —tranzistori; R_1 , R_2 i R_3 —otpornici u oscilatoru; C_1 —pomoćni kondenzator u oscilatoru; P_1 i P_2 —Mikro-prekidači za uključivanje primarnog izvora struje; B—primarni izvor struje; Tr—transformator; C_2 —pomoćni kondenzator u šemi udvajanja i ispravljanja; D—diode (ispravljačice); R_4 —ograničavajući otpornik; P_3 —prekidač za otpornik za pražnjenje; R_6 i R_7 —razdelnik napona svetlosno-signalnog uređaja; S—signalna sijalica; C_3 —radni kondenzator; P_4 —prekidač za mrežu za paljenje.

Električna šema mašine KM—1000 prikazana je na sl. 6 koja se sastoji od:

- tranzistorskog pretvarača (TP);
- transformatora (Tr);
- šeme udvajanja i ispravljanja (ŠUI);
- ograničavajućeg otpornika (R_4),
- radnog kondenzatora (C_3),
- otpornika za pražnjenje (R_5) i
- svetlosno-signalnog uređaja (SSU).

Tranzistorski pretvarač ima ulogu da istosmernu struju iz primarnog izvora struje (baterija ili akumulatora) pretvori u naizmeničnu.

Transformator ima ulogu da poveća naizmenični napon struje dobijen pomoću tranzistorskog pretvarača.

Mašinom KM—1000 rukuje se na sledeći način:

- otvori se poklopac mašine i u kućišta za baterije postave se baterije ili akumulator; treba voditi računa o pravilnom nameštaju polova baterije ili akumulatora, a zatim se poklopac ponovo zatvori;
- vežu se glavni vodovi mreže za paljenje mina na kleme mašine;
- postavi se ključ u svoje ležište i okrene u položaj „punjenje“;
- pritisne se tasterski prekidač i drži pritisnut sve dok signalna sijalica zasvetli (oko 30 sekundi);
- čim signalna sijalica zasvetli, treba okrenuti ključ u položaj „paljenje“ zadržati ga u tom položaju 1—2 sekunde i pustiti ga

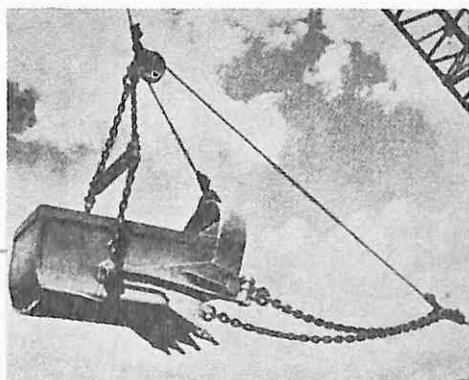
da se vrati u početni položaj „O”. Ukoliko se paljenje mreže ne vrši odmah, čim se signalna sijalica ugasi, ponovo pritisnuti tasterski prekidač i držati ga pritisnutog dok signalna sijalica ponovo ne zasvetli. Na ovaj način mašina se može držati napunjena duže vreme.

V a ž n a n a p o m e n a: Mašine IKM-1000 i KM-1000 namenjene su za upotrebu u rudnicima i na radilištima gde nema metana i eksplozivno-zapaljive prašine. Najstrožije je zabranjeno paljenje minskih punjenja ovim mašinama u rudnicima i na radilištima gde se javlja metan i eksplozivno-zapaljiva prašina.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Nova vedra za dreglajne

Ruston — Bucyrus Ltd (Lincoln) uveo je nova vedra za duboku eksploataciju u svojoj jami. Sada se može nabaviti 6 veličina vedara sa kapacitetom od 0,54 m³ do 1,25 m³. Radi se i na daljem proširivanju kapaciteta vedra, čak do 15 m³.



Lincoln vedro kap. 1,25 m³ jame Ruston Bucyrus.

Prednost ovih vedara je njihova osobina da brzo pune i odnose materijal bez rasipanja.

Proizvođač obaveštava da su korisnici veoma zadovoljni ekonomskim faktorima toga vedra, čak kad se upotrebljava i u izuzetnim uslovima dubine i tvrdog terena.

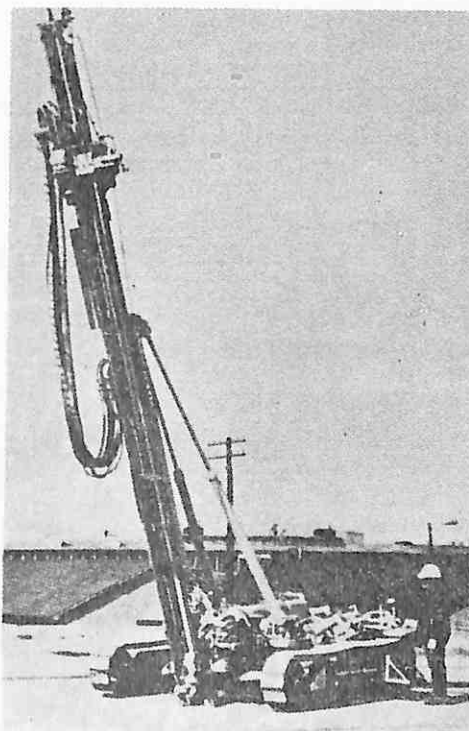
Po pitanju trajanja svi važni elementi su otporni na abanje, a veoma opterećeni delovi su napravljeni od livenog čelika.

»International mining equipment«, septem-ber-october 1968, str. 11.

S. Š.

Bušilice za minske rupe od 125 mm 30 m dubine

Canadian Ingersoll Rand Company razvila je bušilicu — guseničara tip MM 68 OD koja buši minske rupe od 100 do 125 mm. Kon-



Bušilica-guseničar MM 68 OD.

struisana je za maksimum elastičnosti i za manevarske operacije sa velikom sigurnosti kretanja. Ona se kreće uzbrdo i nizbrdo pod velikim padovima a na teškim terenima.

Može da buši vertikalne rupe i rupe pod uglom bilo kog nagiba pomoću hidrauličnog pozicioniranja.

Adresa firme je: Canadian Ingersoll-Rand Co. Ltd. 620 Cathcart Street Montreal III — Quebec.

»Canadian mining journal«, december 1968, str. 81.

S. Š.

Telefon u jami za vezu sa spoljnim svetom

Telefoni Safon su instrumenti sigurni od eksplozije koji su potpuno individualni, jer nose u sebi kapslovanu bateriju sa ćelijom od žive. Baterija pod normalnim uslovima ima vek trajanja od oko 2 godine.

Aparatom se rukuje pomoću 2 dugmeta: crveno i zeleno. U slučaju da se pritisne jednovremeno na oba dugmeta javlja se ton od oko 800 perioda što je poziv daljinske slušalice.

Pritiskanjem zelenog dugmeta omogućuje se razgovor. Frekvencija za govor iznosi od 100 perioda do 10 KH², a na dužini linije čiji je omski otpor od 200 oma (normalna — to se odnosi na liniju dužine 16 km).

Dati su i drugi tehnički podaci.

Ovaj telefon je bio u razvoju oko 2 godine kod F. W. Reynolds Ltd. Slušalica je od čvrste plastične mase koja može da podnese teške uslove rada. Intenzitet (volumen) može da se podešava za slučajeve kada mnogo aparata radi paralelno.

»International mining equipment«, september-october, 1968, str. 17.

S. Š.

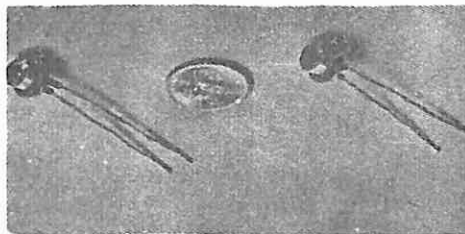
Minijaturni detektor metana

Detektor metana u vidu ukosnice (Vq 1) koji kontinualno ukazuje na prisutnost metana proizvodi se u fabrici English Electric Valve Co (Chelmsford, Essex).

On se sastoji od namotaja žice unutar aluminijum kućišta.

Tip Vq 1 se sastoji iz tipa elemenata od kojih je jedan sa kućištem od aluminijuma i hemijskim katalizatorom u cilju da prouzrokuje sagorevanje metana na napravi, a drugi sa agansom koji sprečava sagorevanje. Stvorena toplota sagorevanjem metana prouzrokuje promenu otpora, dok se kod ovog drugog to ne rešava, iako su isti uslovi.

Kako jedan od svakog tipa elemenata služi za stvaranje 2 kraka strujnog mosta, metan, prouzrokujući promenu otpora samo u



Detektor Vq 1 firme English Electric Valve Co.

jednoj napravi, proizvodi neuravnotežene uslove strujnog mosta i time najavljuje prisutnost koncentracije.

»International mining equipment«, september-october, 1968, str. 21.

S. Š.

Utovaračica za kamenolome

Caterpillar Overseas S. A. je uveo utovaračicu sa točkovima, kapaciteta 15 tona, snage 550 KS, tipa 992. Zapremina lopate iz-



nosi oko 7,5 m³. Operativna težina od oko 54 tone, u cilju bolje vuče, i njena sila prodiranja, koja je takođe povećana, prevazišli su prethodne utovaračice.

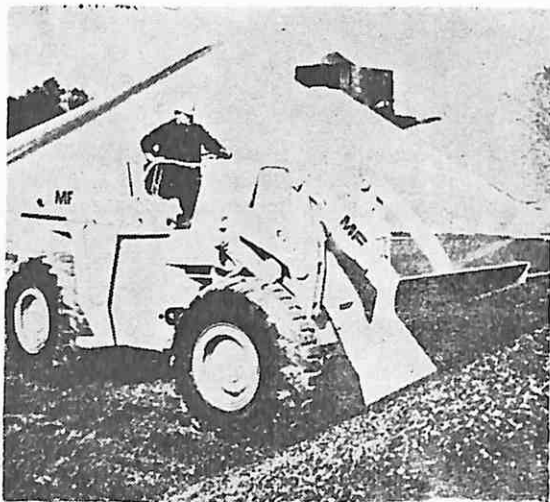
»International mining equipment« march—april, 1969, str. 27.

S. Š.

Nove utovaračice za prenos zemlje

Dva nova modela uvela je firma Massey-Ferguson i to:

— model MFSS sa 4 pogonska točka je artikulisan, kapaciteta 2 m³, sa Perkins motorom — dizel V 8.150, čija je snaga 138 KS pri 2250 o/min,



MF SS sa 4 pogonska točka kapaciteta 2 m³.

