



**2 BROJ
68 GOD**

RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES
BULLETIN DES MINES
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ
BERGBAUZEITSCHRIFT

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



2 BROJ
68 GOD

RUDARSKI GLASNIK

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

GLAVNI UREDNIK

BULJAN prof. ing. VLADIMIR, Rudarski institut, Beograd

CLANOVI 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
ČOLIĆ dipl. ing. DRAGOMIR, Industrijsko-energetski kombinat, Kostolac
DRAŠKIĆ dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
DULAR dipl. ing. SLAVKO, Udruženje jugoslovenskih železara, Beograd
GLUŠČEVIĆ prof. ing. BRANKO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
IVANOVIC dipl. ekon. KOSTA, Odbor za koordinaciju olova i cinka, Beograd
KUN dipl. ing. JANOS, Rudarski institut, Beograd
MAKAR dipl. ing. MILIVOJ, Rudarski institut, Beograd
MALIĆ prof. dr ing. DRAGOMIR, Mašinski fakultet, Beograd
MARKOVIĆ dr ing. STEVAN, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
MARUNIC dipl. ing. ĐURA, Rudarski institut, Beograd
MILUTINOVIC prof. VELIMIR, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
MITROVIĆ dipl. ing. DRAGOLJUB, Rudarski institut, Beograd
MITROVIĆ dipl. ing. MIRA, Rudarski institut, Beograd
NOVAKOVIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd
OBRADOVIĆ dipl. ing. PETAR, Rudarski institut, Beograd
PERIŠIĆ dr ing. MIRKO, direktor Rudarskog instituta, Beograd
PETROVIĆ dipl. geol. VERA, Rudarski institut, Beograd
SIMONOVIC dipl. ing. MOMČILO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
SPASOJEVIĆ dipl. ing. BORISLAV, savetnik, Beograd
STOJANOVIĆ prof. ing. DRAGUTIN, Mašinski fakultet, Beograd
TOMASIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd
VELIČKOVIĆ prof. dr ing. DUŠAN, Mašinski fakultet, Beograd
VESOVIĆ dipl. ing. MILAN, Mašinski fakultet, Beograd*

SADRŽAJ

INDEX

<i>Eksploracija mineralnih sirovina</i>	
PROF. ING. BRANKO GLUŠČEVIĆ — DIPLOM. ING. MIODRAG LILIĆ	
<i>Eksperimentalno određivanje iskorišćenja i osiromašenja rude na modelima za metodu podetažnog zarušavanja u rudniku olova i cinka Trepča</i>	— — —
<i>Experimental Determination of Recovery and Dilution of Ore using Models for the Sublevel caving Method at Trepča Lead and Zink Mine</i>	— — —
PROF. DR ING. RUDI AHČAN	
<i>Uticaj montan-geoloških uslova na razvoj podgrađivanja u rudnicima uglja u SFRJ</i>	17
<i>The Influence of Mining and Geological Conditions on the Development of Colliery timbering in SFRJ</i>	— — — — —
DIPLOM. ING. JANOŠ KUN — DIPLOM. ING. HRANISLAV ATANASKOVIC	
<i>Pomeranje transportnih traka na površinskim otkopima i dosadašnja iskustva u pomeranju na odlagalištu površinskog otkopa »Belačevac« — Kosovo</i>	28
<i>Belt Conveyor shifting at Open-Pit Mines and Experience gained in Conveyor shifting at the Spoil Disposal of Open Pit »Belačevac« in Kosovo</i>	— —
<i>Priprema mineralnih sirovina</i>	
DIPLOM. ING. MIRA MITROVIĆ	
<i>Osobine otpadne vode koja nastaje u procesu sušenja mlađih ugljeva po postupku »Fleissner«</i>	42
<i>Eigenschaften der im Trocknungsvorprozess der jüngeren Braunkohlen nach dem Fleissnerverfahren entstehenden Abwasser</i>	— — — — —
DIPLOM. ING. MATO GAZAREK	
<i>Gumene obloge u bubenjastim mlinovima i iskustva u borskoj flotaciji</i>	52
<i>Gummipanzerung für Kugel-, Pebble- und Stabrohrmühlen und entsprechende Erfahrungen aus Bor</i>	— — — — —
<i>Ekonomika</i>	
DIPLOM. ING. SLOBODAN IVOŠEVIĆ	
<i>Problematika transporta i cena železnih ruda</i>	61
<i>Iz istorije rudarstva</i>	
DR VASILIJ SIMIĆ	
<i>Još nekoliko biografskih podataka o rudarima Srbije (I deo)</i>	— — — — —

Iz prakse

Dipl. Ing. JURIJ IVANETIĆ

<i>Dalje unapredjenje tehnike masovnog miniranja na površinskim otkopima i kamenołomima u Jugoslaviji</i>	— — — — —	76
<i>Nova oprema i nova tehnička dostignuća</i>	— — — — —	80
<i>Kongresi i savetovanja</i>	— — — — —	81
<i>Prikazi iz literature</i>	— — — — —	83
<i>Bibliografija</i>	— — — — —	85

Eksperimentalno određivanje iskorišćenja i osiromašenja rude na modelima za metodu podetažnog zarušavanja u rudniku olova i cinka Trepča

(sa 13 slika)

Prof. ing. Branko Gluščević — dipl. ing. Miodrag Lilić

U rudniku olova i cinka Trepča primenjuje se metoda krovnog otkopavanja u horizontalnim etažama sa suvim zasipom (cut and fill). I pored većeg učešća mehanizacije na utovaru rude i zasipavanju, intenzitet otkopavanja je dosta nizak, prvenstveno radi dekoncentracije radova.

Kod sadašnje metode otkopavanja u sigurnosnim stubovima i zasipu gubi se oko 10—12% rude. Radi masovnog miniranja rude i mešanja zasipa sa rudom kod mehanizovanog utovara rude skreperima i autoloderima, dolazi do osiromašenja, koje u proseku iznosi oko 10%.

U cilju povećanja godišnje proizvodnje izvršiće se izmene u sistemu otkopavanja. Postoji namera da se neka odvojena rudna tela, čija moćnost iznosi u proseku oko 15—20 m a pad oko 40—45°, otkopavaju metodom podetažnog zarušavanja (sublevel caving), a umesto suvog zasipavanja, primeniće se hidraulično zasipavanje flotacionom jalovinom, jer će se nova flotacija izgraditi u blizini rudnika.

Uvođenjem ovih izmena u sistem otkopavanja, postići će se veća koncentracija radova i veći intenzitet, što će omogućiti povećanje proizvodnje.

Kod uvođenja podetažne metode sa zarušavanjem, jedan od osnovnih problema predstavljajuće gubici rude, koji ne bi smeli biti veći od 10—12%, jer ruda u proseku sadrži oko 10% Pb + Zn. Osiromašenje isto tako mora biti u dozvoljenim granicama, da se ne bi radi većeg udela jalovine u rudi povećavali troškovi transporta i flotiranja rude.

Ako bi se osiromašenje povećalo za daljih 10—12%, ukupni troškovi otkopavanja i flotiranja rude po novoj metodi biće još uvek znatno niži od ukupnih troškova otkopavanja i flotiranja rude po staroj metodi.

Trepčanska ruda pored Pb i Zn sadrži veće količine pirita i pirotina, koji u izdrobljenom stanju i u dužem dodiru sa vazduhom i vlagom podležu oksidaciji. Radi toga na grebenima između podetaža ne bi smela da ostane ruda, koja bi u procesu flotiranja stvarala poteškoće i prouzrokovala manja iskorišćenja u metalu, a pored toga, usled oksidacije, dolazilo bi do zagrevanja rude i do povećanja temperature, što bi otežavalo rad u procesu otkopavanja.

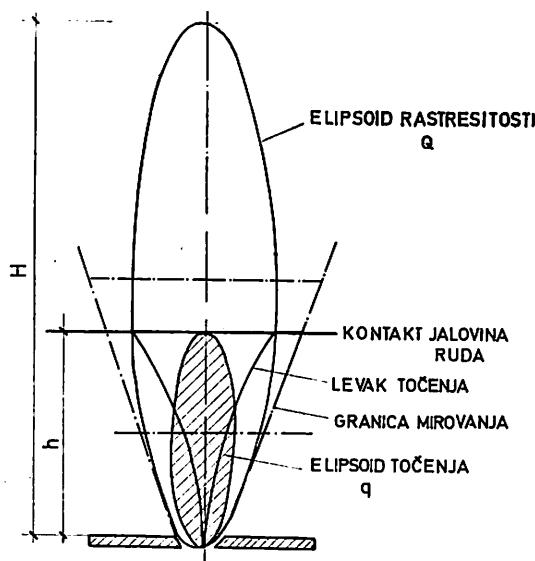
Osnovni zadatak eksperimentalnog rada bio bi: odrediti odgovarajuće parametre za metodu podetažnog zarušavanja za navedena rudna tela trepčanskog ležišta, pri kojima se kod primarnog izvlačenja rude iz podetažnog hodnika postiže optimalno iskorišćenje i minimalno osiromašenje rude.

Osnova razmatranja o kretanju izdrobljene rude i jalovine iznad jednog otvora

Prilikom propuštanja izdrobljene rude nekog bloka, ili rude iz nekog bunkera, kroz otvor (sipku) koji se nalazi u donjem delu bloka odnosno bunkera, nad otvorom će se formirati zapremine koje će imati formu rotacionih elipsoida. Elipsoid koji dopire do kontakta rude i jalovine nazivamo elipsoid

točenja ili elipsoid kretanja. Ruda u izdrobljenom stanju, koja ima sipeća svojstva, kreće se u pravcu otvora raznim putanjama (paraboličnim) i raznim brzinama.

Veće brzine imaju čestice rude raspoređene bliže osi otvora, a čestice rude na površini elipsoida točenja dostižu ispuštni otvor istovremeno. Čestice rude, u kretanju prema otvoru, kreću se parabolično pod uglom od 70° do 90° .



Sl. 1 — Formiranje rotacionih elipsoida izdrobljene rude iznad nekog bloka.

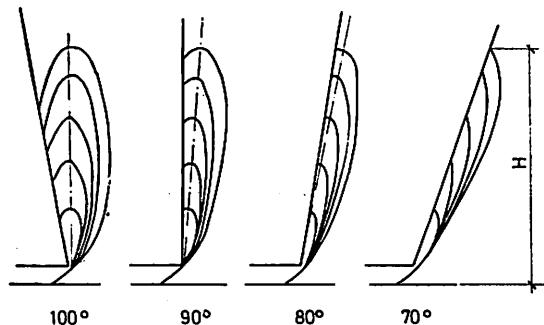
Fig. 1 — The ellipsoid of motion and its limit ellipsoid formed in caved ore above a block.

Pri točenju rude ne dolazi u pokret cela masa, nego samo određeni deo koji dolazi u uticajnu zonu otvora. Ta rastresita masa koja se pokreće prema otvoru isto tako ima formu rotacionog elipsoida i zove se elipsoid rastresitosti. Prema laboratorijskim opitima (7 i 2) njegova zapremina je 11 do 15 puta veća od zapremine elipsoida točenja, a visina 2,3—2,5 puta veća od visine elipsoida točenja.

$$Q = 11 - 15 \text{ q} ; H = 2,3 - 2,5 \text{ h}$$

Ruda van zone rastresitosti pri ispuštanju se ne kreće, već miruje. Krajnja granica zone mirovanja dobija formu rotacionog paraboloida, tj. elipsoid rastresitosti prelazi u formu paraboloida sa neizmernim parametrima. Na slici 1 prikazani su elipsoidi i ostale označke.

Pri ispuštanju rude horizontalni kontakt između rude i jalovine počinje da se pomera i obrazuje formu simetričnog levka u odnosu na osu otvora. Najveći prečnik ovog levka, koji se naziva levak točenja, nalazi se u presku kontakta rude i jalovine sa elipsoidom rastresitosti, kako je to pokazano na sl. 1. Kad se u procesu ispuštanja rude na otvoru pojavi jalovina, znači da je ona iz gornjeg kontakta sa rudom došla do otvora i time se završava izvlačenje čiste rude i počinje mešanje rude sa jalovinom, tj. počinje osiromaćenje rude.



Sl. 2 — Formiranje figura ispuštanja odnosno točenja rude iznad podetažnih hodnika u ravni čela hodnika.
Fig. 2 — The drawing patterns of caved ore forming above the sublevel drifts in the plain of drift face.

Iste zakonomernosti kretanja izdrobljene rude i jalovine javljaju se i kod metode podetažnog zarušavanja. Umesto propuštanja izdrobljene rude iz otvora (sipke) u donjem delu bloka odnosno bunkera, ovde postoji jedan pregradni zid, koji može imati ugao nagiba veći ili manji od 90° , a otvor (hodnik) se nalazi sa strane u tome zidu.

Pri ispuštanju rude iz toga otvora, odnosno pri utovaru, nad otvorom će se, posmatrano u ravni otvora (čela hodnika), formirati figura ispuštanja—točenja, koja ima eliptični oblik, kako to pokazuje sl. 2. Mala osa eliptičnih figura smanjuje se smanjivanjem nagibnog ugla kosog zida; isto tako, kod sitnije granulacije materijala, mala osa je manja nego kod krupnijeg materijala.

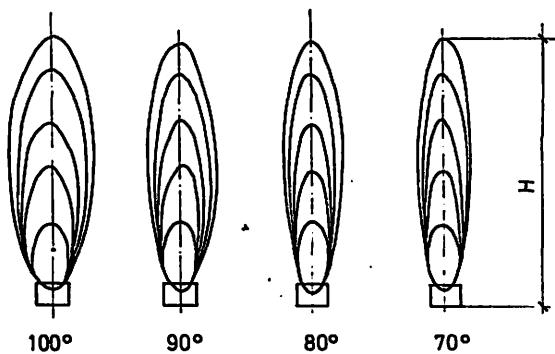
U ravni paralelni sa osovinom hodnika, tj. poprečno na otvor, figure ispuštanja imaju oblik odsečene elipse, čiji se oblik menja u zavisnosti od kosine zida. Smanjivanjem nagibnog zida, veća osovinu figure ispuštanja sve se više otklanja od vertikalnog položaja, a dubina figure naglo opada (vidi sl. 3). Pre-

ma tome, oblik figure ispuštanja menja se od rotacionog elipsoida, pri nagibnom ugлу kosog zida od 110° , do odsečenog troosnog elipsoida pri opadanju nagibnog ugla, i smanjivanjem ovoga ugla figura ispuštanja se približava po obliku polovini troosnog elipsoida (kod ugla 70°), koji ima izdužen oblik. Povećanjem visine H , povećavaju se proporcionalno širina i dubina, tj. moćnost figure ispuštanja. Smanjivanjem ugla kosog zida (kosine miniranja), smanjuju se širina i dubina figure ispuštanja (A b r a m o v, V. F., F a i b i š e n k o, D. I.).

Po istom principu, kako je to ranije rečeno, izvlačenjem rude odnosno utovarom, kontakt između rude i jalovine počinje da se pomera i da prodire prema otvoru u obliku levka (vidi sl. 4a). Kada se na otvoru (hodniku) pojavi jalovina, znači da prestaje utovar čiste rude, na otvor postepeno pridolazi sve više jalovine a sve manje rude. Levak se sve više širi i kad jalovina prekrije celu širinu hodnika (vidi sl. 4b), još uvek ostaje iznad otvora, između levka i elipsoida rastresi-

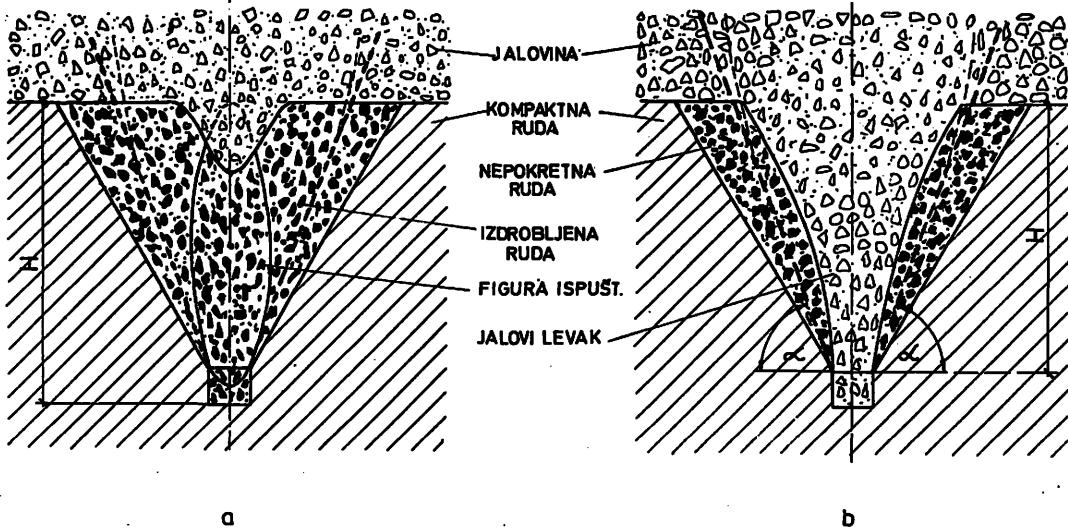
ne pokreće, i kad bi bočni nagib otvora bio blaži, ruda se ne bi pokretala ka otvoru.

Ugao mirovanja zavisi od granulometrijskog sastava rude i jalovine, međusobnog trenja čestica, nagibnog ugla kosog zida i dr.



Sl. 3 — Formiranje figura ispuštanja odnosno točenja rude iznad podetažnih hodnika poprečno na čelo hodnika.

Fig. 3 — The drawing patterns of caved ore forming above the sublevel drifts in the plain being transversal to the drift face.



Sl. 4 — Pomeranje jalovine pri ispuštanju rude i formiranje jalovog levka.
Fig. 4 — The waste displacement caused by drawing of ore and forming waste funnel.

tosti, ruda koja se može istočiti odnosno utovari na otvoru (hodniku), ali sa velikim osiromašenjem.

Ugao α koji obrazuje elipsoid rastresitosti sa horizontalom, može se nazvati uglom mirovanja, jer se masa van elipsoida rastresitosti

Količina čiste rude koju možemo dobiti zavisi od navedenih faktora, moćiosti i visine miniranog pojasa i načina kako se vrši izvlačenje, odnosno utovar rude. Utovar rude mora se vršiti ravnomerno i to prvo sa krajeva hodnika, a zatim iz sredine i tako redom po celoj širini hodnika.

Eksperimentalni rad

Kod eksperimentalnog rada uzet je pravougaoni oblik podetažnih hodnika širine 3,5 m i visine 3 m. Većim profilom postiže se bolji rezultati na izvlačenju rude, može se primeniti krupnija mehanizacija na utovaru i bušenju, i lakša je manipulacija sa mehanizacijom.

Za izvođenje eksperimenata uzet je pirotin umesto rude. Pirotin po svojim fizičkim svojstvima potpuno odgovara trepčanskoj rudi. On je uzet zbog toga što je magnetičan, pa se lako odvaja od jalovine na magnetnom separatoru. Na taj način se kod velikog broja opita koje je potrebno izvršiti, dolazi brzo do rezultata, što bi, inače, kod rada sa nekom prosečnom rudom zahtevalo izradu velikog broja hemijskih analiza i gubitak vremena.

Granulometrijski sastav pirotina koji donekle odgovara prirodnim uslovima rude iznosi:

Krupnoća rude	%
400—600 mm	10
200—400 mm	20
100—200 mm	30
ispod 100 mm	40
Ukupno	100

Prirodni nagib izdrobljenog pirotina iznosi oko 43° .

Za jalovinu uzeti su trepčanski filitski škriljci, koji se javljaju u povlati trepčanskog ležišta. Škriljci su lisnate strukture, tektonski su poremećeni i ispresecani prslinama u raznim pravcima, pa se lako sležu i drobe u veće i manje komade, većih dužina, a manje debeline. Granulometrijski sastav škriljaca, koji će odgovarati prirodnim uslovima, iznosi:

Krupnoća škriljca	%
400—600 mm	20
200—400 mm	30
100—200 mm	20
ispod 100 mm	30
Ukupno	100

Prirodna vлага rude i škriljca iznosi oko 4%. Ruda nema glinastih primesa.

Radi vršenja opita pokretanja izdrobljene rude i jalovine kod metode podetažnog zarušavanja i dobivanja optimalnih iskorišćenja i minimalnih osiromašenja kod izmene raznih veličina, izrađen je model od plastičnog stakla sa okvirom od aluminijskih ugaonika. Model je izrađen u razmeri 1 : 75. U istoj razmeri podešena je i ranije označena granulacija rude i jalovine.

Izrađenim modelom mogu se vršiti opažanja pokreta izdrobljene rude i jalovine u ravni čela hodnika, tj. poprečno na podetažni hodnik. Kosina miniranja, isto tako, izrađena je od plastičnog stakla i tako je podešena da se nagib može menjati od 60° do 100° . Na ovu kosinu nalepljeni su sitni komadići rude—pirotina, da bi se postigla hrapavost i time se približili prirodnim uslovima. Sl. 5 pokazuje nam model u uzdužnom i poprečnom preseku. Bokovi hodnika, koji predstavljaju čvrstu rudu, izrađeni su kao posebni umeci od presovanog i hrapavog kartonskog materijala, a mogu se podešavati za svaki ugao kosine miniranja β .

Radi što većeg izvlačenja rude posle miniranja, ugao krajnjih bušotina α u ravni miniranja, koji bi ujedno predstavljao krajnji ugao pokretanja rude na bokovima hodnika, treba da bude što strmiji, pa su opiti vršeni sa uglavima α od 65° , 70° i 75° , i visinom miniranog pojasa do nalegla jalovine H od 14 m.

Visina H od 14 m odgovara dvojnoj visini podetaža, tj. 2 h. Kako trepčanska rudna tela imaju pad od oko 40 — 45° , to radi blagog pada, visina podetaža ne bi trebalo da bude veća od 6—7 m, odnosno 2 h, 12 ili 14 m.

Tim veličinama i za kosine miniranja od 60° , 70° , 80° , 90° i 100° , ugrađivala se odgovarajuća količina rude za moćnost pojasa miniranja m = 0,75 m, 1,125 m i 1,5 m.

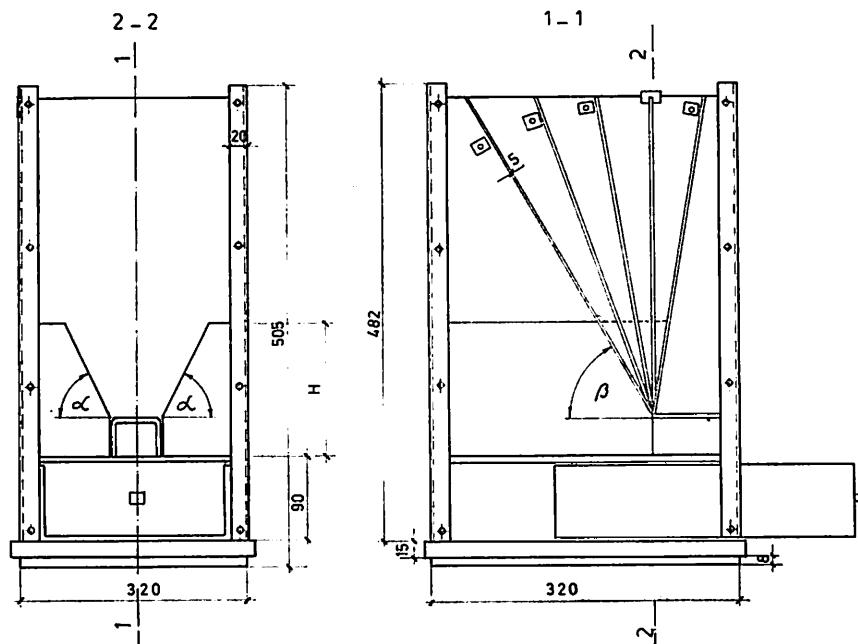
Za navedene moćnosti miniranog pojasa, izdrobljena ruda odgovarajuće granulacije ugrađivana je po figuri miniranja i lagano nabijana, a zatim je sipana jalovina, koja je isto tako nabijana. U podetažni hodnik je po prirodnom padu sipana jalovina, a zatim na jalovinu ruda.

Izvlačenje rude iz podetažnog hodnika vršilo se prvo iz jednog kraja hodnika, zatim iz drugog, a onda iz sredine. Izvlačenje se vršilo u 5—6 etapa i to prva do početka pojave jalovine, a zatim su se nastavile ostale,

dok jalovina nije prekrila celu širinu hodnika. Prilikom svake etape dobivena je izvesna porcija rude i jalovine koja je merena, a zatim je ruda odvajana od jalovine na magnetnom separatoru. Ukupne greške u težini rude i jalovine, pre i posle odvajanja na magnetnom separatoru, bile su neznatne i kretale se

$J', J'', J''' \dots$ = količina izvučene jalovine u određenoj etapi izvlačenja.

Za svaku kosinu i pojas miniranja, pojedini opit je ponavljан три пута, da bi se dobila srednja kriva, koja predstavlja funkcionalnu zavisnost iskorišćenja i osiromašenja



Sl. 5 — Model od plastičnog stakla za eksperimentalni rad u razmeri 1 : 75.
Fig. 5 — The model of plexiglass for experimental work, the scale 1 in 75.

od 0,1 do najviše 0,5% težine. Manjak u težini je proporcionalno raspoređen na radu i jalovinu. Posle odvajanja rude od jalovine izvršeno je izračunavanje iskorišćenja i osiromašenja rude na osnovu jednačina:

$$I = \frac{T\bar{c}' \cdot 100}{T} \dots \text{iskorišćenje rude u \%}$$

$$Os = \frac{T' \bar{c}' \cdot 100}{T'_i} \dots \text{osiromašenje rude u \%}$$

$T\bar{c}', T\bar{c}'', T\bar{c}''' \dots$ = količina čiste izvučene rude u određenoj etapi izvlačenja

T = količina ugrađene čiste rude, odnosno minirane rude u pojasu moćnosti, m

$T'_i, T''_i, T'''_i \dots$ = količina zajedno izvučene rude i jalovine u određenoj etapi izvlačenja

rude za razne kosine i razne moćnosti miniranog pojasa, pri konstantnoj visini $H = 14$ m i određenoj granulaciji rude i jalovine.

Na osnovu dobivenih krivih, a uzimajući da granično osiromašenje rude neće biti veće od 20%, optimalna iskorišćenja dobivaju se kod uglova kosina miniranja od 80° i 90° i moćnosti miniranog pojasa od 0,75 i 1,125 m. Za moćnost miniranog pojasa od 1,5 m, optimalna iskorišćenja dobijaju se kod kosine miniranja od 90° i 100° , ali su iskorišćenja niža nego kod moćnosti miniranog pojasa od 0,75 i 1,125 m. Ovo nam ukazuje da je za veću moćnost miniranog pojasa potrebna veća visina H . Razumljivo je da su iskorišćenja veća kod većih uglova krajnjih bušotina, ali se, sa druge strane, pri strmijim uglovima α , smanjuje odstojanje među podetažnim hodnicima.

Prema ovim prethodnim rezultatima i opažanjima, a radi dobivanja optimalnih iskorišćenja i minimalnih osiromašenja rude, opiti

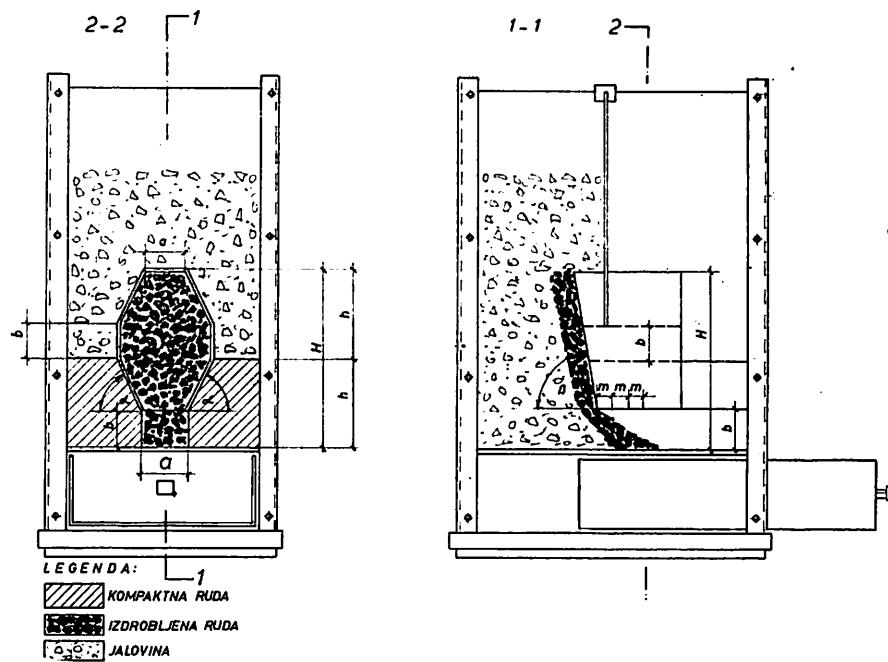
su nastavljeni sa novo konstruisanim figura miniranja. Ove figure miniranja mogu se kao posebni umeci ugrađivati u ranije izrađeni model. Oni su izrađeni od plastičnog stakla u 4 razne veličine i to: za ugao $\alpha = 65^\circ$ i $h = 6$ m, $\alpha = 65^\circ$ i $h = 7$ m, $\alpha = 70^\circ$ i $h = 6$ m i $\alpha = 70^\circ$ i $h = 7$ m. Svakim ovim umetkom mogu se raditi opiti sa 3 kosine miniranja sa uglom β od 80° , 90° i 100° i različitim moćnostima miniranja. U konkretnom slučaju opiti će se vršiti uz moćnost miniranja od 0,75 i 1,125 m. Zbog lošijih rezultata u ranijim opitima za kosine miniranja od 60° i 70° nisu izrađeni umeci. Isto tako, opiti nisu rađeni ni uz moćnost miniranog pojasa od 1,5 m i za visine podetaža od 6 i 7 m, jer su za male visine u ranijim opitima dobivena niska iskorišćenja. Takođe ni ugao α od 75° nije

U tablici 1 daje se za uglove α od 65° i 70° odgovarajuće površine P figura miniranja u cm^2 , kod visina podetaža h od 6 i 7 m, kao i odgovarajuće količine ugrađene rude u gramima za moćnosti miniranog pojasa od 0,75 i 1,125 m, što u razmeri modela iznosi 1 i 1,5 cm.

Tablica 1

α	65°		70°		
	$P \text{ cm}^2$	$h = 6 \text{ m}$	$h = 7 \text{ m}$	$h = 6 \text{ m}$	$h = 7 \text{ m}$
0,75	391	525	363	480	
1,125	587	787	545	720	

Postupak ugrađivanja rude i jalovine u model, zatim izvlačenje rude u više etapa,



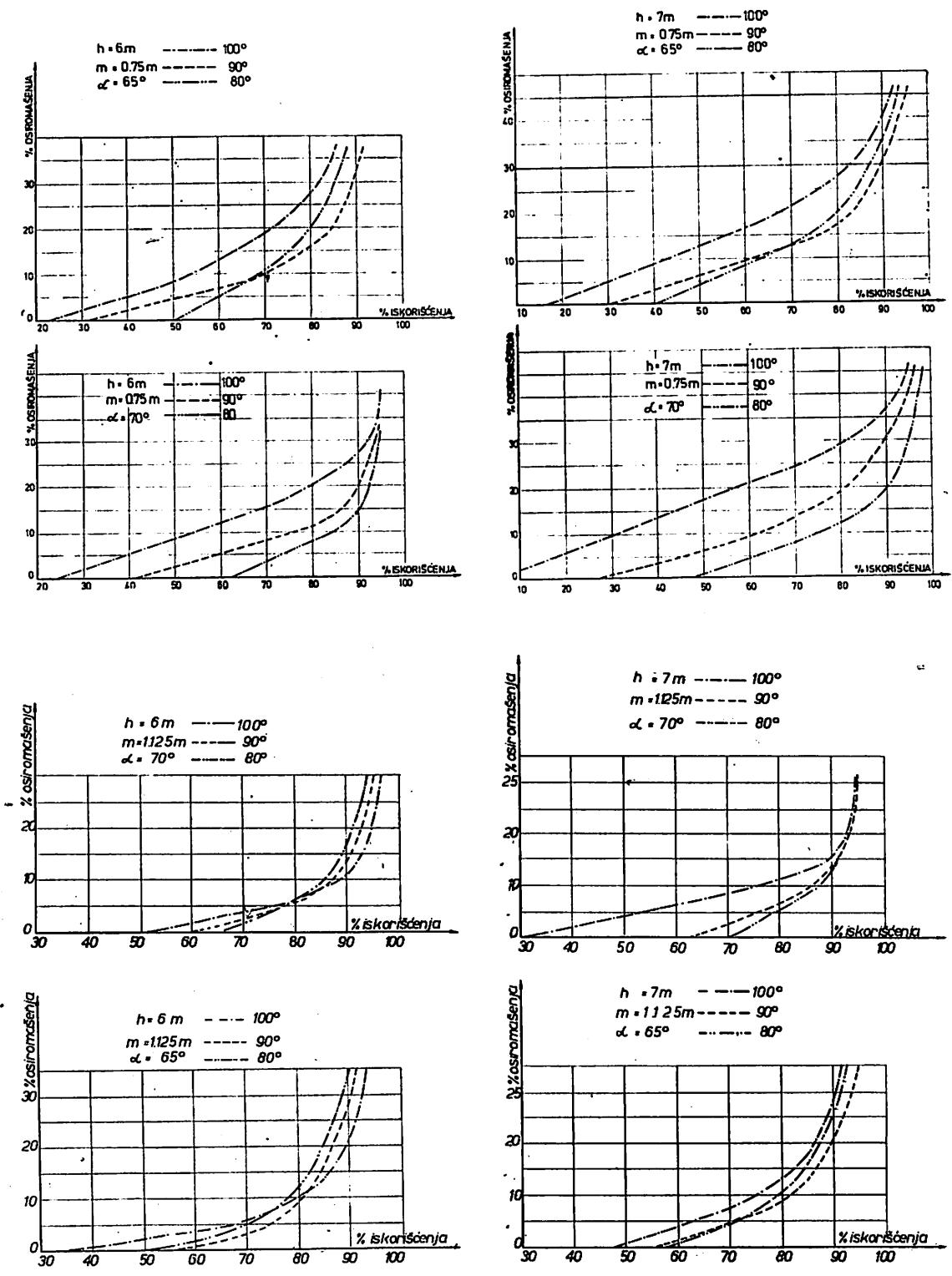
Sl. 6 — Model od plastičnog stakla sa umetnutom figurom minirane rude.
Fig. 6 — The model of plexiglass with inserted pattern of blasted ore.

uzet u obzir, jer je i suviše strm za malu visinu podetaža.

Na kosine miniranja nalepljeni su fini komadići pirotina kao i za ranije opite, da bi se postigla hraptavost i da bi se više približili prirodnim uslovima. Sl. 6 pokazuje nam u poprečnom i uzdužnom preseku model sa umetnutom figurom miniranja. Eksperimenti su rađeni sa istim granulometrijskim sastavom rude i jalovine i sa istom prirodnom vlagom.

odvajanje rude od jalovine na magnetnom separatoru, merenje itd. rađeno je na isti način kao i u prethodnim opitima. Svaki opit ponavljan je po tri puta radi dobivanja većeg broja tačaka i pravilnije i tačnije konstrukcije krivih funkcionalne zavisnosti iskorišćenja i osiromašenja rude.

Na osnovu velikog broja opita, konstruisano je 8 dijagrama sa po tri krive iskorišćenja rude u funkciji osiromašenja za uglove



Sl. 7-10 — Kriye iskorisćenja rude u funkciji osiramanja kod poprečnog razvrstavanja podetažnih hodnika.
Fig 7-10 — Ore recovery curves as a function of ore dilution at the transversally arranged sublevel drifts.

β od 80° , 90° i 100° i za parametre iskazane u tablici 1. Dijagrami su prikazani na slika- ma 7, 8, 9 i 10. U tablicama 2 i 3 daju se pro- centualna iskorišćenja rude kod osiromašenja od 10, 15 i 20% i za uglove od 65° i 70° .

$\alpha = 65^\circ$

Tablica 2

$\frac{h}{m}$	6 m		7 m		Osiro- maše- nje %
	0,75	1,125	0,75	1,125	
80°	68,00	78,3	64,0	79,1	10
	75,0	82,0	73,4	83,6	15
	79,6	84,5	80,0	87,0	20
90°	69,1	80,5	60,8	82,0	10
	78,3	83,8	76,0	87,0	15
	83,8	86,6	83,4	89,5	20
100°	54,5	79,0	42,3	75,2	10
	63,0	85,5	55,6	82,5	15
	71,6	89,0	67,8	86,3	20

$\alpha = 70^\circ$

Tablica 3

$\frac{h}{m}$	6 m		7 m		Osiro- maše- nje %
	0,75	1,125	0,75	1,125	
80°	83,2	85,7	74,5	87,0	10
	89,8	88,6	84,7	91,3	15
	92,2	90,7	90,4	93,0	20
90°	70,3	87,0	60,8	86,4	10
	86,0	90,5	72,0	91,3	15
	89,7	92,5	80,6	93,0	20
100°	52,0	89,1	29,5	78,0	10
	66,8	93,2	43,0	89,5	15
	79,0	94,7	57,0	93,0	20

Iz dijagrama vidimo, da kod približno 10% osiromašenja krive više manje imaju ravnomerne uspone, od 10 do 15% nešto strmiji, a od 15% odnosno 20% osiromašenja, krive imaju nagli uspon, tj. osiromašenje naglo raste, a iskorišćenje rude se vrlo sporo povećava. Prema tome, granično osiromašenje trebalo bi da bude između 15 i 20%, pri čemu se postižu optimalna iskorišćenja rude za ranije navedene parametre.