— model MF 300 — guseničar kapaciteta 0,96 m³ sa Perkins motorom — dizel A4 248 snage 65 KS pri 2100 o/min.

»International mining equipment« march— april 1969, str. 17.

S. Š.

Dojava u jamama

Derby Automation Consultants Ltd (36 Derby Road, Burton-on-Trent, Staffs.) proizvode unutrašnji sigurnosni zvučni sistem specijalno razvijen za podzemnu upotrebu.

Pomoću njega se može putem radija objavitati nastala opasnost u toku nekoliko sekundi i to celokupnom ljudstvu. Taj sistem se preporučuje od strane U. K. Inspector of Mines, naročito posle udesa u Michael Colliery.

»International mining equipment« march— april, 1969, str. 13.

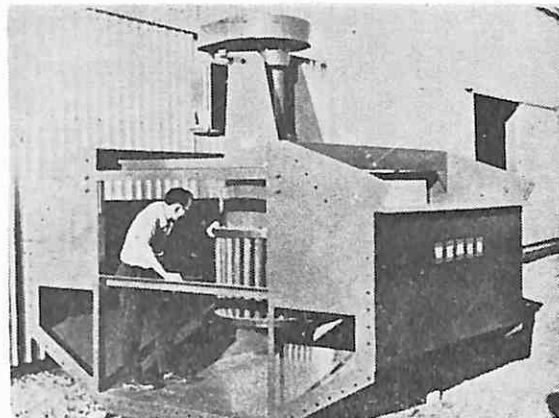
S. Š.

Merenje sadržine pepela u uglju

Novi uređaj za brzo utvrđivanje sadržine pepela u uglju proizvodi Birtley Engineering Ltd. (Barker Lane Chesterfield, Derbys).

Metoda bazira na x-zracima, koji se proizvode pomoću dva tritum cirkon (3 H/Zr) izvora, smeštena u detektoru.

Tačnost merenja ovom tehnikom je obično u granicama $\pm 0,3\%$ pepela, kada je ukupna sadržina pepela u granicama od 1 do 15%, a $\pm 1\%$ kada je ukupna sadržina pepela od 15 do 50% pepela.



Brzi monitor za merenje i registrovanje sadržine pepela — Birtley.

Standardni oblik ove jedinice je laboratorijskog tipa, a može biti isporučena kompletna sa automatskim uzimanjem uzorka, sušenjem i drobljenjem.

Ovaj uređaj daje kontinualne podatke o sadržini pepela koji se mogu i registrovati.

U njegov razvoj bila je uključena i U. K. Stomic Energy Authority.

»International mining equipment«, march— april, 1969, str. 5.

S. Š.

Traka za transportere velike jačine

Nova traka, pojačana čeličnim vrpčama, Silaercod, koja se proizvodi u RTB Industries Ltd (44 Gt. Queen St., London, W. C. 2) prenosi do 25.000 tona na čas, brzinom do 19 km/h pod nagibima do 1:3.

Porudžbina od 16 km dužine za Zapadni Pakistan u vrednosti od \$ 700.000 izvršila je Tarbela Dam. Traka će prenositi 12.000 tona materijala na čas za radilišta brzinom od 16 km/h.

»International mining equipment«, march— april, 1969, str. 5.

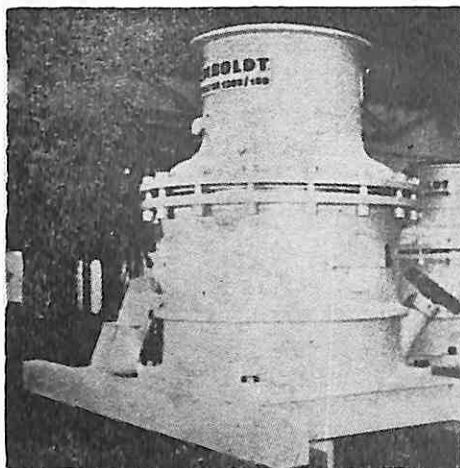
S. Š.

Lako podešavanje rotacione drobilice

Kalibrator Humboldt, koji se sada proizvodi u fabrikama Klöckner-Humboldt Deutz AG (Köln) je odlična drobilica, koja može da se napaja komadima od 300 mm, a da izbacuje produkt sitan kao pesak.

Kalibrator se isporučuje sa otvorom glave u prečniku od 700, 900, 1200 i 1600 mm.

Razne jedinice svakog modela omogućuju nekih 13 raznih kombinacija pomoću kojih se postiže raspon u kapacitetu od 20 do 500 tona na čas.



Kalibrator Humboldt model 1200/180.

Ova mašina obrađuje svaku vrstu materijala uključujući krečnjak, bazalt, granit, kvarcit, pa čak i korund.

Podešavanje zazora u cilju balansiranja istrošenosti obavlja se u roku od nekoliko sekundi, prostim obrtanjem ručnog točka. U slučaju potrebe da se neki deo mora zameniti,

konstrukcija je takva da se taj posao može obaviti u roku 2 do 3 časa.

»International mining equipment«, septem-ber—october, 1968, str. 14.

S. Š.

Pokretna udarna drobilica visokog učinka i velikog stepena usitnjavanja

Upotrebom Cedar Rapids Portable primary postiže se kako velika proizvodnja tako i veliki stepen redukcije od 40 prema 1, sa samo jednom udarnom rotornom drobilicom.

Najveći model razbija u agregate, u jednom hođu, komade od 114 cm na 5,08 cm u količini od 50% a 35% veličine 2,54 cm; proizvodnja iznosi na čas 450 tona. Samim tim smanjuju se troškovi prerade.

Ove drobilice su uopšte za materijal sa niskim sadržajem silicijuma kao što je krečnjak, ali može da se koristi i za abrazivne materijale. Veličina produkta se podešava pomoću brzine (A) i pomoću horizontalnih šipki (B). Obloge i šipke su od mangan čelika koji se lako zamenjuju. Ova jedinica obuhvata dodavač i vibraciono sito za napajanje. Sve je montirano na robustnom ramu na točkovima. Pogonski deo nalazi se odozdo.

Postoji 6 modela čiji su kapaciteti od 90,72 do 725 tona/čas. Otvori za ubacivanje materijala se kreću od 76x66 cm do 53x48 cm.

Detaljni podaci se mogu dobiti od IOWA Manufacturing Company — Cedar Rapids, Iowa 52402 — USA.

»Mining and mineral engineering«, februar 1969, str. 25.

S. Š.

Kongresi i savetovanja

Seminar o uvođenju otpadne vode u biologiju Minhen, 1969. god.

Bajerski biološki zavod za opite u Minhen organizovao je pod rukovodstvom prof. dr H. Liebmann-a, direktora Demoll-Hofer instituta seminar o uvođenju otpadne vode u biologiju u vremenu od 3. do 7. marta 1969. g.

Seminar se sastojao iz stručnih referata (30), praktične nastave o makro i mikroorganizmima koji žive u vodama, mikroskopskih ispitivanja mikroorganizama i stručnih ekskurzija.

Referati su tretirali sledeću tematiku:

— metode i uređaji za ispitivanje otpadne vode

- glavni oblici zagađivanja voda
- mikroskopsko ispitivanje najvažnijih mikroorganizama kod biološke analize vode
- higijena vode
- mehaničko i biološko čišćenje otpadne vode
- otpadne vode iz basena za uzgoj riba i ekonomična primena ove kao primera za biološke postupke na velikom prostoru
- radioaktivne supstance u gornjim površinama vode i otpadne vode.

Profesor dr H. Liebmann je u svojim referatima obradio:

- prirodno samoprečišćavanje voda
- organizme u pojedinim vrstama voda
- najvažnije metode za biološko ispitivanje voda
- karakteristične predstavnike pojedinih grupa mikroorganizama, značajne za biološku analizu vode i životinje za ishranu riba (pužići, školjkice, crvići i vodeni insekti)
- najvažnije probleme uzgoja riba u vodoprivredi
- sakupljanje pijaće vode u oblasti Taubenberg i snabdevanje grada Minhena pijaćom vodom
- poreklo, količina, kvalitet vode po vrstama i dr. iz jezera Tegernsee i Schliersee
- mikrobiološke osnove mehaničkog čišćenja domaćih otpadnih voda
- biološko-hemijsko kartiranje vode po vrstama.

Dr A. Hamm je u svom referatu tretirao problematiku određivanja kiseonika i organske supstance u domaćim otpadnim vodama.

Dr K. Reimann je govorio o najvažnijim metodama za toksikološka ispitivanja vode.

Dr B. Wachs je obradio u svojim izlaganjima sledeće:

- najvažnije metode za bakteriološko ispitivanje vode
- crvene klice i bakterijske izazivače bolesti u vodi i otpadnoj vodi.

Dr L. Huber je u svojim referatima govorio:

- o načinu uzimanja uzoraka i najvažnijim hemijskim i biohemijskim metodama za hemijsko ispitivanje vode (sadržaj ugljovodonika, stepen oksidabilno-

sti pomoću kalijumbihromata, BPKs i dr.)

- o tri stupnja čišćenja vode.

Dr W. Körtling je u referatu tretirao delovanje raznih otrova na ribe i vodene životinje kojima se hrane ribe.

Prof. dr H. Reichenbach-Klinke je govorio o regionima tekućih i stajaćih voda u kojima žive ribe i njihovom održavanju pomoću zaštite voda.

Dr M. Bohl je izložio aktuelna pitanja iz prakse, vezana za ekonomiku i rad ribnjaka.

Dr M. I. Forstner je govorio o biologiji najvažnijih i najkarakterističnijih ljudskih i životinjskih parazita — glista, koji se prenose pomoću otpadne vode.

Dr M. Hasslinger je u svome referatu tretirao održljivost jaja od glista u postrojenjima za bistrenje pod različitim opitnim uslovima.

Dr K. Scherb je prikazao rad basena za oksidaciju sa i bez veštačkog uduvavanja vazduha.

Dr K. Offhaus je u svome izlaganju obradio rad uređaja za rasprašivanje vode i basena sa aktivnim muljem kao primere za biološke postupke u malom prostoru.

Dr M. Ruf je govorio o radioaktivnim supstancama u gornjim površinama vode i otpadne vode i o metodama za dokazivanje ovih.

U okviru praktične nastave učesnicima seminara je omogućeno:

- da uz pomoć naučnih saradnika Bajerskog biološkog opitnog zavoda pripremaju preparate i da posmatraju pod mikroskopom mikroorganizme koji žive u raznim vrstama voda (klasa I, II, III, IV), kao i da upoznaju vodene životinje (pužiće, školjkice, crviće i insekte) kojima se hrane ribe,
- da detaljno razgledaju laboratorije i uređaje Bajerskog biološkog opitnog zavoda (laboratorija za određivanje biohemijske potrošnje kiseonika, limnološka laboratorija, toksikološka laboratorija, bakteriološka laboratorija, biološka laboratorija za ribe, laboratorija za patologiju riba, laboratorija za izotope i dr.).

Da bi učesnici seminara sagledali i upoznali pravi značaj biologije i hemije za vodoprivredu za proces pripreme pijaće vode, čišćenje otpadnih voda (domaćih i industrijskih),

tehnologiju uzgoja riba itd. organizovane su i stručne ekskurzije i kroz ove im je data prilika:

— da posete odeljenje za uzgoj riba u »Wielenbach«-u kod »Weilheim«-a, da razgledaju ribnjake i prisustvuju ribolovu u slatkoj vodi pomoću električne struje;

— da detaljno razgledaju postrojenje za snabdevanje pijacom vodom (Taubenberg i rezervoar sa visokim zonama Kreuzpullach) i postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda grada Minhena;

— da posete ribnjake u »Bayernwerk AG« u Bierkenhof-u kod Ismaning-a;

— da obiđu u »Grosslappen«-u opitne uređaje za mehaničko i biološko bistrenje otpadne vode na opitnom polju Bajerskog biološkog opitnog zavoda (opitne prostore za truljenje, iskopane u zemlji — rovove za oksidaciju — postupak sa aktivnim muljem sa delimičnim uduvanjem vazduha i sa uzburkavanjem vode — slabo i jako opterećene uređaje za raspršivanje otpadne vode — specijalne uređaje za raspršivanje otpadne vode — kule za raspršivanje otpadne vode — uređaje za raspršivanje, zarinute u vodu — basene sa aktivnim muljem sa grubim mehurima — sa finim mehurima — Inka i Rotor uduvavanje vazduha — vupertalske basene — specijalne uređaje sa aktivnim muljem — kontaktne uređaje za bistrenje — Denifloc uređaje za eliminisanje nitrata i fosfata — pretprijemne uređaje za velike opite);

— da posete jezera Tegernsee i Schliersee i da se upoznaju sa njihovim kvalitetom vode i privrednim značajem.

Dipl. ing. M. Mitrović —
dipl. biolog. Lj. Lazić

VII zasedanje grupe eksperata za produktivnost rada Komiteta za ugalj Evropske ekonomske zajednice, Ženeva, 1969. god.

VII zasedanje grupe eksperata održano je od 3. do 5. III 1969. godine. Zasedanju je prisustvovalo ukupno 14 delegacija (Belgija, ČSSR, SRN, Francuska, Italija, Poljska, Rumunija, Španija, Turska, SSSR, Vel. Britanija i Jugoslavija kao i predstavnik CECA).

Program VII zasedanja obuhvatio je:

- izradu hodnika u otkopanom polju
- sadašnje stanje samohodne hidraulične podgrade
- sabirni izveštaj mehanizacije komora na širokim čelima

— sabirni izveštaj o sadašnjem stanju metoda rada za povećanje produktivnosti na površini rudnika.

Određene su teme za sledeće zasedanje koje će se održati 1970. godine:

- primena sidrenja kod podgrađivanja
- podzemni transport, montaža i demontaža teške mehanizacije sa čela na čelo posmatrani sa tehničkog i ekonomskog aspekta.

Prof. dr ing. R. A h c a n

Zasedanje Organizacionog komiteta Svetskog rudarskog kongresa u Beogradu

Krajem maja meseca 1969. godine održana je u Beogradu 23. sednica Organizacionog komiteta Svetskog rudarskog kongresa. U našoj zemlji je zasedao Organizacioni komitet prvi put. Savez inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke Jugoslavije učestvuje u radu Organizacionog komiteta i u radu svetskih rudarskih kongresa od početka.

Na 23. zasedanju Organizacionog komiteta, koje je trajalo od 27. do 30. maja 1969. godine u Beogradu, učestvovali su sledeći članovi (mnogi od njih su rudarski stručnjaci svetskog glasa):

Prof. dr ing. B. Krukinski (Poljska), prof. dr ing. G. Billkenroth (Nemačka Demokratska Republika), prof. ing. M. Borecki (Poljska), prof. St. Boshkov (SAD), dr ing. Carlos Munos Cabezon (Španija), H. E. Collins (Engleska), prof. de la Cuadra e Irizar (Španija), ing. W. Czachorski (Poljska), prof. dr ing. A. W. Dokukin (SSSR), ing. M. Dragović (Jugoslavija), D. H. Ernst (Savezna Republika Nemačka), prof. dr ing. G. B. Fetweis (Austrija), prof. I. Janelid (Švedska), dr ing. H. Kern (Austrija), dr mont. Er. Locker (Austrija), prof. dr ing. Ferenc Matoš (Mađarska), prof. dr ing. A. Neumann (Nemačka Demokratska Republika), ing. E. Petyrek (Čehoslovačka), prof. H. Popjordanov (Bugarska), prof. L. Stanek (Čehoslovačka), ing. F. Vigil (Španija), dr ing. P. Vlad (Rumunija), ing. W. S. Vinogradov (SSSR), prof. dr ing. H. Wöhlbier (Savezna Republika Nemačka), prof. dr ing. K. Zenatlis (Poljska), ing. M. Najberg — sekretar (Poljska).

Kao gosti su učestvovali:

Pedro Figar i J. M. Garcia Comas iz Španije i prof. dr ing. D. Draškić, prof. dr ing. M. Simonović, ing. I. Ogorelec, ing. Lj. Čuk, ing. J. Taušanović, ing. St. Kovačina, ing. M. Petković, ing. S. Radivojević, ing. M. Kresojević, ing. K. Halilović, ing. Lj. Spasojević, ing. J. Koharić, ing. L. Mali iz Jugoslavije.

Prisutne je pozdravio kao domaćin ing. M. Dragović.

Na početku zasedanja podneta su 3 referata o dosadašnjem razvoju i perspektivama rudarstva Jugoslavije: o energetske bazi — dr ing. M. Simonović, o rudarstvu metala — ing. M. Bizjak, a o rudarstvu nemetala — ing. T. Odić.

Učesnici su ocenili da je naša zemlja u poređenju sa drugim zemljama jako bogata mi-

neralnim sirovinama, ako njene rezerve mineralnog blaga preračunamo na jednog stanovnika odnosno kvadratni kilometar površine.

U nastavku zasedanja razmatran je izveštaj o radu Organizacionog komiteta za vreme između dva zasedanja. Saopšteno je, da je iz štampe izašla knjiga sa referatima koji su bili podneti na V svetskom kongresu o rudarstvu u Moskvi.

Diskutovalo se o pripremama za VI kongres u Madridu koji će se održati od 1—7. juna 1970. godine.

Izveštaj Španskog odbora za pripremu kongresa podneo je dr ing. Carlos Munos Cabezon. Biće organizovana i velika izložba rudarskih mašina sa učešćem poznatih proizvođača opreme iz mnogih zemalja, biće i izložba istorije rudarstva Španije, kao i izložba istorije rudarstva u Latinskoj Americi, u vremenu pre i posle njenog otkrića. Posle Kongresa biće priređeno više stručnih ekskurzija.

Posebni odbor Organizacionog komiteta koji je pregledao i odabrao prispele referate za VI kongres podneo je izveštaj. Određeni su i podnosioci generalnih izveštaja za pojedine sekcije u kojima će se raditi na VI kongresu.

Organizacioni komitet je posetio i Rudarski institut u Zemanu i tom prilikom su se mnogi učesnici veoma pohvalno izrazili o njegovoj opremljenosti.

Održavanje 23. sednice Organizacionog komiteta svetskog rudarskog kongresa omogućeno je bilo materijalnom podrškom Saveznog izvršnog veća, kao i mnogih rudarskih basena i rudarskih radnih organizacija.

Posle zasedanja priređena je četvorodnevna ekskurzija u Bor, Majdanpek i Đerdap.

U Boru je pozdravio članove Organizacionog komiteta ing. Stevo Kovačina. Stručne referate o dosadašnjoj izgradnji rudarskih objekata, kao i o perspektivama razvoja Borskog basena bakra,

podneli su ing. M. Petković i ing. M. Milanović, glavni rudarski projektant u Institutu za bakar. Svi učesnici su sa velikim interesovanjem obišli i pregledali površinski kop rude bakra u Boru i fabriku sumporne kiseline. Prikazana su dva filma o razvoju i izgradnji Bora i Majdanpeka, koja su ostavila dobar utisak na učesnike.

U Majdanpeku su učesnici obišli površinski kop i flotaciju. Posle obilaska informacije o ležištu bakra u Majdanpeku i o načinu eksploatacije dao je ing. S. Radivojević.

Učesnici su bili naročito impresionirani izgledom rudarskih radova na oba površinska otkopa, kao i krupnom i jakom mehanizacijom. Pohvalno su govorili o našim projektantima i graditeljima i njihovim dostignućima u eksploataciji obojenih metala.

Prof. dr ing. Krupinski je dao predlog da se za VI kongres pripremi poseban referat o rudarstvu bakra u Jugoslaviji i prikažu filmovi o izgradnji Borskog basena i Majdanpeka.

Predložena je saradnja između stručnjaka Borskog basena i poljskih stručnjaka u velikom basenu bakra u Lubinu. Slična saradnja se predlaže španskim stručnjacima iz basena bakra Rio Tinto. Ovu saradnju su predložili učesnici iz Poljske i Španije. Bilo je govora i o saradnji sa švedskim stručnjacima.

Učesnici ekskurzije su obišli i veliko gradište hidro-energetskog sistema Đerdap.

Učenicima u radu 23. sednice Organizacionog komiteta Svetskog rudarskog kongresa ostaće ovo zasedanje i ekskurzije u dugom i prijatnom sećanju. Ovim se potvrdila mogućnost uspešne saradnje stručnjaka iz zemalja sa različitim društveno-političkim sistemom.