Kod ravni miniranja sa uglom β preko 90° , jalovina počinje da se mnogo ranije pojavljuje u hodniku prilikom izvlačenja rude nego kod blažih uglova. Isti je slučaj i kod

manje moćnosti miniranog pojasa m i veće visine h , što se vidi iz dijagrama.

Ako uporedimo tablice 2 i 3, vidimo da su iskorišćenja rude mnogo veća kod ugla α od 70° nego kod ugla od 65° , što je i razumljivo, a isto tako iskorišćenja rude su veća kod moćnosti miniranog pojasa m od 1,125 m, a losija kod moćnosti m od 0,75 m.

Budući da rudna tela koja u Trepči name- ravaju otkopavati po metodi podetažnog zarušavanja, kao što je već rečeno, imaju pad oko 40° i moćnost od 15—20 m, potrebno je kod izvođenja radova pridržavati se sledećih parametara kod kojih će se postići optimalna iskorišćenja i minimalna osiromašenja:

- visina podetaža $h = 6$ m
- moćnost miniranog pojasa $m = 1,1$ do 1,2 m
- ugao ravni miniranja (bušenja) $\beta = 90^\circ$ do 100°
- ugao krajnjih bušotina $\alpha = 70^\circ$
- dimenzije hodnika: širina 3—3,5 m, vi- sina 2,8—3 m.

Iako mehanizacija, koja treba da se primeni ne zahteva već navedene dimenzije podetažnih hodnika, poželjno je da širina hodnika bude nešto veća. U tom slučaju figura izvlačenja rude je šira, a jalovi levak tupastiji, i spušta se po celoj širini ravnomerne. Pod pretpostavkom da se izvlačenje rude pravilno izvodi, tj. većim intenzitetom sa krajeva hodnika, a manjim intenzitetom po sredini hodnika, iskorišćenje će biti veće, a osiromašenje manje.

Kod konačnog obračuna iskorišćenja i osiromašenja rude, moramo uzeti u obzir i rudu koja će se dobiti kod izrade dela podetažnog hodnika kroz rudu. Isto tako moramo uzeti u obzir i gubitak rude uz podinski bok, označen na sl. 11 kao »g«, kao i jalovinu iz podinskog boka koju moramo bušiti i minirati zajedno sa rudom. Na sl. 11 predstavljeno je rudno telo sa padnim uglom 40° i širine po horizontali od 20 m, a isprekidanim linijom — rudno telo širine 15 m.

Iz slike se vidi, da radi izvlačenja rude iz podinskog boka, podetažni i izvozni hodnici moraju ići dublje u podinu. Faktor pripreme će radi toga biti veći i u zavisnosti od moćnosti rudnog tela, i kod ranije navedenih parametara kretat će se u granicama od 10—15 mm na tonu rude.

Radi obračuna ukupnog osiromašenja rude, moramo prethodno odrediti količinu ja-

lovine u osiromašenoj rudi za ranije navedene parametre.

$$\text{Iskorišćenje rude } I = \frac{T_c}{T}, \text{ odakle je}$$

$$T_c = I \times T$$

$$\text{Osiromašenje rude } O_s = \frac{J}{T_1}, \text{ odakle je}$$

$$T_1 = \frac{J}{O_s}$$

$$\text{Količina osiromašene rude } T_1 = T_c + J$$

T = rudne rezerve u bloku iznad podetažnog hodnika

T_c = količina čiste rude u osiromašenoj rudi

T_1 = količina osiromašene rude

J = količina jalovine u osiromašenoj rudi.

Iz navedenih jednačina možemo izračunati količinu jalovine u osiromašenoj rudi:

$$J = \frac{O_s \cdot T_c}{1 - O_s}$$

Kod miniranja prva dva pojasa podinske jalovine, označene na slici 11 kao »j«, dobar deo te jalovine utovariće se sa rudom. Ostala količina podinske jalovine, u naredna tri odseka, može se dobrom delom posle miniranja utovariti i prevesti do sipke za jalovinu. Posle miniranja, prvo će se u hodniku pojavit podinska jalovina, zatim će posle izvesnog vremena pri utovaru pridolaziti ruda, koja će u obliku levka prodirati ka otvoru hodnika. Kad se pojavi ruda i počne prekrivati podinsku jalovinu, ovu mešavinu treba tretirati kao osiromašenu rudu. Najzad će početi da prodire ka otvoru hodnika i krovinska jalovina i utovar mešavine prekinuće se kad pri utovaru ovlada jalovina.

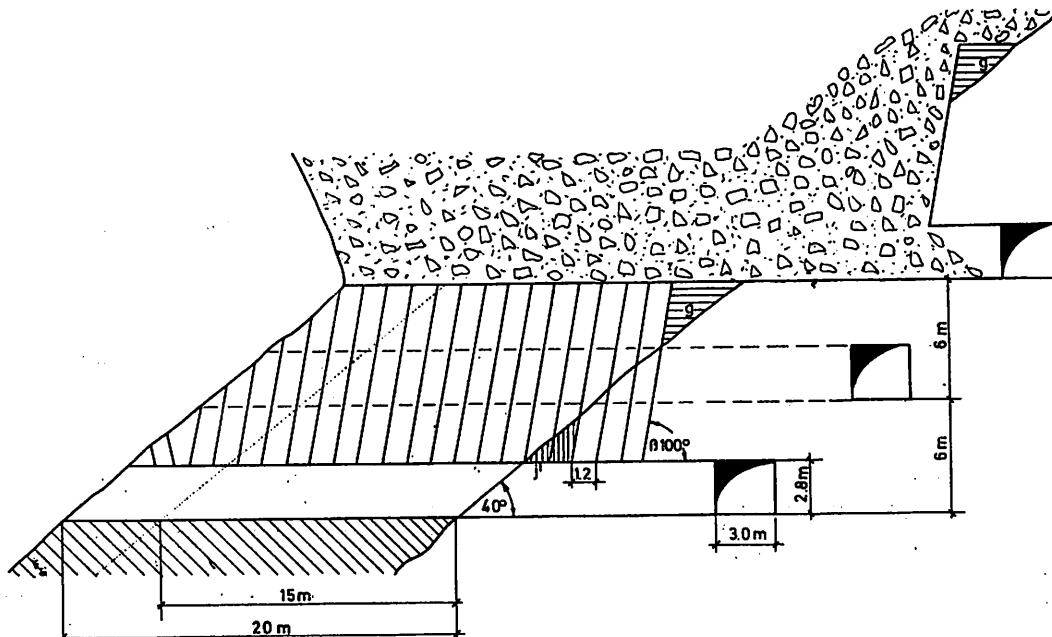
U cilju određivanja podinske jalovine koja se može posebno tovariti i odbacivati, izrađen je veći broj opita za označena tri pojasa na slici 11. Optima je utvrđeno da se iz tri naznačena pojasa može utovariti i odbaciti oko 38% jalovine, a sa rudom i oko 62% jalovine.

Kod močnosti rudnog tela od 20 m obračunski je dobiveno ukupno iskorišćenje rude:

$$I_u = 92,4\%$$

$$\text{Ukupno osiromašenje } O_{su} = 15,7\%$$

Kod močnosti rudnog tela od 15 m ukupno iskorišćenje rude iznosi:



Sli. 11 — Šematski prikaz podetažne metode zarušavanja sa poprečnim razvrstavanjem podetažnih hodnika kod nagibnog ugla ležišta od 40° i močnosti 20 odnosno 15 m.

Fig. 11 — The scheme of sublevel caving method with transversally arranged sublevel drifts at an ore body dip of 40° and a thickness of 02, respectively 15 meters.

$$I_u = 91,7\%$$

Ukupno osiromašenje Osu = 16,6%

Rudna tela sa moćnošću oko 15 m mogu se otkopavati i po pravcu pružanja rudišta.

Za taj način podetažnog zarušavanja, a u cilju određivanja optimalnog iskorišćenja i minimalnog osiromašenja rude, napravljeni su modeli figura miniranja, za moćnost rudnog tela od 15 m i za pad od 40° . Opiti su vršeni sa parametrima, sa kojima su u ranijim opitima postignuti zadovoljavajući rezultati, tj: visina podetaže $h = 6$ m; ugao $\alpha = 70^\circ$; ugao $\beta = 70^\circ, 80^\circ, 90^\circ$ i 100° , a moćnost miniranog pojasa $m = 1,25$ m.

$$T = (P - g) \cdot m \cdot \gamma =$$

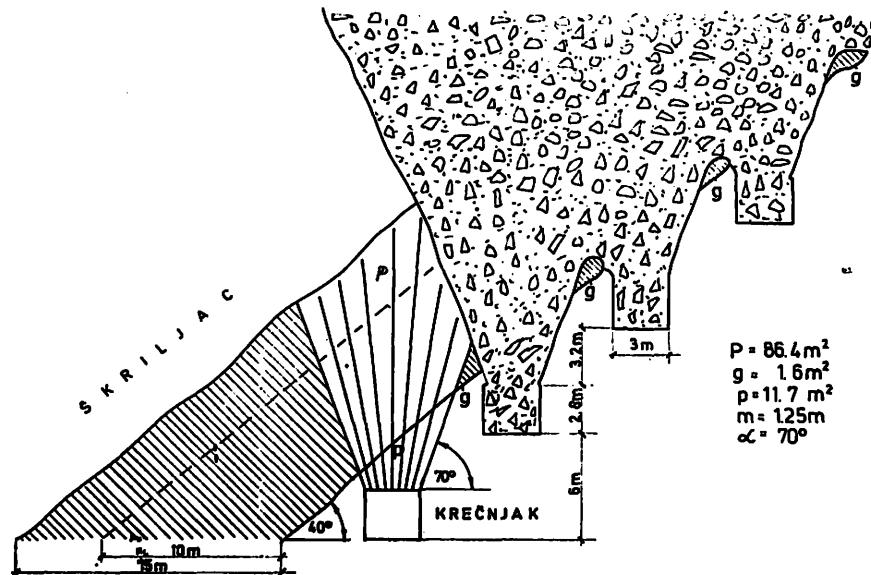
$$= (86,4 - 1,6) \cdot 1,25 \cdot 3,7 = 392 \text{ t}$$

Ukupne rudne rezerve jednog rudnog podjasa, uključujući i gubitak rude »g« koji se ne može otkopavati, iznose:

$$T_u = 400 \text{ t}$$

Kod smernog razvrstavanja podetažnih hodnika, faktori pripreme su znatno manji nego kod poprečnog razvrstavanja podetažnih hodnika.

Opiti na izvlačenju izdrobljene rude iz podetažnog hodnika vršeni su po istom principu kao i ranije. Svaki opit ponavljan je po tri



Sl. 12 — Šematski prikaz podetažne metode zarušavanja kod smernog razvrstavanja podetažnih hodnika pri moćnosti rudnog tela od 15 odnosno 10 m.
Fig. 12 — The scheme of sublevel caving method with striking arranged sublevel drifts and with a ore body thickness of 15, respectively 10 meters.

Slika 12 pokazuje šematski metodu podetažnog zarušavanja sa podetažnim hodnicima razvrstanim po pravcu pružanja ležišta, kao i ucrtanom figurom miniranja.

Površina miniranja rude označena je na slici kao »P«, a površina krečnjaka sa »p«.

Smerni hodnik nalazi se u podini i treba da bude dovoljno udaljen od rudnog tela da bi gubitak rude »g« bio što manji.

Kod moćnosti rudnog tela od 15 m i moćnosti miniranog pojasa od 1,25 m rudne rezerve tog pojasa biće:

puta da bi se dobilo više tačaka radi pravilnije konstrukcije krivih funkcionalne zavisnosti iskorišćenja i osiromašenja rude.

Posle miniranja jednog pojasa u smernom hodniku će se najpre pojaviti krečnjak iz podine, koji delimično možemo posebno utovariti i prevesti do sipke za jalovinu.

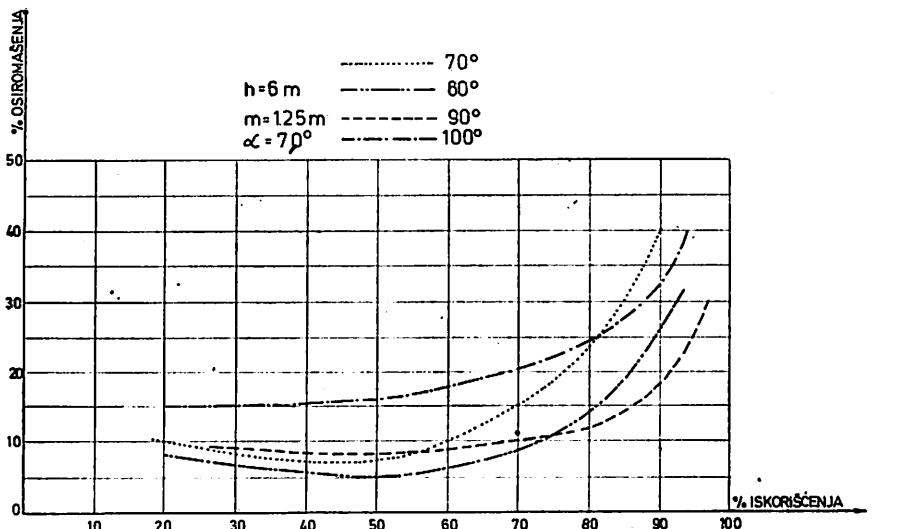
Posle utovara krečnjaka, u hodniku će početi da se javlja ruda, koja će sve više pridolaziti. Izvesno vreme biće vrlo malo jalovine u rudi, a zatim će početi da se javlja škriljac, pa će osiromašenje sve više rasti. Dijagrami na slici 13 najbolje ilustruju zavisnost isko-

rišenja i osiromašenja rude za razne nagibne uglove kosine miniranja.

Optimalno iskorišćenje i minimalno osiromašenje postiže se pri nagibnom uglu kosine miniranja od 90° , kao što se vidi iz dijagrama krive. U tablici 4 prikazane su brojčane vrednosti iskorišćenja rude za razne nagibne uglove kosine miniranja i za osiromašenja od 10, 15 i 20%.

Kod istih parametara, tj. $h = 6 \text{ m}$, $\alpha = 70^\circ$, $\beta = 90^\circ$, povećane moćnosti miniranog pojasa $m = 1,5 \text{ m}$ i osiromašenja rude od 20%, iskorišćenje rude biće 90,8%, a ukupno iskorišćenje $I_u = 89,2\%$, što znači da za navedene parametre, moćnost miniranog pojasa može da bude u granicama od 1,25 do 1,5 m.

Iz svega ovoga vidimo da se pri smernom razvrstavanju podetažnih hodnika dobivaju



Sl. 13 — Krive iskorišćenja u funkciji osiromašenja kod smernog razvrstavanja podetažnih hodnika.

Fig. 13 — Ore recovery curves as a function of ore dilution with striking arranged sub-level drifts.

$h = 6 \text{ m}$, $m = 1,25 \text{ m}$, $\alpha = 70^\circ$

Tablica 4

O_s	10%	15%	20%
70°	60,0	69,8	76,3
80°	72,7	81,1	85,8
90°	70,0	86,7	91,4
100°	—	20,2	68,3

Ako uzmemos da maksimalno osiromašenje iznosi 20%, iskorišćenje rude će biti 91,4%, pri čemu će količina čiste rude biti:

$$T_c = I \cdot T = 0,914 \cdot 392 = 358 \text{ t}$$

Ukupno iskorišćenje rudnih rezervi jednog miniranog pojasa, uključujući i gubitak rude »g« biće:

$$I_u = \frac{T_c \cdot 100}{T_u} = \frac{358 \cdot 100}{400} = 89,5\%$$

niža iskorišćenja i veća osiromašenja rude, ali i znatno manji obim pripremних radova. Kod užih ležišta ispod 15 m, ukupno iskorišćenje rude će pri istim parametrima biti niže, a osiromašenje veće.

Uzimajući u obzir da će se u toku otkopavanja vlaga nešto povećati, te da će trenje rude o čone i bočne zidove rude biti veće nego pri laboratorijskim opitima, moramo računati na izvesno smanjenje iskorišćenja i povećanje osiromašenja rude u odnosu na do sada iskazane rezultate.

Na osnovu eksperimentalnih rezultata, možemo, ipak, računati da će se kod označenih parametara iskorišćenja kretati u proseku od 88—90%, a osiromašenja od 16—18%.

U toku industrijske primene metode, biće potrebno izvršiti izvesne korekcije pojedinih parametara.

SUMMARY

Experimental Determination of Recovery and Dilution of Ore using Models for the Sublevel Caving Method at Trepča Lead and Zink Mine

B. Gluščević, min. eng. — M. Lilić, min. eng.*)

The article represents the laboratory experimental work on models for sublevel caving method which will be applied for mining some ore bodies of Trepča lead and zink mine.

This ore bodies have a thickness of about 20 m and an inclination of about 40—45°.

The blasted ore oxidize and therefor the task of experimental work on models were to determine corresponding parameters by which will be obtained optimum recovery and minimum dilution of ore by primary extraction from the extractions drifts and to avoid remnant of blasted ore.

Literatura

- Abramov, V. F., Fađišenko, D. I., 1966: Zakonomernosti dviženija rudy v očistnom prostranstve pri torcovom vypuske. — »Gornij žurnal« No. 6.
- Harr, V., 1965: Future Mining Techniques for Malmberget. — »Mining Magazin«, vol. 113, No. 6, pp. 424—437.
- Janelid, J., Kvapil, R., 1966: Sublevel Caving. — Int. J. Rock Mech. Min. Sci. vol. 3, pp. 129—153.
- Janelid, I., Kvapil, R., 1967: Abbau von Erzlagerstätten mit Teilsohlenbruchbau in Schweden. — V. Internationaler Bergbaukongress.
- Krivenkov, N. A., 1965: K voprosu o figure vypuska rudy pri torcovoj sheme. — »Novaja tehnologija i sistemy podzemnoj razrabotki rudnyh mestoroždenij«, izd. AN, Moskva.
- Kvapil, R., 1965: Gravity Flow of Granular Materials in Hoppers and Bins. — Int. J. Rock Mech. Min. Sci. vol. 2, pp. 25—41, vol. 2, pp. 277—304.
- Kulikov, V. V., 1965: Sovmestnaja i povtornaja razrabotka rudnyh mestoroždenij. — »Nedra«, Moskva.

*) Dipl. ing. Branko Gluščević, profesor Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.
Dipl. ing. Miodrag Lilić, predavač Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

Uticaj montan-geoloških uslova na razvoj podgrađivanja u rudnicima uglja u SFRJ

(sa 4 slike)

Prof. dr ing. Rudi Ahčan

Uvod

Podgrađivanje ima dva osnovna zadatka: da drži otvorene jamske prostorije i čuva ljude u jami od ozleda. Prvi zadatak tj. držanje otvorenih jamskih prostorija se ispoljava u savlađivanju jamskog i otkopnog pritiska, tako da podgrada drži ravnotežu u stenskom masivu koji je poremećen zbog izvršenih rudarskih radova. Ovo se naročito ispoljava u stenama u kojima se javljaju povećane manifestacije otkopnih pritisaka, čiji je stenski masiv drobljiv, ili ima osobine plastičnih nasлага. Zbog toga je kod ocene adekvatnosti pojedinih načina podgrađivanja najvažniji uslov poznavanje glavnih parametara radne sredine ležišta u kojem se izvode rudarski radovi.

Sadašnji nivo podgrađivanja kod nas je veoma teško oceniti, pošto, uglavnom, u svakom rudniku postoje različiti montan-geološki uslovi, tako da je za samo jedan rudnik nemoguće dati uniformnu sliku podgrađivanja. Prema tome, standardizacija podgrađivanja predstavlja, u datim uslovima, velike teškoće. Problem postaje još komplikovaniji ukoliko se uzme u obzir jedan bazen ili čak jedna zemlja. Uslovi radne sredine na rudnicima uglja u SFRJ su tako raznoliki, da je precizna klasifikacija rudnika, s obzirom na podgrađivanje, nemoguća. Moguća je samo približna ocena uslova eksploatacije, pomoći koje se mogu okvirno odrediti glavni uticajni faktori i uslovi radne sredine kojima se određuje način podgrađivanja.

Na osnovu tako određenih uslova radne sredine može se izvršiti grupisanje rudnika uglja sa sličnim uslovima eksploatacije i, pre-

ma tome, odrediti klasifikacija podgrađivanja u pojedinim uslovima.

Osnovni zadatak, koji se postavlja na podgrađivanje, jeste da se rudarski građevinski radovi, izvršeni u ugljenom sloju ili u stenskom masivu, održavaju stalno uz maksimalnu moguću sigurnost radnika zaposlenih u jami i na najekonomičniji način.

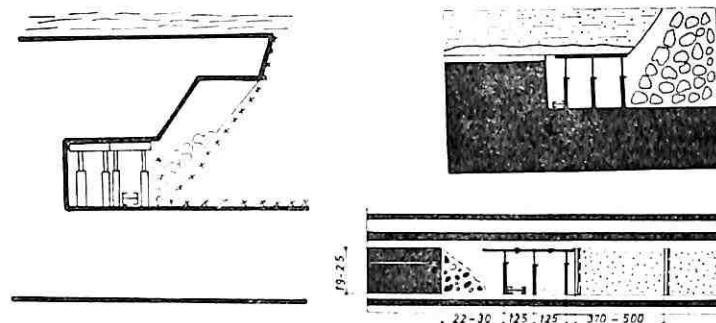
Problemi koji se javljaju kod podgrađivanja

U prošlim godinama, naročito u zadnjih 15 godina, postignut je u svetu veliki napredak u sistemu i načinu podgrađivanja. U tom cilju je izvršen, u okviru nove »nauke o izučavanju jamskog pritiska«, niz ispitivanja i merenja jamskog odnosno otkopnog pritiska. Merenja opterećenja na elemente podgrade, koja prouzrokuju jamski pritisak su vanredno teško izvodljiva, a rezultati, ukoliko ne bazuju na obimnijim ispitivanjima, ne daju dovoljno tačne podatke. Na osnovu takvih podataka mogu se samo približno oceniti prilike, koje vladaju u području u kojem se izvršilo merenje manifestacije jamskog i otkopnog pritiska u manjem obimu.

Merenjem manifestacija pritiska u području rudarskih radova u većem obimu, dobija se dovoljno podataka za relativno sigurno utvrđivanje praktično upotrebljive vrednosti opterećenja na podgradu u jamskim saobraćajnicama i otkopima. Poznavanje tih vrednosti omogućuje preduzimanje tehničkih mera za unapređenje načina podgrađivanja ili služi za određivanje smernica za dalji razvoj podgrađivanja. Dalje, poznavanje promena u manifestacijama pritisaka, koje se jav-

Ijaju u određenom ugljenom sloju ili u stenskom masivu prilikom izvođenja rudarskih radova tj. izrade saobraćajnica ili otkopavanja, služi za kontrolu adekvatnosti primenjenog načina podgradivanja u dатoj radnoj sredini, a time omogućuju iznalaženje optimalnih rešenja.

- uticaj odabranog sistema eksploracije*) (slika 1);
- uticaj mogućih opterećenja na podgradu i konvergenciju otkopa;
- uticaj rudarsko-geoloških uslova ležišta na izbor profila saobraćajnice;



Sl. 1 — Sistemi eksploracije koji se normalno primenjuju na rudnicima uglja u SFRJ
a — otkopne metode sa obrušavanjem; b — otkopne metode sa zarušavanjem; c — otkopne metode sa zaspavanjem.

Fig. 1 — Exploitation systems normally used at collieries in SFRJ
a — caving mining methods; b — gob caving mining methods; c — back-filling mining methods.

Problem povećanja ekonomičnosti je, naročito na našim rudnicima uglja, iz dana u dan sve teži, a u budućnosti treba očekivati, zbog velike konkurentnosti drugih »plemenitijih« i uz to jeftinijih vidova energije, još veće zahteve za sniženje cene uglja.

- uticaj otkopavanja na već izradene saobraćajnice.

Zadatak podgradivanja je u svim jamskim prostorijama isti. Izvršenje ovog zadatka traži za saobraćajnice, odnosno za otkop, različite načine ili sredstva za podgradivanje za čiji pravilan izbor treba razjasniti već navedene faktore.

Uticaj osnovnih faktora radne sredine na izbor odgovarajuće podgrade u uslovima rudnika uglja u SFRJ

Ocena uticaja slojnih prilika ležišta na izbor otkopne metode

U cilju što potpunijeg sagledavanja svih problema, koje treba rešiti kod iznalaženja optimalnog načina podgradivanja jamskih prostorija određenog rudnika, potrebno je detaljno upoznati osnovne faktore, koji kod podgradivanja saobraćajnica ili otkopa igraju odlučujuću ulogu i to:

Da bi se dala ocena stanja radne sredine u našim rudnicima uglja sa aspekta podgradivanja, treba proučiti, prvo, količine proizvodnje, dobivene jamskim putem i to prema padu sloja, moćnosti sloja i primjenjenim otkopnim metodama, kako je to prikazano u tablici 1.

- uticaj slojnih prilika ležišta na izbor otkopne metode;
- uticaj fizičko-mehaničkih osobina ugljenog sloja i pratećih stena, u kojima je rudarski objekat izgrađen;

*) Pod sistemom eksploracije podrazumeva se način otkopavanja sa zarušavanjem, zaspavanjem ili obrušavanjem.

Tablica 1

Proizvodnja uglja s obzirom na pad, moćnost sloja i otkopnu metodu (u 000 t**)

Pokazatelj	L i g n i t proizvodnja	%	Mrki i kameni ugalj proizvodnja	%
Ukupna proizvodnja	11.876	100	9.050	100
Pri padu sloja				
0—25°	11.138	93,8	5.801	64,0
25—45°	505	4,3	1.352	15,4
45—90°	233	1,9	1.877	20,6
Pri moćnosti sloja				
do 3,0 m	1.574	9,8	3.922	43,0
iznad 3,0 m	10.302	90,2	5.100	57,0
Širokočelne otk. metode	6.740	56,6	5.352	59,2
— sa zasipavanjem	—	—	1.313	14,6
— sa rušenjem u 1 etaži	458	3,9	1.153	12,6
— sa rušenjem u 2—3 etaže	—	—	1.525	16,9
— ostale varijante	—	—	1.238	13,7
širokočelne otk. metode	—	—	125	1,4
— velenjska otk. metoda	6.282	52,7	—	—
Uskočelne otk. metode	5.136	43,4	3.676	41,8
— komorna otk. metoda				
sa zarušavanjem	3.680*	31,1	856*	9,8
— »room and pillar«	458*	3,9	540	5,9
— stubne otkopne metode	—	—	1.206	13,3
— ostale otkopne metode	998	8,4	1.074	12,8

* — otkopne metode sa obrušavanjem

** — podaci o proizvodnji se odnose na 1965. godinu (najviša proizvodnja).

Tablica 1 pokazuje, da se 75,5% od ukupne jamske proizvodnje u SFRJ dobija iz debelih slojeva, to jest iz slojeva čija moćnost je veća od 3,0 m, a 85,5% uglja iz slojeva sa padom manjim od 25°. Kod otkopnih metoda koje se sada primenjuju preovlađuje širokočelna otkopna metoda (oko 60% čitave proizvodnje otpada na ovu otkopnu metodu). Pomoću otkopnih metoda koje baziraju na principu obrušavanja (široko i usko-čelne otkopne metode) dobija se oko 50% čitave jamske proizvodnje.

Ovo kratko obrazloženje pokazuje, da se sada glavni deo proizvodnje uglja dobija iz debelih i blagonagnutih slojeva i to, uglavnom, širokočelnom otkopnom metodom sa zarušavanjem odnosno obrušavanjem. Dalji razvoj otkopavanja će sigurno produžiti sadašnje stanje tj. otkopavanje debelih slojeva. I u budućnosti će se proizvodnja uglja jamskim putem dobivati skoro isključivo iz debelih slojeva i to, uglavnom, širokočelnom otkopnom metodom sa obrušavanjem uglja, a u manjoj

meri u slojevima sa manjom moćnošću sa zarušavanjem.

Na osnovu toga može se tvrditi, da će se zbog postizanja potrebne ekonomičnosti u budućim godinama u rudnicima uglja u SFRJ primenjivati u većoj meri otkopne metode, koje baziraju na principu obrušavanja, a u manjoj meri otkopne metode sa zarušavanjem. Ovakav razvoj načina otkopavanja treba očekivati zbog niske kalorične vrednosti naših ugljeva. Prema tome, navedeni uslovi slojnih prilika u našim rudnicima određuju razvoj načina podgrađivanja za eksploraciju debelih slojeva sa primenom širokočelnih otkopnih metoda sa obrušavanjem i zarušavanjem.

Ocena uticaja fizičko-mehaničkih osobina uglja i pratećih stena na podgradivanje

Određivanje osnovnih parametara radne sredine, koji služe za izbor odgovarajućeg načina podgrađivanja u ovoj radnoj sredini je

veoma složen problem. Kod njegovog rešavanja treba uzeti u obzir rezultate kompleksnih ispitivanja fizičkih i mehaničkih osobina uglja i pratećih stena, kao i rezultate ispitivanja opterećenja tla u pojedinim rudarskim gradnjama. U toku zadnjih 5 godina izvršena su u Rudarskom institutu — Beograd veoma obimna ispitivanja fizičko-mehaničkih osobina uglja i pratećih stena za većinu rudnika uglja u SFRJ. Ova ispitivanja mogu veoma korisno poslužiti za usmeravanje razvoja ot-kopnih metoda na rudnicima uglja u SFRJ, a time i kod razvoja podgrađivanja.

Kod ocene načina podgrađivanja koji odgovara radnoj sredini, pored ostalih fizičko-mehaničkih osobina, veoma velik uticaj ima čvrstoća na pritisak. Da bi se omogućilo upoređivanje naših rudnika uglja prikazuju se u tablici 2 vrednosti čvrstoće na pritisak (normalno na slojeve) za ugalj, neposrednu krovinu i podinu. Pomoću upoređivanja navedenih vrednosti može se izvršiti ocena rudnika uglja u SFRJ.

Klasifikacija rudnika, s obzirom na vrednosti fizičko-mehaničkih osobina uglja i pra-

tećih stena sa aspekta podgrađivanja izvršena je na taj način, što su pojedini rudnici podeđeni u grupe, a svaka grupa po potrebi na više podgrupe. Grupe pojedinih rudnika su određene tako, da istu grupu sačinjavaju rudnici, kod kojih su fizičko-mehaničke osobine uglja i pratećih stena (naročito čvrstoća na pritisak) u određenim korelacijama. Klasifikacija je izvršena na osnovu sledećih kriterijuma:

- u I grupu razvrstani su rudnici, u kojima su vrednosti pojedinih čvrstoća pratećih stena ugljenog sloja — krovine i podine — niže od vrednosti čvrstoće uglja;
- u II grupu razvrstani su rudnici, u kojima su vrednosti čvrstoće neposrednih krovnih naslaga veće od vrednosti čvrstoće uglja, a vrednosti čvrstoće neposredne podine niže od vrednosti čvrstoće uglja;
- u III grupu razvrstani su rudnici, u kojima su vrednosti čvrstoće neposredne krovine i podine znatno veće od vrednosti čvrstoće uglja.

Grupisanje rudnika uglja prema čvrstoći na pritisak

Tablica 2

Grupa rudnika	Vrsta (+) uglja	ČI ugalj	Čvrstoća na pritisak			Grupa
			krovina	podina		
Kostolac, Kolubara	L	14—72 40	cca	20	....	I/1
Kreka, Velenje, Lubnica	L	62—145 105	20—50	.....	....	I/2
Soko, Ivangrad, Kamengrad, Mursko Središće, Kočevje i Kanižarica	ML	190—250 220	95—115	30—100	....	I/3
Trbovlje — Hrastnik, Zagorje	M	49—542 290	150—250	20—150	....	I/4
Aleksinac	M	81—130 100	303—900	40—200	....	II/1
Banovići, Rembas	M	104—339 290	400—850	50—500	....	II/2
SBRMU (Zenica, Kakanj, Breza)	M	150—522 290	329—1270	...674	....	III
IU Raša	K	55—208	1103—1700	1123—2192	....	III

¹⁾ L = lignit, ML = mrko-lignitski ugalj, M = mrki ugalj, K = kameni ugalj.

Na osnovu podataka iz tablice 2 mogla bi se izvršiti klasifikacija rudnika uglja u SFRJ na osnovu fizičko-mehaničkih osobina pratećih stena i uglja i to tako da se za osnovu postave vrednosti dobivene kod ispitivanja fizičko-mehaničkih osobina za ugalj i upoređuju sa vrednostima istih osobina dobivenih kod ispitivanja uzoraka neposredne krovine i podine. Prema tome bi klasifikacija izgledala ovako:

I Grupa

1. *podgrupa*: krovinu i podinu*) predstavljaju plastične stene veoma male čvrstoće, koja je znatno niža od malo čvrstog uglja;
2. *podgrupa*: krovinu i podinu predstavljaju, uglavnom, plastične stene manje čvrstoće, koja je znatno niža od srednje čvrstog uglja;
3. *podgrupa*: krovinu i podinu predstavljaju čvršće i delimično plastične stene čija čvrstoća je niža od čvrstoće uglja;
4. *podgrupa*: krovinu i podinu predstavljaju srednje čvrste stene, koje se lako zarušavaju, a čija čvrstoća je niža od uglja srednje do velike čvrstoće.

II Grupa

krovinu čine čvrste stene, koje su znatno čvršće od srednje čvrstog uglja, dok podinu čine stene, čija čvrstoća je, uglavnom, niža od srednje čvrstog uglja.

III Grupa

krovinu i podinu čine stene, koje su znatno čvršće od ugljenog sloja.

Prema ovoj klasifikaciji mogu se oceniti i uslovi, koje stavljuju fizičko-mehaničke osobine uglja i pratećih stena u određenom rudniku na problem podgrađivanja. Jasno je da će se u uslovima I grupe moći primenjivati kod otkopavanja slojeva veće moćnosti otkopne metode sa obrušavanjem, pa zbog toga

treba primjenjeni način podgrađivanja usmeravati u tom pravcu. Kod izvođenja rudarskih radova u 1. i 2. podgrupi, tj. u lignitnim slojevima, neophodno je sve saobraćajnice locirati u ugljenom sloju, pošto ova sredina omogućuje najbolje uslove za podgrađivanje, a na otkopima je zbog male noseće sposobnosti lignita potrebno računati, ukoliko se ne preduzmu posebne mere, sa znatnom konvergencijom u otkopu.

Kod rudarskih radova na rudnicima, koji se ubrajaju u I grupu i u 3. i 4. podgrupu, tj. u slojevima mrkoglinitskih i mrkih ugljeva može se isto tako računati sa većim manifestacijama otkopnih pritisaka i posebnim mera kod podgrađivanja, naročito kod održavanja saobraćajnica kako u uglju tako i u podini, ukoliko su saobraćajnice locirane u tom području.

Kod izvođenja rudarskih radova u II grupi može se računati sa srazmerno pogodnjim uslovima eksploatacije u pogledu podgrađivanja saobraćajnica kao i otkopa, ali ne postoji mogućnost primene otkopnih metoda sa obrušavanjem bez prethodnih mera za »omešanje« čvrstih krovnih naslaga.

Kod izvođenja radova u III grupi može se računati sa veoma pogodnim uslovima za podgrađivanje i sa mogućnošću primene otkopnih metoda, koje baziraju na principima zarušavanja. Kod povećane moćnosti sloja i kod krovnih naslaga sa visokom čvrstoćom i visokim modulom elastičnosti, treba primenjivati otkopne metode sa zasipavanjem.

Uticaj odabranog sistema eksploatacije

Pod sistemom otkopavanja podrazumeva se otkopna metoda pomoću koje se određeno ležište otkopava (sl. 1). Pri tome, s obzirom na podgrađivanje, odlučujući ulogu imaju pored već obrazloženih parametara, naročito otkopna visina i brzina dnevnog napredovanja. Posledice primenjene otkopne visine se direktno odražavaju na podgradi kako na otkopu tako i u pristupnim hodnicima.

Povećanje otkopne visine, naročito kod otkopnih metoda sa primenom obrušavanja, ima za posledicu povećanje praznog prostora nastalog zbog otkopavanja, a s tim u vezi i povećanje masa materijala, koji se zarušava u otkopne prostorije. Paralelno s tim povećavaju se i manifestacije otkopnog pritiska, koje se pojavljuju na podgradi u samom otkopu,

*) Pod »krovinom« odnosno »podinom« podrazumevaju se neposredna krovina i podina.

u ugljenom stubu ispred otkopa, kao i u pristupnim saobraćajnicama. Na stanje podgrade na otkopu utiče povećanje otkopne visine i povećanje brzine dnevnog napredovanja otkopa.