Iduća 24. sednica Organizacionog komiteta Svetskog kongresa rudarstva biće održana novembra meseca u Bugarskoj

Dipl. ing. M. Dragović

Određivanje koeficijenta apsorpcije energije oscilovanja u jamskom izvozu. (Opredelenie koeficijenta poglošćenija energii kolebanij kanatov šahitnogo pod'ema). — „Gornyj žurnal“, 114 (1968), 10 (okt.), 45—46, 2 crt., 1 tabl. (ruis.)

U toku rada izvoznih mehanizama dejstvuje niz dinamičkih opterećenja, koja nastaju u toku samog izvoznog procesa. U stručnoj literaturi je problem opterećenja pri prelaznim procesima rešavan uz primenu složenih računskih shema. Izostavljeno je razmatranje prigušivanja oscilacija tako da su

diferencijalne jednačine neadekvatno odražavale sile u užadima i u konstrukciji izvoznih postrojenja.

Autori članka su pribegli eksperimentalnim ispitivanjima na izvoznim oknima rudnika „Lenjin“, „Jasinovska-Gloubolka“ i „Rumjaneč“ (svi u basenu »Krivi Rog«). Izvozna okna ovih rudnika opremljena su skipovima sa više užadi. Za ispitivanja su korišćeni sledeći uređaji: dinamometarske spona, žičani odašiljači otpora, pojačivači TDA-3 i oscilator H-700. Opišan je njihov sklop i montaža. Snabdevaju se električnom energijom iz akumulatora ZŠKNP-10.

Posle određenih priprema opreme i uvođenja iste u eksperiment, sprovedeni su postupci zaštite svake dinamometarske spone, proverena međusobna zavisnost i učešće pojedinih delova opreme i usaglašena metodika ispitivanja.

Kao rezultat rada dobijeni su oscilogrami za pojedinu užad u slučajevima: kočenje prilikom kvara u podizanju, kočenje prilikom kvara u spuštanju, izvoz skipom i oštećenje skipa. Primenom matematičke indukcije i poznatih zakonomernosti iz otpornosti materijala dobijena je empirijska formula za iz-

računavanje koeficijenta energije apsorpcije oscilacija. Uzeti su tipovi užadi u skladu sa sovjetskim standardima.

Ovim ispitivanjima je prvi put na licu mesta određen koeficijent apsorpcije energije oscilovanja užadi u jamskom izvozu na konkretnim užadima u radu, a ne samo u mirovanju. Koeficijent o kome je reč kreće se u granicama od 0,35—0,45. Korišćenjem dobijenih rezultata olakšani su proračuni nosećih konstrukcija i sprečavaju se kvarovi, odnosno smanjenje radnog veka.

A. B.

Eksploatacija mineralnih sirovina

Govorov, A. V., i dr.: **Mogućnosti povećanja dobijanja martenovskih ruda u jamama Krivbasa.** (Vozmožnost' uveličenija dobyči martenovskih rud na šahtah Krivbassa). »Gornyj žurnal«, Moskva (1969) 3, str. 5—6.

Kondelka, V.: **Mogućnosti odstranjenja vibracija kod pneumatsko udarnog alata.** (Možnosti odstraneni vibraci na pneumatickyh udernyh nastrojich). »RUDY«, (1968) 5, str. 130—137.

Sevin, R.: **Rudnik srebronosnog olova i cinka Laržantijer, Francuska.** I deo. (La mine de plomb et zinc argentiferes de Largentiere). »Mines et metalurgie«, maj (1968) No. 3628, str. 153—155.

Sevin, R.: **Rudnik srebronosnog olova i cinka Laržantijer Francuska.** II deo. (La mine de plomb et zinc argentiferes de Largentiere). »Mines et metalurgie (1968) No. 3629 juni—juli 1968. god.

Romašov, Čubarov: **Miniranje blizu slobodne površine kao izvor seizmičkih talasa.** (Vzryv vblizi svobodnoj poverhnosti kak istočnik sejsmičeskih voln). »Fiziko-tehničeskie problemy razrabotki poleznyh iskopaemyh«, (1968) 3, str. 33—39.

Pašov P.: **Neke tehničke pretpostavke za efikasnu eksploataciju ležišta »Čelopeč«.** (Njakoje tehničeskie pretpostavki za efektivnoto razrabotvane nahodište »Čelopeč«). »Rudodobiv i metalurgija«, (1968) 9, str. 1—7.

Galaev, N. Z., i dr.: **Određivanje optimalnog redosleda vađenja i granica blokova.** (Opređenje optimal'nogo porjadka vyemki i granic blokov).

»Gornyj žurnal«, Moskva (1969) 3, str. 17—20.

Belen'kij D. M. i dr.: **O transportovanju krupnokomadnih vrlo abrazivnih materijala člankanstim transporterima.** (O transportovanii krupnoskal'nyh vysokoabrazivnyh materialov plastinčatimi konvejerami).

»Gornyj žurnal«, Moskva (1969) 3, str. 15—17.

Tkačenko, Šestakov, i dr.: **Eksploatacija ležišta samorodnog sumpora u složenim hidrogeološkim uslovima.** (Razrabotka mestoroždenij samorodnoj sery v složnyh gidro-geologičeskih uslovijah).

»Gornyj žurnal« (1968) 9, str. 19—22.

Fedorov, i dr.: **Primena ležera u merništvu.** (Primenenie luča lazera v markšajderskom dele).

»Gornyj žurnal«, (1968) 9, str. 53—55.

Goroško, Makšin, i dr.: **Radioizotopna metoda ispitivanja prenosa komadnog materijala.** (Radioizotopnyj metod issledovanija pere-meščenij kuskovyh materialov).

»Koks i himija« (1968) 9, str. 8—13.

Ageev, A.: **Izbor turbobura prema njegovoj karakteristici opterećenja.** (Vybor turbobura po ego nagruzočnoj harakteristike).

»Burenie« (1968) 7, str. 8—11.

Girilovič, G. N.: **Određivanje rentabilnog prečnika dijamantske krune.** (Opredelenie rentabel'noj prohodki na almaznoe doloto). »Burenje«, (1968) 7, str. 15—18.

Hristov, St.: **O koeficijentu bubrenja glina u rudniku »Trojanovo-2« i njegov uticaj na neke parametre rudnika.** (Otnosno koeficijenta na razbuhveone na glinite v »Trojanovo-2« i vlijanieto mu v'rhru njakao parametri na rudnika). »V'glišta«, (1968) 9, str. 6—9.

Paraškevov, Mečkarski: **Problem otkopavanja ugljenih rezervi ispod željezničke pruge Pernik — Volujak.** (Po v'prosa za izzeme-vane na v'glištnite zapasi pod žp. linijata Pernik — Volujak). »V'glišta«, (1968) 10, str. 13—17.

Košev, K.: **Primena optičkog modeliranja za određivanje granica zaštitnih stubova oko okna.** (Primenenie optičeskogo modelirovanija dlja opredelenija granic okolostvol'nyh celikov). »Ugol'«, (1968) 9, str. 18—20.

Klorikjan, Myšljaev: **O klasifikaciji podgrade za široka čela.** (O klasifikaciji krepj-dlja lav). »Ugol'«, (1968) 9, str. 43—58.

Pokrovskaja, Bojcov: **O gustini pulpe za hidraulički zasip.** (O konsistencii pul'py dlja gidrozakladki). »Ugol'«, (1968) 9, str. 38—41.

Sheppard, W. V.: **Razvoj širokih čela u Velikoj Britaniji.** (Longwall developments in Great Britain). »Min. Cong. J.«, 54 (1968) 9, str. 57—62, 6 sl.

Berwanger, G.: **Ekonomске mešavine agregata.** (Economical combinations of aggregates). »Can. Pit a. Quarry«, 9 (1968) 12, str. 14—16, 4. dijag., 4 tabl.

Trevorrow, G. C.: **Iskustva sa širokim čelima kod Barnes & Tucker.** (Longwall experience at Barnes & Tucker). »Min. Cong. J.«, 54 (1968) 7, str. 40—44, 6 sl.

Lateriti: **budući izvor svetskog nikla.** (Laterites: future source for world nickel). »Engineering and Mining Journal«, 169 (1968) 10, str. 73—92.

Boxho, I.: **Mehanizovana izrada niša autonomnom otkopnom mašinom.** (Creusement mécanisé des niches par engines d'abattage autonomes). »Bulletin technique-mines«, (1968) № 115, juli.

Swierniak, I.: **Uticaj tipa izvoznog suda na kapacitet izvoznog postrojenja.** (Wplyw rodzaju naczynia na wydajność urzadzenia wyciagowego). »GIG« — komunikat №. 446 (1968).

Adamek, R.: **Uticaj kvaliteta zasipnog materijala na efekat zapunjavanja jamskih prostori-ja.** (Wplyw pakosci materialu podsadzkowego na efekty podsadzania wyrobisk gornicznych). »GIG« — komunikat №. 447 (1968).

Konapko, Nadarkewich: **Uslovi uzajamnog dejstva podgrade i jamskog pritiska u hodnicima rudnika Konin.** (Wamni wspolpracy obudowy z gorotworem w wyrobiskach korytarzowych kopalni Konin). »GIG« — komunikat №. 450 (1968).

Pironet, Simon: **Otkopavanje strugom u otkopu male visine. Otkopavanje potpuno mehanizovano.** (Rabotage en chantiers de faible ouverture. Abattage intégralement mécanisé). »Annales des mines de Belgique«, (1968) 5, str. 585—599.

Stassen, P.: **Simpozijum posvećen izradi niša na širokom čelu.** (Journée d'Information sur les extrémités de tailles). »Annales des mines de Belgique«, (1968) 6, str. 685—690.

Haesendonck, R.: **Proučavanje problema niša na širokom čelu sa gledišta organizacije i ekonomije.** (Etude des extrémités de taille des points de vue organisation et économie). »Annales des mines de Belgique« (1968) 6, str. 691—707.

Legrand, I.: **Mašina za izradu niša H. Z.** (La machine a niche H. Z.). »Annales des mines de Belgique« (1968) 6, str. 745—757.

Stocck, H.: **Nova otkopna mašina Eickhoff, tip EW-LK, za kratka čela.** (La nouvelle abbatteuse Eickhoff, type EW-LK, pour les tailles courtes). »Annales des mines de Belgique« (1968) 6, str. 793—796.

Kutz, K. J., Nice, F. A.: **Bušenje okna Cane Creek br. 2** (Drilling the Cane Creek No. 2 shaft). »Min. Engg«, 20 (1968) 9, str. 88—92, 6 sl., 2 sk., 2 tabl.

Stone, J. H.: **Sistem otkopavanja »Stone«** (The »Stone« mining system). »Min. Magaz.«, 119 (1968) 4, str. 286—293, 7 sl.

Longden, H. A.: **Sadašnje stanje tehnike i njen napredak pri dubljenju dubokih okana.** (Current techniques in deep shaft sinking and development). »Can. Min. J.« 90 (1969) 1, str. 39—44, 3 sk., 2 tabl.

Zweindler, R. W.: **Bager dreglajn ili kašikar — upoređenje ekonomičnosti i razmatranja.** (»Dragline or shovel« — an economic comparison and discussion). »Can. Pit a. Quarry« 10 (1969) 2, str. 14—17, 4 sk., 5 tabl.

Agensky, N.: Kontrola vibracija kod kame-
noloma. (Vibrations control in quarry operati-
ons). »Can. Pit a. Quarry«, 10 (1969) 2, str. 18—24,
5 sk.

Schenck, G. H. K.: Automatizovani trans-
portni sistemi. (Automated transportation sys-
tems). »Min. Cong. J.«, 54 (1968) 10, str. 50—55, 7 sl.

Holland, C. T., i dr.: Trenje među površi-
nama, vlažnost i jačina stubova uglja. (Interfa-
cial friction, moisture and coal pillar strength).
»SME Transaction«, 241 (1968) 9, str. 323—328, 3
dijag.

Corbett, R. P., i dr.: Odvodnjavanje pum-
pnim postrojenjem sa pritiskom od 1230 m VS.
(Dewatering with a 4100-ft head pumping
plant).

»Min. Cong. J.«, 54 (1968) 9, str. 33—43, 11 sl.

Black, G. A.: Sistem kočenja za velike izvoz-
ne strojeve. (Braking system for large win-
ders) »S. A. Min. A. Engg. J.« 80 (1969) 3962, str
74—86,9 sk.

Ocena podobnosti osnovnih metoda električ-
nih načina geološkog istraživanja. (Appraising
the suitability of basic electrical prospecting
methods).

»Mining a. Miner. Engg.«, 5 (1969) 1, str. 45—53,
6 sk.

Malhotra, V. M., i dr.: Ubrzano ispitivanje
betona (Accelerated testing of concrete).

»Can. Pit a. Quarry«, 9 (1968) 12, str. 28—29,
2 sl., 1 tabl.

Priprema mineralnih sirovina

Ratiev, N.: O raspodeli i koncentraciji ne-
kih elemenata u proizvodima obogaćivanja i
aglomeriranja kremenikovske limonitne rude.
(Vrhu raspodelineto i koncentracijata na nja-
koj elementi v produktite na obogatjavaneto i
aglomerijaneto na kremenikovskata limonitna
ruda).

»Rudodobiv i metalurgija« (1968) 8, str. 43—48.

Šinkorenko, i dr.: Razrada tehnologije obo-
gaćivanja gvozdene rude u Južnoj grupi rud-
nika Krivbasa. (Razработка tehnologii obogaš-
ćenija železnih rud Južnoj gruppi rudnikov
Krivbassa)

»Gornyj žurnal«, (1968) 9, str. 57—61.

Kartašova, Kiričenko i dr.: Usitnjavanje
i stvaranje šljama od uglja u Kuzbasu u proce-
su transporta i obogaćivanja. (Izmel'čenie i
šlamooobrazovanie uglej Kuzbassa v processe
transportirovanija i obogašćenija).

»Koks i himija« (1968) 9, str. 1—5.

Kontrola pucanja betona (Control of cracking in
concrete). »S. A. Mining a. Engg. J.«,
79, (1968) 3958, str. 1386—1394,4 sk.

Black, A. G.: Proporcionalno kompenzovano
kočenje na izvoznom stroju Blair bez zupčanič-
nih prenosu. (Compensated proportional bra-
king applied to gearless Blair hoisting).
»Min. Magazine« 119 (1968) 5, str. 371—379, 7 sk.

Cochrane, T. S., i dr.: Ispitivanje sidrenja
stena u rudnicima Canmore. (Rock-bolt test at
Canmore Mines Ltd).

»C. I. M. Bull.«, 62 (1969) 681, str. 57—65, 6 sk.,
7 tabl.

Rahmenfuhrer, L.: Ultrazvučno ispitivanje
u rudarstvu (Ultrasonic inspection in the mi-
ning industry).

»C. I. M. Bull.«, 62 (1969) 681, str. 66—69,4 sk.,
1 tabl.

Roman, G. H.: Primenom letećeg pepela mo-
gu se postići uštede. (You can save money
with fly ash).

»Coal Age«, 73 (1968) 8, str. 60—64, 5 sl., 2 di-
jag.

Strzodka, K., i dr.: Rudnici mrkog uglja u
Istočnoj Nemačkoj — veliki kapaciteti veće
mašine. (East German brown coal mining, big
tonnages bigger machines).

»World Mining«, 21 (1968) 12, str. 42—47, 9 sl.

Plewman, R. P., i dr.: Miniranje cepanjem
smanjuje troškove podgrađivanja za polovinu
u ventilacionim komorama južnoafričkih rud-
nika zlata. (Split blasting halves support costs
in South African gold mine's ventilation fan
chambers).

»World Mining«, 21 (1968) 11, str. 47—49, 5 sl.

Galaktionova, i dr.: Industrijsko ispitiva-
nje flotacije oksidnih ruda CGOK-a. (Promyš-
lennye ipitanija flotacii oksislennyh rud
CGOK-a.)

»Obogašćenie rud«, (1968) 3, str. 7—10.

Slobodskij, S.: Promena drobljivosti uglje-
va kod njihove obrade u električnom polju stru-
je visoke učestalosti. (Izmenenie drobimosti
uglej pri obrabotke ih v električeskom pole po-
tokov vysokoj častoty).

»Himija tverdogo topliva«, (1968) 5, str. 130—134.

Kuzovlev, A.: O fizičkim osnovama uzajam-
ne veze između flotacijskih i drugih metoda za
obogaćivanje ruda. (O fizičeskih osnovah v za-
imosvjazi među flotacionnymi i drugimimi me-
todami obogašćenija rud).

»Fiziko-tehničeskie problemy razrabotki polez-
nyh iskopaemyh« (1968) 4, str. 67—75.

Rousseau, E. S.: **Opitno postrojenje za flotaciju otpadnog peska u Chino.** (Tailing sand flotation pilot plant at Chino).

»Min. Cong. J.«, 54 (1968) 9, str. 52—56, 3 sk.

Benzon, W.: **Novine u separisanju uglja kod Pike rudnika br. 26.** (Coal preparation innovations at Pike 26 Mine).

»Min. Cong. J.«, 54 (1968) 8, str. 34—38, 4 sk 2 tabl.

Westerfield, S. C.: **Kako izabrati rešeta kod drobilice za primarno i sekundarno drobljenje** (How to select calping creens for use with primary and secondary crushers).

»Engineering and Mining Journal«, 169 (1968) 10, str. 97—99.

Harper, W.: **Priprema uglja — ka kontroli kvaliteta.** (Coal preparation — towards control of quality).

»Colliery Guardian«, vol. 216, (1968) septembar, Annual Review str. 48—53.

Kochanowsky, B. J.: **Rukovodioci površinskih kopova vide nove pravce razvoja pokretnih postrojenja za drobljenje.** (New developments in mobile crushing plants are eyed by open pit operators).

»Min. Engg.«, 20 (1968) 9, str. 93—97,6 sk.

Lyall, K. D., Tervo, R. O.: **Istraživanje drobljenja stena u laboratoriji Mines Branch Elliot Lake.** (Rock breakage research at the Mines Branch Elliot Lake Laboratory).

»Can. Min. J.« 89 (1968) 11, str. 69—71, 6 dijag.

Penguin — Poolquip Group: **Pesak u mesto dijatomejske zemlje u sistemima za filtriranje.** (Sand versus diatomaceous earth filter systems).

»S. A. Min. a. Engg. J.« 80 (1969) 3963, str. 132—136, 4 sl.

Woodcock, J. T.: **Razvoj obogaćivanja ruda u 1967. godini u Australiji.** (Ore dressing developments in Australia, 1967).

»Austr. Mining«, 60 (1968) 7, str. 46—91, 40 sl. i 1 sk.

Ekonomika u rudarstvu

Roginskij, F. V., Zlokazov, V. B.: **Optimalno planiranje otkopavanja rude iz blokova pri radu po mrežnom grafikonu.** (Optimal'noe planirovanie očistnoj dobyči rudy iz blokova pri rabote rudnika po setevym grafikam).

»Gornyj žurnal«, Moskva (1969) 3, str. 7—10. 1 graf.

Callot, F.: **Energetski pregled Francuske.** (Tableaux énergétique de la France).

»Annales des mines«, (1968) decembar, 11—82.

Huhg, I.: **Rukovođenje na velikom rudniku.** (Management at a large colliery).

»Colliery Guardian«, vol. 216, No. 5584 septembar (1968) str. 662—625.

Međunarodni naučni simpozijum za jamomerstvo, rudničku geologiju i rudničku geometriju, Prag, 1969.

U vremenu od 26. do 30. avgusta 1969. g. održaće se u Pragu, ČSSR, Međunarodni sim-

pozijum za jamomerstvo, rudničku geologiju i rudničku geometriju.

Prijave i bliža obaveštenja možete dobiti od Sekretarijata Simpozijuma, Prag 4, Modranska 23, ČSSR.