Povećana brzina napredovanja čela ima za posledicu smanjenje raslojavanja i pucanja neposredne krovine ili kod otkopnih metoda sa obrušavanjem ploče uglja, koja u ovom slučaju čini neposrednu krovinu otkopa. Krovna ploča se kod povećanja brzine dnevnog napredovanja otkopa deformiše u manjoj meri, čime se smanjuje opasnost od zarušavanja na samom čelu. Povećanom brzinom napredovanja se zona uticaja naprezanja u krovini ili u ugljenoj ploči, koja predstavlja kod otkopnih metoda sa obrušavanjem neposrednu krovinu čela, prenosi dalje u ugljeni stub. Time se naprezanja u području otkopa smanjuju, a uslovi za podgrađivanje kao i stabilnost podgrade povećavaju.

Dalje povećanje brzine napredovanja povećava postojanost krovne ploče, a time i mogućnost sleganja a ne drobljenja ploče, što ima za posledicu da se iz neposredne krovine čela ugalj ne odronjava. Uslovi za stabilnost podgrade se na taj način popravljaju. U suprotnom slučaju, kada se brzina otkopavanja smanjuje, nastupaju iz krova otkopa manja ili veća odronjavanja, a posledica minimalnog napredovanja čela su čak zarušenja. U tom slučaju se, u zavisnosti od brzine napredovanja otkopnog fronta, uslovi podgrađivanja u području otkopavanja u znatnoj meri pogoršavaju, npr: Zenica — Stara jama — povlatni sloj.

Zbog ove činjenice treba u uslovima radne sredine određenog rudnika kod izbora odgovarajuće podgrade računati sa uslovima kod otkopavanja i srednjim dnevним napredovanjem otkopa.

Analiza mogućih opterećenja na podgradu i konvergencije otkopa

Rezultati dosada izvršenih merenja manifestacija otkopnog pritiska na otkopima daju uvid u visinu kretanja i raspodelu opterećenja na samom otkopu i to tokom odvijanja tehnološkog procesa kod sada primenjivanih otkopnih metoda. U cilju lakšeg uvida odnosno upoređenja jačine manifestacija otkopnog pritiska dati su u tablici 3 osnovni podaci o kretanju opterećenja i konvergencije na otkopima nekih od rudnika, na kojima su bila izvršena odgovarajuća ispitivanja.

Na osnovu podataka o merenjima, prikazanih u tablici 3 i sl. 2 može se zaključiti:

- ocenjivana opterećenja na stupce su kod primene otkopnih metoda sa obrušavanjem znatna tj. do cca 60% veća nego kod otkopnih metoda, koje baziraju na principu zarušavanja;
- dubina eksploatacije i dnevni napredak imaju veći uticaj na pojave manifestacija otkopnog pritiska na podgradi;
- uticaj fizičko-mehaničkih osobina uglja i pratećih stena je znatan;
- opterećenja koja se javljaju na podgradi u pojedinim otkopima rudnika

Tablica 3

Rezultati merenja manifestacija otkopnog pritiska na nekim od naših rudnika kod širokočelne otkopne metode

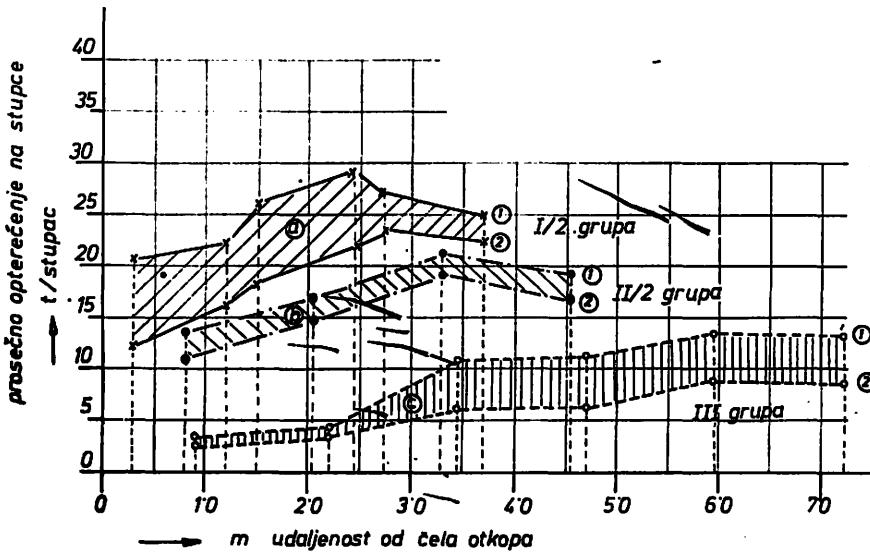
Rudnik	Grupa	Napredak m/dan	Gustina tina k/m ²	Prosečno opterećenje t/stubac proseč. maks.	Prosečna konvergencija mm/stup. mm/č	Dubina otkopav. m		
Kostolac ¹⁾	I/1	0,8	1,5	18,0	30,3	227	3,9	cca 100
Kreka ¹⁾	I/2	0,63	1,0	21,6	33,0	378	3,9	cca 100
Velenje [*])	I/2	1,25	1,66	25,3	46,0	440	5,4	cca 300
Trbovlje ¹⁾	I/4	0,62	0,7	26,3	36,8	50	0,8	cca 300
Banovići	II	0,85	0,87	15,6	28,4	215	2,6	cca 150
Kakanj	III	0,94	1,16	13,3	19,2	162	1,7	cca 100
IU Raša	III	0,90	0,70	13,8	28,2	110	0,7	cca 100

¹⁾ Otkopne metode sa primenom obrušavanja

^{*}) (merenja iz 1966. g.)

su u zavisnosti od osobina krovine i podine (odnosno kod otkopnih metoda sa obrušavanjem od osobina uglja, koji čini neposrednu krovinu i podinu). Na otkopima, gde su prateće stene čvrste, sa višim stepenom elastičnosti, manifestacije otkopnog pritiska na podgradi su minimalne, dok su na otkopima, gde krovinu čine plastične stene, ove manifestacije znatnije;

radne sredine na rudnicima kamenog uglja u inostranstvu, gde su uslovi znatno povoljniji. Zbog toga kod projektovanja novih načina podgrađivanja, naročito kod primene mehanizovane hidraulične podgrade na otkopima u SFRJ, treba računati sa drukčijim uslovima. Detaljnije sagledavanje problema, koji su u vezi sa mehanizacijom podgrađivanja na osnovu ocene uslova radne sredine rudnika uglja u SFRJ, ukazuje na činjenicu, da



Sl. 2 — Manifestacije otkopnog pritiska na podgradu u otkopu kod različitih sistema
otkopavanja

-a — široko čelo sa obrušavanjem (Velenje); b — široko čelo sa zarušavanjem (Banovići); c — široko čelo sa pneumatskim zaspavanjem (Raša); 1 — kriva prosečnih maksimalnih opterećenja; 2 — kriva prosečnih opterećenja na stupce.

Fig. 2 — Face pressure manifestation on the timbers at faces using different mining systems

a — longwall face with caving (Velenje); b — longwall face with gob caving (Banovići); c — longwall face with pneumatic backfilling (Raša); 1 — average maximal load curve; 2 — the curve of average loads on the props.

- konvergencija otkopa (sl. 3) je u uslovima, kada krovinu i podinu čine čvrste stene, minimalna, a raste, ukoliko se otkopavaju slojevi sa mekšim ugljem i više plastičnim pratećim stenama (grupa I), jer se u tom slučaju naročito kod rudnika I grupe, javlja još penetracija stupaca u tlo otkopa;
- u skladu sa fizičko-mehaničkim osobinama varira i noseća sposobnost tla (u zavisnosti od kvaliteta stena), od čega zavisi penetracija podgrade u tlo.

Ovaj kratak pregled rezultata dobivenih merenjima potvrđuje činjenicu, da se uslovi radne sredine u rudnicima lignita i mrkog uglja u SFRJ umnogom razlikuju od uslova

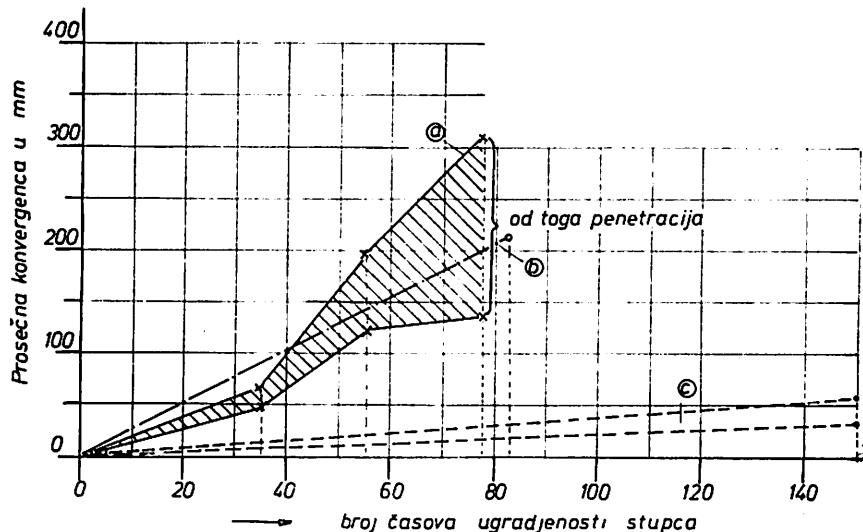
se može računati sa tri osnovna pravca daljeg razvoja podgrađivanja (sl. 4) i to:

- kod primene otkopnih metoda sa obrušavanjem, koje će se primenjivati kod otkopavanja moćnih slojeva uglja, u kojima krovinske naslage imaju malu čvrstoću, treba razviti sisteme mehanizovanog podgrađivanja, koji će omogućiti vertikalnu koncentraciju, tj. rad na dva otkopna fronta na jednom čelu i to na potkopnom delu čela sa normalnim napredovanjem i na natkopnom delu čela sa obrušavanjem;
- u slojevitim ležištima manje moćnosti sa čvrstim stenama u krovini primeњivaće se širokočelne otkopne metode

sa zarušavanjem u jednoj ili dve do tri ploče (sa eventualnom primenom veštačkog patosa). U tim prilikama je potrebno razviti otkopne metode, koje će bazirati na principu horizontalne koncentracije sa primenom mehanizovane samohodne podgrade. Ova otkopna metoda moći će da se primeni i kod kombinovanih otkopnih metoda vertikalne koncentracije sa prethodnim bunkerisanjem uglja;

Uticaj rudarsko-geoloških uslova ležišta na izbor oblika profila za podgrađivanje saobraćajnica

Za izbor odgovarajućeg načina podgrađivanja u saobraćajnicama u otkopnom polju od odlučujućeg značaja je i oblik odabranog profila. Prvobitni način podgrađivanja jamskih saobraćajnica je trapezni oblik, koji se je sa nekoliko izuzetaka još do danas održao na našim rudnicima kao preovlađujući, pošto manifestacije pritisaka u saobraćajnicama



Sl. 3 — Prosečna konvergencija otkopa u zavisnosti od vremena ugradjenosti stupca
a — široko čelo sa obrušavanjem (Velenje); b — široko čelo sa zarušavanjem (Banovići);
c — široko čelo sa pneumatičkim zaspisivanjem (Raša).

Fig. 3 — Average face convergence depending on the time of prop setting
a — longwall face with caving (Velenje); b — longwall face with gob caving (Banovići);
c) longwall face with pneumatic backfilling (Raša).

— u ležištima, koja su poremećena ili su malog obima zadržće se sadašnji sistem podgrađivanja sa primenom frikcione podgrade, ukoliko će eksploracija ovakvih slojeva uopšte još biti rentabilna. Za tu vrstu ležišta biće potrebno da se razvije novi tip individualne podgrade od plastične mase, koja će biti 2 — 3 puta lakša od sadašnjih frikcionih stupaca i čeličnih greda.

Na osnovu toga može se zaključiti, da rešenje za ekonomičnost podzemne eksploracije debelih slojeva niže-kaloričnih ugljeva (lignite i mrkog uglja) treba tražiti u mehanizaciji podgrađivanja i dobivanja uglja. Podgrađivanje otkopa u pojedinim sistemima otkopavanja treba izvesti na prikazani način.

naročito zbog male dubine otkopavanja nisu velike, i tako podgrada od jamske građe može još zadovoljiti postojeće uslove.

Na nekim rudnicima, gde su pojave pritisaka, naročito u području otkopavanja ili kod izrade saobraćajnica u mekim naslagama znatno povećane, potrebno je primeniti druge načine podgrađivanja kao »Moll« podgradu, čeličnu lučnu klizajuću podgradu otvorenog ili zatvorenog tipa ili čak permanizaciju trajnom oblogom (betonskom, betonskih blokova ili drvenih kladica).

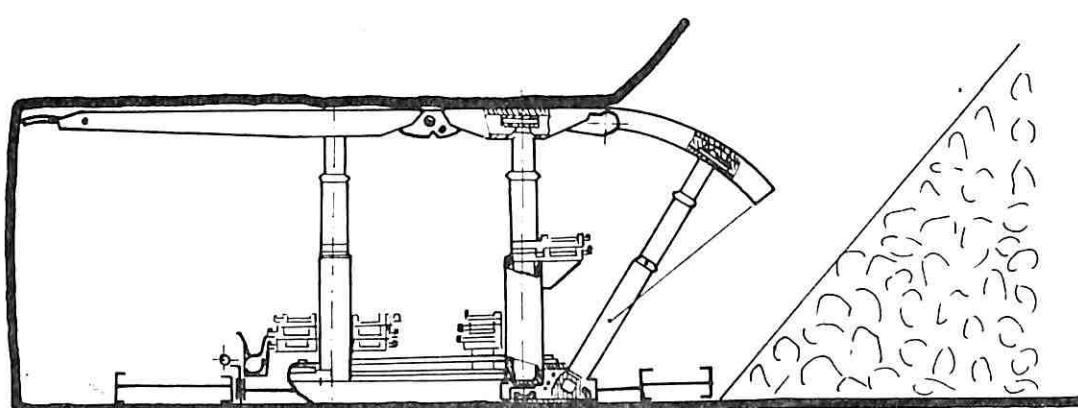
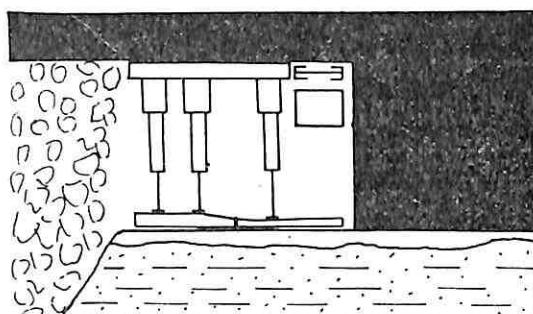
Studija o načinu podgrađivanja je pokazala, da je izbor profila koji po obliku odgovara radnoj sredini od osnovne važnosti. Razvoj otkopavanja, a naročito težnja ka povećanju kapaciteta otkopa, traži sve veće profile pričasnih hodnika, uz moguć pravilan raspored

svih mašina na samome čelu. Zbog toga se povećavaju profili otkopnih saobraćajnica, a način podgrađivanja se prilagodava slojnim prilikama.

Iskustva u nekim našim rudnicima (Velenje, Zagorje i ost.) su pokazala, da je za trajnije očuvanje profila saobraćajnica potrebno u sve većoj meri primenjivati zaključeni tj. okrugli profil, lučne čelične podgrade. Dalje se utvrdilo, da se u ležištima, koja pripadaju I-oj grupi (s obzirom na čvrstoću stena) čelična lučna popustljiva podgrada znatno bolje pokazala od takozvane »Moll« podgrade.

Deformacije podgrade lučnog profila su, u saobraćajnicama koje su izgradene u području čvrstih stena (III grupa), veoma velike, što je posledica uticaja fizičko-meha-

rećenja, zbog čega u slučaju primene čelične lučne podgrade dolazi do jake deformacije lučne podgrade (Zenica). Zbog toga se u ovim slučajevima sada u inostranstvu izbegava na-



Sl. 4 — Tendenze razvoja mehanizovanog sistema podgradivanja kod otkopne metode sa povećanjem koncentracije otkopavanja
a — sistem podgradivanja kod horizontalne koncentracije u iskopavanju (široko čelo sa zarušavanjem, npr. podgrada Dowty, Becorit); b — sistem podgradivanja kod vertikalne koncentracije (široko čelo sa obrusavanjem, npr. podgrada tipa Feromatik ili So Me Mi).

Fig. 4 — Tendency in development of mechanized supporting system at the mining method with increased concentration of digging
a — the supporting system with horizontal concentration of digging (longwall face with gob caving, for instance Dowty or Becorit supports); b — the supporting system with vertical concentration (longwall face with caving, for example the Feromatik or So Me Mi typ of supports).

ničkih osobina pratećih stena. Međutim, u slučajevima kada je čvrstoća pojedinih pratećih stena ugljenog sloja viša (II/2 i III grupa) i kada je potrebno kod izrade samog hodnika zbog lučnog oblika profila delimično zahvatati krovinu, lučna podgrada se pokazala kao neodgovarajuća.

Između čvrstih stena uloženi sloj uglja je znatno manje čvrstoće od pratećih stena. Kod nastupnog otkopavanja izvadi se iz stenskog masiva ugljeni sloj i tako stvara prazni prostor, koji se normalno zapuni jalovinom (»zidovi«). Na taj način zapunjeni prazni prostor ne predstavlja dovoljni oslonac silama opte-

čin podgrađivanja čeličnom lučnom podgradom.

U inostranstvu, kod podgrađivanja otkopnog polja prelazi se na primenu pravougaonih profila, gde se u pojedinim odseцима primenjuju popustljivi čelični stupci, jer se, na taj način, smanjuje potrebnii profil iskopa hodnika, a time i troškovi izrade; najvažnije je da se kod tog načina očuva neposredna krovinska ploča hodnika. Time se u saobraćajnicama, situiranim u otkopnom polju (III grupa), postiže:

— bolji i slojnim prilikama odgovarajući način podgrađivanja friкционim stup-

- cima;
- veća noseća sposobnost ovog sistema podgrade, koja se lako primenjuje i u strmim slojevima;
- primena ankera povećava stabilnost ovog sistema podgrađivanja;
- niži troškovi postavljanja podgrade kao i održavanja saobraćajnica.

Na osnovu iznetih izlaganja može se, kod usmeravanja podgrađivanja saobraćajnica, zaključiti da se u ležištima, gde ugljeni sloj velike moćnosti prate mekane i plastične stene (I grupa), na saobraćajnice, izgrađene u ugljenom sloju, ispoljavaju ravnomernija opterećenja u svim pravcima. Zato u takvim uslovima saobraćajnice treba podgradivati čeličnim lučnim okvirima okruglog tj. zatvorenog tipa.

Kod slojevitih ležišta sa pratećim naslagama veće čvrstoće, kod kojih se u otkopnom polju zbog opterećenja prouzrokovanih pritiscima pojavljuje listanje krovinskih naslaga (III grupa), preporučuje se izrada saobraćajnice u pravougaonom profilu, iz čeličnih greda i popustljivih stupaca uz eventualnu primenu ankera (ukoliko je čvrstoća krovine veća od 500 kg/cm^2).

Time se postiže, pored ekonomskih prednosti, i bolje savlađivanje otkopnih pritisaka.

U uslovima ležišta II grupe, kada su podinske naslage mekše od ugljenog sloja preporučuje se primena čelične lučne podgrade zatvorenog (okruglog) tipa, ukoliko je saobraćajnica izgrađena u ugljenom sloju.

Uticaj otkopavanja na već izradene saobraćajnice

U ležištima uglja, u kojima sloj uglja prate mekane nasluge, kao gline, laporci ili glinici, u kojima su situirane glavne komunikacione veze, nije dovoljno da se saobraćajnica podgradi odnosno permanizira na odgovarajući način, već je potrebno da se kod projektovanja eksploracije ugljenog sloja u tom području uzmu u obzir i iskustvom utvrđena pravila od kojih su najvažnija sledeća:

- po pravilu se kod eksploracije uglja, u sloju koji leži u području saobraćajnice, ne smeju ostavljati stubovi, pošto ovi pri otkopavanju prouzrokuju akumulaciju naponskog stanja, koje se ispoljava na sao-

braćajnicu. Postojanost jamskih objekata u ostavljenim stubovima pri otkopavanju u većini slučajeva je mala;

- glavne saobraćajnice treba izraditi po mogućnosti u rasterećenom području sloja. Na osnovu rezultata merenja jamskog pritiska u SFRJ (Severni potkop — Rembas, jama Kotredež) kao i u inostranstvu, utvrđeno je, da su pritisci u predelu prednjeg otkopnog pritiska od 1,5 do 4 puta jači od jamskog pritiska, koji odgovara toj dubini;
- iz istog razloga je nepoželjno istovremeno otkopavanje sloja sa više čela u suprotnim pravcima prema saobraćajnici (IU Raša);
- u mekim stenama izgrađene saobraćajnice moraju imati široke oslonce prema podlini, kao i prema krovnim naslagama, kako bi se na taj način povećala površina dodira između obloge saobraćajnice i pratećih naslaga, tj. smanjio specifični pritisak na jedinicu površine obloge saobraćajnice.

Ovi osnovni principi eksploracije, u području u kojem su saobraćajnice već izrađene, moraju se poštovati, ukoliko treba da se postigne što ekonomičnija proizvodnja.

Zaključak

Razvoj podzemne eksploracije niže kaloričnih ugljeva u SFRJ orientisan je, uglavnom, na otkopavanje debelih slojeva. Za postizanje što nižih proizvodnih troškova prednost je data primeni otkopnih metoda sa obrušavanjem i samo u manjoj meri otkopnim metodama sa zarušavanjem.

Montan-geološki uslovi eksploracije su na većini naših rudnika teški, zbog čega podgrađivanje na otkopima i u jamskim saobraćajnicama predstavlja osnovni problem. Za postizanje povoljnijih rešenja načina podgrađivanja data je ocena slojnih prilika sa različitim aspekata, a u cilju, da se postignu optimalna rešenja. Zaključci ocene se mogu, u kratkom, rezimirati:

- na osnovu rezultata ispitivanja fizičko-mehaničkih osobina uglja i pratećih stena izvršena je klasifikacija rudnika koja omogućuje izbor:
- sistema otkopavanja koji odgovara slojnim prilikama (obrušavanje ili zarušavanje) i
- odgovarajućeg načina podgrađivanja prema odabranoj otkopnoj metodi i

- slojnim prilikama u zavisnosti od osnovnih parametara otkopne metode (otkopne visine i brzine otkopavanja).
- Razvoj podgradivanja na otkopima treba da koristi mehanizovane hidraulične podgrade i to u sledeća 3 pravca:
 - kod otkopnih metoda sa obrušavanjem (rudnici I grupe) primena hidraulične samohodne podgrade, koja omogućuje rad na 2 fronta (Hydromarell, Klöchner — Feromatic, Alpine),
 - kod otkopnih metoda sa zarušavanjem primena hidraulične samohodne podgrade (Dowty, Becorit i sl.),
 - u ostalim ležištima koja su malog obima ili su tektonski poremećeni rudnici (II i III grupe) primena individualne čelične frikcione podgrade (ili podgrade od plastičnih masa).

— Razvoj podgrađivanja saobraćajnica u otkopnom polju treba da teži primeni čelične lučne podgrade okruglog tipa (rudnici I i II grupe) i primeni čelične podgrade pravougaonog ili trapeznog oblika od čeličnih greda i frikcionih stupaca eventualno sa ankerima (rudnici III grupe).

Navedenim merama poboljšaće se sadašnji način podgrađivanja naročito zbog:

- smanjenja utroška radne snage za izvođenje operacije podgrađivanja,
- povećanja kapaciteta otkopa zbog povećanja brzine dnevног napredovanja i povećanja otkopne visine,
- povećanja produktivnosti rada i smanjenja potrošnje materijala.

Sve navedene mere će omogućiti smanjenje troškova proizvodnje, a time će se omogućiti ekonomičnija proizvodnja na našim rudnicima uglja.

SUMMARY

The Influence of Mining and Geological Conditions on the Development of Colliery timbering in SFRJ

R. Ahčan, min. eng.*)

In the article there are shown the basic problems occurring in timbering of collieries. There is elaborated an analysis of influencing factors concerning working conditions and based upon underground pressure studies. Using those factors, the choice of adequate methods for timbering at faces and entries is determined.

Founded on research material of that problem, there are shown the lines of direction for timbering in accordance with the development made in mining thick coal seams in SFRJ.

Literatura

- Ahčan, R., 1966: Method of Working Thick Coal Seams. — EEC, Symp.- Coal № 8, 9, Geneve.
 Babić, R., Ahčan, R., Milanović, P., Đukić, B., 1967: Problemi podgrađivanja u rudnicima uglja SFRJ. — »Informacije B« br. 38—39, RI Beograd.
 Bralić, J., Radojević, J., 1967: Labora-

- torijski izveštaj o ispitivanju fizičkih i mehaničkih osobina uglja i pratećih stena 1965—1967. god. (20 izveštaja). — Rudarski institut, Beograd.
 Milanović, P., 1967: Izveštaj o merenju manifestacija otkopnog pritiska u području gorских udara u Staroj jami rudnika Zenica. — Rudarski institut, Beograd.

*) Dr ing. Rudi Ahčan, prof. Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana.

Pomeranje transportnih traka na površinskim otkopima i dosadašnja iskustva u pomeranju na odlagalištu površinskog otkopa „Belačevac“ - Kosovo

(sa 13 slika)

Dipl. ing. Janoš Kun — dipl. ing. Hranislav Atanasković

Površinski otkop »Belačevac« je drugi površinski otkop koji se otvara u Kosovskom ugljenom basenu, a po kapacitetu proizvodnje biće u krajnjoj fazi izgradnje i najveći površinski otkop u SFRJ.

Dok je prvi površinski otkop u Kosovskom ugljenom basenu »Dobro Selo« otvoren mehanizacijom sa prekidnim radnim procesom i kasnije proširen mehanizacijom sa neprekidnim radnim procesom, površinski otkop »Belačevac« vršiće eksplotaciju moćnog sloja lignita isključivo mehanizacijom sa neprekidnim radnim procesom.

Ogromne rezerve lignita, moćan eksplorabilan sloj (sl. 1) i vrlo povoljan odnos otkrivke prema uglju omogućioće, pored površinskog otkopa »Dobro Selo« i »Belačevac«, otvaranje površinskih otkopa ogromnih kapaciteta, koji će se moći uvrstiti među najveće po godišnjem kapacitetu eksplotacije lignita u svetu.

Prema današnjoj savremenoj tehnici površinskog otkopavanja i karakteristikama radne sredine u Kosovskom ugljenom basenu, kao i u drugim velikim basenima lignita u SFRJ, u daljem razvoju svih površinskih otkopa lignita primeniće se prvenstveno gumenе transportne trake, kako za prevoz uglja, tako i za prevoz otkrivke.

Prema tehničkom procesu, koji je šematski prikazan na sl. 2, na površinskom otkopu »Belačevac« — u prvoj fazi razvoja — biće u radu 29.646 m transportnih traka, a od toga 8.140 m pomerljivih. Osnovne tehničke karakteristike tih traka prikazane su u tab. 1.

Pored ovih transportnih traka do kraja 1969. god. u radu će se nalaziti ili će biti montiran i transportni sistem na površinskom otkopu »Dobro Selo« u Kosovskom basenu i na površinskom otkopu »Polje D« u Kolubarskom basenu. Uzimajući u obzir ova tri površinska otkopa, transportne trake koje na njima rade postići će u najskorije vreme dužine date u tablici 2.

Ovako velika dužina pomerljivih transportnih traka ukazuje na to, da se pomeranju ovih transportnih traka treba posvetiti posebna pažnja.

Učinak ne samo transportne trake, već i bagera u znatnoj meri zavisi od potrebnog vremena za pomeranje transportnih traka. Zato je od osnovnog značaja, da se vreme pomeranja transportnih traka smanji na minimum, kao i da se pomeranje vrši u vreme planiranih opravki bagera, odlagača i pogonskih stanica transportnih traka.

Zbog uticaja pomeranja transportne trake na efektivan rad bagera, ekonomičnost transporta trakama na površinskim otkopima zavisi u najvećoj meri od perioda pomeranja transportne trake. Naime, kod koncentracije proizvodnje lignita i otkrivke na što manji broj etaža mora se, zbog velikog kapaciteta bagera, vršiti što manji broj pomeranja transportnih traka.

To je, upravo, slučaj kod naših velikih površinskih otkopa lignita, gde moćni slojevi lignita omogućuju koncentraciju proizvodnje na mali broj etaža. Pored toga, kod pomeranja transporteru na jalovinskim etažama, a naročito odlagalištima, do izražaja dolaze vr-

Tablica 1

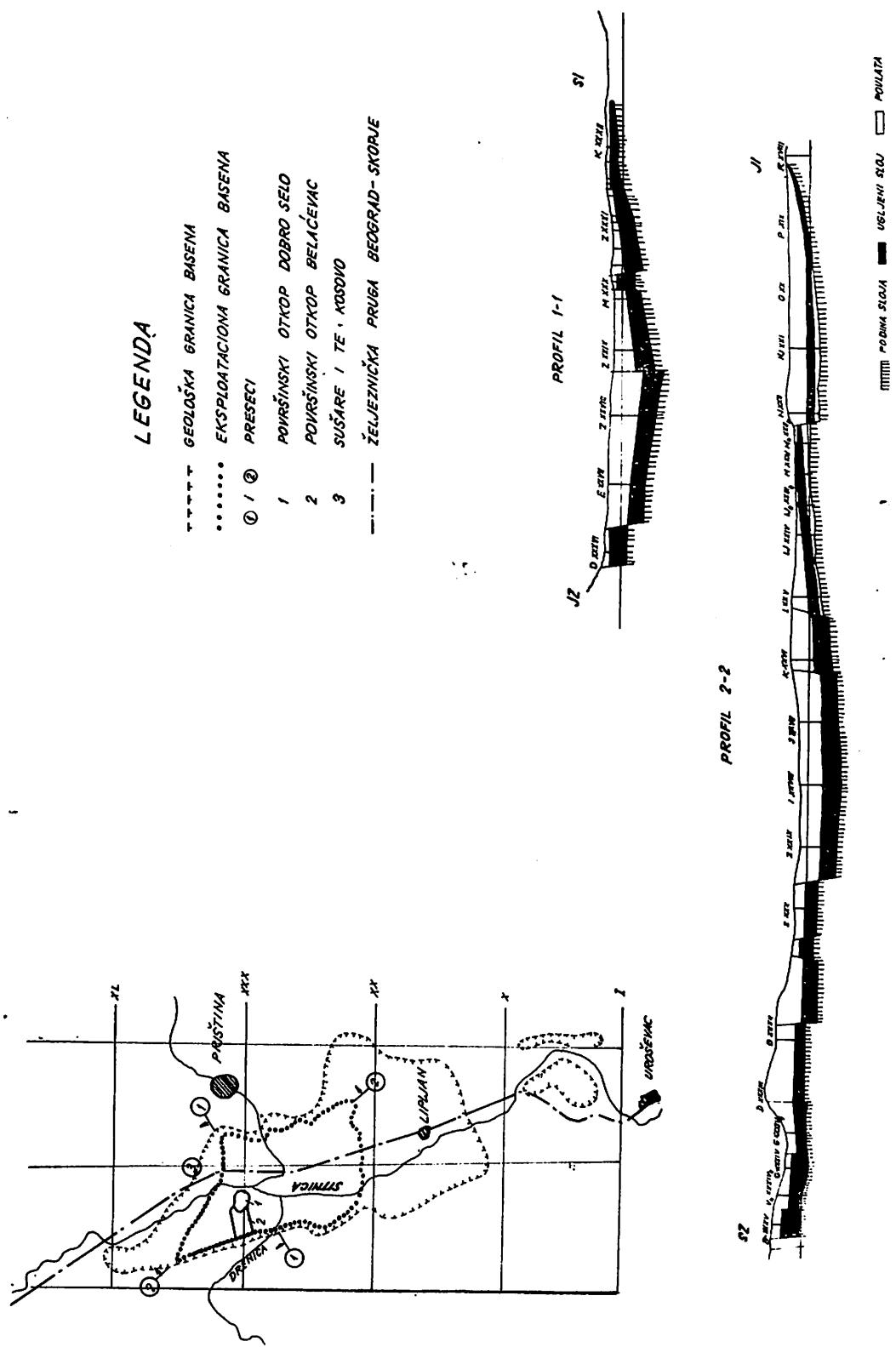
Osnovne tehničke karakteristike transportnih traka površinskog otkopa »Belačevac« — Kosovo

Oznaka transportne trake	Namena transportne trake	Širina trake u mm	Dužina transportera u m	Kapacitet m ³ /h	Visina dizanja u m
GTU-1	glavna ugljena	1200	1856×2	2580	+ 13
GTU-2	glavna ugljena	1200	1584×2	2580	- 9
GTU-3	glavna ugljena	1200	1603×2	2580	- 35
GTU-4	glavna ugljena	1200	1579×2	2580	+ 13
STU-1	uspomska ugljena	1200	290	2580	+ 25
STU-2	uspomska ugljena	1200	300	2580	+ 25
ITU-1	izvozna ugljena	1200	320	2580	+ 75
ITU-2	izvozna ugljena	1200	320	2580	+ 75
ZTU-1	zbirna ugljena	1200	500	2580	+ 15
ZTU-2	zbirna ugljena	1200	250	1650	+ 15
KTU-1	kosa ugljena	1200	180	1650	+ 35
ETU-1	pomerljiva ugljena	1200	1100	1650	+ 20
ETU-2	pomerljiva ugljena	1200	1000	1650	+ 15
ETJ-1	pomerljiva jalovinska	1200	1240	1600	+ 10
ETJ-2	pomerljiva jalovinska	1200	1400	1600	+ 10
ETJ-3	pomerljiva jalovinska	1200	1100	1600	+ 10
ETJ-4	pomerljiva jalovinska	1200	900	1600	+ 10
ZTJ-1	zbirna jalovinska	1200	700	1600	+ 15
ZTJ-2	zbirna jalovinska	1400	500	3000	+ 13
ZTJ-3	zbirna jalovinska	1400	1008	3000	- 17
KTJ-1	kosa jalovinska	1200	180	1600	+ 35
STR-1	izvozna jalovinska	1400	697	3000	+ 18
STUJ-1	uspomska jalovinska	1400	290	3000	+ 33
STUJ-2	uspomska jalovinska	1400	160	3000	+ 33
STUJ-3	uspomska jalovinska	1400	650	3000	+ 40
STUJ-4	uspomska jalovinska	1400	232	3000	+ 40
OT-1	vezna odlagališna	1400	10	3000	+ 3
BJ-1	pomerljiva odlagališna	1400	550	3000	+ 13
NT-1	pomerljiva odlagališna	1400	700	3000	+ 13
NT-2	pomerljiva odlagališna	1400	900	3000	+ 13
STR-2	glavna jalovinska	1400	743	3000	+ 10
STR-3	glavna jalovinska	1400	950	3000	± 0

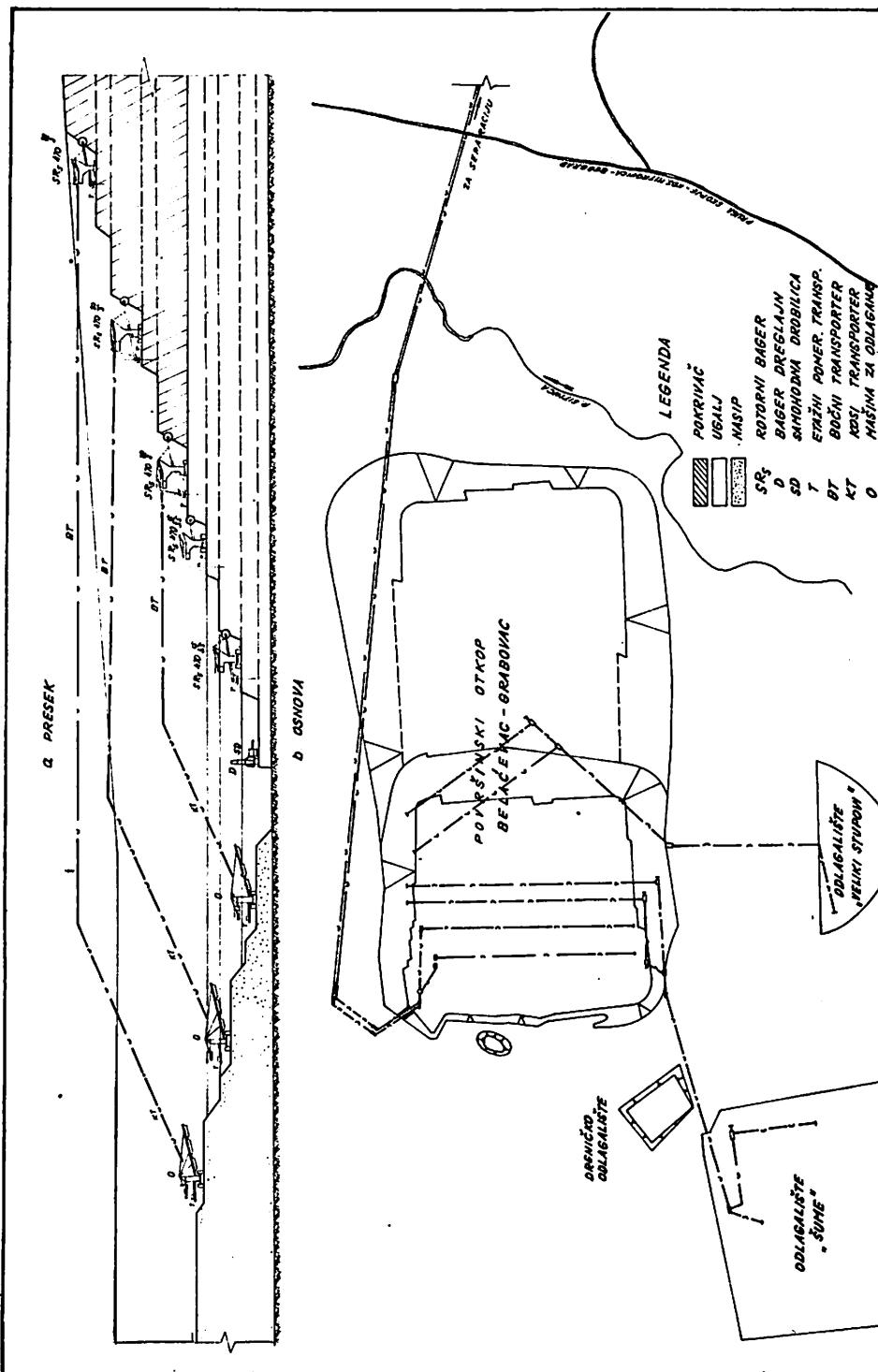
Napomena: Prvih devet transportnih traka imaju brzinu od 5,24 m/sek, dok sve ostale imaju brzinu od 4,1 m/sek. Svi pogoni su tipski sa motorima od 320 kW i 2×320 kW.

Tablica 2

Površinski otkop	Stacionarni transporteri		Pomerljivi transporteri		Ukupno m
	za ugalj	za jalovinu	za ugalj	za jalovinu	
Belačevac — Kosovo	15404	6102	2100	6040	29646
Dobro Selo — Kosovo	2845	1735	900	1000	7480
Polje D — Kolubara	2282	3470	2521	12315	20588
Ukupno	20531	11307	5521	20355	57714

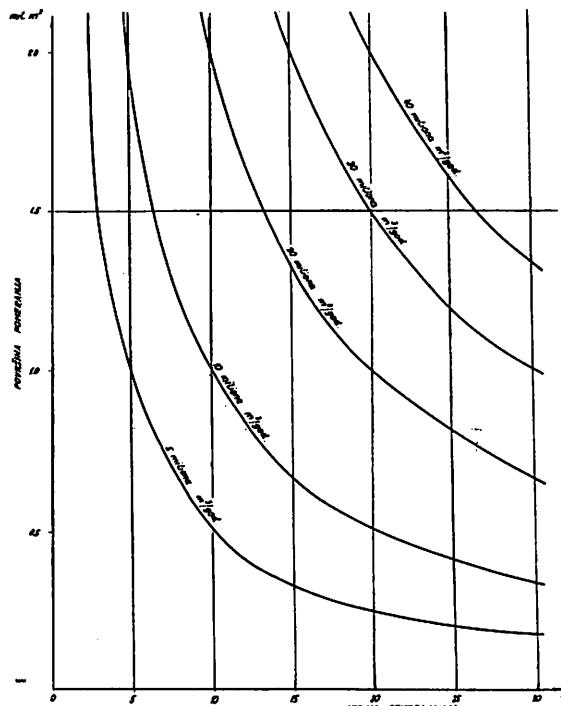


Sl. 1 — Kosovski ugljeni basen sa karakterističnim profilima.
Fig. 1 — The coal basin of Kosovo with its characteristic profiles.



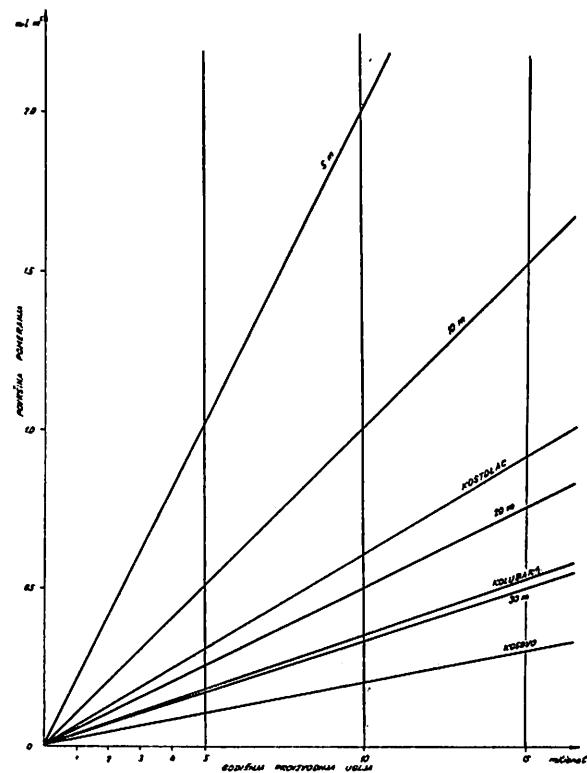
Sl. 2 — Šema tehnološkog procesa na površinskom otkopu „Belačevac“. FIG. 2 — Technological process scheme at open pit „Belačevac“.

lo nepovoljne karakteristike tla, koje se sastoji pretežno od ilovače, gline, glinovitog peska i finog peska. Periodi pomeranja kod naših površinskih otkopa zato imaju naročiti uticaj na kapacitet bagera i transportnih traka. Ovi uticaji prikazani su u dijagramima na slici 3 i 4.



Sl. 3 — Dijagram zavisnosti površine pomeranja od visine otkopavanja i godišnjeg kapaciteta pripadajuće etaže.
Fig. 3 — The shifting surface as a function of excavating height and of annual output capacity in the corresponding bench level.

merenja do najviše 1,5 miliona m²/god., a da se pri tome znatnije ne povećaju zastoje bagera zbog perioda pomeranja. Zbog toga je i kapacitet proizvodnje lignita ograničen u zavisnosti od površine pomeranja i moćnosti eksplotabilnog dela sloja, kao što je to prikazano u dijagramu na slici 4.



Sl. 4 — Dijagram zavisnosti površine pomeranja i godišnje proizvodnje ugla.
Fig. 4 — The shifting surface as a function of annual coal output.

Iz dijagrama na slici 3 se vidi da površina pomeranja jedne radne etaže zavisi od visine otkopavanja i godišnjeg kapaciteta, koji se mora postići na toj etaži. Što je manja visina etaže, to se mora za isti kapacitet ostvariti veća površina pomeranja i obrnuto.

Pošto karakteristike otkrivke u pogledu stabilnosti kosina etaža u Kosovskom basenu ne dozvoljavaju pri strmijim uglovima veliku visinu etaže, to je zbog male visine i potrebna površina pomeranja transportnih traka velika.

Današnjim uređajima za pomeranje transportnih traka može se savladati površina po-

Ovo jasno pokazuje da se pomeranju transportnih traka, naročito na jalovinskim etažama i odlagalištu, mora posvetiti mnogo pažnje i pomeranje vremenski svesti na minimum, koji je moguć s obzirom na karakteristike radne sredine.

Godišnje minimalno vreme zastoja u tehničkom procesu bagerovanja i transporta zavisiće prvenstveno od kapaciteta transportne trake, učinka na pomeranje i visine otkopavanja. Ako se znaju pojedini pokazatelji i kapaciteti raspoloživih mašina, ukupno vreme godišnjih zastoja može se izračunati po sledećoj formuli:

$$t_z = \frac{Q \cdot t_t}{H \cdot P} \cdot f$$

gde je

t_z — godišnje vreme zastoja zbog pomeranja transportne trake u časovima

Q — teoretski kapacitet transportne trake u m^3/h

t_t — efektivno radno vreme transportne trake godišnje u h

f — faktor rada transportnih traka (0,6 do 1,0)

H — visina otkopavanja u m

P — čisti učinak pomeranja transportne trake u m^2/h

Pošto su » Q «, » f « i » H « kod svakog površinskog otkopa određene i poznate veličine, proizilazi da odnos vremena zastoja i efektivnog vremena rada transportne trake (us-

gde je

t_o — ostali zastoji u časovima, godišnje

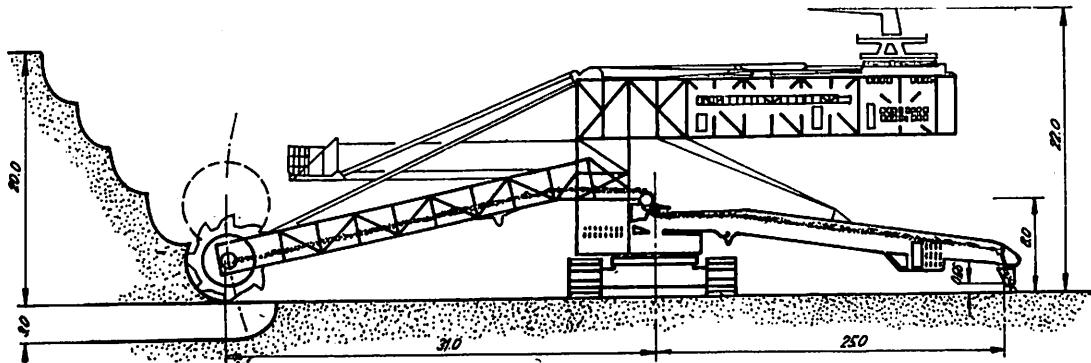
8760 — broj časova u godini.

Uticaj pomeranja transportne trake na zastoje proizvodne mehanizacije može se iz navedenih obrazaca, prema tome, izračunati po formuli

$$t_z = \frac{8760 - t_o}{P \cdot \frac{1}{C} + 1}$$

Ovo nam ukazuje na direktni uticaj učinka pomeranja na zastoje kod bagerovanja, odlaganja i transporta, te zahteva detaljnu analizu svih uticaja koji taj učinak mogu poboljšati i time vreme » t_z « svesti na minimum.

Pošto pomeranje transportnih traka predstavlja najveći problem na našim odlagalištima, kao i to, da je na odlagalištu površinskog



Sl. 5 — Bager glodar tipa SRs 470.20/3.
Fig. 5 — Bucket wheel excavator, type SRs 470.20/3.

vajanjem ostalih zastoja kao nepromenjene) jedino zavisi od učinka na pomeranju. Možemo pisati:

$$\frac{t_t}{t_z} = P \cdot \frac{1}{C}$$

$$\text{pri čemu je konstanta } C = \frac{f \cdot Q}{H}$$

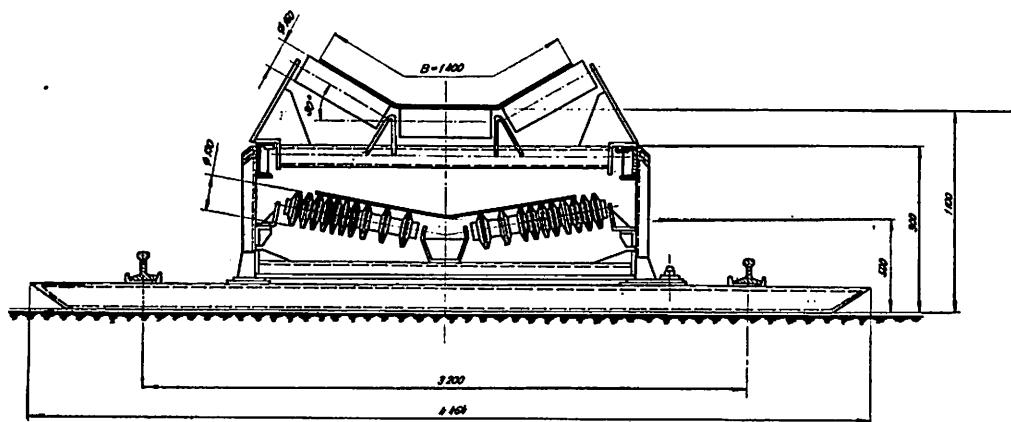
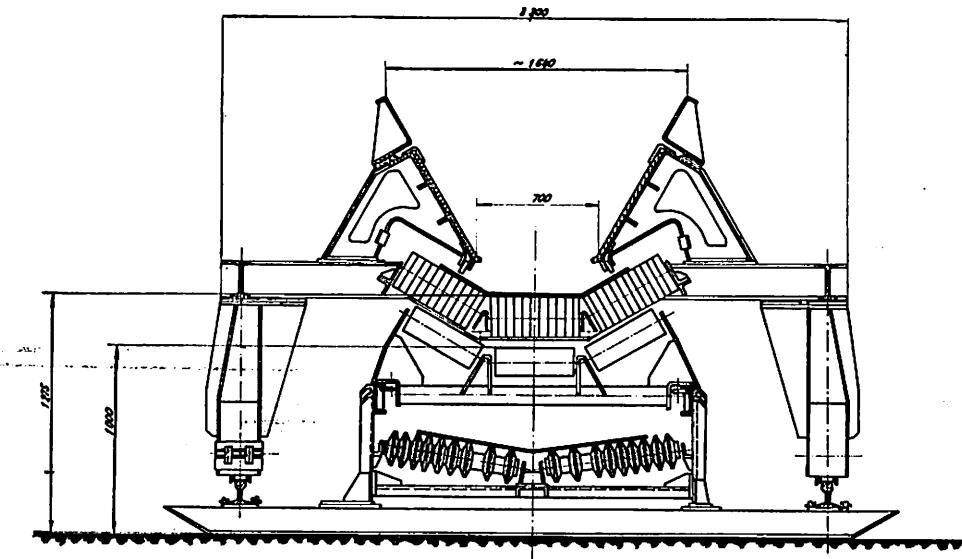
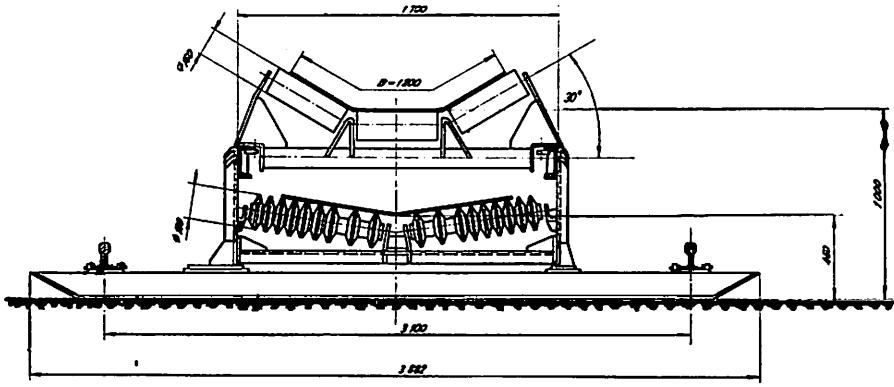
odnosno pošto je

$$t_t + t_z + t_o = 8760$$

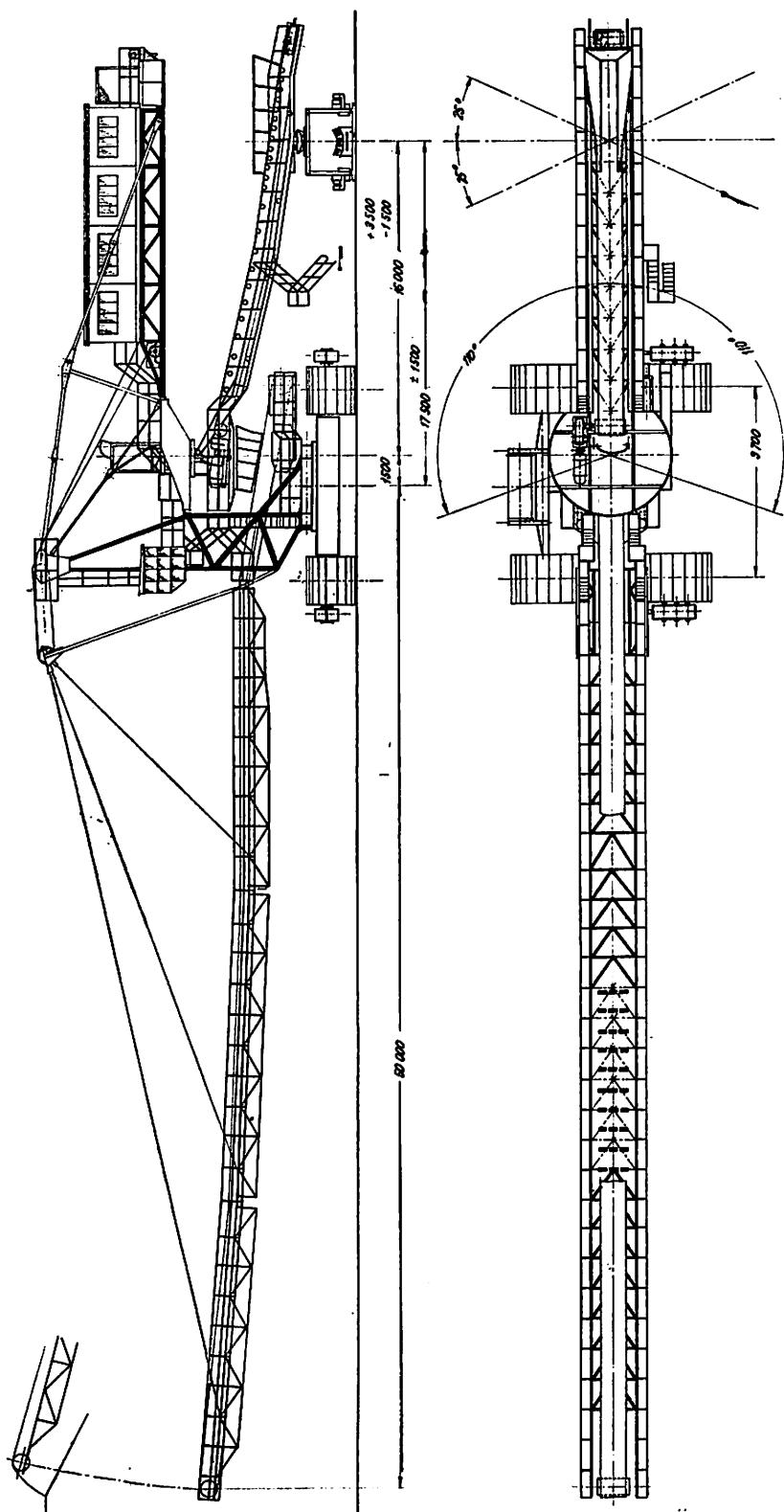
otkopa »Belačevac« do sada izvršen najveći broj pomeranja, iznećemo dosadašnja iskustva i daćemo analizu već pomenutih uticaja na osnovu tehnologije radikalnog pomeranja transportne trake na odlagalištu »Belačevac«.

Na površinskom otkopu »Belačevac« radi više sistema 2B — 2T — 0, od kojih jedan sa odlaganjem jalovine na spoljno odlagalište »Šume«, kao što se to vidi iz slike 2.

Sistem obuhvata dva bagera glodara tipa SRs-470, čije su tehničke karakteristike date u slici 5; zatim, transportne trake širine 1200 mm na etažama i zbirne, kao i stacionarne



Sl. 6 — Tipovi transportne trake, koji se primenjuju na površinskom otkopu »Belačevac«.
Fig. 6 — Conveyor types used at the open-pit mine »Belačevac«.



Sl. 7 — Odлагаč tipa ARS-B.2500.50.
Fig. 7 — Disposal machine, type ARS-B.2500.50.

širine 1400 mm čiji izgled i karakteristike su date na slici 6; te odlagač tipa ARsB-2500, koji je prikazan na slici 7.

Bagerom glodarom otkopana jalovina se preko etažne i zbirnih transportnih traka dovodi do odlagača, koji istu odlaže u dubinskom i visinskem radu. Dubinsko odlaganje se vrši u pravcu napredovanja odlagališta, a visinsko u suprotnom pravcu.

U početnom položaju odlaganja odlagač se postavlja kod povratnog bubenja transportne trake na odlagalištu, te odavde odlaže jalovinu duž trake, pri čemu se koristi maksimalni raspon odlaganja, koji iznosi 69 m.

Kada odlagač završi odlaganje dubinskog dela, isti počinje odlaganje visinskog dela odlagališta i to ponovo od početka odlagališta, odnosno od povratne stanice transportne trake prema pogonskoj stanici. Kada se završi visinsko odlaganje, odlagač se vraća na dubinsku stranu odlagališta i transportuje do povratnog bubenja transportne trake zajedno sa utovarnim kolicima (Schleifwagen). Utovarna kolica pri tome ostaju oko 200 m od povratnog bubenja.

Za vreme transporta odlagača vrši se priprema za pomeranje transportne trake, koja se sastoji iz sledećih radova:

- planiranje terena odlagališta buldozerima
- skidanje ankera na pogonskoj stanici i povratnom bubenju transportne trake
- vraćanje zateznih kolica u krajnji položaj, radi smanjivanja zatezne sile na minimum
- isključivanje dovoda električne energije.

Posle izvršenih pripremних radova transportna traka je spremna za pomeranje.

Ovim pripremnim radnjama treba posvetiti naročitu pažnju u pogledu povećanja čistog vremena pomeranja. Ako se pomeranje vrši paralelno a ne radikalno, kao u ovom slučaju, osim gornjih pripremnih radova mora se izvršiti još i sledeće:

- obeležavanje osovine novog položaja transportne trake na etaži
- odvezivanje svih priključaka bagera, odnosno odlagača.

Učinak pomeranja znatno zavisi od izvršenja svih pripremnih radova, kao i od toga da li je obezbeđen dovoljan broj pomoćnih mašina (buldozera, aparata za zavarivanje,

dizalica i sl.) i alata. Radi što nesmetanijeg pomeranja važno je da transportna traka bude ispravna, a naročito da konstrukcija transportne trake bude dobro pričvršćena za pravove, po kojima se pomera.

Pri obeležavanju novog položaja transporter-a, koji je vezan sa drugim transporterom, treba takođe voditi računa o uglu pod kojim se transporteri nalaze jedan prema drugom, odnosno mora se paziti da predajna stanica i posle pomeranja bude centrično postavljena.

Posle izvršenih svih pripremnih radova na odlagalištu »Belačevac« pristupa se pomeranju transportne trake u dva dela.

U prvom delu se transportna traka pomeri u dužini od 120 m računajući od povratnog bubenja. Pošto povratni bubenj predstavlja pri radikalnom pomeranju ujedno i obrtnu tačku, to će se najveće pomeranje javiti na delu prema pogonskoj stanici, gde se pomera po luku u dužini od 65 m. Ostali delovi trake opisane pri pomeranju manje lukove, tako da se isti prema povratnom bubenju svedu na nulu. Čim je dužina trake od 120 m pomerenja na novi položaj, utovarna kolica se buldozerima povlače na pomereni deo trake i tu ostaju do završetka pomeranja ostalog dela trake.

Pomeranje drugog dela transportne trake vrši se jednim turnadozerom i sa tri buldozera tipa S-100. Pošto pogonska stanica nema svoj vlastiti pogon, to se moraju dvă buldozera prikačiti za pogonsku stanicu, a jedan za komandni pult, da bi se istima vršilo pomeranje. Pored pretovarnih kolica se postavlja turnadozer, koji glavom za pomeranje hvata šinu pričvršćenu na pragove, kao što je to prikazano na slici 8.

Početak pomeranja ovog glavnog dela transportne trake sastoji se u tome da turnadozer podiže preko šine i pragova članke transportne trake, a zatim se kreće duž trase transporter-a. Pri tom se pragovi odlepštaju od zemlje, oslobođaju se za pomeranje. Posle prvog prolaza, u kojem su pragovi podignuti na celoj dužini pomeranja, počinje pomeranje od pogonske stanice u povratku prema početku. Kd prvog prolaza transporter se pomera za 10 do 20 cm, dok u sledećim prohodima turnadozer povlači šinu više, tako da korak pomeranja pri svakom prolazu iznosi 35 do 45 cm.

Pogonska stanica je smeštena na čelične pontone, što omogućava njeno pomeranje po šinama, koje se pre pomeranja postavljaju u

dužini 10 do 12 m, te pontoni pri pomeranju klizaju po njima (sl. 9a i 9b). Ove šine su pričvršćene na pragove uz pomoć Nebelung-pribora, a postavljene u tri sekcije, tako da omogućuju povlačenje pogonske stanice zajedno sa transformatorskom kućicom.

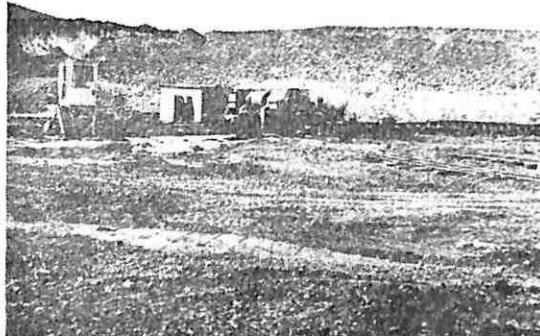
Pri povlačenju pogonske stanice buldozeri se moraju kretati tako da se pogonska stanica povlači po rezultanti, koja se poklapa sa šinama, jer se i pored položaja zatezne stанице u krajnjem nultom položaju, zbog trake koja nije sasvim labava, stvara tendencija smanjenja rastojanja između pogonske stанице i povrnatog bubenja.

U toku pomeranja transportne trake stalno se sinhronizuje pomeranje pogonske sta-



Sl. 8 — Pomeranje transportne trake uz pomoć turnadozera.

Fig. 8 — Belt conveyor shifting assisted by the turn-dozer.



Sl. 9 — Pomeranje pogonske stанице transporter-a
b — pogled na pontone sa položajem čeličnog užeta za pomeranje.

Fig. 9 — The shifting of conveyor head and drive. a — the placed rails for shifting; b — the view of pontoons with the situation of steel wires placed for the shifting.

nice sa pomeranjem transportne trake, koju vrši turnadozer. Ovo se postiže na taj način što se pogonska stаница odjedanput pomera za dva koraka, odnosno 70 do 90 cm.

Dosadašnja iskustva su pokazala da se pogonska stаница transportne trake na odlagalištu može pomerati u toku jedne smene za 12 do 16 m, te se i sekciјe sa šinama produžuju u tom intervalu. Kada pogonska stаница dođe do kraja šina, oslobođa se zadnja sekciјa i turnadozerom prenosi ispred pogonske stанице i ponovno spaja sa prethodnom sekцијom. Zatim se ponovno nastavlja pomeranje transportne trake turnadozerom.

Iskustva u pomeranju transportnih traka na površinskom otkopu »Belačevac« pokazala su da se pri pomeranju transportne trake površinske trake drugi uslovi od onih koji su to bili

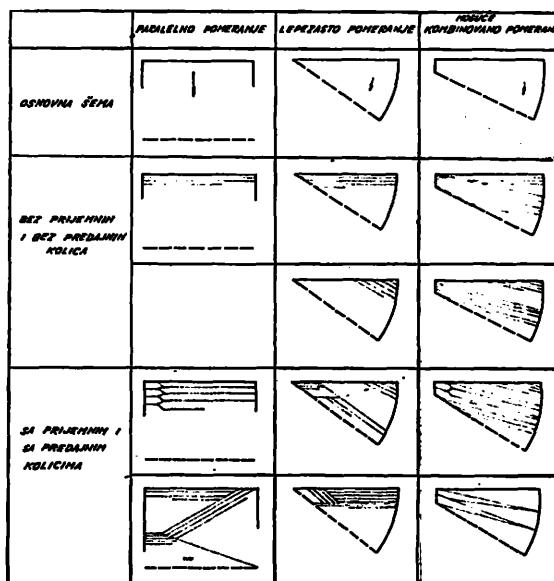
pri dosadašnjem radu na pomeranju koloseka. Naime, sa jedne strane, pojavljuju se znatno veća opterećenja usled same težine konstrukcije transportne trake, a sa druge strane, konstruktivno izvođenje članaka postavlja granicu u pogledu širine pomeranja.

Tako se pokazalo da pomeranje transportne trake u jednom prohodu ne sme prelaziti više od 45 cm, jer kod veće širine pomeranja dolazi do ispadanja članaka sa pragova-pontona, krivljenja istih i oštećenja kablova na transportnoj traci.

Ispitivanja u inostranstvu su pokazala da je širina pomeranja u jednom prohodu, takođe, ograničena i istezanjem šine. Kod pomeranja transportnih traka uz pomoć šine S-49, koja je jača od šine tipa S-45, koja se prime-

njuje na našim površinskim otkopima, do kričnog istezanja dolazi pri maksimalnoj širini pomeranja od 70 cm. Kod većih širina dolazi u obodnoj zoni nožice šine do plastične deformacije materijala šine, te se usled toga pomeranje ne može sprovesti.

Ispitivanja su, međutim, pokazala da se aluminotermičkim zavarivanjem šina mogu izbeći dodatna naprezanja, te ubuduće možemo očekivati eventualno povećanje koraka pomeranja transportne trake u jednom prohodu.



Sl. 10 — Pregled tehnoloških šema pomeranja transportnih traka.

Fig. 10 — The review of technological schemes used for conveyor shifting.

Dosadašnje iskustvo pokazuje da se radi povećanja učinka pri pomeranju i izbegavanja eventualnih zastoja mora naročiti pažnja obratiti na sledeće:

Sve uređaje treba pri pomeranju skloniti na najpogodnije mesto tako da ne ometaju normalno odvijanje procesa pomeranja transportne trake. Prijemna kolica, predajna kolica i druge uređaje je zato najbolje postaviti pre pomeranja na kraj transportne trake.

Prvi prohod pomerača treba koristiti isključivo za oslobođanje pragova, te je zbog toga i potrebno primeniti veću visinu dizanja od normalne. Brzina, isto tako, u prvom

prohodu treba da je manja od normalne i iznosi svega oko 3 km/h.

Posle izvršenog prvog prohoda potrebno je pregledati sve uređaje na pomeraju, kao i samu transportnu traku, radi eventualnih oštećenja, koja su mogla nastati pri oslobođanju pragova. Tek posle otklanjanja eventualno nastalih oštećenja i kvarova može se pristupiti pomeranju transportne trake i očekivati da se postignu maksimalni učinci.

Učinci u pomeranju transportne trake зависе osim vremenskih prilika, primenjene mehanizacije za pomeranje i drugih uslova, prvenstveno i od moguće šeme koja se može primeniti.

U slučaju odlagališta površinskog otkopa »Belačevac« primenjeno je radikalno pomeranje sa predajnim kolicima, što svakako ne dozvoljava postizanje maksimalnih učinaka drugih tehnoloških šema.

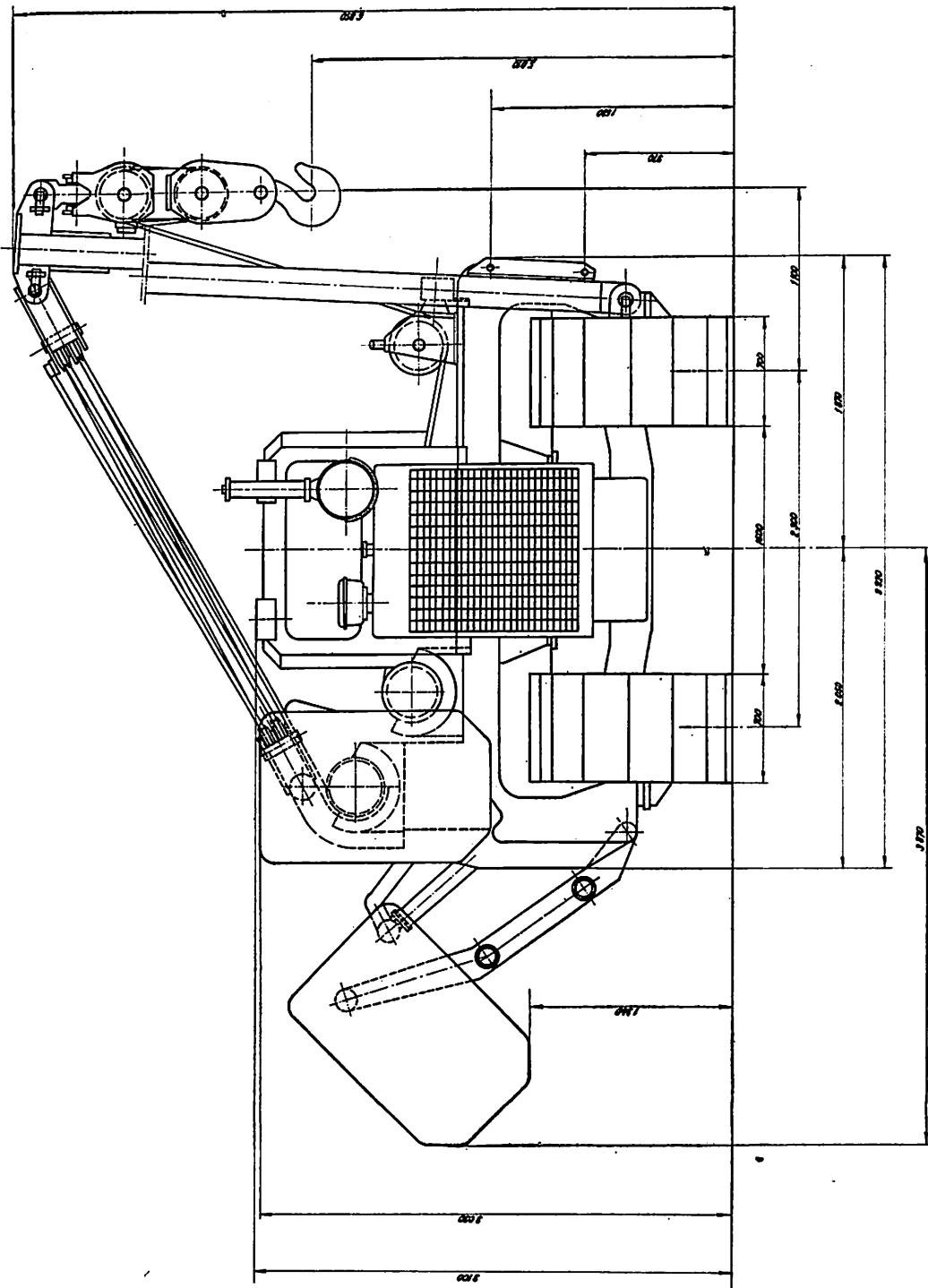
Na slici 10 prikazane su razne tehnološke šeme pomeranja transportnih traka koje se dele prema načinu pomeranja na paralelno, lepezasto ili radikalno i kombinovano pomeranje transportne trake.

Iako su učinci zavisni od tehnologije rada, ipak se može reći da je sama tehnologija vrlo bliska i zavisi prvenstveno od samog uređaja za pomeranje.

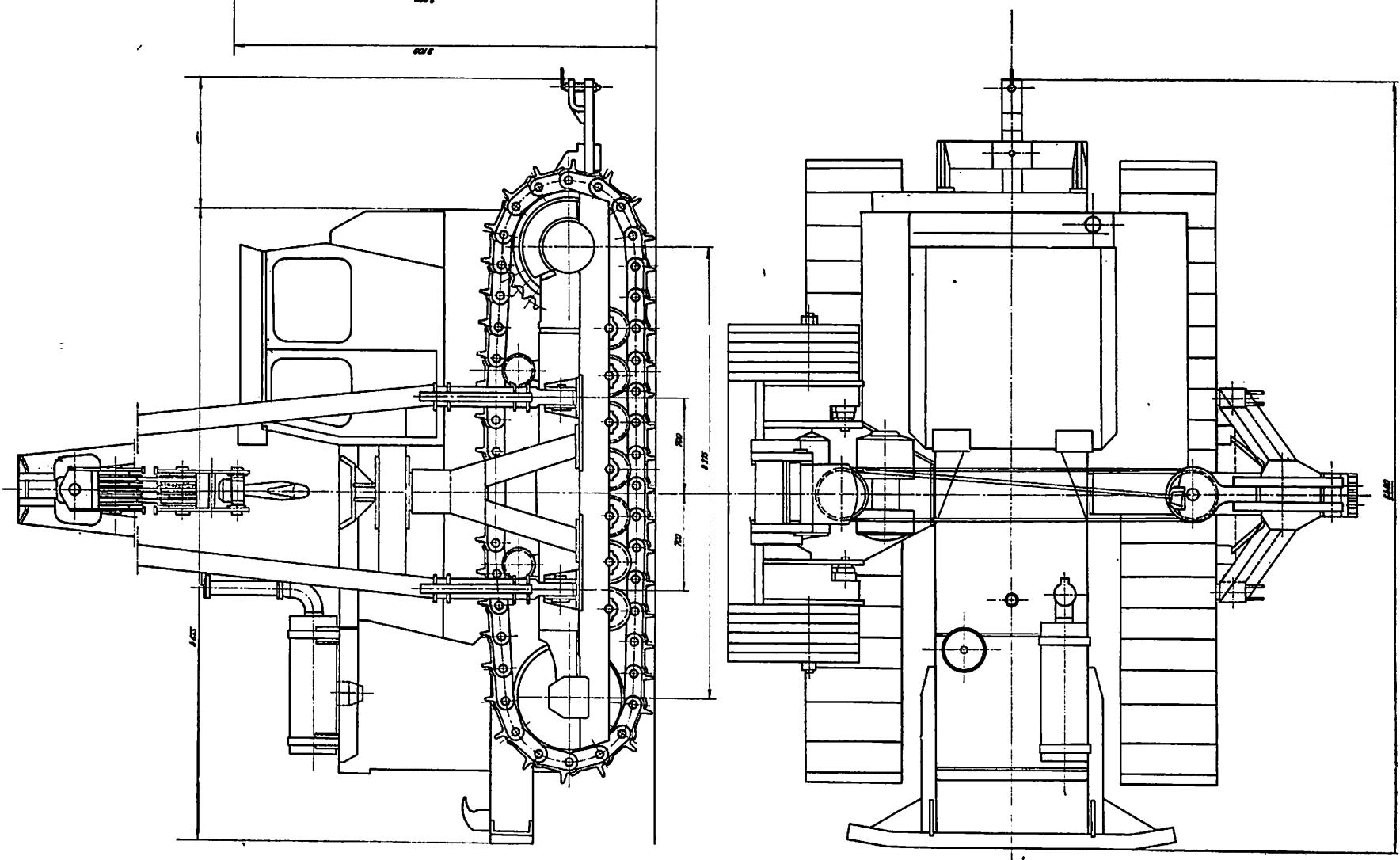
Dosadašnje pomeranje na površinskim otkopima Kosovskog ugljenog basena je pokazalo, da pomerači tipa S-100 zbog teških uslova nemaju dovoljni učinak, te treba primeniti pomerače veće snage.