Spisak literaturnih elaborata — fond Rudarskog instituta

1. Dipl. ing. Milivoje Makar:
»Bager- glodar — naučno-tehnička dostignuća u pripremi i konstrukciji ovih bagera sa tehničkom analizom najnovijih tipova proizvedenih u svetu«
2. Dipl. ing. Janoš Kun:
»Proučavanje elemenata direktnog odlaganja jalovine na površinskim otkopima«
3. Dipl. ing. Anton Kocbek:
»Smanjenje stišljivosti i povećanje čvrstoće zasipa«
4. Dipl. ing. Siniša Stojanović:
»Savremena tehnička sredstva za mehanizovanu izradu horizontalnih i kosih prostorija i ekonomski uslovi za njihovu primenu u rudnicima SFRJ«
5. Dipl. ing. Dimitrije Dimović:
»Metode miniranja sa novim vrstama eksploziva (AN-PO-SLURY) kod podzemne i površinske eksploatacije«
6. Dipl. ing. Dragoljub Mitrović:
»Seizmički efekti pri različitim metodama miniranja i načini za umanjeње njihovih posledica na rudarske i druge objekte«
7. Dipl. ing. Jefta Bralić:
»Triaksijalno ispitivanje čvrstih stena«
8. Dipl. ing. Radmilo Obradović:
»Komparativne analize postojećih metoda za proračun stabilnosti površinskih otkopa i odlagališta«
9. Dr ing. Petar Milanović:
»Pregled i tendencija razvoja metoda instrumenata za merenje napona u sten-skom masivu«
10. Dipl. ing. Svetlana Maksimović:
»Ispitivanje fizičko-mehaničkih stena (osobina stena) na malim uzorcima«
11. Dipl. ing. Jovan Radojević:
»Metode i instrumenti za određivanje sile rezanja ugljeva«
12. Dipl. ing. Branko Kapor:
»Primena statike u rudarstvu«
13. Dipl. ing. Živorad Damnjanović:
»Automatizacija kod površinske eksploatacije mineralnih sirovina«
14. Dipl. ing. Đura Marunić:
»Najoptimalniji metod praćenja investicionih radova u rudarstvu uz mogućnost sniženja troškova izgradnje objekata u našim uslovima«
15. Dipl. ing. Ignac Gornik:
»Izučavanje metode zasipavanja sa posebnim osvrtom na pneumatsko zasipavanje pri eksploataciji neslojevitih ležišta«
16. Dipl. ing. Janoš Kun:
»Metodologija proračuna transporta na površinskim otkopima sa osvrtom na najvažnije uticaje tehnologije rada«
17. Dipl. ing. Dragorad Ivanković:
»Ekonomski i naučni doprinos principa koncentracije siromašnih azbestnih ruda«
18. Dipl. ing. Mira Dinić:
»Ispitivanje uticaja rastvorenih soli u flotacijskoj pulpi na nestabilnost mineralizovane pene«
19. Dipl. ing. Zoran Pacić:
»Naučni prilog problemu selektivnog flotiranja arsenopirita od pirita«
20. Dipl. ing. Miomir Čeh:
»Flotacijska koncentracija nesulfidnih minerala cinka«
21. Dipl. ing. Živorad Lazarević:
»Koncentracija rude magnezita postupkom flotacije«

22. Dipl. biolog Ljiljana Lazić:
»Uloga mikroorganizama u luženju sulfidnih ruda bakra, sa posebnim osvrtom na izluživanje kalkopirita«
23. Dipl. ing. Milan Milošević:
»Metode za pretkoncentraciju i koncentraciju ruda kalaja«
24. Dipl. ing. Olga Jovanović:
»Postupci za oplemenjivanje mineralnih sirovina u cilju postizanja veće beline, sa naročitim osvrtom na kaoline i barite«.
25. Dipl. ing. Predrag Brzaković:
»Novi aspekti korišćenja letećeg pepela u industriji građevinskog materijala«
26. Dipl. ing. Vera Stamenković:
»Postupci aktiviranja i primene bentonitnih glina«
27. Dipl. ing. Predrag Bulatović:
»Automatizacija u postrojenjima za PMS, sa naročitim osvrtom na procese drobljenja i mlevenja«
28. Dr ing. Gvozden Jovanović — dipl. hem. Branka Vukanović:
»Metode izučavanja eksplozivnih svojstava industrijskih prašina«
29. Dipl. ing. Aleksandar Ćurčić i dipl. hem. Branka Vukanović:
»Izučavanje uzroka endogenih požara u rudnicima sulfidnih ruda i iznalaženje tehničkih mera za sprečavanje njihovog nastajanja«
30. Dipl. ing. Vaso Elezović:
»Izučavanje problema strujanja fluida primenom analogne električne mašine«
31. Dipl. hem. Katarina Inđin:
»Primena polarografske metode za određivanje plemenitih metala u mineralnim sirovinama«
32. Dr ing. Mileta Simić:
»Mineraloška studija polimetalnih Fe-Ni-Cr ruda i proizvodnja primene visokotemperaturnih produkata u oksidacionim i redukcionim uslovima«
33. Dipl. ing. Dušanka Stojsavljević:
»Iznalaženje metode za određivanje tragova etana i etilena u jamskom vazduhu«

Navedeni elaborati završeni su u 1968. god. Sve elaborate možete nabaviti u Rudarskom Institutu, Zemun, Batajnički put br. 2.

NOVO!**NOVO!****NOVO!**

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 14.000 termina

U radu na rečniku učestvovali su naj eminentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Rečnik je u štampi.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik će imati format pogodan za upotrebu.

akvitanski kat (akvitanijen)	aquitaniain	aquitaniien (étage (m) aquitaniien)	Aquitain (aquitani- sche Stufe) (m)	Аквитанский ярус
alabaster	alabaster; compact gypsum	albâtre (m)	Alabaster (m)	Алебастр
alabaster gips	alabaster gypsum	plâtre (m) d'albâtre	Alabaster Gips (m)	Алебастр (гипс)
alanit	allanite	allanite (m)	Allanit (Orthit) (m)	Алланит; ортит
alar, silumin tipa AlSi ₄	alar	alar (m)	Alar Aluminium- Schweisdraht- legierung (f)	Алар — силумин
alat, rudarski	mining tools	outillage (m) de mineur	Gezähe (n)	Инструменты, горные
alatke za bušenje	drilling tools; boring tools	garniture (f) de forage; outils (mpl) de sondage	Bohrzeug (n)	Инструмент, бурильный
alatke za hvatanje	fishing tools	instruments (mpl) de repêchage	Fanggeräte (npl)	Инструмент, ловильный
alatke za skretanje	deflecting tools	instruments (mpl) de déviation	Ablenkungsgeräte (npl)	Инструменты, отклоняющие
alatki, hvatanje	fishing job; tool fishing	repêchage (m); instrumentation	Fangarbeit (f)	Ловильные ра- боты в скважи- не

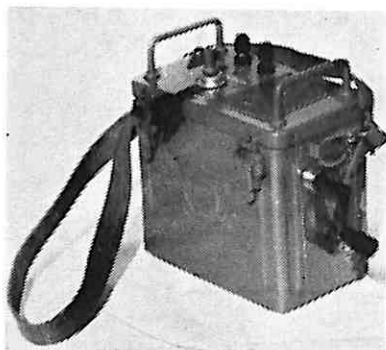
Cena u pretplati iznosiće 150,00.— din. Pojedinci mogu dobiti rečnik na otplatu u četiri rate — po 35,00.— din. Po izlasku iz štampe cena jednog primerka iznosiće 230,00.— din.

Rečnik se dostavlja posle uplaćenog celog iznosa.

Redakcija

INDUSTRIJA AUTO MOTO DELOVA „21 OKTOBAR“ — KRAGUJEVAC

tel. 3061
telex 17126



INDUKTORSKA KONDENZATORSKA MAŠINA — 1000
(IKM—1000)

N A M E N A

Mašina se koristi kao izvor struje pri električnom načinu paljenja (otpućavanja) mina.

TEHNIČKI PODACI

Mašina je predviđena za terenske uslove rada, te je njena konstrukcija tako izvedena da je jednostavna za rukovanje.

Mašina se ne može staviti u rad (upotrebiti) bez ključa mašine i ručice (za okretanje induktora), što isključuje nehotično ili namerno otpućavanje mina u neželjeno vreme.

Mašina normalno funkcioniše i pri ekstremnim temperaturama (koje su moguće na jugoslovenskom području — teritoriji) od -30° do $+50^{\circ}$ C.

Vreme punjenja radnog kondenzatora mašine iznosi 3 do 5 sekundi, odnosno ovo je vreme nakon koga je mašina spremna za paljenje (otpućavanje) mina.

U mašinu je ugrađen svetlosno-signalni uređaj čija signalna sijalica zasvetli čim se radni kondenzator napuni do radnog (nominalnog) napona, koji kod ove mašine iznosi 1000—1100 V.

TEŽINA MAŠINE JE OKO 6,5 KG

MAŠINA NIJE PREDVIĐENA, NITI SE SME KORISTITI U RUDNICIMA SA POJAVOM METANA I EKSPLOZIVNO — ZAPALJIVOM PRAŠINOM

Na samoj mašini (poklopcu) nalazi se kratko uputstvo za rukovanje mašinom i tehnički podaci o mašini.

Mašinom se može otpućavati veliki broj mina (električnih detonatora), što zavisi od vrste šeme vezivanja (tipa mreže), a taj broj količina je po sledećem:

- Pri rednom vezivanju jednovremeno je moguće otpućiati (vezati u mrežu) najmanje 250 električnih detonatora, s tim da ukupan otpor tako vezanih električnih detonatora uključujući i otpor glavne linije (glavnih vodova) ne prelazi 660 oma, da glavni vodovi imaju otpor do 30 oma i da su provodnici električnih detonatora međusobno neposredno vezani (bez međuprovodnika).
- pri mešovitom vezivanju broj električnih detonatora koji se mogu jednovremeno vezati u mrežu prikazan je u tablici:

broj paralelnih grana u mreži		2	3	4	5	6	7	8	9	10
broj elekt. detonat.	u jednoj grani	600	228	216	200	192	182	176	162	140
	u celoj mreži	480	684	864	1000	1152	1274	1408	1458	1400
dozvoljeno otp.	u jednoj grani	240	570	540	500	480	455	440	405	350
	u celoj mreži	330	220	165	130	110	95	85	75	65

Napomena: Podaci dati pod »a« i »b« važe samo za električne detonatore preduzeća »Pobeda« iz Go-ražda čiji otpor ne prelazi 2,5 oma.