Postignuti učinak od $1400 \text{ m}^3/\text{h}$ sa pomeračem tipa S-100 je mali u odnosu na učinke koji se postižu savremenim pomeračima, čiji se učinci danas već kreću od 10000 do 15000 m^3/h čistog pomeranja.

Iskustvo u površinskom otkopu Welzow-Süd (DDR) pokazalo je da se poboljšanjem organizacije u boljim uslovima tla od naših može učinak od $1400 \text{ m}^3/\text{h}$ povećati na $2400 \text{ m}^3/\text{h}$ pomeračem tipa S-100, ali da se veći učinci mogu postići jedino jačim pomeračima. Među jače pomerače koji bi odgovarali našim uslovima i imali znatno veće učinke spada tip PR 661 i KR 663 firme KAELBLE, od kojih je zadnji prikazan na slici 11 i ima sledeće tehničke karakteristike:



Sl. 11 — Pomerac tipa KR 663.
Fig. 11 — The shifting device, type KR 663.



Snaga motora	220	KS
Brzina kretanja (maksimalna)	14	km/h
Težina	42	Mp
Specifični pritisak na tlo	0,9	kp/cm ²
Nosivost bočnog krana	30	Mp
Dužina konzole dizalice	6	m

U zavisnosti od položaja kuke na kojoj je pričvršćena glava za pomeranje postiže se određena nosivost krana, kao što je to prikazano u dijagramu na slici 12.

Dosadašnja iskustva na našim površinskim otkopima su pokazala da na izbor samog pomerača utiču:

- širina pomeranja u jednom prohodu
- potrebna visina dizanja u prvom prohodu
- brzina kretanja pomerača.

Svi ovi parametri zavisi su od tehnologije pomeranja i uslova rada pomerača. Rad na odlagalištu »Belačevac« pokazuje da su uslovi odlagališta takvi, da se izbor mora vršiti prema mogućoj tehnologiji pomeranja na odlagalištu, jer su uslovi pomeranja na etaži otkrivke i uglja znatno povoljniji.

Da bi se izvršio pravilan izbor pomerača potrebno je, međutim, razmotriti sve uticaje koji su različiti na pojedinim površinskim otkopima i zavise, uglavnom, od radne sredine.

Uslovi radne sredine utiču na izbor veličine sile koje treba da savladaju otpore prilikom pomeranja kao što je prikazano na sl. 13. Sile na glavi pomerača su:

S_v — sila dizanja u Mp

S_p — potrebna sila pomeranja po horizontali u Mp.

Horizontalna sila pomeranja S_p se prilikom pomeranja razlažen komponentu koja je poprečna na pravac transportne trake $S_{p'}$ i komponentu $S_{p''}$, koja je paralelna sa pravcem transportne trake, pa se može računati da je

$$S_p = \sqrt{S_{p'}^2 + S_{p''}^2} \quad \text{u Mp}$$

Između potrebne sile pomeranja i parametara pomeračice koju treba izabrati, postoji određena zavisnost koja se može izraziti sa

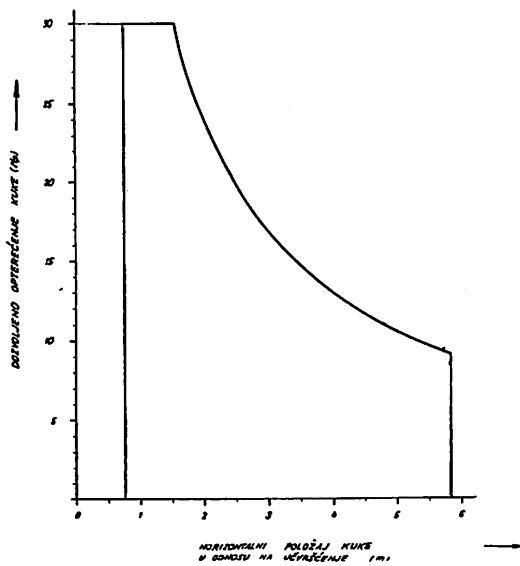
$$S_p < G_p \cdot k_t \quad \text{u Mp}$$

gde je

G_p — radna težina pomeračice u Mp

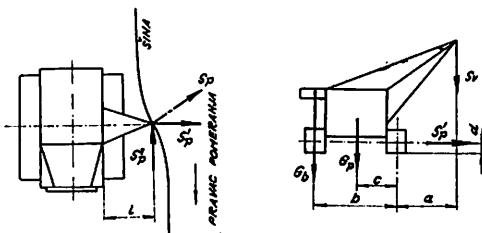
G_p — radna težina pomeračice u Mp

k_t — koeficijent trenja između tla i hodnog uređaja pomeračice (točkova ili gusenica).



Sl. 12 — Dijagram zavisnosti dozvoljenog opterećenja od položaja kuke pomerača tipa KR 663.

Fig. 12 — The allowed burden depending on hook position of the shifting device type KR 663.



Sl. 13 — Pravci delovanja sile pri pomeranju transportne trake.

Fig. 13 — The acting directions of forces during the conveyor shifting.

S obzirom na vrlo različit koeficijent trenja (ugalj, otkrivka i odlagalište) potrebno je pri izboru pomeračice izabrati najnepovoljniji, da bi se osigurao odgovarajući koeficijent sigurnosti, ali ujedno i voditi računa da se pri većem broju potrebnih pomeračica izbor izvrši prema mestu gde će iste biti primenjene.

Da bi se obezbedio odgovarajući koeficijent sigurnosti mora se ispuniti uslov da je

$$G_p \frac{k_t}{s} = S_p \quad u \text{ Mp}$$

odnosno iz toga se dobija odgovarajuća radna težina pomeračice

$$G_p = \frac{S_p \cdot s}{k_t} \quad u \text{ Mp}$$

pri čemu je koeficijent sigurnosti obično $s = 1,1$, a koeficijenti trenja k_t , prikazani u tablici 3, se biraju nezavisno od vrste tla.

Tablica 3
Koeficijenti trenja tla

Vrsta tla i stanje etaže	Koeficijent k_t
Šljunak i vlažan pesak	0,30
Vlažan humus (prirodno tlo)	0,35
Suva peskovita glina, vlažna glina i ilovača, masna glina i glinovit pesak	0,55
Suv humus, suva glina i ilovača	0,60
Vlažna peskovita glina i travnat teren	0,65
Prirodno vlažna peskovita glina i humus	0,70
Prirodno vlažna glina i ilovača	0,80
Suva masna glina i ilovača	0,90

Usvajajući za koeficijent trenja $k_t = 0,55$, koji odgovara vrsti tla (tablica 3) za površinski otkop »Belačevac« proizlazi da je potrebno preći na pomeračicu sa radnom težinom od

$$G_p = \frac{S_p \cdot 1,1}{0,55} = 2 \times S_p \quad (\text{Mp})$$

Pošto sila pomeranja kod transportne trake širine 1200 mm iznosi oko 13 Mp, a kod transportne trake širine 1400 mm oko 15 Mp, proizlazi da je potrebna radna težina pomeračice

$$G_p = 30 \text{ Mp}$$

što odgovara pomenutoj pomeračici tipa KABELLE KR-663 ili sličnoj.

Da bi se izbeglo veliko opterećenje na tlo, koje je, inače, prilično slabe nosivosti, primenjuje se protivteg, kojim će se u znatnoj meri smanjiti opterećenje na gusenice do transportne trake.

Prema sl. 13 potrebna težina protivtega iznosiće:

$$G_p \cdot c + G_b \cdot b = S_v \cdot a + S'_p \cdot d$$

odnosno

$$G_b = \frac{S_v \cdot a + S'_p \cdot d - G_p \cdot c}{b}$$

gde je

G_b — potrebna težina protivtega (balasta) u Mp

a, b, c, d — odgovarajuća odstojanja navedenih sila od određene tačke, m.

Protivteg treba, prema tome, posebno odrediti za svaku izabranu pomeračicu u zavisnosti od transportne trake i tla na kojem se vrši pomeranje.

Ako se transportna traka na odlagalištu mora pomerati u kišnom periodu onda ni smanjeno opterećenje na gusenici pomerača neće omogućiti nesmetano pomeranje, te se mora prići drugom načinu.

Stečeno iskustvo na odlagalištu površinskog otkopa »Belačevac« pokazuje da se u kišnom periodu pomerač, već posle nekoliko prohoda, zaglavljuje, a pored toga stvara raskaljan teren na kome pri pomeranju donji valjci ispadaju i često se gube u blatu.

Zato je u kišnom periodu primjeno pomeranje uz pomoć buldozera koji umesto da povlače, guraju transportnu traku. Za potiskivanje koriste se obično isti buldozeri, kao kod pomeranja pogonske stanice. Ako se želi povećati učinak, uzimaju se posebno buldozeri za pomeranje transportne trake i posebno za pomeranje pogonske stanice.

Pomeranje transportne trake na ovaj način vrši se korakom do najviše 50 cm u jednom prohodu buldozera, dok se pomeranje pogonske stanice vrši u jednom koraku za oko 200 cm.

Zbog izrazite sporosti pomeranja transportne trake na buldozerima naročitu pažnju treba posvetiti dinamici pomeranja i izbegavati pomeranje u kišnom periodu.

Na odlagalištu površinskog otkopa »Belačevac« u toku 1967. godine izvršena su četiri pomeranja transportne trake dužine 710 m i postignuti rezultati, koji su prikazani u tablici 4.

Tablica 4

Pregled pomeranja transportne trake u 1967. g.

Red. broj	Datum pomeranja	Način pomeranja	Ukupno dana	Učinak $m^2/\text{čas}$
1.	8—12. V	pomeračem	5	oko 1400
2.	28. VII—1. VIII	pomeračem	5	oko 1400
3.	16—21. IX	pomeračem	6	oko 1170
4.	20—31. XII	buldozerima	12	oko 700

Učinak pomeranja odnosi se na čisto vreme pomeranja bez pripremnih i završnih radova.

Ukupno vreme pomeranja u odnosu na čisto vreme bagerovanja iznosilo je 15,5%, što se može ceniti kao dosta visoko, te je potrebno isto smanjiti već pomenutom primenom pomerača većeg kapaciteta i poboljšanjem pripremnih i završnih radova na pomeranju transportne trake.

Iskustvo na pomeranju transportne trake na našim površinskim otkopima pokazuje, da po završetku radova na pomeranju treba imati dovoljan broj radne snage, koja će ubrzati finu regulaciju transporter sa buldozerima, omogućiti istovremeno postavljanje ankeru kod pogonske stanice, ponovno nameštanje ispalih donjih valjaka i članaka u toku pomeranja transportne trake i sl. da bi se, na taj način, skratio vreme zastoja bagera, odлагаča i transportnih traka.

SUMMARY

Belt Conveyor shifting at Open-Pit Mines and Experience gained in Conveyor shifting at the Spoil Disposal of Open Pit »Belačevac« in Kosovo

J. Kun, min. eng. — H. Atanasković, min. eng.*)

It is foreseen that 57,000 meters of belt conveyor will be used at three large open-pit mines of lignite in S. F. R. J. up to the end of 1969 and 25,900 meters from the mentioned sum will be constituted of mobile belt conveyors.

Therefore, the conveyor shifting will represent a very essential phase inside of technological process and a great attention has to be paid to that phase. The standstills caused by the shifting of belt conveyors have a direct influence on the productive capacity of excavators, disposal devices, and on belt conveyors, as well as an indirect influence on the output capacity of open-pit mines.

In the article there is made an analysis of the practice in shifting belt conveyors at the open-pit mine »Belačevac«. Based on those analytical results a proposal of using a shifting machine of larger capacity and with a working weight of 30 tons is made.

Literatura

- Bahr, J., 1959: Gurtbandförderer im Bergbau, Freiberg.
- Hacke, E., 1966: Oekonomische Betrachtungen über den Einsatz von Gurtbandanlagen im Braunkohlebergbau. — Freiberger Forschungshefte A-333.
- Kun, J., 1967: Metodologija proračuna transporta na površinskim otkopima sa osvrtom na najvažnije uticaje usled tehnologije rada (otkopavanja). — Literaturni elaborat RI, Beograd.
- Spivakovskij, A. O., Potapov, M. G., Kotov, M. A., 1965: Karjernyj konveer-nyj transport, Moskva.
- Weigelt, H. G., 1966: Die Entwicklung der Fördertechnik in Abraumbetrieben. von Braunkohlebergbau unter besonderer Berücksichtigung technischer und ökonomischer Probleme der Einführung der Bandförderung. — Freiberger Forschungshefte A-333.
- Wolff, H., 1966: Schienenbeanspruchung beim Rückvorgang. — Freiberger Forschungshefte A-349.

*) Dipl. ing. Janoš Kun, šef odeljenja u Zavodu za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

Dipl. ing. Hranislav Atanasković, šef investicija REHK »Kosovo«, Priština.

Osobine otpadne vode koja nastaje u procesu sušenja mlađih ugljeva po postupku „Fleissner“

Dipl. ing. Mira Mitrović

Uvod

Voda je osnovna materija koja je nastala na našoj planeti i ona zauzima oko 4/5 zemljine površine.

U toku dugih geoloških epoha u vodi je postala prva živa materija i iz ove se evolucijom razvio i nastao život. Davnije, kada je život prešao delimično i na suvo tlo, voda je ostala i dalje glavna i neophodna materija za njegovo održavanje. Ona unosi u organizme potrebne soli i omogućuje stvaranje jedinjenja koja su neophodna za pravilno funkcionisanje i rad pojedinih organa.

Količina raspoložive slobodne vode ostala je u toku nama poznatih geoloških epoha približno ista. Razlog tome je što se u prirodi stalno odvijaju procesi po kojima voda stupa u trajna jedinjenja i procesi po kojima se ovaj gubitak nadoknađuje. Ovi procesi čine zatvoren ciklus prirodnih tokova u kojima se voda prečišćava i obogaćuje korisnim sastojcima.

Međutim, nagli razvoj naselja i industrije poremetio je ovaj proces samoprečišćavanja vode u prirodi. Razvoj gradova i izgradnja industrije zahtevali su i veliku potrošnju vode. Posledica toga bila je stvaranje velikih količina otpadnih voda, zagađenih raznim štetnim produktima, koji se ne mogu u prirodnom toku brzo i efikasno odstraniti do te mere, da voda postane upotrebljiva za život.

Zagađenost otpadne vode zavisi od vrste industrije odnosno sirovine i tehnološkog procesa po kome se ova sirovina prerađuje (mineralne soli, organske materije, čvrste čestice itd.).

Za naselja su naročito opasne velike količine otpadne vode, koje sadrže organske materije i koje se ispuštaju iz fabrika koža, harlige, šećera, tutkala i dr. Takve organske ma-

terije se raspadaju i trunu razvijajući u vodotokovima milijarde mikroorganizama. U velikim naseljima industrijskih zemalja nemoguće je pod ovim uslovima održavati čistoću tekućih voda bez prethodnog čišćenja otpadnih voda. Usled toga su sve industrijski razvijene zemlje u svetu donele zakonske propise o kvalitetu industrijskih i drugih otpadnih voda koje se smeju upuštati u rečne tokove.

Čišćenje otpadnih voda se danas izvodi pomoću raznih postupaka, a zavisno od vrste zagađenja (mehaničko, hemijsko, biološko i dr.).

U ovom članku se razmatra kvalitet otpadnih voda koje su nastale u procesu sušenja tri različita lignita (»Kosovo« i »Kolubara« iz SFR Jugoslavije i »Motru« iz SR Rumunije) po postupku »Fleissner«.

Karateristike lignita koji su sušeni po postupku »Fleissner«

Tehnološkom procesu sušenja po postupku »Fleissner« podvrgnuti su mlađi ugljevi — ligniti ksilitnog i barskog tipa. Tretirani ligniti imaju visok sadržaj vlage i, zavisno od uslova nastajanja, jaču singenetsku mineralizaciju, pa samim tim i nisku toplotnu vrednost do oko 2000 kcal/kg. Međutim, kako su nalazišta ovih lignita vrlo velika i troškovi eksploatacije niski, to je korišćenje takvih ugljeva kao vida energije u izvesnim zemljama danas još uvek aktuelno i ekonomski opravданo. Predmet ovih ispitivanja su bili ligniti iz basena »Kosovo« SFRJ, basena »Motru«, SR Rumunija i basena »Kolubara«, SFRJ. Kod sva tri imenovana basena sitan ugalj ispod 30 mm se koristi za sagorevanje

u termoelektranama. Krupan lignit iz basena »Kosovo« i basena »Kolubara« se oplemenjuje pomoću navedenog procesa sušenja. Na taj način se dobija komadno, čvrsto gorivo otpor-

Tablica 1

Kvalitet rovnog uglja, klasa — 150 + 30 mm

Elementi, %	Ukupna vлага	Bez vlage	Bez vlage i pepela
Vлага	48,80	—	—
Pepeo	12,28	23,98	—
Sumpor ukupan	0,74	1,46	—
Sumpor u pepelu	0,62	1,23	—
Sumpor sagorljiv	0,12	0,23	0,30
Koks	28,15	54,97	40,77
C-fix	15,87	30,99	40,77
Isparljive materije	23,05	45,03	59,23
Sagorljive materije	38,92	76,02	100,00
Kalorična vrednost:			
gornja kcal/kg	2308	4509	5931
donja kcal/kg	1890	4268	5614
Ugljenik	25,56	49,92	65,67
Vodonik	2,28	4,47	5,88
Azot + kiseonik	10,96	21,40	28,15
Ter	3,33	6,5	8,55
Bitumen			
(montan vosak)	1,39	2,71	3,56
Ligninska supstanca	25,19	49,20	64,72
Celuloza	1,23	2,41	3,17
Huminske kiseline	11,11	21,70	28,54

Tablica 2

Hemijska analiza pepela iz rovnog uglja »Kosovo«, klasa — 150 + 30 mm

Sastojci	%
SiO ₂	28,33
Fe ₂ O ₃	6,35
Al ₂ O ₃	9,59
CaO	37,67
MgO	4,75
SO ₃	10,86
P ₂ O ₅	0,25
TiO ₂	0,56
Na ₂ O	0,92
K ₂ O	0,38
Reakcija	slabo bazna

Topljivost pepela (oksidaciona atmosfera):

Početak sinterovanja	1000°
Tačka omešavanja	1220°
Tačka polulopote	1360°
Tačka razlivanja	1380°

no na uticaj atmosferilija, koje ima donju kaloričnu vrednost do oko 4.000 kcal/kg. Lignite »Kolubara« je podvrgnut čišćenju u teškoj sredini pre procesa sušenja. Kao suspenzoid upotrebljen je pesak i odvajanje čistog uglja izvršeno je u teškoj tečnosti spec. težine 1,38.

Lignite iz basena »Kosovo«, SFRJ

Ugalj iz ovoga basena ima vidljivu drvenastu strukturu fosilnog drveta i stoga spada u tipične lignite. Boja mu se kreće od otvoreno do zatvoreno mrke. Na porcelanskoj pločici ostavlja ogreb svetlo mrke boje.

Ugalj sadrži fina sočiva, proslojke i impregnacije mineralnih materija, koje su karbonatne i glinovite prirode. Karbonatna jalo-vina je rastresitija, belo-siva i intimnije je priraslja uz ugljenu masu. Usled ovoga lignit nakon sušenja poprimi svetu boju, često skoro belu. Glinovite prime se imaju različitu boju, od sivo-zelene do crne i deblje su od karbonatnih, ali su u celini manje zastupljene u uglju od karbonatnih.

Po petrografskom sastavu ovaj lignit je izgrađen od sledećih sastojaka: ksilena, smolnih telašca, humusnog gela, fuzinita, raznih sklerocijuma, polena i egzina mikrospora. Ugljena materija je mestimično jako oksidisana.

Rezultati imedijatne analize, elementarne analize i sadržaj organskih komponenata u ugljenoj supstanci za rovni ugalj »Kosovo«, klase — 150 + 30 mm, su dati u tablici 1. Hemijska analiza pepela ovoga uglja izložena je u tablici 2.

Rovni lignit iz basena »Kosovo«, klase — 150 + 30 mm, ima 48,8% vlage, 12,28% pepela, 38,92% sagorljivih materija i donju topotnu vrednost, određenu u kalorimetru, u veličini od 1890 kcal/kg. Ugalj sadrži 1,46% ukupnog sumpora (na 105°) pri čemu sagorljivi sumpor na 105° iznosi 0,23%.

Čista ugljena supstanca (bez vlage, bez pepela) ima: 59,23% isparljivih materija, 40,77% C-fix-a, 65,67% ugljenika, 5,88% vodonika, 0,30% sagorljivog sumpora i 28,15% azota i kiseonika.

Ugalj sadrži (na 105°): 6,5% tera, 2,71% montan voska, 49,20% ligninske supstance, 2,41% celuloze i 21,7% huminskih kiselina.

Sastav pepela ovog uglja je slabo bazan. Sadržaj SiO₂ u pepelu iznosi 28,33%. Zbir

SiO_2 i Al_2O_3 iznosi 37,92%. Pepeo počinje da sinteruje u oksidacionoj atmosferi na temperaturi od 1000°, a omešava na temperaturi od 1220°. U toku daljeg zagrevanja pepela, pod istim uslovima, na temperaturi od 1360° stvara se polulopta i razlivanje otopljenih mase nastupa kod temperature od 1380°.

Lignite iz basena »Motru«, SR Rumunija

Lignite iz basena »Motru« ima pretežno drvenastu strukturu sa jasno izraženim smenjanjem drvenastog i barskog uglja. Drvenasti ugalj se javlja u tanjim proslojcima i sačinjen je od strukturnog ksilita. Može se reći da je ovaj lignit trakast i da ima nepravilan prelom. Boja mu je otvoreno mrka. Kod dužeg stajanja na vazduhu raspada se, kao i svi drugi ligniti, i poprima tamniju boju. Na porcelanskoj pločici daje ogreb svetlo mrke boje.

Ugalj sadrži sledeće mineralne materije: glinu, pirtske impregnacije, retko markasit i karbonatne materije. Glinovita supstanca i ugljeviti škriljac predstavljaju u uglju epigenetsku mineralizaciju.

Prema petrografskom sastavu ovaj lignit je izgrađen od sledećih elemenata: humusni detritus višeg stepena (gelodetrit) i nižeg stepena (tekstodetrit), gelit i tekstit (ksilit). Pojave fuzita su kvantitativno beznačajne. Sadržaj rezinita je od značaja i ukazuje na prisutnost tera i montan voska.

Ovaj ugalj spada u grupu lignita pretežno barskog tipa i to nižeg stepena karbonifikacije.

Rezultati imedijatne analize, elementarne analize i sadržaj organskih komponenata u ugljenoj supstanci za rovni ugalj »Motru«, klase — 200 + 30 mm su dati u tablici 3. Hemiska analiza pepela ovoga uglja izložena je u tablici 4.

Rovni lignit iz basena »Motru«, klase — 200 + 30 mm ima 46,25% vlage, 13,76% pepela, 39,99% sagorljivih materija i donju toplotnu moć, određenu u kalorimetru, u veličini od 2095 kcal/kg. Ugalj sadrži 2,04% ukupnog sumpora (na 105°) i u ovome je 0,43% sagorljivog sumpora.

Čista ugljena supstanca (bez vlage, bez pepela) ima: 60,58% isparljivih materija, 39,42% C-fix-a, 68,47% ugljenika, 5,25% vodonika, 0,58% sagorljivog sumpora i 25,70% azota i kiseonika.

Ugalj sadrži (na 105°): 10,6% tera, 3,9% montan voska, 34,0% ligninske supstance, 1,40% celuloze i 35,09% huminskih kiselina.

Tablica 3

Kvalitet rovnog uglja »Motru«, klase — 200 + 30 mm

Elementi, %	Ukupna vlaga	Bez vlage	Bez vlage i pepela
Vлага	46,25	—	—
Pepeo	13,76	25,61	—
Sumpor ukupan	1,10	2,04	—
Sumpor u pepelu	0,87	1,61	—
Sumpor sagorljiv	0,23	0,43	0,58
Koks	29,52	54,93	39,42
C-fix	15,76	29,32	39,42
Isparljive materije	24,23	45,07	60,58
Sagorljive materije	39,99	74,39	100,00
Kalorična vrednost:			
gornja kcal/kg	2488	4628	6221
donja kcal/kg	2095	4417	5938
Ugljenik	27,38	50,94	68,47
Vodonik	2,10	3,91	5,25
Azot + kiseonik	10,28	19,11	25,70
Bitumen (montan vosak)	2,09	3,90	5,20
Ter	5,70	10,60	14,25
Ligninska supstanca	18,28	34,00	45,70
Celuloza	0,75	1,40	1,90
Huminske kiseline	18,87	35,09	47,20

Tablica 4

Hemiska analiza pepela iz rovnog uglja »Motru«, klase — 200 + 30 mm

Sastojci	%
SiO_2	33,25
Fe_2O_3	11,18
Al_2O_3	18,86
CaO	16,60
MgO	3,26
SO_3	14,73
P_2O_5	0,40
TiO_2	0,36
Na_2O	0,34
K_2O	1,19
Reakcija	jako kisela

Topljivost pepela (oksidaciona atmosfera):

Početak sinterovanja	960°
Tačka omekšavanja	1180°
Tačka polulopote	1355°
Tačka razlivanja	1365°

Sastav pepela ovoga lignita je jako kiseo. Sadržaj SiO_2 u pepelu iznosi 33,25%, a zbir SiO_2 i Al_2O_3 je jednak 52,11%. Pepeo počinje da sinteruje u oksidacionoj atmosferi na temperaturi od 960°, a omekšava na temperaturi

od 1180°. Zagrevanjem pepela na većim temperaturama, takođe u oksidacionoj atmosferi, kod 1355° stvara se polulopta, a kod 1365° razliva se otopljena masa.

Tablica 5

Kvalitet očišćenog uglja »Kolubara«, klase — 200 + 20 mm

Elementi, %	Ukupna vlaga	Bez vlage	Bez vlage i pepela
Vлага	57,00	—	—
Pepeo	6,16	14,34	—
Sumpor ukupan	0,63	1,47	—
Sumpor u pepelu	0,14	0,32	—
Sumpor sagorljiv	0,49	1,15	1,34
Koks	20,68	48,10	39,41
C-fix	14,52	33,76	39,41
Isparljive materije	22,32	51,90	60,59
Sagorljive materije	36,84	85,66	100,00
Kalorična vrednost:			
gornja kcal/kg	2305	5361	6259
donja kcal/kg	1845	5086	5937
Ugljenik	24,55	57,10	66,66
Vodonik	2,19	5,10	5,96
Azot + kiseonik	9,61	22,31	26,04
Bitumen	4,08	9,5	11,09
Ter	5,63	13,1	15,30
Montan vosak	3,44	8,0	9,34
Ligninska supstanca	19,49	45,33	52,92
Celuloza	2,05	4,76	5,55
Huminske kiseline	11,21	26,07	30,43

Tablica 6

Hemijska analiza pepela iz očišćenog uglja »Kolubara«, klase — 200 + 20 mm

Sastojci	%
SiO_2	42,51
Fe_2O_3	10,14
Al_2O_3	23,63
CaO	11,08
MgO	3,96
SO_3	7,21
P_2O_5	0,04
TiO_2	0,69
Na_2O	0,20
K_2O	0,50
Reakcija	jako kisela
Topljivost pepela (oksidaciona atmosfera):	
Početak sinterovanja	940°
Tačka omekšavanja	1160°
Tačka polulopte	1325°
Tačka razlivanja	1350°

Lignite iz basena »Kolubara«, SFRJ

Kolubarski lignit ima dobro očuvanu drvenastu strukturu i sastoji se od naizmeničnih slojeva barskog uglja i ksilita. Barski ugalj ima nepravilan prelom, dok ksilitni deo uglja ima iverast prelom. Boja ovog lignita je mrka. Na porcelanskoj pločici ostavlja ogreb svetlo mrke boje. Dužim stajanjem na vazduhu ugalj gubi vlagu. Usled toga se stvaraju naprsline i ugalj se raspada u sitne klase.

Mineralne primese u ovom uglju čine gлина (pretežno), karbonatna materija (rastresita i sočivastog oblika) i retko zrnca pirita. U procesu čišćenja odstranjen je iz uglja veliki deo ovih primesa.

Glavni petrografske sastojak ovog lignita je ksilit koji je u vidu sitnih delića nepravilno raspoređen u humusnom detritusu. Zatim sledi rezinit (smolna telašča), koji je vezan za ksilit i koji daje prinose tera. Fuzit se javlja sa dobro sačuvanim celijama.

Rezultati imedijatne analize, elementarne analize i sadržaj organskih komponenata u uglenoj supstanci za očišćeni ugalj »Kolubara«, klase — 200 + 20 mm, dati su u tablici 5. Hemijska analiza pepela ovoga uglja izložena je u tablici 6.

Očišćeni lignit iz basena »Kolubara« klase — 200 + 20 mm ima 57,0% vlage, 6,16% pepela, 36,84% sagorljivih materija i donju toplotnu vrednost, određenu u kalorimetru, u veličini od 1845 kcal/kg. Ugalj sadrži 1,47% ukupnog sumpora (105°), a u ovome je 1,15% sagorljivi sumpor.

Čista uglena supstanca (bez vlage, bez pepela) ima: 60,59% isparljivih materija, 39,41% C-fix-a, 66,66% ugljenika, 5,96% vodonika, 1,34% sagorljivog sumpora i 26,04% azota i kiseonika.

Ugalj sadrži (na 105°): 13,1% tera, 9,5% bitumena, 8,0% montan voska, 45,33% ligninske supstance, 4,76% celuloze i 26,07% huminskih kiselina.

Sastav pepela ovoga lignita je jako kiseo. Sadržaj SiO_2 u pepelu iznosi 42,51%. Zbir SiO_2 i Al_2O_3 je jednak 66,14%. Pepeo počinje da sinteruje u oksidacionoj atmosferi na tem-

peraturi od 940° i omekšava na 1160° . Daljim zagrevanjem stvara se polulopta na 1325° i otopljeni masa se razliva na 1350° .

Tehnološki proces primjenjenog postupka sušenja

Ligniti koji su bili predmet naših ispitivanja sušeni su po postupku »Fleissner«.

Odstranjanje vode iz uglja po ovom postupku je fizičko-hemijski proces koji je uslovljen koloidnom strukturu uglja. Ovaj proces još uvek nije potpuno rasvetljen i posred istraživačkih radova velikog broja stručnjaka koji su se bavili ovim problemom (Terrès, Rammel, Kreulen i dr.). Utvrđeno je da se, u uslovima u kojima se tretira ugalj u autoklavima sa vodenom parom pod pritiskom, izdvaja pored vode, CO_2 , H_2S i čitav niz raznih drugih hemijskih proizvoda. Količina i vrsta ovih zavisi od prirode uglja i jačine pritiska pod kojim se proces odvija. U ovom procesu se menja struktura ugljene materije i hemijski sastav proizvedenog sušenog uglja. Sadržaj ugljenika se povećava u ugljenoj supstanci za oko 2% što ukazuje na proces ugljenisanja. Osim toga, menja se i odnos i vrsta kapilara u ugljenoj materiji, te sušeni ugalj dobija hidrofobne osobine.

Utvrđeno je da se tretiranjem uglja po ovom postupku izdvaja, zavisno od osobine uglja i vognje pare (temperatura, pritisak), u pojedinim fazama procesa, sledeća količina vode:

oko 27% u fazi predgrevanja uglja
oko 38% u fazi tretiranja uglja parom
oko 30% u fazi otpuštanja pare iz autoklava
oko 5% u fazi dosušivanja uglja.

Ovi процентi su dati za slučaj kad se sa 100% označi ukupna količina odvojene vode. Od ukupno izdvojene vode obično je oko 65% tečna voda.

Sušenje lignita iz basena »Kosovo« i iz basena »Motru«

Sušenje ova dva lignita je izvršeno u postrojenju REHK, Kosovo, Obilić — Priština, koncem 1967. godine. Postrojenje za sušenje lignita »Kosovo« izgradila je firma »Alpine«, Zeltweg, Austrija i pustila u probni rad u toku 1966. godine. Kapacitet postrojenja je 600.000 t sušenog uglja godišnje. Postrojenje

je namenjeno proizvodnji sušenog uglja za gasifikaciju pod pritiskom i danas je u radu.

Postrojenje ima 12 autoklava sa 12 priključnih sudova, raspoređenih po 4 u jednu grupu. Ciklus sušenja traje 160 minuta. Pritisak radne pare (zasićene) iznosi 30 atü ($t = 235^{\circ}$). Dosušivanje lignita se izvodi u specijalnim bunkerima pomoću toplog vazduha.

Proces sušenja se odvija u ovom postrojenju po postupku »Kretschmer« odnosno postupku »Fleissner«, koji je usavršen u pogledu ekonomisanja toplotom. Tok procesa je sledeći:

- 10' se puni autoklav komadnim rovnim lignitom
- 20' traje prvo predgrevanje uglja; ovo se izvodi prelivanjem lignita topлом vodom iz susednog autoklava
- 20' traje drugo predgrevanje uglja; ovo se izvodi parom koja se ispušta iz autoklava u kome je završen proces
- 60' traje tretiranje uglja parom, pritiska 30 atü
- 20' traje prvo otpuštanje pare; na kraju ove faze topla voda iz priključne posude se odvodi u susedni autoklav za zagrevanje rovnog uglja
- 20' traje drugo otpuštanje pare; na kraju ove faze zaostala otpadna voda se odvodi iz priključne posude u rezervoar za muljnu vodu
- 10' se prazni sušeni ugalj iz autoklava

Ukupno 160'

Dosušivanje lignita je trajalo 2 h.

Sušenje je izvršeno na komadnom uglju »Kosovo« i »Motru«, veličine — 150 + 30 mm odnosno — 200 + 30 mm, sa očuvanom ukupnom vlagom. Ovi ligniti se ne čiste te je sadržaj pepela u njima visok (24—25,6% na 105°).

Sušenje lignita iz basena »Kolubara«

Sušenje ovoga lignita je izvršeno u postrojenju RB Kolubara, Vreoci, koncem 1967. godine. Postrojenje za sušenje lignita »Kolubara« je izgradila firma »PIC«, Fontainebleau,

Francuska i pustila ga u rad u toku 1957. god. Postrojenje je rekonstruisano u toku 1966. god. Kapacitet postrojenja je oko 800.000 t sušenog uglja godišnje. Sušeni ugalj je namenjen širokoj potrošnji i industriji. Ciklus sušenja traje 170'. Pritisak radne pare iznosi 18—20 atü. Temperatura pregrejane pare iznosi 280—300°.

Tok procesa je sledeći:

- 10' se puni *autoklav* komadnim pranim lignitom
- 15' traje *prebacivanje* pare i vode u *autoklav*
- 15' traje *upuštanje* sveže pare u *autoklav*
- 10' je *stagnacija*
- 5' traje *ispuštanje* kondenzata
- 10' traje ponovo dovođenje sveže pare u *autoklav*
- 30' traje *tretiranje* uglja svežom parom
- 15' traje *prebacivanje* pare i vode
- 10' traje *ispuštanje* kondenzata
- 40' traje *vakuumiranje* vlage
- 10' se *prazni* sušeni ugalj iz *autoklava*

Ukupno 170'

Sušenje je izvršeno na komadnom očišćenom lignitu »Kolubara« krupnoće — 200 + 20 mm. Usled prethodnog pranja ovaj lignit ima znatno niži sadržaj pepela (oko 14% na 105°) nego što je to slučaj sa lignitom »Kosovo« i »Motru«.

Osobine otpadne vode

Otpadna voda koja se dobija u procesu sušenja lignita po postupku »Fleissner« sastoji se iz kondenzata upotrebljene vodene pare, vode dobijene iz vlage uglja i vode koja nastaje u hemijskim reakcijama.

Ova voda usled toga sadrži mehaničke nečistoće i u manjoj i većoj meri razna hemijska jedinjenja. Količina navedenih sastojaka u otpadnoj vodi zavisi od uslova sušenja lignita i osobina tretiranog lignita.