Fabrika daje jednogodišnju garanciju na mašinu i sve eventualne kvarove koji se dogode u garantnom roku otklanja besplatno.

pouzdana, brzo primen-
ljive
u svetu prokušane
pod najtežim uslovima



MEDI — SPRAVE ZA ZASTITU DISANJA

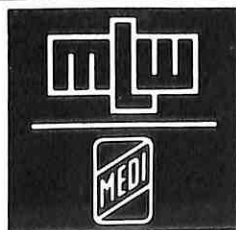
za rudarstvo, industriju i vatrogasce
regeneracioni aparati
pneumatske sprave
sprave za oživljavanje

filtarske sprave za zaštitu disanja
maske za lice
filteri

za industriju i poljoprivredu,
oblik i trajanje prema najnovijim
praktičnim iskustvima.

Isporučujemo osim toga:
medicinske sprave, sprave za narkozu, sprave
za disanje, endoskope, glodala za zupčanike.

Zastupstvo u SFRJ:
Balkanija
Ul. Gračanička 14
Beograd



IZVOZNIK:

VEB MEDIZINTECHNIK LEIPZIG

Zuständiges Außenhandelsunternehmen:
Deutsche Export- und Importgesellschaft



m. b. H. -

DDR 102 Berlin - Schicklerstraße 7
Nemačka Demokratska Republika

OD 1961
VIŠE OD
600
SKEGA

**OBLOGA ZA GUMENE
MLINOVE ISPORUČENO
JE ZA SVE DELOVE
SVETA. ZAHTEVAJTE
REFERENCE 13 02 62**



Na Lajpciškom sajmu Freigelände B VI

SKEGA S-930 40 Ersmark Skellefteå • ŠVEDSKA
Tel. 0910/231 50 Telex 6887

U Saveznoj Republici Nemačkoj i Austriji jedino prodaje
FERDINAND MOHR HARTSTAHLVERTRIEB
35 KASSEL - HA., POSTFACH 8
Fernruf: (0561) 63071/72 • Fernschreiber: 0992249 fmohrd

RUDARSKI INSTITUT izdaje dva tromesečna časopisa:

RUDARSKI GLASNIK
SIGURNOST U RUDNICIMA

OD POSEBNIH IZDANJA U PRODAJI SU:

Dr ing. S. Janković:

- »LEŽIŠTA METALIČNIH MINERALNIH SIROVINA« (sv. I)
- »METALOGENETSKE EPOHE I RUDONOSNA PODRUČJA JUGOSLAVIJE« (sv. II)

Dr ing. S. Simonović:

- »BULDOZERI, SKREPERI I POSTROJENJA ZA DUBINSKO BUŠENJE NA POVRŠINSKIM OTKOPIMA«
- »BAGERI, ODLAGAČI I TRANSPORTNI MOSTOVI NA POVRŠINSKIM OTKOPIMA«
- »TRAČNI TRANSPORTERI NA POVRŠINSKIM OTKOPIMA«

Dr ing. M. Manojlović-Gifing:

- »TEORETSKE OSNOVE FLOTIRANJA«

G. Han:

- »AUTOMATIZACIJA PROCESA OPLEMENJIVANJA« (prevod sa ruskog)

USKORO IZLAZI IZ ŠTAMPE:

PETOJEZIČNI RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

**SVA OBAVEŠTENJA MOŽETE DOBITI U RUDARSKOM INSTITUTU,
ZEMUN, BATAJNIČKI PUT BR. 2**



teve-varnost

TOVARNA EKSPLOZIJSKO VARNIH ELEKTRONAPRAV ZAGORJE ob Savi

ZAGORJE ob Savi

PROIZVODNI PROGRAM:

I. Elektrooprema za upotrebu u zapaljivoj i eksplozivnoj atmosferi (hemijska industrija, rudarstvo)

- fluorescentne svetiljke
- elektromotori
- motorske zaštitne sklopke
- tipkala
- ventilatori
- paketne sklopke
- telefoni
- razvodne baterije
- bušaće garniture

II. Elektromagneti

- elektromagneti za dizanje tereta
- elektromagnetni separatori
- specijalni elektromagneti

III. Specijalne rotacione mašine

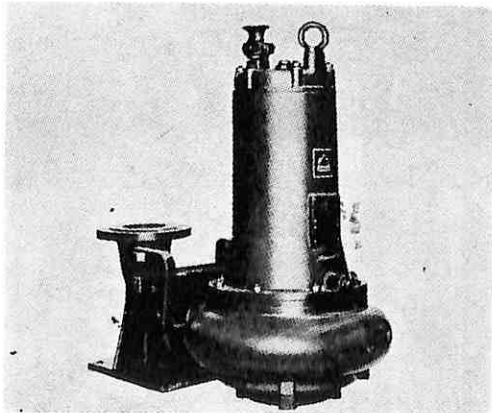
- pretvarači frekvencije
- vibratori
- specijalni elektromotori za kućna dizala i kranove
- hidraulični tlačioci
- elektromagnetne kočnice

BALKANIJA

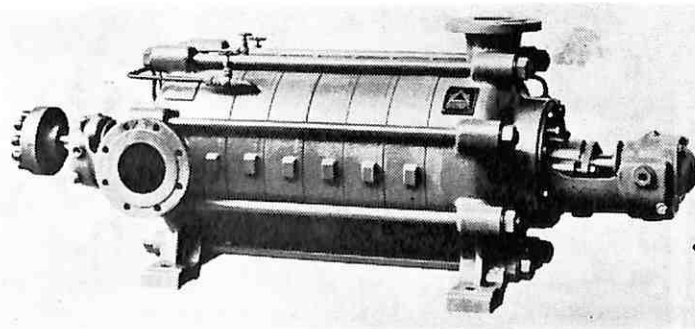
— Generalni zastupnik za SFRJ — firme K S B, Frankenthal, Zapadna Nemačka, jedne od vodećih svetskih firmi u proizvodnji centrifugalnih pumpi i kompresora.

KSB

u svom programu proizvodnje ima i specijalne pumpe za rudnike.



Sl. 1-KRM — Q do 150 m³/h
H do 17 m W.S.

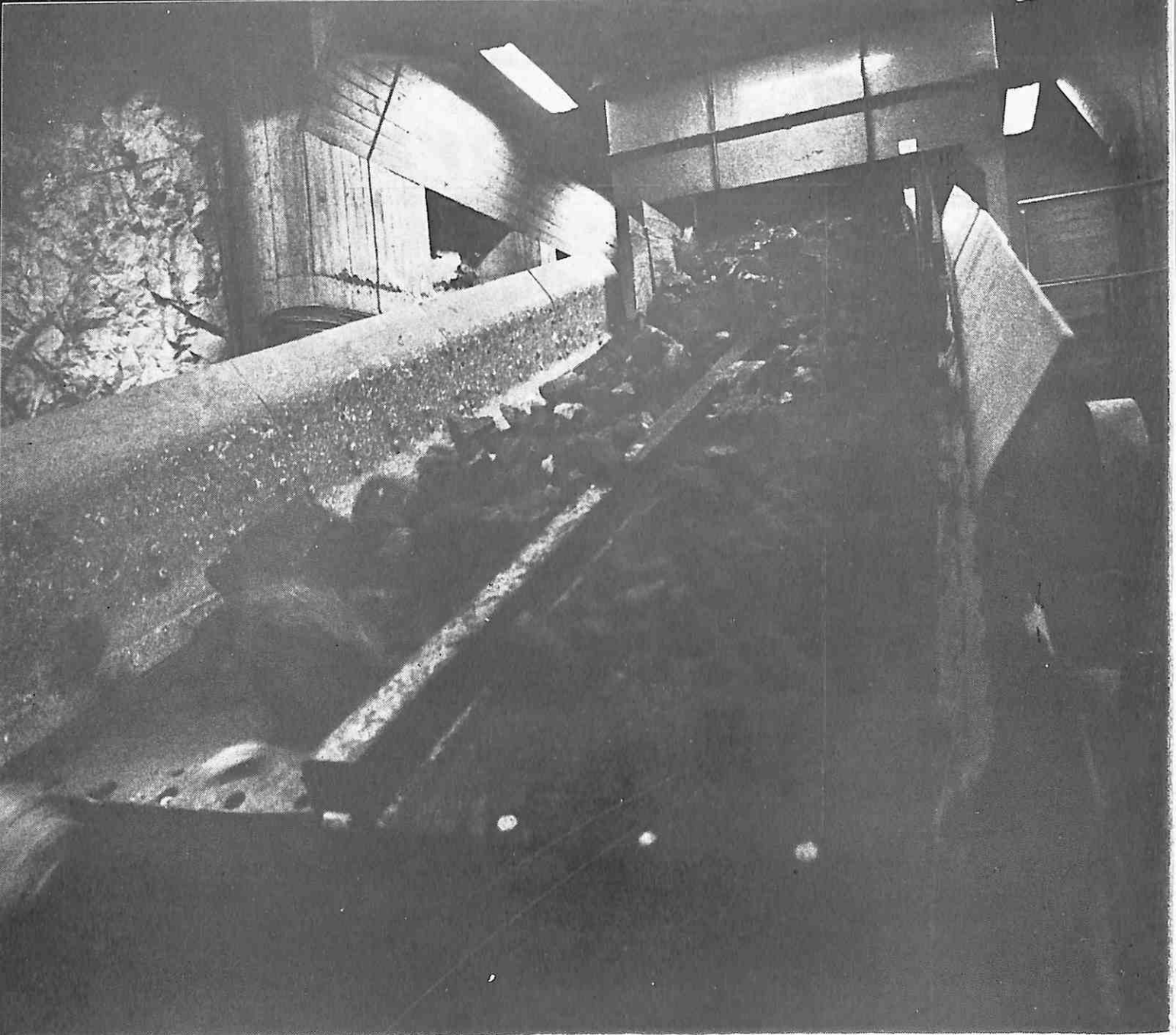


Sl. 2-HAK — Q do 500 m³/h
H do 400 m W.S.

BALKANIJA

— Preduzeće za spoljnu i unutrašnju trgovinu —
Beograd, Gračanička 14.

Predstavništva: — ZAGREB,
— LJUBLJANA,
— SARAJEVO,
— SKOPLJE i
— RIJEKA



Hoće li ovo gumeno platno za sito izdržati 1,000.000 tona

Hoće. Napravljeno je od Duenero® gume. Preko 800.000 tona gvozdene rude je prošlo kroz njega. I svi su izgledi da će izdržati još 200.000 tona.