Osobine otpadne vode nastale u procesu sušenja lignita »Kosovo« SFRJ

Količina otpadne vode

	Sušenog uglja
— istisnuta voda	0,519 m ³ /t

	Sušenog uglja
— kondenzatna voda	0,222 m ³ /t
— ukupna izmerena količina	0,741 m ³ /t

Kvalitet otpadne vode

- boja: tamno smeđa
- mutnoća: neprozirna
- miris: neprijatan, karakterističan za vodu koja nastaje u procesu »Fleissner«
- temperatura (t°): 87°
- pH vrednost: 7,6
- sadržaj čvrstih čestica (105°)g/1: 8,0 — 10,0
- sadržaj pepela u čvrstim česticama (105°)%: 46,0

Analiza pepela čvrstih čestica

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

Topljivost pepela (oksidaciona atmosfera)

Početak sinterovanja	920°
Tačka omekšavanja	1170°
Tačka polulopte	1380°
Tačka razlivanja	1400°

Granulometrijski sastav čvrstih čestica

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

— srednji prečnik zrna čvrstih čestica	0,09 mm
— ukupni suvi ostatak (10 °) mg/l	11200
— suvi ostatak uparavanjem filtrata (105°) mg/l	3200

— gubitak žarenjem suvog ostatka (dobijenog uparavanjem filtrata) na 600—650° mg/l	2000	— miris: neprijatan, karakterističan za vodu koja nastaje u procesu »Fleissner«
— ostatak žarenja suvog ostatka (dobijenog uparavanjem filtrata) na 600—650° mg/l	1200	— temperatura (t°): 87°
— sadržaj katjona i anjona u filtratu otpadne vode (mg/l)		— pH vrednost: 7,3
Ca 70,0 OH nema		— sadržaj čvrstih čestica (105°) g/l: 1,8—15,0
Mg 16,5 SO ₃ nema		— sadržaj pepela u čvrstim česticama (105°)%: 58,1—44,6%.
Na 158,0 SO ₄ 110,9		
K 4,0 Cl 156,0		
Fe 0,89 HSiO ₃ 164,6		
HCO ₃ 268,0 Al ₂ O ₃ nije određivano		
CO ₃ nema P trag		
— ukupni fenol mg/l 220		
— isparljivi fenoli mg/l 100		
— H ₂ S mg/l 110		
— CO ₂ slobodni mg/l trag		
— CO ₂ ukupan mg/l 193		
— isparljivi amonijak mg/l 19,0		
— vezani amonijak mg/l 23,0		
— ukupni amonijak mg/l 42,0		
— slobodan hlor mg/l nema		
— ukupni azot mg/l 34,6		
— isparljive organske kiseline mg/l 350		
— huminske kiseline mg/l 400		
— katran mg/l 25		
— ulje mg/l 40		
— aldehidi mg/l 35		
— ketoni (aceton) mg/l 57		
— utrošak kalijumpermangana (KMnO ₄) mg/l 7000		
— materije koje se bromuju mg/l nije određivano		
— stepen oksidabilnosti mg O ₂ /l 1750		
— rastvoreni kiseonik mg O ₂ /l nema		
— biohemijska potrošnja kiseonika (BPK ₅) mg O ₂ /l 700		

Osobine otpadne vode nastale u procesu sušenja lignita »Motru« SR Rumunija

Količina otpadne vode

	Sušenog uglja
— istisnuta voda	0,415 m ³ /t
— kondenzatna voda	0,250 m ³ /t
— ukupna izmerena količina (bez raznih gubitaka)	0,665 m ³ /t

Kvalitet otpadne vode

- boja: tamno mrka
- mutnoća: neprozirna

- srednji prečnik zrna čvrstih čestica mm 0,032
- ukupni suvi ostatak (105°) mg/l 3970
- suvi ostatak uparavanjem filtrata (105°) mg/l 2166
- gubitak žarenjem suvog ostatka (dobijenog uparavanjem filtrata) na 600—650° mg/l 1121
- ostatak žarenja suvog ostatka (dobijenog uparavanjem filtrata) na 600—650° mg/l 1045

Analiza pepela čvrstih čestica

Sastojci	%
SiO ₂	39,11
Fe ₂ O ₃	11,38
Al ₂ O ₃	20,17
CaO	13,80
MgO	3,15
SO ₃	10,00
P ₂ O ₅	0,46
TiO ₂	0,39
Na ₂ O	0,38
K ₂ O	1,30
Reakcija	jako kisela

Topljivost pepela (oksidaciona atmosfera)

Početak sinterovanja	950°
Tačka omekšavanja	1180°
Tačka polulopte	1360°
Tačka razlivanja	1380°

Granulometrijski sastav čvrstih čestica

Veličina zrna mm	Udeo %	Σ Udeo %	Pepeo (105°) %
— 0,2 + 0,15	0,08	0,08	
— 0,15 + 0,10	0,10	0,18	
— 0,10 + 0,090	0,50	0,68	
— 0,090 + 0,075	1,39	2,07	
— 0,075 + 0,060	0,96	3,03	
— 0,060	96,97		
— 0,2 + 0,00	100,00		58,1

— sadržaj katjona i anjona u filtratu otpadne vode mg/l:

Ca	141,5	OH	nema
Mg	16,4	SO ₄	360,0
Na	185,0	Cl	61,6
K	8,0	SiO ₂	136,1
Fe	2,0	Al ₂ O ₃	4,0
HCO ₃	213,3	P	tragovi
CO ₃	nema		

— ukupni fenoli mg/l	200
— isparljivi fenoli mg/l	50
— H ₂ S mg/l	nema
— CO ₂ slobodni mg/l	50
— CO ₂ ukupni mg/l	50
— isparljivi amonijak mg/l	36
— vezani amonijak mg/l	26
— ukupni amonijak mg/l	62
— slobodan hlor mg/l	nema
— ukupni azot mg/l	52
— isparljive organske kiseline mg/l	410
— huminske kiseline mg/l	350
— katran mg/l	nema
— ulje mg/l	60
— aldehydi mg/l	29
— ketoni (aceton) mg/l	
— utrošak kalijumpermanganata (KMnO ₄) mg/l	4716
— materije koje se bromuju mg/l	1278
— stepen oksidabilnosti mg O ₂ /l	849
— rastvorni kiseonik mg O ₂ /l	nema
— biohemijska potrošnja kiseonika (BPK ₅) mg O ₂ /l	508

Osobine otpadne vode nastale u procesu sušenja lignita »Kolubara« SFRJ

Količina otpadne vode

	Sušenog uglja
— istisnuta voda	0,627 m ³ /t
— kondenzatna voda	0,268 m ³ /t
— ukupna izmerena količina	0,895 m ³ /t

Kvalitet otpadne vode

— boja: tamno smeđa	
— mutnoća: neprozirna	
— miris: neprijatan, karakterističan za vodu koja nastaje u procesu »Fleissner«	
— temperatura (t°)	oko 90°
— pH vrednost	5,7—6,4
— sadržaj čvrstih čestica (105°) g/l	2,4—8,0
— sadržaj pepela u čvrstim česticama (105°)%	22,0—38,0

Analiza pepela čvrstih čestica

Sastojci	%
SiO ₂	47,78
Fe ₂ O ₃	7,11
Al ₂ O ₃	26,20
CaO	9,89
MgO	3,18
SO ₃	4,16
P ₂ O ₅	0,09
TiO ₂	0,80
Na ₂ O	0,22
K ₂ O	0,45
Reakcija	kisela

Topljivost pepela (oksidaciona atmosfera)

Početak sinterovanja	980°
Tačka omekšavanja	1130°
Tačka polulopte	1340°
Tačka razlivanja	1360°

Granulometrijski sastav čvrstih čestica

Veličina zrna mm	Udeo %	Σ Udeo %	Pepeo (105°) %
—0,2 +0,15	0,17	0,17	
—0,15 +0,10	0,15	0,32	
—0,10 +0,090	0,19	0,51	
—0,090+0,075	0,47	0,98	
—0,075+0,060	1,50	2,48	15,6
—0,060+0,0	97,52	100,00	38,6
—0,2 +0,0	100,00		38,02

— srednji prečnik zrna čvrstih čestica mm	0,031
— ukupni suvi ostatak (105°) mg/l	5000
— suvi ostatak uparavanjem filtrata (105°) mg/l	2600
— gubitak žarenjem suvog ostatka (dobijenog uparavanjem filtrata) na 600—650° mg/l	1940
— ostatak žarenja suvog ostatka (dobijenog uparavanjem filtrata) na 600—650° mg/l	660
— sadržaj katjona i anjona u filtratu otpadne vode mg/l:	

Ca	77,2	OH	—
Mg	19,0	SO ₄	42,5
Na	41,0	SO ₃	—
K	12,0	Cl	56,0
Fe	1,5	SiO ₂	381,3
HCO ₃	140,0	Al ₂ O ₃	3,0
CO ₃	—	P	0,83

— ukupni fenoli mg/l	272
— isparljivi fenoli mg/l	100
— H ₂ S mg/l	trag
— CO ₂ slobodni mg/l	trag
— CO ₂ ukupan mg/l	101
— isparljivi amonijak mg/l	41
— vezani amonijak mg/l	20
— ukupni amonijak mg/l	61
— slobodni hlor mg/l	nema
— ukupni azot mg/l	53
— isparljive organske kiseline mg/l	565
— huminske kiseline mg/l	418
— katran mg/l	—
— ulje mg/l	—
— aldehidi mg/l (acetaldehyd)	19
— ketoni (aceton) mg/l	29
— utrošak kalijumpermanganata (KMnO ₄) mg/l	6550
— materije koje se bromuju mg/l	nisu određivane
— stepen oksidabilnosti mg O ₂ /l	1625
— rastvorni kiseonik mg O ₂ /l	nema
— biohemidska potrošnja kiseonika (BPK ₅) mg O ₂ /l	1220

Poređenjem kvaliteta otpadnih voda, nastalih u procesu sušenja lignita »Kosovo« i »Motru«, gde je sušenje ova dva lignita izvršeno pod istim uslovima, vidi se da je vred-

nost skoro svih elemenata različita. To znači, da na stepen zagađenosti otpadnih voda u ovom slučaju utiče samo kvalitet tretiranih ugljeva.

Ako se, pak, uporedi kvalitet otpadnih voda nastalih u procesu sušenja lignita »Kosovo« i »Motru« sa kvalitetom otpadnih voda nastalih u procesu sušenja lignita »Kolubara«, onda se vidi da najveći stepen zagađenja ima voda iz lignita »Kolubara«, mada se proces sušenja lignita »Kolubara« odvija pod znatno nižim pritiskom vodene pare (18—20 atü). Međutim, uzrok ovoj pojavi nije samo kvalitet tretiranog lignita »Kolubara« nego i osobine vodene pare korištene u procesu sušenja (pregrejana para, temperature 280°—300°). U tablici 7 dat je uporedni pregled veličina nekih elemenata iz ispitivanih otpadnih voda.

Zaključak

Izvršena ispitivanja pokazuju da u procesu sušenja lignita po postupku »Fleissner« nastaju otpadne vode, čiji kvalitet zahteva bezuslovno prečišćavanje, pre puštanja u vodotokove.

Voda je vrlo topla, oko 87—90°, mutna, neprozirna i ima karakterističan miris. U njoj

Tablica 7

Uporedni pregled veličina nekih elemenata iz otpadnih voda, nastalih u procesu sušenja lignita »Kosovo«, »Motru« i »Kolubara« po postupku »Fleissner«

Elementi	Otpadna voda iz lignita		
	»Kosovo«	»Motru«	»Kolubara«
Temperatura ° oko	87°	87°	90°
Sadržaj čvrstih čestica g/1 (105°)	8,0—10,0	1,8—15,0	2,4—8,0
Sadržaj pepela u čvrstim česticama (105°), %	46,0	58,1—44,6	22,0—38,0
Hemidski sastav pepela	baznog karaktera	kiselog karaktera	kiselog karaktera
pH	7,6	7,3	5,7—6,4
Ukupni fenoli, mg/l	220	200	272
Isparljivi fenoli, mg/l	100	50	100
Ukupni amonijak, mg/l	42	62	61
Isparljive organske kiseline, mg/l	350	410	565
Huminske kiseline, mg/l	400	350	418
H ₂ S, mg/l	110	nema	trag
CO ₂ ukupan, mg/l	193	50	101
Katran, mg/l	25	nema	nema
Ulje, mg/l	40	nema	nema
Aldehidi (acetaldehyd), mg/l	35	60	19
Ketoni (aceton), mg/l	57	29	29
Utrošak KMnO ₄ , mg/l	7000	4716	6550
Rastvorni kiseonik, mg O ₂ /l	nema	nema	nema
Biohemidska potrošnja kiseonika BPK ₅ mg O ₂ /l	700	508	1220

se nalazi dosta čvrstih čestica (do oko 15 g/1) koje su grubo, fino i koloidno dispergovane, a sastoje se od tretiranog uglja i mineralnih primesa u ovom uglju. Pored čvrstih čestica voda ima i dosta neorganskih (amonijak, sumporvodonik, rastvorne soli i dr.) i organskih jedinjenja (fenoli, isparljive organske kiseline, huminske kiseline, katran i ulje i dr.), koja potiču iz organskih komponenata u uglju. Voda nema rastvornog kiseonika. Biohemijska potrošnja kiseonika (BPK_s) u otpadnoj vodi prelazi vrednost od 500 mg O₂/l.

Kvalitet vode zavisi od kvaliteta tretira-

nog lignita, pritska pare i temperature pare u procesu sušenja.

Iz izloženog se vidi da ispitivana otpadna voda ima takav kvalitet, da se, shodno jugoslovenskim propisima (»Službeni list SFRJ« br. 3 od 1966. god.), ne sme bez prethodnog čišćenja mešati sa vodom koja služi za pojeđeњe stoke, uzgoj riba ili kupanje građana.

Tehnološki proces čišćenja ovakvih voda morao bi obuhvatiti: taloženje mehaničkih nečistoća, odlaganje ili sagorevanje ovih i razgradnju — uništavanje štetnih organskih jedinjenja.

Z a h v a l n o s t. Izražavam ovom prilikom veliku zahvalnost drugovima Božidarju Radunoviću, gen. direktoru Rudarsko-energetskog kombinata »Kosovo« — Obilić i Momčlu Tasiću, gen. direktoru Rudarsko-energetskog basena »Kolubara« — Vreoci, jer su omogućili izvođenje ovih ispitivanja.

ZUSAMMENFASSUNG

Eigenschaften der im Trocknungsvorprozess der jüngeren Braunkohlen nach dem Fleissnerverfahren entstehenden Abwasser

Dipl. ing. M. Mitrović*)

Es wurden die im industriellen Trocknungsprozess der drei jüngeren Braunkohlen (aus Kosovo und Kolubara, SFRJ Jugoslavien, sowie »Motru« SR Rumänien) entstehenden Abwässer untersucht. Die Kohlen von »Kosovo« und »Motru« wurden in der Trockungsanlage des REHK Kosovo-Obilić, Priština mit gesättigtem Dampf (30 atü, 235°C) und die Kohle von Kolubara in der Trockungsanlage Vreoci, mit überhitztem Dampf (18—20 atü, 280—300°C) getrocknet.

Es wurden die Eigenschaften der untersuchten Kohlen (s. Tab. Nr. 1, 2, 3, 4, 5, und 6) und die technologischen Prozesse des angewandten Trocknungsverfahrens dargestellt. Es wurde festgestellt, dass die Eigenschaften der Abwässer von der Qualität der untersuchten Kohlen, weiter vom Druck und der Temperatur des Dampfes im Trocknungsprozess, abhängig sind.

Die im trocknungsprozess anfallenden Abwässer haben solche Eigenschaften (s. Tab. 7), dass sie sowohl nach jugoslawischen als auch nach den Vorschriften der Industrieländer der Welt in die Vorflut nicht eingeleitet werden dürfen, die zur Viehtränke, Fischzucht oder für das Freibad ohne vorherige Reinigung dienen würde.

Der technologische Reinigungsprozess solcher Abwässer müsste umfassen: Die ausfällung der mechanischen Verunreinigungen, die Lagerung oder Verbrennung derselben und die Abbau-Vernichtung der schädlichen organischen Stoffe.

Literatura

- Brückner, H., 1943: Untersuchungsverfahren für feste Brennstoffe, Verlag von R. Oldenbourg.
- Fleissner, H., 1927: Veredelung und Trocknung der Braunkohle. — Montan Rundschau, 10—14.
- Hellthaler, H., 1958: Laboratoriumsbuch für die Braunkohleindustrie, VEB, Wilhelm Knapp Verlag, Halle (Saale).
- Huck, G., Karweil, J., 1955: Physikalisch-chemische Probleme der Inkohlung. — Brennstoffchemie, Band 36, Heft 1/2.
- Kreulen, D. J. W., 1962: Sechs Abhandlungen über Braunkohlen Lignite. — Freiberger Forschungsheft A 244.
- Merck, E., 1964: Die Untersuchung von Wasser, 5 Auflage, E. Merck AG Darmstadt.

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

- Rammel, E., Alberti, H. J., 1962: Technologie und Chemie der Braunkohlenverwertung, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.
- Terres, E., Schulze, 1952: Beitrag zur Kenntnis des Ablaufes der physikalischen und chemischen Vorgänge bei der thermischen Behandlung von Rohtorfen. — Brennstoffchemie, Band 33, Heft 21/22.
- American Public Health Association, inc. 1790 Broadway, New York 19, NY, 1955: Standard Methods for the Examination of Water, Sewage and Industrial Wastes, Warterly press, inc. Baltimore, MD.
- CEBEDOC, s. p. r. l., Liège, 1964: Livre de l'eau, volume I, l'Imprimerie Soledi, Liège.
- CEBEDOC, s. p. r. l., Liège, 1966: Livre de l'eau, volume V, l'Imprimerie Soledi, Liège.
- Degremont Traitement des eaux, 1966: Memento technique de l'eau, technique Documentation, Paris (8e).
- Fachgruppe der Wasserschemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker, 1960: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser — Abwasser — und Schlamm — Untersuchung, Verlag Chemie, GmbH, Weinheim/Bergstr.
- Regierung der DDR Ministerium für Schwerindustrie, 1954: Richtlinien über die Methoden der Untersuchung von Rohbraunkohle, Braunkohlenbriketts und Schwelereiproducten in den volkseigenen Braunkohlenbetrieben, VEB, Verlag, Technik, Berlin.
- Savezni zavod za zdravstvenu zaštitu, SFRJ, 1961: Standardne metode za fizičko-hemijsko i bakteriološko ispitivanje vode, Beograd.
- Water Pollution Research Laboratory, Stevenage, 1966: Air and Water Pollution, volume 10, No. 8, Pergamon press, Oxford.

Gumena obloga u bubnjastim mlinovima i iskustva u borskoj flotaciji

(sa 11 slika)

Dipl. ing. Mato Gazarek

Uvod

Prvi pokušaji primjene gumene obloge u mlinovima s kuglama datiraju iz USA. Tamo je već 1923. bilo pokušaja da se bubnjasti mlinovi oblože gumom kvalitete automobilskih guma. Sličnih je pokušaja bilo i kasnije, 1935. g. U oba slučaja način pričvršćenja gume bio je neprikladan, a trošenje je gume bilo toliko da novi način oblaganja nije mogao konkurirati čeličnoj oblozi.

U novije vrijeme uspjelo je nekim švedskim proizvođačima riješiti kako problem pričvršćenja gumene obloge tako i odgovarajuće kvalitete gume. Naročito praktična rješenja dala je tvornica SKEGA koja je 1959. godine započela s ispitivanjima raznih kvaliteta guma u zajednici s rudarskom, cementnom i drugom industrijom. Zahvaljući ovim radovima dobivena je gumena obloga i do pet puta otpornija na habanje od krom-, nikaljili mangan-čelika.

U ovom članku obrađuje se isključivo gumena obloga već spomenutog proizvođača.

Pokusi i praksa su pokazali da su osim kvalitete gume od bitne važnosti:

- odbojni kut kojim se materijal odbija od površine obloge,
- brzina sraza materijala s oblogom,
- profil obloge.

Brzina okretanja mлина treba biti u granicama između 60 i 80% kritične brzine. Ako je brzina manja, ruda pada u oštrom kutu prema oblozi i dolazi do intenzivnijeg trošenja gume, pa je potrebno podesiti brzinu okretanja mлина i profil obloge tako da ne dolazi do naglog trošenja gume. Treba omogućiti da se punjenje mлина dovoljno podiže i da udarci na gumu ne pređu kritičnu vrijednost. Zato se uzimaju kugle do \varnothing 70 mm i pebbles do 150 mm.

Iz dosadašnje primjene gumene obloge mogu se izvući sljedeće njene prednosti prema čeličnoj:

- trajnost dva do pet puta veća; posljedice:

- veće iskorišćenje mlinova, jer nije potrebno često zaustavljati mlin radi pregleda i zamjene obloge;
- sniženje troškova za oblogu po toni samljevene rude;
- montaža je tri do četiri puta brža; posljedica:
 - povećanje produktivnog vremena mlin-a;
- broj radnika pri montaži je za polovicu manji;
- broj povreda i nesreća je pri opravkama i montaži manji. Čelični elementi su težine cca 200 kg, dok su gumeni maksimalno tolike težine da njima može lako manipulirati jedan radnik;
- ukupna težina obloge manja je za cca 85%;
- potrebna je manja pogonska snaga;
- laganiji mlin treba manje temelje;
- veliko sniženje buke;
- jednostavna demontaža istrošene obloge;
- drobeća tijela se ne utiskuju u gumenu situ pri izlazu (ne zapušavaju izlazu rešetku);
- gumena obloga može se montirati i u one mlinove koji su dosada imali čeličnu oblogu;
- manje trošenje drobećih tijela;
- nema trošenja elemenata pričvršćenja obloge;
- pri mokrom mljevenju mlin ne propušta vodu pokraj vijaka pričvršćenja;
- manji skladišni prostor rezervnih dijelova;
- manji troškovi transporta.

Ipak je najznačajnija prednost veliko sniženje troškova za oblogu po toni samljevene rude i znatno smanjenje buke čiji je intenzitet pri čeličnoj oblozi na granici opasnosti po ljudsko zdravlje ili je čak i nešto veći.

Gumena se obloga može ugraditi u sve vrste mlinova, kako s obzirom na drobeća tijela (kugle, palice, autogeno mljevenje), tako i s obzirom na materijal za mljevenje (ruda, nemetalni, klinker i dr.), i to do radijusa od 1 m za pogonske odnosno 0,8 m za laboratorijske mlinove. Nakon ugradnje gumene obloge učinak mлина ostaje isti, a u slučaju flotiranja flotabilnost sirovine ne smanjuje se.

Ipak, u mlinovima s kuglama ne mogu se upotrijebiti kugle veće od \varnothing 70 mm. Osim toga, ne može se upotrijebiti gumena obloga u mlinovima u kojima je temperatura viša od 90°C.

Primjeri primjene gumene obloge nalaze se u tablici 1. Podaci datiraju iz 1965. godine.

Tablica 1

Neki primjeri eksploatacije mlinova s gumenom oblogom u inostranstvu

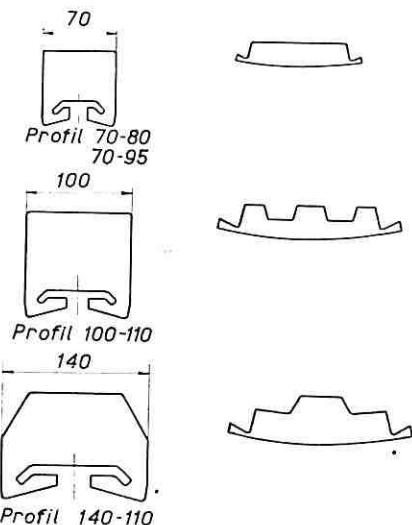
Poduzeće	Dimenzije mлина promjer dužina [m]	Drobeća tijela	Sirovina	Vrijeme eksploatacije
Boliden AB, Kristineberg, Švedska	2,75 × 3,0	ruda 40–80 mm	kompleksna sulfidna ruda	Novembar 1961. — juni 1965. = 18 000 radnih sati. Pragovi iz- mjenjeni nakon 10 000 radnih sati. Još u upotrebi.
Stockholms Siporex AB, Skelleftehamn, Švedska	1,8 × 6,0	cylpebs 22 × 22 mm	kvarcni pijesak	Januar 1962. — juni 1965. = 16 000 radnih sati. Još u upotrebi.
Stora Kopparbergs AB, Hoksberg, Švedska	2,4 × 3,25	kugle \varnothing 50 mm	željezna ruda	Mn-čelična obloga trajala je 8 000 radnih sati. Nakon 8 300 radnih sati istrošenost gumene obloge iznosi 6 mm.
LKAB, Malmberget, Švedska	3,25 × 4,3	kugle \varnothing 35 mm	magnetit- koncentrat	August 1962. — juni 1965. = 7 500 radnih sati. Istrošenost ploča cilindra: 4,5 mm = 0,62 mm/1000 radnih sati, istrošenost pragova: 8,0 mm = 1,1 mm/1000 radnih sati.

Pričvršćenje obloge

Elementi gumene obloge se donekle razlikuju od elemenata čelične obloge, i to kako zbog specijalnog načina pričvršćenja tako i zbog karaktera samog materijala.

U osnovi, i ovdje razlikujemo elemente cilindričnog dijela obloge mlinova i elemente ulaznog i izlaznog čela koji su kod protočnih mlinova gotovo jednaki, dok se kod mlinova sa sitom čelični elementi bitno razlikuju. Sito je od gume, s kružnim ili uzdužnim otvorima, i specijalno je pričvršćeno. Prostor između čela i sita također se oblaže specijalnim gumenim elementima. I podizači su od gume. Mlinovi s pregradama imaju pregrade od gumenih sita pričvršćene specijalnim gumenim elementima.

Kod mlinova s palicama samo se oblaže cilindar gumenom oblogom, dok se čela oblažu i dalje čeličnom oblogom i to zato što čelične palice kidaju (paraju) gumenu oblogu na čelu.

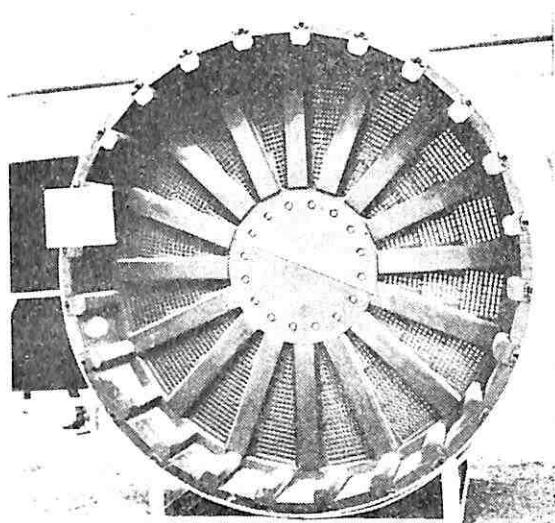


Sl. 1 — Profili ploča i pragova od gume.
Abb. 1 — Platten- und Gummischwelleprofile.

Gumeni elementi cilindra i čela sastoje se od ploča i pragova različitih dimenzija i profila prikazanih na sl. 1 i 5. Način pričvršćenja prikazan je na slikama 2, 3 i 5; elementi se pričvršćuju vijcima navarenim na čeličnu priteznu podlogu oblika T prema slici 5 (elementi 3, 4, 5 i 6). Pričvrsna podloga s vijkom utiskuje se u utore praga koji ima isti oblik.

Pomicanjem po utoru omoguće se uzdužno podešavanje prema provrtima u cilindru.

Širina ploča i razmak pragova diktirani su kod starih mlinova postojećim provrtima za vijke dok se kod novih mlinova odabiru. U novije vrijeme se preporučuje tzv. »Π« podjebla, gdje razmak vijaka iznosi 314 mm, a ploče su ravne kao na slici 2 i 3.



Sl. 2 — Poprečni presjek modela mlini sa sitom.
Abb. 2 — Querschnitt des Siebmühlenmodells.



Sl. 3 — Detalj poprečnog presjeka mlini i izlaznog sita.
Abb. 3 — Detail des Mühlenquerschnitts und des Austragsiebes.

Medutim, takva se podjela može primijeniti i kod starih mlinova, s tim da se izbuše novi provrti a stari zabrtve gumenim čepovima. Promjer je vijaka za gumenu oblogu ma-

vaju gumeni podizači. Sve je to fiksirano vijcima na izlaznom čelu mлина.

Na slici 4 prikazan je isječak modela mлина s kuglama s prelivom.

Pri montaži gumene obloge osobito je povoljno da se pritezna podloga s vijkom može pomicati unutar utora u pragu i tako podesiti prema postojećim provrtima, a osim toga su elementi lagani za manipulaciju i potrebne se dužine pragova i ploča mogu na licu mesta otkrojiti nožem. Priljubljivanje elemenata je jednostavno i obavlja se udarcima čekića.

Iskustva iz borske flotacije

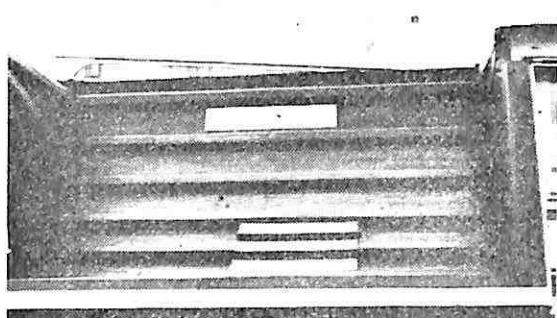
Tako goleme prednosti gumene obloge ponukale su i naše stručnjake te je prva gumeni obloga kod nas montirana 14. 12. 1965. u mlinu s kuglama u staroj flotaciji bakarne rуде u Boru.

Zanimanje za rezultate primjene spomenute obloge u Boru veliko je. Tako je na inicijativu Zavoda za opremanjivanje mineralnih sirovina Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta u Zagrebu omogućio rudnik bakra Bor autoru, da 10 dana prati rad mлина. Sušteljivošću, razumijevanjem i pomoći osoblja flotacije u Boru autor je u pomenutom roku izvršio: pregled mлина iznutra, snimio stanje obloge u mlinu, snimio i izmjerio istrošene pragove, izvršio u dva navrata uzorkovanje svih komponenata ulaza i izlaza iz mlinova te prelive klasifikatora, sabrao podatke o mlinovima i o iskustvu o upotrebi i ponašanju gumeni obloge.

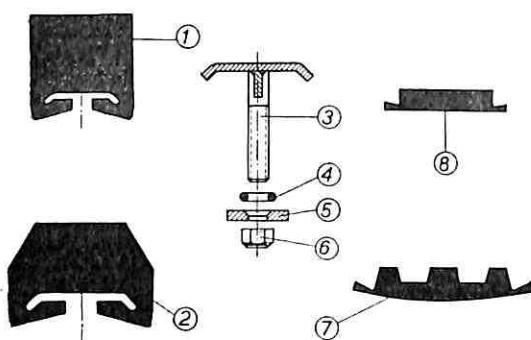
Radi usporedbe efikasnosti i ocjene rada mлина s gumenom oblogom ugrađena je istovremeno i čelična obloga u paralelni mlin. Oba mлина rade u jednoj sekciji prema shemi na slici 6.

Karakteristike mлина s gumenom oblogom:

— marka	»Humboldt«
— dimenzije	$\varnothing 2,75 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$ dužine
— kugle	$\varnothing 70 \text{ mm}$
— ruda	bakarno-piritična ruda izdrobljena na 6 mm
— kapacitet	24 t/h



Sl. 4 — Uzdužni presjek modela mлина s prelivom.
Abb. 4 — Längsschnitt des Mühlenmodells mit Überlauf.



Sl. 5 — Elementi gumenе obloge upotrebljene u Boru
1 — čeonim prag; 2 — prag cilindra; 3 — pričvrsni vijak navaren na priteznu podlogu; 4 — gumeni brtva; 5 — podložna ploča; 6 — matica; 7 — ploča cilindra;
8 — čeona ploča.

Abb. 5 — Elemente der Gummiauskleidung wermendet in Bor
1 — Stirnschwelle; 2 — Zylinderschwelle; 3 — Befestigungsschraube angeschweißt an die Spannplatte; 4 — Gummidichtung; 5 — Unterlegscheibe; 6 — Mutter;
7 — Zylinderplatte; 8 — Stirnplatte.

nji te se meduprostor izmedu vijaka i ruba provrta ispuni specijalnim gumenim čahurom kako to slika 7 prikazuje (element 4), što omoguće odlično brtvljenje.

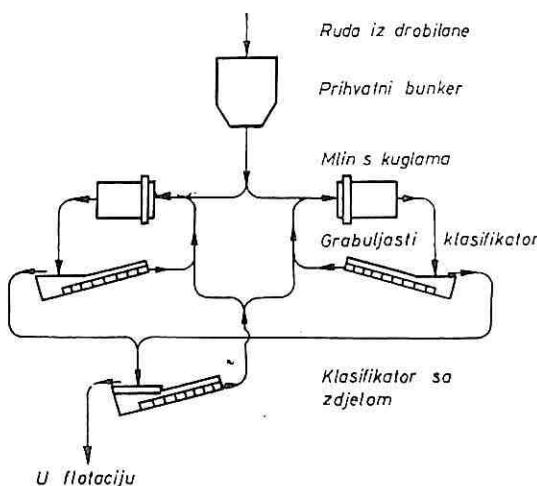
Montirano gumeni sito prikazuju sl. 2 i 3. Kao što se vidi, ono se sastoji od kružnih isječaka koji su s unutrašnje strane međusobno spojeni specijalnim pragovima, dok ih s vanjske strane, prema ispusnom rukavcu, pridrža-

- broj okretaja
18 o/min (70% kritične brzine)
- snaga pogonskog motora
300 kW

Paralelni mlin u koji je ugradena čelična obloga ima jednake karakteristike, osim što ima 22 o/min. Oba su mlina s prelivom.

Čelična obloga prikazana na slici 7a preklopna je.

Slike 5 i 7b prikazuju ugrađene elemente gumene obloge i način pričvršćenja. Razmak pragova je 440 mm, tj. kao što je bio i razmak pričvršćenja preklopne čelične obloge.



Sl. 6 — Tehnološka shema mlevenja i klasiranja jedne sekcije u staroj flotaciji u Boru.

Abb. 6 — Technologisches Schema des Mahlens und Klassierens einer Sektion in der Alten Flotation von Bor.

Za jednak mlin težina čelične obloge iznosi 31 336 kg, a gumena cca 3 900 kg, što znači da je gumena za 80% lakša.

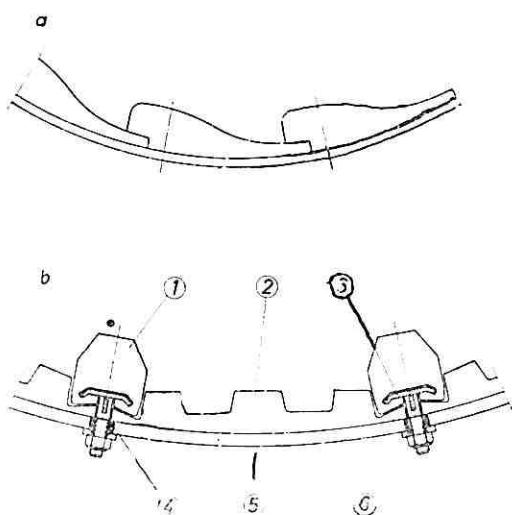
Montaža čelične obloge traje 600 radnih sati, dok je montaža gumene obloge prvi put trajala 456, a kasnije samo 200 radnih sati.

O radu mlina vođena je uredna kontrola. Zapaženo je da je trošenje obloge, naročito pragova, u prva dva mjeseca bilo vrlo intenzivno. Vjerojatno i zato što je obloga stajala dvije godine u skladištu rudnika. Osim toga su se kugle u prva dva mjeseca uglavljivale između rebara obloge i tako se lomile. Uzrok je tome vjerojatno nedovoljan kvalitet kugli i neadekvatan razmak između rebara ploča. Nakon pet mjeseci rada proširen je razmak između rebara i uglavljuvanja je nestalo. Vje-

rojatno bi bilo povoljno korigirati razmak između rebara ploča, tj. izabrati povoljniji profil ploča i time smanjiti trošenje ploča i likvidirati spomenute nedostatke.

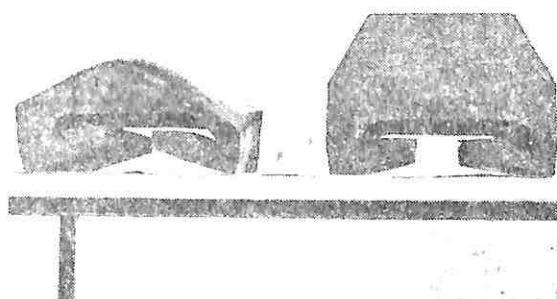
Nakon 7 454 radna sata pragovi su okrepljeni, a nakon 12 227 radnih sati zamijenjeni su novim, ukupne težine 1 170 kg.

Istrošenost uzdužnih pragova iznosila je težinski 54,01%. Slika 8 prikazuje poprečni presjek uzdužnog praga prije i nakon upotrebe.



Sl. 7 — Obloga mlinova s kuglama u Boru: a — čelična preklopna obloga; b — gumeni obloga; 1 — uzdužni prag, profil 140×110 mm; 2 — ploča cilindra širine 403 mm; 3 — pritezna podloga oblike „T“ s navarenim vijkom; 4 — gumeni čahura; 5 — cilindar mлина; 6 — gumeni drijef.

Abb. 7 — Kugelmühlenauskleidung in Bor: a — Stahlumlegeauskleidung; b — Gummiauskleidung; 1 — Längsschweile, Profil 140×110 mm; 2 — Zylinderplatte Breite 403 mm; 3 — Spannplatte in Form von „T“ mit angeschweisster Schraube; 4 — Gummihülle; 5 — Mühlenzylinder; 6 — Gummidichtung.

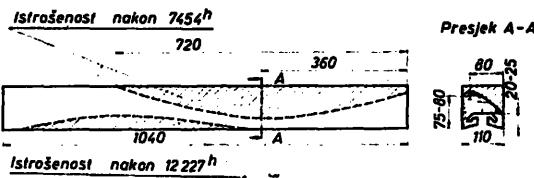


Sl. 8 — Novi i upotrebljeni uzdužni pragovi.
Abb. 8 — Neue und gebrauchte Längsschwellen.

be. Demontirani upotrebljeni pragovi imali su još debeljinu gume u sredini: 28, 29, 30, 32, 35 i 37 mm, na strani prvog trošenja 20, 27 i 30 mm, a na strani drugog trošenja 38, 39, 40 i 43 mm. Poneki su pragovi bili toliko istrošeni da je dolazilo već i do trošenja pritezne podloge.

Istrošenost čeonih pragova nešto je manja i iznosi težinski 42,35%. Trošenje nije jednakojerno već su pragovi na ulaznom čelu intenzivnije trošeni u smjeru prema osi mlini, s maksimumom na 390 do 400 mm od ruba rukavca, dok je trošenje pragova na izlaznom čelu slično ali u obrnutom pravcu, intenzivnije prema periferiji, s maksimumom na 360 mm od periferije cilindra.

Slika 9 prikazuje istrošenost čeonog praga na izlaznom čelu (šrafirani dio). Može se zaključiti da bi čoni pragovi mogli izdržati i do 18 000 radnih sati ako bi se nešto ranije okretali a nakon prvog okretanja ugradili u mlin s obrnutim smjerom rotacije. Na taj način bi se uz jedno premještanje i dva okretanja postiglo ravnomjernije trošenje pragova i bolje korištenje.



Sl. 9 — Istrošenost čeonog praga (šrafirani dio).
Abb. 9 — Verschleissenheit der Stirnschwelle (der schraffierte Teil).

Gumene ploče na cilindru mлина trošene su intenzivnije u početku, a kasnije daleko manjim intenzitetom. Nakon 12 227 radnih

sati ploče su poprimile valovit oblik, jer su izbočine zaobljene.

Debeljina izbočina iznosila je 34 do 40 mm prema 75 mm, a u dolinama 26, 28 i 32 mm prema 45 mm kod novih ploča. Istrošenost je ravnomjerna.

Ploče na čelima trošene su neravnomjerno, naročito na ulaznom čelu, gdje je najintenzivnije trošenje na 360 do 400 mm od periferije mlini.

Na segmentima u kutu između čela i cilindra trošenje je jedva primjećeno.

Može se zaključiti da će gumene ploče izdržati 18 000 radnih sati dok će pragovi, montirani nakon 12 227 radnih sati, vjerojatno izdržati još cca 6 000 radnih sati s novim pločama. Odnos: 2 izmjene ploča i 3 izmjene pragova.

Da bi se utvrdila efikasnost mljevenja izrađene su više puta granulometrijske analize ulaznih i izlaznih komponenata mljevenja. Tako je i nakon 12 250 radnih sati uzorkovan ulaz svih komponenata u mlinove pojedinačno, zatim izlaz iz mlinova te preliv i klasifikatora. Uzorkovanje je vršeno kroz tri sata i na taj su način dobiveni srednji uzorci. Uzorci su otfiltrirani i osušeni u pogonu u Boru. Suho prosijavanje uzorka izvršeno je u Zavodu za oplemenjivanje mineralnih sirovina Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta u Zagrebu na laboratorijskoj tresilici pod uvjetima: promjer sita 200 mm, vrijeme sijanja 5 min, količina uzorka 200 do 300 g, a za komponente iz drobilane 1 500 do 2 500 g; slog sita je uzet tako da je što bliži Tyler-slogu, koji se upotrebljava u pogonu. Kontrolno sijanje nije izvršeno. Rezultati sijanja razlikuju se od pogonskih, jer je u pogonu sijanje mokro. Međutim, suho sijanje za naš je slučaj posve dovoljno, jer se ovdje komparira rad dvaju mlinova pod jednakim uvjetima izuzev obloge.

Usporedni podaci praćenja rada mlini s gumenom i čeličnom oblogom

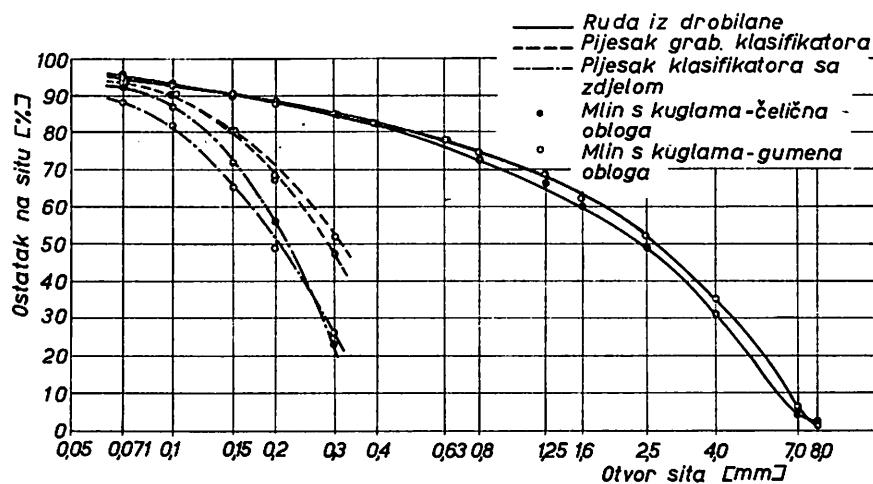
Tablica 2

Period	Vrsta obloge	Izmje-veno rude [t]	Radno vrijeme mlini [h]	Učinak [t/h]	Ukupni utrošak kugli [kg]	Specif. utrošak kugli [kg/t]	Ukupni utrošak električne energije [kWh]	Specif. utrošak električne energije [kWh/t]
Od 14. 12. 1965. do 6. 10. 1967.								
1965.	gumena	266 508	12 227	21,8	364 700	1,368	2 920 130	10,96
1967.	čelična	250 348	11 538	21,7	344 400	1,376	2 952 600	11,79

Iz dijagrama granulometrijskog sastava ulaznog materijala na sl. 10 kao i iz dijagrama granulometrijskog sastava izlaza iz oba mlinova na slici 11 jasno se vidi da uz vrlo sličan granulometrijski sastav ulaznih komponenata u uspoređivane mlinove dobijamo go-

nološka efikasnost sitnjenja jednaka u mlinu s gumenom i u mlinu s čeličnom oblogom.

Iz tablice 2 se vidi da je učinak mlinova i utrošak čeličnih kugli gotovo jednak. Stanovita razlika u potrošnji električne energije u korist mlinu s gumenom oblogom za cca 8%



Sl. 10 — Dijagram granulometrijskog sastava ulaznog materijala u mlin s gumenom i čeličnom oblogom.

Abb. 10 — Diagramm der Kornzusammensetzung der Mühlenaufgabe in die Mühle mit Gummi- und Stahlauskleidung.

Tablica 3

Pregled težina, prosječnog vremena trajanja i cijena čelične i gumene obloge za mlin »Humboldt« $\varnothing 2,7 \times 3,0$ m

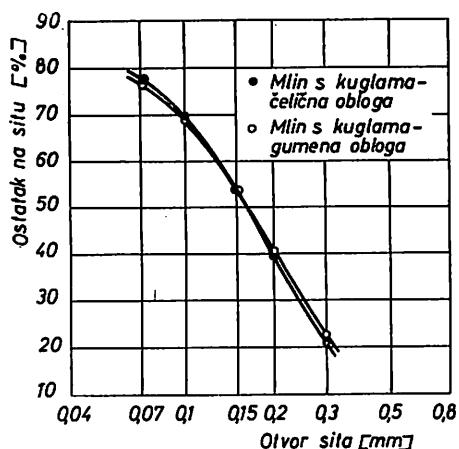
Čelična obloga					Gumena obloga				
Dio obloge	Težina [kg]	Prosječno vrijeme trajanja [h]	Cijena [N. din]	Cijena za 18 000 radnih sati [N. din]	Dio obloge	Težina [kg]	Prosječno vrijeme trajanja [h]	Cijena [N. din]	Cijena za 18 000 radnih sati [N. din]
Ulavno čelo	4 944	9 000	29 816	59 632	Ploče Pragovi cilindra	2 730	18 000	100 444	100 444
Cilindar	21 684	9 000	129 020	258 040	Pragovi čela	820	12 000	34 244	51 366
Izlazno čelo	4 844	6 000	29 209	87 627		350	18 000	14 443	14 443
UKUPNO	31 472	—	188 045	405 299	UKUPNO	3 900	—	149 131	166 253

tovo identičan granulometrijski sastav izlaza iz mlinova. Uzmemo li još u obzir da su količine ulaza u mlinove iz drobilane kao i količine materijala u kružnom toku približno jednake, a uz to su i kapaciteti i učinak vrlo bliski, može se slobodno zaključiti da je teh-

ne može se uzeti kao siguran podatak uštede budući da nisu instalirana brojila za radnu i jalovu struju.

Promjene flotabilnosti nisu zapažene ni za minerale bakra ni za pirit.

Naprijed su već naglašene prednosti gumene obloge; međutim, svakako je najbitnije duže trajanje obloge, toš daje troškove mljevenja po toni samljevene rude (tab. 3)).



Sl. 11 — Dijagram granulometrijskog sastava izlaza iz mlinova s čeličnom i gumenom oblogom.
Abb. 11 — Diagramm der Kornzusammensetzung des Mühlenaustrags mit Stahl- und Gummiauskleidung.

U tablici 3 upoređene su težine, vrijeme trajanja, te cijene čelične i gumene obloge. Iz podataka u tablici 3 proizlazi da se upotrebom gumene obloge, uvezši u obzir samo stvarne cijene koštanja i vrijeme trajanja obloge, uštedi godišnje 79 968 N. din. po mlinu. Prim tom su zanemarene uštede koje nastaju zbog kraće montaže i demontaže, manjeg unutarnjeg transporta obloge, kraćih zastoja i sl.

Svakako da je domaća čelična obloga pre-skupa. U zapadnoj Evropi se uzima da su cijene čelične i gumene obloge za jedno oblaganje gotovo jednake. Kod nas, je pak, gumena obloga uvezena iz Švedske još uvijek jeftinija

za 20,69% pri čemu je na fob-cijenu dodano još 30% na račun transporta, carine i provizija.

Zaključak

Poslednjih se godina u svijetu primjena gumene obloge u bubenjastim mlinovima naglo proširila. Razlog su nabrojene prednosti, od kojih su najvažnije:

- znatno smanjenje troškova mljevenja i bolje korišćenje mlinova,
- veća zaštita radnika smanjenjem buke i ozljeda,
- moguća primjena i na bubenjaste mlinove koji su već u pogonu.

Primjenom gumene obloge u borskoj se-paraciji dokazalo se da:

- montaža gumene obloge iznosi samo 200 radnih sati,
- pragovi cilindra izdrže 12 000 radnih sati, a ploče i pragovi čela vjerojatno po 18 000 radnih sati,
- gumena obloga trajnija je za više od dva puta od čelične,
- ušteda samo u oblozi po jednom mlinu za godinu dana iznosi 79 968 N. din,
- kapacitet mлина, učinak i utrošak čeličnih kugli po toni samljevene rude ne menjaju se,
- granulometrijski sastav izlaza jednak je onome iz mlinova s čeličnom oblogom,
- flotabilnost minerala se ne mijenja.

Ugodna mi je dužnost da se ovom prilikom zahvalim Rudniku bakra Bor, osobljivo flotacije, a naročito kolegi dipl. ing. Nikodimu Arseniću za pruženu pomoć i susretljivost pri praćenju rada mlinova i sabiljanju podataka.

ZUSAMMENFASSUNG

Gummipanzerung für Kugel-, Pebble- und Stabrohrmühlen und entsprechende Erfahrungen aus Bor

Dipl. ing. M. Gazarek*)

Schon in den zwanziger Jahren wurden in den USA Versuche angestellt, Kugel- und Rohrmühlen mit Gummi auszukleiden. Diese Konstruktion hatte jedoch keinen besseren Verschleisswiderstand als damals die beste Stahlpanzer.

*) Dipl. ing. Mato Gazarek, asistent Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Zavod za oplemenjivanje mineralnih sirovina, Zagreb.

Einigen schwedischen Fabriken ist es gelungen, Gummiqualitäten für Mühlenauskleidungen zu entwickeln. Folgende Faktoren sind dabei wesentlich: Gummiqualität, Aufprallwinkel und Aufprallgeschwindigkeit gegen die Verschleissfläche, Panzerungsprofil. In Austragsmühlen sind Gummisiebwände den Stahlsiebwänden vielfach überlegen. Ein wesentlicher Vorteil der Gummipanzerung ist auch die Lärmdämpfung.

Weitere grosse Vorteile sind: Senkung der Mahlkosten, höhere Ausnutzung der Mühle, Möglichkeit der Anwendung in Mühlen, die schon Stahlpanzerung haben.

Die Befestigung der Gummipanzerung ist ausführlich beschrieben und die verschiedenen Mantelplatten-, Stirnwandplatten und Hubstäbeprofile werden dargestellt.

In der Kupfer-Aufbereitung in Bor wurden vergleichende Untersuchungen mit zwei Mühlen durchgeführt, einer mit normaler Stahl- und einer mit Gummiauskleidung.

Die Erfahrungen mit Gummipanzerungen zeigen:

- die Gummipanzerung-Montage dauert nur 200 Arbeitsstunden,
- die Zylinderhubstäbe dauern 12 000 Arbeitsstunden und die Mantel- und Stirnwandplatten und Stirnwandhubstäbe bis zu 18 000 Arbeitsstunden,
- die Panzerungskosten pro Jahr und Mühle werden um 79 968 neue Dinar gesenkt,
- Mühlenkapazität, Mühlenleistung und Kugelaufwand pro Tone des gemahlenen Erzes bleiben gleich,
- der Zerkleinerungserfolg ist jenem der Mühle mit Stahlpanzerung vollkommen gleich,
- die Schwimmfähigkeit der Mineralien bleibt unverändert.

L i t e r a t u r a

M o h r , F., 1967: Entwicklung und Erfahrungen mit Gummipanzerungen in Kugel-, Rohr-, Pebble- und Stabrohrmühlen. — Aufbereitungs-Technik, No. 6, str. 325—331, Wiesbaden.

S t o č e s , B., 1967: Vyložení kulových a válco-vých mlýnu gumou. — Rudy, No. 12, str. 431—434, Praha.
M a r u š i č , R., 1953: Oplemenjivanje mineralnih sirovina, Zagreb.

Problematika transporta i cena železnih ruda

Dipl. ing. Slobodan Ivošević

Uvod

U toku poslednjih decenija devetnaestog veka razvoj trgovine železnim rudama prati razvoj takozvane vezane plovidbe. Brodovi različite nosivosti obično do 5.000 tona, opremljeni uređajima za utovar i istovar opštег tereta, otplovili bi iz matičnih luka natovreni industrijskom robom upućenom zemljama koje su u to vreme bile u razvoju. Posle istovara kapetan broda je morao u blizini naći drugi teret koji bi mogao prevesti do slijedeće luke. Ovaj proces tekao bi nekoliko meseci, dok brod ne bi našao teret za matičnu luku. Veoma pogodan materijal za povratan prevoz su bile sirovine. Tako su uskoro utvrđene stalne linije trgovackih brodova, pri čemu su se neke kompanije specijalizovale za linije po Sredozemlju, a neke za linije duž obala zapadne i istočne Afrike odnosno za linije do zemalja dalekog istoka.

Prekomorski rudnici železnih ruda su mogli ekonomski prihvatljivo izvoziti svoje rude samo u slučaju kada je prevoz ruda bio pogodno vezan za prevoz drugih tereta. Brodovi su bili spori i nepodesni za prevoz rasutog tereta, što je znatno usporavalo kako utovar tako i istovar. Tako se pokušaj osvajanja bogatih rudnih ležišta železnih ruda u Brazilu 1911. godine pokazao neuspšenim, ali

su Sjedinjene Države 1921. godine mogle početi eksploataciju rudnika železnih ruda u El-Tofu, u Čileu, a 1933. godine su rudnici železnih ruda u Marampi, država Siera Leone, počeli su izvozom svojih želenih ruda.

Bez obzira na navedene poteškoće, do II svetskog rata je potpuno razvijena prekomorska trgovina železnim rudama. Glavni izvoznici železnih ruda su postali:

U evropske zemlje

Švedska	Severna Afrika
Španija	Siera Leone
	Njufaundlen

U Sjedinjene Države

Čile

U Japan

Indija	Filipini
Malaja	Kina

Glavni uvoznici železnih ruda postaju:

Velika Britanija
Nemačka
Zemlje Centralne Evrope
Sjedinjene Države
Japan

Tablica 1

u 000 tona

	1937.	1950.	1960.	1963.	1964.
Proizvodnja železnih ruda	217.613	244.469	513.241	532.942	582.459
Potrošnja za sirovo gvođe	185.769	238.407	408.517	450.893	501.764
Potrošnja za čelik	1.215	5.850	11.838	11.367	12.902
Ukupna potrošnja	186.984	244.257	420.355	462.260	514.666

U tablici 1 prikazano je kretanje proizvodnje i potrošnje železnih ruda u karakterističnim godinama perioda 1937—1964. god.

Od ovih količina železnih ruda na svetsko tržište su izašle količine železnih ruda prikazane u tablici 2.

Kretanje proizvodnje i potrošnje železnih ruda, sirovog gvožđa i čelika u periodu 1937—1964. godine se vidi iz tablice 3.

Kako su troškovi suvozemnog i pomorskog prevoza bili još uvek visoki, a potrebe zemalja u razvoju za gvožđem, otkrivanjem ležišta železnih ruda i uglja sve veće, ekonomski je bilo opravdanje graditi nove i proširiti postojeće železare, a uvoziti samo one proizvode od čelika čija proizvodnja nije bila tehnološki i ekonomski opravdana. To je dovelo do izgradnje železara u Indiji, Australiji, Južnoj Africi i nekim zemljama Latinske Amerike.

U godinama između dva rata naglo je rastao značaj železnih ruda kao tereta. Sjedinjenje Države su istupale na svetsko tržište železnih ruda kao kupac inostranih železnih ruda usled brzog smanjenja rudnih rezervi ležišta železnih ruda u oblasti Gornjih Jezera održavajući time njihov značaj, što je delimično postignuto i usavršavanjem metoda

obogaćivanja takonita koji ranije nisu smatrani rudom zbog niskog sadržaja železa. Sadašnji razvoj tehnologije obogaćivanja železnih ruda omogućio je i upotrebu takonita.

Otvaranje i eksploatacija rudnih ležišta bogatijih železnih ruda zapadne Afrike i Južne Amerike, u poređenju sa domaćim rudama zapadne Evrope i rudama Severne Afrike i Španije su doveli do konkurenциje između Evrope i Sjedinjenih Država i povećanja prosečnog rastojanja koje se moralo preći pri prevozu železnih ruda morskim putem. Kasnija pojava Japana među zemljama glavnim proizvođačima čelika, iako potpuno zavisnog od uvoza železnih ruda, je povećala rastojanja pomorskog prevoza železnih ruda.

Zbog ovoga je krajem četrdesetih godina ovog veka posvećena veća pažnja problemima ekonomike pomorskog prevoza železnih ruda. Istraživanja su pokazala da bi cirkulacija brodova predviđenih za prevoz najvećih količina železnih ruda bila znatno brža, ako bi oni po svom gasu odgovarali većini luka i ako bi raspolagali pogodnim skladišnim prostorima i njihovim otvorima za utovar odnosno istovar velikim grajferskim uređajima. Ako se brodovi vraćaju opterećeni drugim teretom postiže se smanjenje cene koštanja

Tablica 2
u 000 tona

Oblast	1950.		1960.		1964.	
	izvoz	uvoz	izvoz	uvoz	izvoz	uvoz
Evropa	15.100	27.004	25.500	100.706	29.300	117.467
Amerika	3.800	11.134	42.400	40.178	47.600	49.594
Afrika	5.300	—	1.300	—	26.700	63
Azija	1.400	1.425	16.000	14.892	19.700	31.102
Okeanija	—	—	300	253	400	279
Ukupno svet	25.600	39.583	97.600	156.029	123.700	198.505

Tablica 3
u 000 tona

		1937.	1950.	1960.	1964.
Ruda	Proizvodnja	217.613	244.469	513.241	582.459
	Potrošnja	185.984	244.257	420.355	514.666
Sirovo gvožđe	Proizvodnja	104.900	131.900	255.800	313.400
	Potrošnja	104.900	131.900	255.800	313.400
Čelik	Proizvodnja	137.700	191.600	346.500	436.500
	Potrošnja	137.700	191.600	346.500	436.500

železnih ruda u poređenju sa sistemom vezane plovidbe, koja je već opisana.

Pedesetih godina nastupa period izgradnje velikog broja specijalnih brodova za prevoz rasutog tereta — uglavnom rude, nosivosti od 10—20.000 bruto registarskih tona. Oni su u potpunosti odgovarali postavljenim zadacima. Jedina primedba mogla bi se staviti na nedovoljno posvećenu pažnju problemu lučkih uređaja (nedovoljno usavršeni) i izgradnju novih luka za prijem brodova sa dubokim gazonom. Posledica ovoga je nasleđe brodova za prevoz rasutog tereta čije su dimenzije manje od dimenzija brodova savremene flote. Danas ima znatno više brodova klase 15 do 20.000 bruto registarskih tona za prevoz rasutog tereta u odnosu na bilo koje brodove, odgovarajućih dimenzija, što se vidi iz tablice 4.

U toku posleratnog perioda dolazi, takođe, i do oživljavanja pomorskog prevoza nafte. Dimenzije tankera nisu toliko ograničene, jer se oni mogu usidriti nešto dalje od obale u dubljim vodama i koristiti laku konstrukciju za premošćenje naftovoda do obale i veoma brz utovar i istovar. Usled toga su tankeri mogli ekonomično povećavati svoje dimenzije pa je njihova nosivost počela naglo rasti, tako da su postojeći tankeri manjih dimenzija postali neekonomični. Od sredine pedesetih godina je veliki broj ovakvih brodova zadovoljavajućih dimenzija prilagođeno i preuređeno za prevoz rasutog tereta.

U toku posleratnog perioda znatno je povećan pomorski prevoz i drugih rasutih tereta. Povećan je obim pomorskog prevoza ne samo takvih rasutih tereta kao što su različite vrste zrnaste robe, već i robe koja je do tada pakovana u vreće i tako prenošena kao što su: šećer, cement i mineralna đubriva koji se sada prevoze u rasutom stanju.

Brodovi za prevoz rasutog tereta, kao i tankeri, stalno povećavaju svoje dimenzije. Tako nosivost brodova za rasute terete, koji se nalaze u izgradnji, dostiže 75.000 bruto registarskih tona pri čemu je nosivost od 35 do 40.000 bruto registarskih tona najčešća. Broj ovakvih brodova sve više raste, dok broj brodova ispod 35.000 bruto registarskih tona opada.

Uporedno sa porastom dimenzija brodova, usavršavaju se i postojeća lučka postrojenja i prilagodjavaju potrebama prijema i brzog utovara odnosno istovara železnih ruda velikih brodova. Nove luke koje se grade ili će se graditi moći će primati i brodove nosivosti 100.000 bruto registarskih tona, pa i više.

Brodovi za prevoz železnih ruda

Osnovna karakteristika koja odvaja želenu rudsnu od drugih rasutih tereta je njena gustina. Jedna tona želenne rude zauzima od 0,35 do 0,60 m³ brodskog prostora u poređenju sa drugim rasutim teretima kao što su

Tablica 4

Veličina broda, bruto registarskih tona	Broj brodova	Brzina kretanja, čvorova	Prosečna brzina kretanja, čvorova
10.000—14.999	13	12—15	14,2
15.000—19.999	79	12—17	14,8
20.000—24.999	76	13—17	14,8
25.000—29.999	38	13—16	15,1
30.000—34.999	21	15—17	15,6
35.000—39.999	51	14—18	15,8
40.000—44.999	28	14—17	15,0
45.000—49.999	36	14—16	15,4
50.000—54.999	23	15—17	15,7
55.000—59.999	10	15—16	15,8
60.000—64.999	19	14—16	15,7
65.000—69.999	9	15—17	15,9
70.000—74.999	23	15—16	15,9
75.000—79.999	4	15—16	15,9
80.000—84.999	3	15—16	15,7
preko 85.000	7	16	16,0

ugalj ili zrnasta roba (žitarice), čija tona prema 1,30 do 1,60 m³ brodskog prostora. Prekomorski prevoz železnih ruda je opravдан samo u slučaju kada se prevoze bogate rude sa visokim sadržajem železa, a kako su one specifički najteže to u proseku zauzimaju oko 0,40 m³ brodskog prostora na jednu tonu. Kod običnih tereta opterećenje broda je funkcija zapremine brodskih magazina, dok je kod železnih ruda opterećenje broda funkcija dozvoljenog maksimalnog gaza broda.

Prvi pokušaji rešavanja problema ujednačavanja opterećenja broda su ostvareni uvođenjem u rad specijalnih brodova za prevoz rude i nafte, za ostvarenje pomorskog prevoza železnih ruda iz Švedske pedesetih godina ovog veka. Brodovi za prevoz rude i nafte imaju sličnu konstrukciju brodova za prevoz rude i oni u jednom pravcu prevoze rudu u centralnim brodskim magazinima, a u obrnutom pravcu naftu u bočnim rezervoarima.

Danas se zapaža tendencija napuštanja upotrebe brodova za prevoz samo jedne vrste tereta—rude i veliki broj brodova koji se danas gradi su brodovi za prevoz različitih vrsta rasutog tereta. Pojam broda za prevoz rasutog tereta još nije definisan, ali se ovde mogu uvrstiti bez posebnih konstrukcionih karakteristika i brodovi posebno pojačani za prevoz teških tereta.

Ekonomika pomorskog prevoza železnih ruda brodovima za prevoz ruda

Cenu pomorskog prevoza železnih ruda čine sledeći troškovi:

- troškovi utovara broda
- troškovi stajanja broda u luci za vreme utovara
- troškovi plovidbe broda sa železnom rudom na otvorenom moru
- troškovi istovara broda
- troškovi stajanja broda u luci za vreme istovara
- troškovi plovidbe broda sa balastom na povratku na otvorenom moru.

Kod brodova za prevoz rasutog tereta gužici mogu biti delimično ili potpuno kompenzirani, ako brod makar i deo povratnog puta bude opterećen bilo kakvim teretom.

Troškovi utovara i istovara rude se mogu svesti na minimum putem celishodnog izbora

odgovarajuće utovarno-istovarne opreme, ali minimalni troškovi utovara i istovara, koji se mogu postići, zavise od obima utovarene odnosno istovarene rude u toku jedne godine. Ukoliko je tempo utovara i istovara železne rude brži utoliko su troškovi otplate i eksploatacije opreme veći, pa je, prema tome, korишћenje skupe opreme samo nekoliko dana u godini neekonomično. Sa druge strane, brzim tempom utovara i istovara potrebno je kraće vreme za njihovo obavljanje pa su time i troškovi boravka broda u luci, za vreme utovara i istovara, niži. Ova dva oprečna i bitna elementa dovode do zaključka da su troškovi utovara i istovara minimalni samo pri određenom tempu utovara i istovara. Pri utvrđivanju troškova za stajanje broda u luci, uzeto je u obzir i vreme čekanja na slobodan gat u luci, koje može biti veoma osetno, ako je gat zauzet više od polovine raspoloživog vremena za istovar ili utovar. Dužina vremena čekanja na slobodni gat zavisi od stepena tačnosti izrade reda plovidbe i prijema brodova u luku. Pri normalnom kretanju brodova između dve luke, čekanje može biti izazvano samo nepogodnim vremenskim uslovima. Ako utovarna luka opslužuje više pojedinačnih kupaca, od kojih svaki kontroliše svoju flotu brodova za prevoz rude, ili ako luka prima železne rude iz različitih rudnika uz više samostalnih kompanija red dolaska brodova u luku može biti veoma haotičan.

Vreme čekanja u luci može biti smanjeno putem istovremenog korишćenja nekoliko gatova, no pri najbrže postignutom tempu istovara ili utovara jedan gat može zadovoljiti potrebe utovara ili istovara predviđenih velikih količina rude u toku godine. Ako vreme čekanja ne predstavlja ozbiljan problem, ekonomičnije je opremiti i koristiti jedan gat u odnosu na dva gata. Ako se uvede optimalna brzina utovara i istovara, čekanje u luci ne predstavlja veliki problem. Troškovi prevoza rude po jednoj toni rastu sa povećanjem dužine puta, a smanjuju se povećanjem dimenzija broda (uključujući i povratni put broda opterećenog balastom). Ekonomika pomorskog prevoza železnih ruda veoma velikim brodovima je dokazana, izuzev u slučajevima kratkih puteva kao što je, na primer, put Narvik—Midlsborou, no prosečna dužina pomorskih puteva prevoza železnih ruda obezbeđuje ekonomičniji rad brodova nosivosti 65.000 bruto registrskih tona pa i više.

Iz tablice 5 se vidi uticaj obima uvezenih količina rude i dužine transporta na troškove transporta i cenu železnih ruda koje uvozi Japan.

Cene nekih železnih ruda iz pojedinih rudnika u svetu franko utovarna luka su prikazane u sledećem pregledu:

Mesabi — SAD	9,68	dol. po toni
Brazil	9,41	" "
Švedska	12,67	" "
Orinora — Venecuela	8,93	" "
Indija	8,27	" "

Iz sledećeg primera se vidi uticaj veličine broda na konačnu cenu rude sa troškovima prevoza. Uvezena ruda iz Brazila u Japan transportovana brodovima od 50.000 bruto registarskih tona ima cenu od 15,34 dolara po toni, brodovima od 90.000 bruto registarskih tona, 13,70 dolara po toni, brodovima od 125.000 bruto registarskih tona 13,28 dolara po toni. Dakle, veličina broda može uticati na smanjenje cene rude i do 14%.

Pored navedenih troškova pomorskog prevoza železnih ruda treba uzeti u obzir i troškove taksa za prolaz kroz Suecki i Panamski kanal. Ove takse zavise od veličine broda, ali u proseku iznose od 0,9 do 1,0 dolar po toni. Brodovi koji prevoze više od 50.000 tona železnih ruda su veliki za prolaz kroz Suecki kanal pa moraju ploviti oko Afrike i rta Dobre Nade. Prevoz železnih ruda iz Venecuele je, takođe, nešto skuplji za oko 0,85 američkih dolara koliko iznosi taksa za prolaz kroz kanal Boka Grande u delti reke Orinoko.

Elementi troškova proizvodnje i cene železnih ruda

Cena železnih ruda se utvrđuje na osnovu njihove vrednosti za korisnika, tzv. metalurške vrednosti, u poređenju sa drugim želez-

nim rudama, kao i ponude i potražnje. Konkurentna sposobnost pojedinih železnih ruda zavisi u velikoj meri od troškova proizvodnje i troškova dopreme, kao i vrste železnih ruda, sadržaja železa, vlage i granulometrijskog sastava.

Detaljno proučavanje metalurške vrednosti, troškova proizvodnje i troškova dopreme železnih ruda daleko bi prešlo okvire ovog članka, ali ipak nije moguće na odgovarajući način oceniti položaj železnih ruda na svetskom tržištu, ne uzimajući u obzir, bar u osnovnim crtama, glavne elemente troškova savremene proizvodnje železnih ruda.

Troškovi proizvodnje železnih ruda

U okviru određenog područja, pa čak i većih oblasti, postignute cene »Cif« u poređenju sa metalurškom vrednošću imaju tendenciju zadržavanja na istom nivou. U cilju očuvanja konkurentne sposobnosti i postizanja realne zarade, proizvođač mora održavati troškove proizvodnje na nešto nižem nivou od nivoa prodajnih cena koji određuju spoljni faktori. Troškovi pomorskog prevoza železnih ruda, u većini slučajeva, izlaze iz domena direktnog uticaja proizvođača železnih ruda, dok cena »Fob«, koja je u domenu direktnog uticaja proizvođača železnih ruda, ima prvostepeni značaj.

Cena železnih ruda »Fob« se sastoji iz sledećih elemenata:

- troškova proizvodnje
- troškova obogaćivanja
- troškova suvozemnog prevoza
- troškova utovara u brod u luci.

Veličina navedenih troškova se menja u zavisnosti od rudarsko-geoloških i drugih mesnih uslova, vrste i kapaciteta primenjene opreme, udaljenosti rudnika od luke i oni određuju rentabilnost eksploatacije jednog

Tablica 5

	1957.	1960.	1961.	1962.	1963.	1964.
Uvezeno rude, miliona tona	8.518	15.368	20.227	21.825	26.382	30.468
Cena rude \$/t	12,00	5,50	5,90	5,70	5,50	5,50
Dužina transporta milja	3.700	4.000	4.900	5.000	5.100	5.440
Troškovi transporta centa/tona/nautička milja	0,32	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10

rudnog ležišta železnih ruda pri dатој metalurškoj vrednosti železnih ruda iz tog ležišta. Zbog toga ocena metalurške vrednosti železnih ruda i pojedinih elemenata njihove cene ima veliki značaj pri vršenju bilo kakvog ispitivanja mogućnosti eksploatacije jednog rudnog ležišta železnih ruda i utvrđivanja potrebnih investicija.

Metalurška vrednost železnih ruda

Metalurška vrednost železnih ruda zavisi od troškova proizvodnje čelika iz predmetne rude. Ovi troškovi se ne sastoje samo iz cene »Cif« po jedinici sadržanog železa u rudi, već i iz sledećih dopunskih troškova:

- troškova istovara rude iz broda u luci
- troškova transporta rude od luke do žlezare
- troškova pripreme rude za zasip
- troškova proizvodnje sirovog gvožđa
- troškova proizvodnje čelika.

Ovi se troškovi mogu znatno razlikovati u zavisnosti od vrste i opremljenosti žlezare u kojoj se ruda prerađuje. Ovo je naročito izrazito kod troškova proizvodnje čelika, koji zavise od fizičkih i hemijskih osobina železnih ruda koje se prerađuju. Ove osobine utiču na stepen redukcije rude, obim dobijene šljake, tačku topljenja šljake, količinu i osobine štetnih primesa koje će se možda morati ukloniti i na njihov uticaj na troškove proizvodnje čelika. Ove primese, sa svoje strane, određuju potrebnu količinu koksa za proizvodnju sirovog gvožđa i količinu minerala u rudi koji stvaraju šljaku, neophodne radove na uklanjanju štetnih primesa iz metala i moguću primenu sirovog gvožđa sa visokim sadržajem primesa.

Redukcija železnih ruda je vezana za njihovu poroznost i zavisi od mineraloškog sastava rude. Jedra kompaktna ruda se mnogo teže redukuje u odnosu na meku i rastresitu rudu, ali ona sa druge strane ima visoku čvrstoću u toku redukcije što znatno povećava proizvodnost procesa u visokoj peći. Rude koje sadrže železne silikate najteže se redukuju. Iz ovoga sledi, da se ruda sa visokim sadržajem jalovih minerala ili silikata mora pretходно podvrći procesu obogaćivanja:

— jedna ruda se mora ispitati do veličine koja daje homogenu površinu rude pogodnu za redukciju u visokoj peći;

— kod ruda sa visokim sadržajem sitnih frakcija iste se moraju izdvojiti u cilju sprečavanja mogućnosti zagrušenja visoke peći i obezbeđenja normalne cirkulacije gasova u visokoj peći;

— izdvojene sitne frakcije se moraju sintetisati ili na neki drugi način okrupniti kako bi se mogle upotrebiti u visokoj peći. Treba imati u vidu da su ovi postupci okrupnjavaanja skupi, ali sa druge strane pozitivno utiču na povećanje odnosno poboljšanje metalurške vrednosti tretirane železne rude.

Jasno je, da je sadržaj železne rude osnovni faktor za ocenu metalurške vrednosti tretirane železne rude. Međutim, u nekim slučajevima, ovaj faktor može imati negativan uticaj, pokazujući nedostatak minerala koji stvaraju šljaku potrebnu za apsorbaciju sumpora iz koksa. Ovaj nedostatak se može otkloniti dodavanjem drugih ruda ili topitelja.

Da bi šljaka bila žitka i lako tekuća treba održavati njenu bazičnost na određenom nivou. Bazičnost šljake može pokazivati variranje u neznatnim granicama, a uzrok svakog većeg odstupanja mora odmah biti uklonjen. Pri utvrđivanju metalurške vrednosti železnih ruda ne treba izgubiti iz vida, da su neke visoke peći tehnički prilagođene određenoj vrsti rude. Zasip za visoke peći je smeša različitih ruda od kojih se neke dobijaju iz susednih rudnika, na osnovu sporazuma iz drugih rudnika, a neke se i uvoze u zavisnosti od željenog kvaliteta čelika koji će se proizvoditi.