Duenero platna za sita obično mogu da izdrže 4—7 puta duži period nego konvencionalna čelična sita, a u izvesnim slučajevima i 13—20 puta duže. Ovo znači rede zamenjivanje. A pored toga stičete i sledeće koristi:

Nema zapušavanja. Elastičnost gume i slobodno kačenje sprečavaju zapušavanje, te daju Duenero platnu sita veću efektivnu prosewnu površinu.

Smanjen obim buke. Važan faktor u unapređenju i poboljšanju radnih uslova.

Odgovara svakom situ. Duenero platno za sito može lako da se postavi bez obzira na vrstu sita koje posedujete. Pored toga, ono prosejava sve vrste materijala, mokre ili suve.

Sve ovo ide u prilog znatnim uštedama u obliku nižih pogonskih troškova.

Za potpunija obaveštenja popunite i pošaljite poštom donji kupon.

TRELLEBORG



Pošaljite kupon:

Pošaljite mi brošuru na 24 strane o Duenero gumenim platnima za sita na engleskom, nemačkom, francuskom jeziku.

Ime — naziv _____

Preduzeće _____

Adresa _____

Sa 5t potisne sile protiv nabujalih podova u hodnicima



**Mašina za raskopavanje poda u hodnicima sa utovaračem
SALZGITTER NL/EL 150**

sa hidrauličkom lopatom sa 5 t potisne sile ne zna za teškoće — pa i pod najtežim uslovima. Lopata radi, ako je potrebno, sa vibracijama. Kao bušaći čekić. Skoro 8 t je težak utovarač, a visok samo 1,35 m. Pri tom je vrlo stabilan kad radi. Samo konzola i lopata se kreću pri raskopavanju. Usled toga maksimalno čuvanje kretnog mehanizma. Lopata ima zapreminu 350 l. Ona ima domašaj 3,70 m, a može se oditi 2,50 m. I pri većoj dubini raskopavanja mogu se lako tovariti jamski vagoneti.

Da li imate interesa?

Rado ćemo Vas obavestiti o svemu.



Salzgitter Maschinen AG

3327 Salzgitter-Bad Postfach 1640 Telefon (05341) 3921

Telex 95445 smg d Savezna Republika Nemačka

U Kombinatnu Kosovo se nalazi u fazi završne montaže postrojenje za sušenje uglja II, koje je projektovala i isporučila Oesterreichisch-Alpine Montan-Gesellschaft, kao što je već isporučila i ranije postrojenje I.

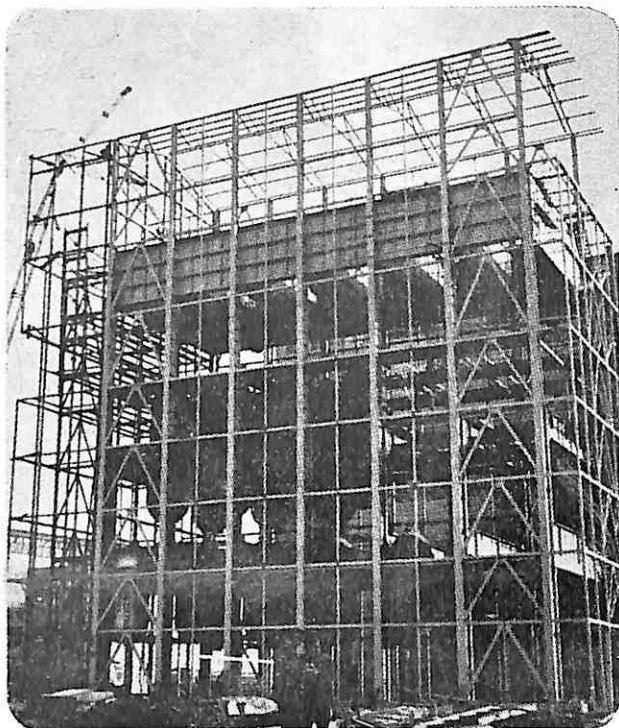
Za rudarstvo isporučuje

ALPINE

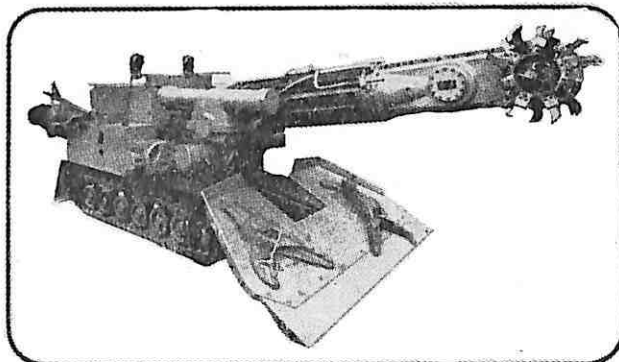


Između ostalog niže navedene uređaje i mašine

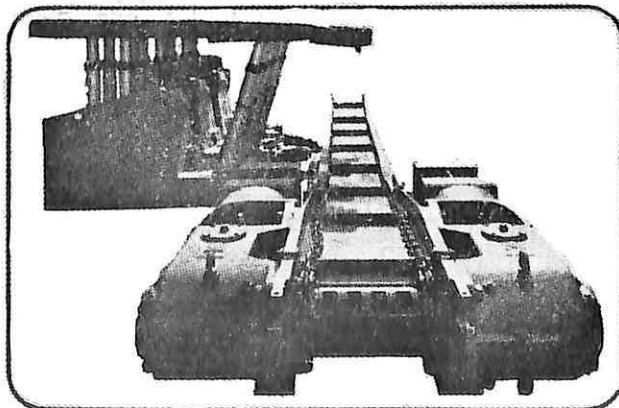
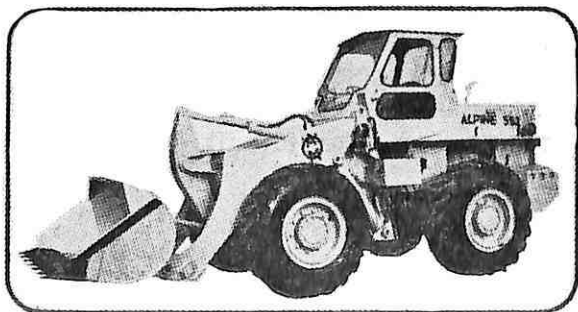
Mašine za izradu hodnika sa postrojenjima za izradu tunela u stenama do 500 kp/cm² pritiska na čvrstoću →



Hydrauličke podgradne okvire sa žvolančanim grabuljarima i svim dodatnim uređajima



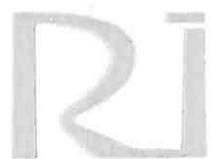
Utovarače na pneumaticima od 1,25 m³ do 2,7 m³ zapremine kašike ↓



Dalje: postrojenja za izvoz oknom, podgradu zahodnike i okna, utovarače na širokim čelima svih vrsta, mehanička sita, mlinove za udarno mletenje, postrojenja za sagorevanje smeća

OESTERREICHISCH-ALPINE MONTANGESELLSCHAFT

A-1011, POSTFACH 91, WIEN I, FRIEDRICHSTRASSE 4 VERKAUF TELEFON (0222) 5776 76
 Telegrammadresse Comalp Wien Fernschreiber Wien 1 18 20 ALPGD A, 1 1 828 ALPGD A



**RUDARSKI INSTITUT
BEOGRAD – ZEMUN**

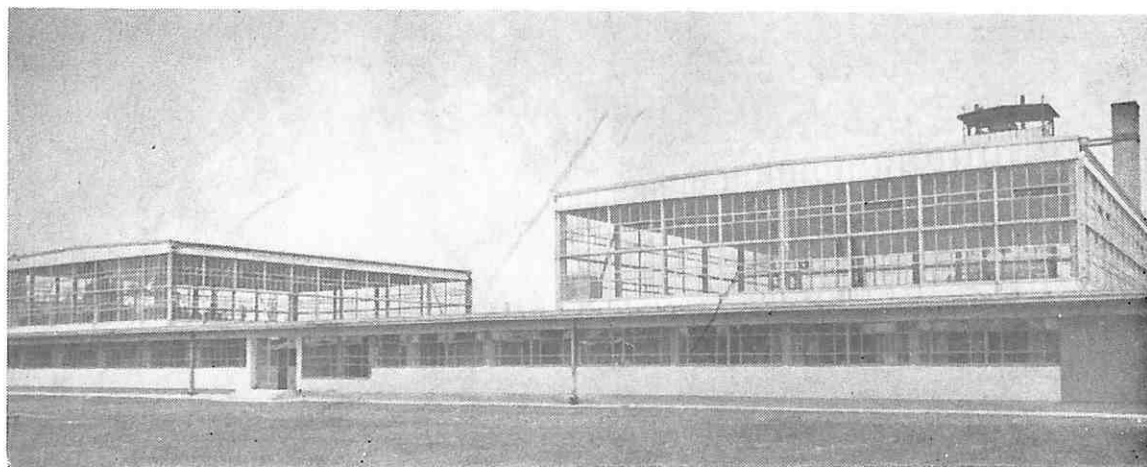
Batajnički put No. 2 – Tel.: 608.541-549

The Institute of Mines organizes complete engineering in the field of mining through its

CONSULTING AND ENGINEERING BOARD IN MINING

Independently, and in co-operation with domestic and foreign executors (performers), the Institute of Mines carries out (performs):

- investigations in its own laboratories and semi-industrial plants;
- elaborations of scientific and economic-technical studies;
- designing of complete projects (open-cast and underground exploitation of metal and non-metal ores and coal, concentration of metal and non-metal ores and coal enrichment, transport, blasting, ventilation and technical safety of labour and facilities, heat-engineering, civil engineering and electro-mechanical objects);
- carrying out of works, supervision, putting into operation (starting), introduction and running in of technological processes, as well as staff training;
- reconstructions, modernizations and automatization of technological processes;
- supervision and conduction of technological processes;
- intercession and selection at equipment supply.



Institute of Mines (detail).

- large number of experts
- high scientific and professional level
- experience acquired by practice (professional work)
- scientific – research results realized in our own laboratories and studies
- utilization of experience of industrially developed countries

guarantee: R A P I D

M O D E R N

(CONTEMPORARY)

R A T I O N A L (ECONOMIC)

technical and technological solutions.

For the organization of complete engineering in the field of mining, refer to:

THE CONSULTING AND ENGINEERING BOARD IN MINING

Beograd – Zemun, Batajnički put No. 2 –
Tel.: 608.541-549

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