Iz ovoga sledi da svaka nova železna ruda mora naći svoju primenu u postojećem procesu proizvodnje, a njena metalurška vrednost će biti utvrđena u saglasnosti sa elementima tog procesa proizvodnje.

Metalurška vrednost železnih ruda zavisi i od vrste žlezare u kojoj će se prerađivati:

— žlezara sa potpunim procesom proizvodnje od aglomeracije do proizvodnje čelika može dopustiti znatno povećanje sadržaja sitnih frakcija u rudi, što nije slučaj kod žlezare koje ne raspolažu postrojenjem za aglomeraciju;

— u tehničkom pogledu usavršenije visoke peći trošiće manje koksa za isti obim proizvodnje sirovog gvožđa;

— srazmerno manje žlezare opremljene električnim i drugim pećima manjeg kapaciteta zahtevaće visoko kvalitetne rude koje će davati minimum šljake;

— visoke peći koje proizvode sirovo gvožđe za proizvodnju specijalnih vrsta čelika

ograničiće izbor potrebnih železnih ruda u pogledu sadržanih primesa u njima.

Metalurška vrednost železnih ruda se ne može utvrditi na jedinstven način, već će to zavisiti od korisnika odnosno primjenjenog tehnološkog procesa. To je jedan od razloga što se za železne rude ne može postaviti tržišna cena koja postoji kod drugih vrsta metala.

Zaključak

Iz svega izloženog se vidi da su problemi transporta i cena železnih ruda veoma usko vezani. Ukoliko su količine rude koje se pre-

nose veće i nosivost brodova veća, udaljenost transporta nema većeg uticaja kako na troškove transporta tako i na cenu železnih ruda. Sniženju troškova transporta železnih ruda u velikoj meri doprinose brzina utovara i istovara i vezana plovidba, vraćanjem broda sa odgovarajućim korisnim teretom a ne balasttom, što omogućuju nove konstrukcije brodova za prevoz rasutog tereta. Prema tome, metalurška vrednost železnih ruda je funkcija ne samo njihovih tehnoloških osobina i njihove cene, odnosno troškova proizvodnje i troškova dopreme do mesta potrošnje.

Dipl. ing S. I.*)



*) Dipl. ing. Slobodan Ivošević, šef grupe za rudnike Udruženja jugoslovenskih železara, Beograd.

Još nekoliko biografskih podataka o rudarima Srbije (I deo)

(sa 8 slika)

Dr Vasilije Simić

Rudari senjskog ugljenokopa

Senjski ugljenokop, više nego ma koji drugi rudarski objekat u Srbiji, imao je udela u praktičnom obrazovanju naših rudara. On je znatan broj godina bio jedino državno rudarsko preduzeće, u kome su mladi rudarski inženjeri primenjivali svoja školska znanja i razvijali ih u praksi. Između 1853. i 1915. godine u njemu je službovalo više od polovine rudarskih inženjera, koliko ih je za to vreme bilo u Srbiji. A svi do jednoga poznavali su njegove lame i otiske, kao i mnogobrojne probleme, počev od samozapaljivosti uglja pa do transporta, jer su i stručnjaci, koji u njemu nisu službovali, povremeno odlazili tamo. U senjskom ugljenokopu radili su, koliko je meni poznato, sledeći rudari:

- 1 Đorđe Branković, 1853.
- 2 Vasilije Božić, 1853/4.
- 3 Emanuel Šefel, 1856.
- 4 Maksimilijan Hantken, 1856.
- 5 Mihailo Rašković, 1869—1871.
- 6 Feliks Hofman, 1874, 1876/7.
- 7 Mihailo Radovanović, 1877.
- 8 Svetozar Gikić, 1889, 1893—1896.
- 9 Hajnrih Reling, 1891/2.
- 10 Jovan Milojković, 1894.
- 11 Petar Ilić, 1893—1895, 1914—1915.
- 12 Sava Novaković, 1896—1905, 1914—1915.
- 13 Dragoljub Simeonović, 1897, 1903—1907.
- 14 Dragutin Stepanović, 1898.
- 15 Vladimir Mišković, 1899—1903, 1908—1910.
- 16 Viljem Tovote, 1903.
- 17 Leo Kurc, 1906—1909.
- 18 Karel Hinek, 1906—1908.
- 19 Hristifor Majić, 1908—1915.
- 20 Luj Petrak, 1912.

21 Vladislav Matejka, 1912—1915.

22 Ljubiša Pavlović, 1912.

23 Oto Pič, 1912.

24 Ivan Veljković, 1913.

25 Feodor Hozak, 1913—1915.

26 Leon Lebl, 1913.

27 Milan Vulović, 1913—1915.

28 Karel Šu, 1913/4.

29 Stevan Kačarević, 1914.

30 Kruno Kolarović, 1914.

O većini ovde pomenutih rudara pisao sam u različitim člancima, objavljenim u ovome časopisu. O nekim ću tek pisati. Jedino sam o Đordu Brankoviću i Vasiliju Božiću pisao nešto ranije (»Iz skorašnje prošlosti rudarstva u Srbiji«, Beograd, 1960.). Sada će biti reči samo o senjskim rudarima Savi Novakoviću, Hristiforu Majiću, Stevanu Kačareviću i Kruni Kolaroviću.

Sava Novaković (1871—1917)

Počeo je i završio radni život rudara kao trudbenik senjskog ugljenokopa, najpre kao praktikant, a na kraju kao upravnik. Novaković se rodio u Svilajncu 7. februara 1871. godine u trgovачkoj porodici. Gimnaziju je završio u Beogradu, a rudarsku akademiju kao državni pitomac u Klaustalu 1895. (a možda i 1896. g.). Po povratku sa studija dobio je mesto najpre u železničkoj direkciji u Beogradu, koja je baš u to vreme preuzimala senjski ugljenokop od rudarskog odeljenja u Beogradu, u čijoj je nadležnosti bio. U »Šematzizmu« za 1896. godinu nalazimo Savu Novakovića kao pisara I klase, vršeći dužnost rudarskog inženjera sa službom u senjskom ugljenokopu. Sledеće godine on već vrši dužnost upravnika ugljenokopa kao »vanredni« rudarski inženjer. Godine 1898. Sava Nova-

ković je na istom mestu i u istom zvanju, samo što ima V klasu. Od 1899—1901. godine je inženjer II klase, a od 1901—1905. godine inženjer I klase. Skoro celo ovo vreme bio je upravnik ugljenokopa.

Posle 1905. godine Novakoviću se gubi trag. Verovatno je penzionisan kao samostalni radikal 1906. godine, nakon pada samostalske

Delatnost Save Novakovića u senjskom ugljenokopu ocenjena je u jednoj istoj knjizi i pozitivno i negativno. Jubilarna publikacija »Sto godina senjskog rudnika« u članku S. Markovića govori sasvim negativno o Savi Novakoviću, a u članku J. Tančića sasvim pozitivno. Prvi autor predstavio je Savu Novakovića maltene kao nekakvog obesnog vlasnika ugljenokopa, koji tamo žari i pali po ličnoj volji. Međutim, Sava Novaković je bio tako sam upravnik ugljenokopa, i to državnog, pa je sprovodio određenu politiku svoga poslodavca, železničke direkcije u Beogradu. Svi ondašnji kao i sadašnji upravnici rudnika i ugljenokopa imali su i imaju osnovni zadatak, da materijalnim sredstvima, koja im staje na raspoloženju što racionalnije razviju preduzeće. Ako se na stvari ovako gleda, a drukčije kao i da ne može biti, Sava Novaković se ni po čemu nije razlikovao od moga drugog upravnika rudnika ili ugljenokopa, u Srbiji ili ma gde u svetu.

Kao upravnik senjskog ugljenokopa Sava Novaković se zaista istakao. Pišući o razvoju ugljenokopa u toku šest godina (1898—1904), baš u vreme kad je bio rukovodilac Sava Novaković, J. Tančić je konstatovao, da se proizvodnja uglja udvostručila. »Ovakav porast proizvodnje« veli Tančić »bio je uslovлен odgovarajućim razvitkom rudarskih radova s kojima je uporedno išla i izgradnja poslovnih i stambenih zgrada«. U 1903. godini u ugljenokopu je bilo otvoreno i pripremljeno za eksploataciju 640.000 t uglja »čime je obezbeđena eksploracija za narednih osam godina«. Od 1900. godine vodeni su istražni radovi u Ravnoj Reci i do 1903. godine rudarskim radovima dokazane su bile rezerve od 5 mil. tona uglja. Za sve ove izvanredne uspehe preduzeća imali su zasluga svakako i ostali rudarski stručnjaci, kao što su bili D. Simeonović i V. Mišković. Ali je ugljenokopom u to vreme rukovodio Sava Novaković, pa mu pripada i odgovarajuća zasluga. Na osnovi svega ovoga može se slobodno reći, da je Sava Novaković zaslužan za izgradnju senjskog ugljenokopa.

Novaković je pokušavao da se i privatno bavi rudarstvom. U 1902. godini imao je na svome imenu prosta rudarska prava u senjskoj opštini. Izgubio ih je 1903. godine. Geološko-rudarska bibliografija registrovala je samo jedan izveštaj Save Novakovića o senjskom ugljenokopu (D. Antula: »Pregled rudišta u Srbiji 1900«, str. 89). Novaković je saradivao na izradi našeg rudarskog zakonodavstva. U



Sl. 1 — Rukovodstvo senjskog ugljenokopa. U sredini sedi Sava Novaković.



Sl. 2 — Sava Novaković

vlade. Posle toga je kao penzioner osnovao u Beogradu biro »Šumadija« za prodaju poljoprivrednih mašina. U 1911. godini vidimo ga opet u državnoj službi kao načelnika ekonomata železničke direkcije u Beogradu. Posle izbjivanja prvog svetskog rata 1914. godine Novakovića ponovo šalju za upravnika senjskog ugljenokopa. Odatle se 1915. godine povlači sa vojskom u Solun, gde je umro od tifusa, avgusta 1917. godine.

1901. godini izradio je za rudarsko odeljenje u Beogradu »Predlog za izmenu i dopunu rudarskog zakona« (Godišnjak rud. odeljenja III, 1910. str. 121).

Hristifor Majić

I on je, kao i Sava Novaković, bio samo inženjer senjskog ugljenokopa. Na njemu je počeo raditi, a propao je u prvom svetskom ratu kao i Sava. O Majiću se zna vrlo malo. Radio se je 16. novembra 1881. godine u selu Dobanovcima (Srem), u srpskoj seoskoj porodici. Gimnaziju je završio u Zemunu. Ne znam gde se školovao ni kada je prešao u Srbiju. Prema »Šematzizmu« on je 1908. godine podinženjer druge klase u Senju, a 1909. godine prve. U 1911. godini bio je privremen inženjer IV klase, a 1914. III klase. U 1910. godini primio je dužnost upravnika ugljenokopa od V. Miškovića (za kratko vreme), da potom preuzeće poslove nadzornog inženjera (danačni položaj glavnog inženjera). On je pored poslova u Senju i Ravnoj Reci vodio istražne rade na karbonskom uglju oko se la Mišljenovca.

Majić je bio slabog zdravlja. Bolovao je od tuberkuloze pa je povremeno ležao i na ugljenokopu i lečio se. Prilikom povlačenja naše vojske, u jesen 1915. godine, krenuo je zajedno sa ostalima. Iako se pre toga bio dobro oporavio, prilikom povlačenja preko Albanije ponove se razboleo. Po nekim kazivanjima stigao je do San Dovanija i тамо umro. Po drugim podacima umro je u Marselju. Savremenici se sećaju Majića kao ozbiljnog i veoma dobrog čoveka i dobrog stručnjaka.

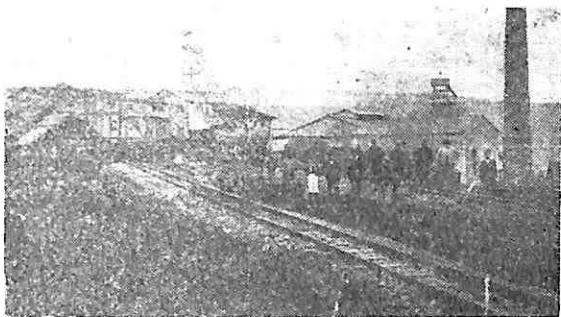
Stevan Kačarević i Kruno Kolarević

Za prvoga se samo toliko zna, da je 1914. godine bio podinženjer u ugljenokopu. Drugoga se savremenici sećaju kao inženjera iz Hrvatske. Za vreme prvog svetskog rata bio je u Švajcarskoj.

Radosav Raketić

Samo jedanput susreli smo se sa ovim imenom u našem rudarstvu. Po »Šematzizmu« za 1890. godinu Raketić vrši dužnost upravnika senjskog ugljenokopa kao »vanredni inžinjer rudarskog odeljenja — blagajnik V

klase«. Kako je Raketić 1870. godine bio »dumrukđija gramadski«, a 1878. godine pisar II klase u min. finansija, on nije mogao biti nikakvo stručno rudarsko lice. Zvanje upravnika ugljenokopa dobio je, verovatno, da bi imao veću penziju. Baš u vreme, kada je Raketić imenovan, senjski ugljenokop iz-



Sl. 3 — Ugljenokop u Ravnoj Reci 1912. godine.

gradivao je Svetozar Gikić, jedan od naših naj sposobnijih rudarskih inženjera. Prema tome, Raketićevo ime je sasvim slučajno vezano za rudarstvo u Srbiji.

Iz školske klupe u vojsku pa u rat

Najmlada rudarska generacija kraljevine Srbije je u isto vreme i najmnogobrojnija. U predvečerje balkanskih ratova odnosno prvog svetskog rata završili su rudarske studije u inostranstvu: Ljubiša Pavlović, Milorad Lazarević, Gavra Đurković, Milan Vulović, Ivan Veljković, Milutin Gojković i Leon Lebl. Visoku rudarsku školu Lebl i Đurković završili su u Monsu, Gojković u Frajbergu, Pavlović u Liježu, Lazarević u Leobenu, a Veljković i Vulović u Pšibramu. Ova generacija nije ni stigla da se posle školovanja čestito prihvati rudarskog posla, a izbili su ratovi. Gojković i Đurković su iz školske klupe otišli na odsluženje vojnog roka, a odatle u rat. Lebl i Veljković su jedva koji mesec bili rudari pa su pošli istim putem kao i prethodna dvojica. Samo je Vulović ostao na senjskom ugljenokopu do 1915. godine, pa se zatim povukao sa vojskom na Krf. Do kraja prvog svetskog rata ovi su se rudari samo uzgredno bavili rudarstvom, prema prilikama i potrebama. Ali su zato svoja tehnička

znanja stavili u službu domovini, u ratnoj veštini ili vojnoj privredi. Dvojica se nisu vratila iz rata.

Ljubiša Pavlović (1886—1917)

Pripada generaciji srpske patriotske omladine, koja je u predvečerje balkanskog rata (1912) više mislila o oslobođenju Srpstva ispod tuđinskog jarma, nego o rudarstvu savremene ili buduće Srbije, koju su oni nazivali Velikom. Ljubiša Pavlović rođen je u Nišu, 8. februara 1886. godine. Kao činovničko dete školovao se u Čačku, Kragujevcu, Jagodini, Nišu i Beogradu, dok nije maturirao u Požarevcu. Rudarsku akademiju završio je u Liježu 1910. godine, a 1911. završio je u Grenoblu elektrotehniku.

Po povratku u zemlju zaposlio se u senjskom ugljenokopu. U »Šematizmu« za 1912. godinu vodi se kao podinženjer I klase. U balkanskom ratu učestvovao je kao dobrovoljac. Izgleda da se više nije ni vraćao u senjski ugljenokop, jer ga je prvi svetski rat zatekao na ugljenokopu u Zonguldagu (Turska, Mala Azija). Čim je izbio rat, Pavlović se vratio u zemlju i kako je bio nesposoban da vrši vojnu službu, opet se javlja za dobrovoljca; u borbama biva ranjen, a zatim služi po inženjerskim jedinicama. Na solunskom frontu konkurisao je i bio primljen u avijaciju. Krajem novembra 1916. godine vratio se iz neke francuske avijacijske škole na solunski front kao narednik-pilot. Pavlovićev drug iz rata i istoričar našeg vazduhoplovstva Sava Mikić piše za njega: »Prve zadatke na frontu uspešno je svršio i već se u eskadrili osetila nova snaga, naročito njegova stručna sprema. Na žalost, njegov rad u eskadrili nije dugo trajao, jer je poginuo 7. februara 1917. godine u Vrbenima... Pok. Ljubiša bio je nesumnjivo tehnički među najspremnijim pilotima. Bio je hrabar i vrlo priseban pilot, čutljiv, neobično inteligentan a pritom vatren patriota i oduševljen borac za ostvarenje naših narodnih idea«.

Gavra Đurković (1887—1933)

Rođen je u Beogradu 1887. godine. Matuirao je zajedno sa Leblom u prvoj muškoj gimnaziji 1907. godine, a zatim oputovao u Jekaterinoslav (današnji Dnjepropetrovsk), gde je proveo godinu dana, pripremajući se

za upis na »Gornji institut«. Sledeće godine napušta Rusiju i prelazi da studira u Belgiju. Rudarske studije završio je u Monsu 1913. godine. Po povratku u zemlju otiašao je najpre na odsluženje vojnog roka, a zatim u rat. Rudarskim problemima prvi put se počeo baviti u Solunu 1916. godine, kao činovnik »Rudarske inspekcije«, koju je vodio Julije Draškoci. Početkom 1919. godine smenio je Lebla na ugljenokopu u Živojnom, kod Bitolja, a posle nekoliko meseci premešten je u Beograd, u rudarsku direkciju, gde je služio do smrti. Radio je, uglavnom, na problemima nafte.

Đurkovića su drugovi zapamtili kao izuzetno dobrog i poštenog čoveka. Bio je tih, skroman i povučen. Izvod iz oproštajnog govoru odštampan je u Rudarsko-topioničkom vesniku 1933., str. 275.

Ivan Veljković

Rođen je u Knjaževcu 11. avgusta 1888. godine u svešteničkoj porodici. Gimnaziju je učio u Zaječaru, gde se sprijateljio sa najmlađim sinom Franje Šisteku, upravnika rudnika zlata »sv. Ana« u Glogovici. Za vreme letnjeg raspusta boravio je više puta u Šistekovoj kući, najpre u Glogovici a zatim u Boru. To ga je odlučilo, da se posveti rudarstvu. Kad je maturirao 1908. godine, na rudarske studije u Leoben odveo ga je Milorad Lazarević, student rudarske akademije. Sa Veljkovićem je pošao na studije i Milan Vulović, njegov nerazdvojni drug iz gimnazije. Kako je u to vreme izbila kriza u odnosima Srbije i Austro-Ugarske povodom aneksije Bosne i Hercegovine, Veljkovića i Vulovića ne hteloše da upišu na studije. Ovi onda oputuju u Pšibraram pa se tamo upišu. Rudarsku akademiju završili su u jesen 1912. godine, posle izbijanja balkanskog rata.

Veljković je februara 1913. godine stupio u službu, najpre kao rudarski nadzornik u Ravnoj Reci. Iste godine pozvan je da služi vojsku. Do izbijanja prvog svetskog rata radio je nekoliko meseci na otvaranju ugljenokopa u selu Dubravi kod Knjaževca i Paliluli, na pruzi Niš-Knjaževac. U prvom svetskom ratu služio je po pionirskim jedinicama. Posle demobilizacije poslat je u senjski ugljenokop (1919), a zatim na ugljenokop u selo Gornju Gorijevnicu kod Čačka, gde su Austrijanci za vreme rata počeli da vade ugajl. U Gorijevnici je ostao godinu dana. Posle toga napušta državnu službu pa za račun okružne banke u

Knjaževcu ponovo otvara ugljenokop u Dubravi (1922). Krajem 1922. godine vraća se u državnu službu i u Generalnoj rudarskoj direkciji u Beogradu služi do 1944. godine, kada je penzionisan kao načelnik nadzorno-tehničkog odeljenja ministarstva šuma i rudnika. Posle drugog svetskog rata ponovo se vraća u službu. Na raznim dužnostima ostao je do 1950. godine, kada je ponovo penzionisan.

Ivan Veljković živi u Beogradu kao penzioner. Zaista mi je ugodno što mu i na ovome mestu mogu zahvaliti na mnogim podacima, koje mi je svesrdno pružio o rudarima Srbije, koje je svojevremeno poznavao, naročito o ljudima, aktivnim u rudarstvu pre prvog svetskog rata. Veljković je napisao:

Rudarstvo u Timočkoj Krajini. — Spomenica stogodišnjice Timočke Krajine 1833—1933. Beograd, 1933.

Milutin Gojković

Rodio se je u Kragujevcu 13. jula 1888. godine u trgovacko-zanatlijskoj porodici. Tamo je završio osnovnu školu i gimnaziju. Želja da upozna sadržinu zemljinih nedara odvela ga je najpre na studije geoloških nauka u Beogradu. Posle godinu dana napušta geografiju i odlazi na rudarske studije u Frajberg, odakle se nakon četiri godine vraća u zemlju kao rudarski inženjer i rudarski geodeta (marta 1913. godine). On je naš prvi rudar i geodeta. Dotle smo imali dvostrukе inženjere rudarstva i topioništva. Novembra iste godine pozvan je u vojsku, maja 1914. je izasao, a juna opet mobilisan. Za celo vreme rata služio je u pionirskim jedinicama kao oficir. Početkom 1920. godine, sedam godina posle završenih studija, prvi put se prihvata rudarskog posla. Upućen je u senjski ugljenokop i odmah je dobio da rukovodi ugljenokopom u Ravnoj Reci. Tamo su ga čekali neobično složeni i teški zadaci. Trebalo je obnoviti rad u ugljenokopu, koji su Nemci pri povlačenju potopili. Kad je uspešno završena borba sa vodom, počela je sa vatrom, jer su izbili jamski požari. U borbi sa raznovrsnim poratnim teškoćama u ugljenokopu, Gojković se izgrađuje u sposobnog inženjera i rukovodioca. Godine 1923. postavljen je za direktora senjskog ugljenokopa, pošto je ovaj, godinu dana ranije, prešao iz železničke direkcije u resor rudarstva. Na novoj dužnosti ostao je do polovine 1928. godine. Ocenu njegovom radu

daje najpouzdanije proizvodnja uglja, koja se od 76.928 tona u 1923. godini penje na 160.617 tona u 1928. U toku 1927. godine u Senju je počela izgradnja velike elektrane sa dva turbogeneratora od po 1000 kw, dobijena na ra-



Sl. 4 — Ivan Veljković



Milutin Gojković

čun reparacija iz Nemačke. Za vreme Gojkovićevog upravljanja ugljenokopom stvorena je solidna osnova, na kojoj počiva kasnija proizvodnja uglja, koja je u 1938. godini dostigla skoro 270.000 tona.

Gojković se vratio u Beograd 1928. godine u nadzorno-tehničko odeljenje Generalne ru-

darske direkcije; 1936. imenovan je rudarskim glavarom. Penzionisan je oktobra 1942. godine. Posle oslobođenja postavljen je za načelnika odeljenja za ruderstvo pri ministarstvu industrije i ruderstva Srbije. Kasnije je služio na raznim dužnostima do 1949. godine, kada je penzionisan. Sada se nalazi u Beogradu kao penzioner.

Leon Lebl

Rodio se u Nišu 1888. godine u zanatlijskoj porodici. Gimnaziju je završio u Beogradu 1907. godine, a zatim se upisao na »Ecole des mines« u Sent Etjenu. Tamo je ostao godinu dana pa je prešao u Mons na politehnički fakultet, koji je završio 1913. godine. Jula iste godine uposlio se na senjskom ugljenokopu, čiji je upravnik u to vreme bio Pera Ilić. Dobio je pogon u Maloj Ravnjoj Reci. Posle kratkog vremena pozvat je u vojsku; služio je u dačkoj četi u Nišu, a zatim je otišao u rat, u kome je kao inženjerski poručnik učestvovao do kraja 1916. godine. Tada je, po naredenju

je kraće vreme rukovodio ugljenokopom sv. Petar kod Mladenovca.

Glavna Leblova delatnost na ugljarstvu Srbije vezana je za aleksinačke ugljenokope, na kojima je proveo oko 9 godina kao upravnik (1924—1933). Zastarele i ratom oštećene instalacije on je modernizovao i proširio, u prvom redu elektranu. Zatim je izgradio pralište i briketnicu. Leblobom zalaganju treba zahvaliti što su aleksinački ugljenokopi uživali glas najbolje organizovanog rudarskog preduzeća u Srbiji.

U 1933. godini Lebl napušta ugljarstvo i prelazi na nemetale, čijom će se problematikom baviti sve dok je u službi. Postavljen je za tehničkog direktora preduzeća »Magnezit Šumadija« koje je, u rukama francuskog kapitala, eksplorativno magnezitska ležišta u okolini sela Brđana, između Čačka i Gornjeg Milanovca. Na tome poslu zatekao ga je drugi svetski rat. Otišao je u ropstvo kao inženjerski potpukovnik. Posle oslobođenja vraća se ponovo magnezitu i u svom starom preduzeću radi na obnavljanju proizvodnje. Od 1946. godine rukovodio je planskim sektorom u glavnoj direkciji nemetala. Na ovoj dužnosti penzionisan je 1950. godine. Živi u Beogradu kao penzioner.



Sl. 6 — Leon Lebl

Vrhovne komande, posle oslobođenja Bitolja, otvorio ugljenokop u selu Živojnu, snabdevajući ugljem ovaj sektor solunskog fronta.

U uslovima ratnog vremena i silom prilika Lebl je počeo svoju rudarsku delatnost na ugljenokopu; zatim će u ugljarstvu Srbije ostati sve do 1933. godine. U Živojnu je vadio ugalj do 1919. godine odnosno demobilizacije. Posle toga je za potrebe srpskog brodarskog društva otvorio i eksplorativao sve do 1923. godine ugljenokop poznat u literaturi pod imenom Aliksar (po potoku Aliksaru) kod Brže Palanke. Kad je Aliksar prestao raditi, Lebl

Milan Vulović — Donović (1889—1918)

Nije ni stigao da se afirmiše kao inženjer i rudarski stručnjak, jer je umro mlađ, u tri desetoj godini. Rodio se u Zaječaru 3. marta 1889. godine u trgovачkoj porodici. Gimnaziju je završio u Zaječaru sa odličnim uspehom, a isto tako i rudarsku akademiju u Pšibramu 1912. godine. Imao je nešto preko 23 godine kada je 1. novembra 1912. godine postavljen za rudarskog inženjera u senjskom ugljenokopu. U arhivu njegove porodice sačuvano je uverenje, koje je mlađome Vuloviću izdao upravnik senjskog ugljenokopa Pera Ilić. Tamo za Vulovića piše »da je od dana stupanja u službu i za sve vreme trajanja ratova u 1912 i 1913 godini vršio službu rudarskog inženjera u rudnicima ove uprave sa najvećom voljom i naporima, pomažući upravi energično u najkritičnije vreme — za vreme prošlih ratova, da se odgovori najvišem zadatku snabdevanja železničica dovoljnom količinom uglja«.

Vulović je u senjskom ugljenokopu ostao sve do jeseni 1915. godine, kada se sa srpskom vojskom povukao na Krf, a odatle u Francusku. Od aprila 1916. godine zaposlen je kao

rudarski inženjer na rudniku »La grande Comba«, do kraja rata. Već je bio izvadio pašoš za povratak u Srbiju, kada je oboleo od španske groznice i umro 25. oktobra 1918. godine. Topao nekrolog Vuloviću objavljen je u nekom lokalnom francuskom listu.



Sl. 7 — Milan Vulović

C° DES MINERAIS DE FER MAGNÉTIQUE DE MOKTA-EL-HADID
SOCIETE ANONYME — CAPITAL : 20 000 000 DE FRANCS

Bonap. le 17 Décembre 1918

LE TERRAIN ENTRE CAMERATA ET LE PLATEAU DE SIDI SAÏF
COMME OBJET DE RECHERCHE. — Avec un profil transversal
montrant la disposition stratigraphique et l'allure
tectonique des couches sédimentaires des terrains en
question.

Sl. 8 — M. Lazarević u Alžiru.

Ivan Veljković je drugovao sa Vulovićem. On ga se seća kao izvanrednog druga, čoveka i stručnjaka. Bio je veoma solidno obrazovan. U Francuskoj je, kao i u Srbiji, smatran odličnim rudarskim stručnjakom.

Milorad Lazarević (1886—1956)

Naši obrazovani rudari, kao što smo imali prilike da vidimo, različito su se odnosili prema rudarstvu. Dok su jedni bili pasionirani

prospektori mineralnog blaga, drugi uski tehnički praktičari, treći zainteresovani kako da sebi pronadu i obezbede rudnik, Milorad Lazarević se uopšte nije interesovao tehničkom stranom rudarstva. Njega je zanimalo samo rudište, upravo njegova geologija u širem smislu. On je prvi i jedini između naših inženjera pokušao da naučno prouči i prikaže naša rudišta. Sa nekoliko svojih publikacija postao je poznat i priznat u svetskoj nauci o rudnim ležištima. Najzad, da napomenemo da se Lazarević, dok je bio u Srbiji, nije uopšte praktično bavio rudarstvom, niti je bio ma u kakvoj službi, državnoj ili privatnoj.

Lazarević se rodio u Zaječaru 27. septembra 1886. godine u imućnoj porodici, polugradskoj, poluseoskoj. Otac mu je imao veliko imanje i svoju kazanicu u Zaječaru. Bio je iz poslednje seoske generacije, koja za zemlju nije bila vezana ličnim radom. Lazarević je maturirao u Zaječaru 1905. godine. Iste godine upisao se na rudarsku akademiju u Leobenu, koju je završio posle šest godina (februara 1911.). Zatim je oputovao u Beč i nastavio geološke studije. U 1912. godini položio je doktorat u Leobenu na rudarskoj akademiji, a 1913. godine na filozofskom fakultetu bečkog univerziteta. Nakon toga vratio se u Srbiju da odsluži vojsku. Uoči prvog svetskog rata obreo se u Alžиру. Po jednoj verziji uklonio se iz zemlje da izbegne vojnu obavezu. Po drugoj, opet, za vojsku je bio nesposoban usled kratkovidosti. U Alžiru je jedno vreme radio na rudištima gvožđa, kao što pokazuje ovaj faksimil. Ne zna se kada je napustio rudarstvo i odao se poljoprivredi. Kupio je neko poljsko dobro na kome je ostao sve do smrti. Ubili su ga maja 1956. godine alžirski ustanici.

Lazarević je počeo da studira rudarstvo kad se borsko bakarno rudište pripremalo za otkopavanje. To ga je, svakako, i privuklo rudarstvu. Kasnije je najveći broj svojih rada posvetio orudnjenju borskog rudišta. Prosečan učenik u gimnaziji, Lazarević se na rudarskoj akademiji odmah istakao i pao u oči svojim profesorima, osobito Redlihu, Hefetu i Kornu. Još kao student objavio je četiri naučna rada iz geologije naših krajeva u veoma uglednom nemačkom časopisu »Zeitschrift für praktische Geologie«. Za vreme studija, a zatim i kasnije, sve do 1913. godine, putovao je po Severnoj i Južnoj Americi, Kanadi, Japanu, Indiji, Sibiru, Maloj Aziji a zatim po evropskim zemljama, uvek se interesujući rudištima.

Prvi Lazarevićev rad posvećen je borskому rudištu. Zajedno sa F. Kornuom, privatnim docentom iz Leobena izložio je paragenetske prilike borskog rudišta i sasvim pravilno odredio njihov tip. U drugom, opet studentskom radu, objavljenom 1909. godine, Lazarević dopunjava paragenetski niz borskog rudišta mineralima iz oksidacione zone, opisujući po red toga i nova nalazišta bakarnih ruda u timočkom andezitskom masivu. Iste godine objavljuje, opet zajedno sa F. Kornuom, raspravu o adsorpcionim jedinjenjima u mineralnom svetu, zbog koje kasnije polemiše dva puta sa F. Tućanom. Naredne, 1910. godine poslednji rad koji potpisuje kao student, posvetio je »zeolitsko-bakarnoj formaciji« andezitskog masiva u istočnoj Srbiji. Do tada se nije znalo o obilju zeolitskih minerala u našim andezitima (apofilit, fluoroapofilit, analcim, tomsonit, habazit, hojlandit, desmin). Znatan korak napred, u studiji borskog rudišta, napravio je Lazarević 1911. godine, sada već inženjer montanistike, objavivši rezultate uporednih ispitivanja borskih bakarnih ruda sa rudama iz poznatog rudišta Bjuta u državi Montani (SAD). Sledeće godine pojavljuju se dve neobično važne publikacije. Prva je kompleksna studija jednog rudišta u Srbiji kao takvog — bizmutskih rudnih žica Aljin. Dola i Jasikova kod Knjaževca, zajedno sa E. Kitlom. Druga je, u stvari, glavno Lazarevićev delo (ili jedno od glavnih) — kompleksan prikaz borskog rudišta Čuke Dulkan. Na skoro 40 strana teksta u kvart formatu izložene su najpre geološko-petrografske prilike rudišta, a posle toga i njegova sadržina. I petrografsko-geološki i odeljak o rudištu izloženi su na najsavremeniji način i potkrepmani mikroskopskim i hemijskim analizama. Ova studija borskog rudišta nije ni do danas prevaziđena novijim ispitivanjima. Sve ono što sada znamo pouzdano o Boru, utvrdio je Lazarević još 1912. godine. Ovaj rad je rezultat njegovih petogodišnjih ispitivanja i čini čast geologiji rudišta u Srbiji.

U 1913. godini Lazarević je na vrhuncu, i, nažalost, na kraju slave najeminentnijeg srpskog »lagerstetlera«. Te godine pojavilo se šest njegovih radova u nemačkim geološkim i rudarskim časopisima (između ostalih i u Centralblatt für Mineralogie). U prvom radu izložene su genetske veze majdanpečkog i borskog rudišta. Drugi rad je posvećen propilitizaciji, kaolinisanju i silifikovanju kod rudišta propilitske mlađe grupe zlata i srebra. Ovde dolazi do punog izražaja Lazarevi-

ćeva spremu, da se uhvati u koštač sa problemima od izvanrednog teoretskog značaja, i dar istraživača, da bogato koristi svoja iskustva, stečena promatranjem u timočkom andezitskom masivu. Ovaj ili prethodno pomenuti rad, ili oba zajedno, predstavljali su, svakako, Lazarevićevu disertaciju u Leobenu i Beču. Svi Lazarevićevi radovi iz 1913. godine rađeni su u mineraloškom institutu u Beču. Napuštanjem zemlje Lazarević je prestao da piše.

Od 1908—1913. godine objavio je 16 radova. Do nedavno, to su, u stvari, bili i jedini moderni radovi o našim rudištima. Neki od njih kao propilitizacija u andezitskim stenama ušli su u svetsku literaturu. Ni danas se ne može pisati o procesima propilitisanja, kao linisanja i silifikacije, a da se ne pomenu Lazarevićeve zasluge na tome polju.

Savremenik i mlađi školski drug Lazarevićev, Ivan Veljković, seća ga se kao veoma obrazovanog i sposobnog inženjera. Imao je prirodan nastup veoma uglađenog čoveka, koji se u svetu lako kretao. Dosta se družio sa belgijskim stručnjacima, koji su svojevremeno montirali bager u Timoku. Pod Lazarevićevim uticajem mlađi njegovi drugovi, Veljković i Vulović odlučili su se na rudarske studije.

Lazarević je pisao samo na nemačkom jeziku. Objavio je:

1. Kristallisierte Chromit aus Südserbien. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1908, str. 254/5.
2. Zur Paragenesis der Kupfererze von Bor in Serbien. Ibid. str. 153/4. Zajedno sa Kornuom.
3. Neue Beobachtungen über die Enargit-Covelin-Lagerstätten von Bor und verwandte Vorkommen. Ibid. 1909. str. 177/9.
4. Über das Vorkommen von Guren am Rathausberg bei Böckstein in Salzburg. Ibid. 1909. str. 144.
5. Ein Beispiel der »Zeolith-Kupferformation« im Andesitmassiv Ostserbiens. Ibid. 1910. str. 81.
6. Ein neues Triplitorfkommen aus Nordwestböhmen und seine Begleiter. Centralblatt für Mineralogie etc. 1910, str. 385.
7. Einige Beiträge zu den Kriterien der reichen Sulfidzone. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1911, str. 321.
8. Zur Systematik der Lagerstätte »Schneeburg« in Tirol. Ibid. 1911, str. 316.
9. Die Wismutgänge von Aljindol und Jasikova. Ibid. 1912, str. 280.
10. Die Enargit-Covelin Lagerstätte von Čuka Dulkan bei Bor in Ostserbien. Ibid. 1912, str. 337.
11. Der genetische Zusammenhang der Eisen-Kupfer Lagerstätten in Nordserbien (Majdanpeker Erzrevier) und Ostserbien (Departement Ti-

mok). Oesterr. Zeitschr. f. Berg-und Hüttenwesen 1913, str. 611, 631, 661.

12. Die Propylitisierung, Kaolinisierung und Verkieselung und ihre Beziehung zu den Lagerstätten der propylitischen jungen Goldsilbergruppe. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1913, str. 345.

13. Einige Bemerkungen zu »Kupfererz-und Limonit-Lagerstätten« und »Die Kupferhaltigen Schwefelkieslinsen« von Majdanpek in Serbien,

von Dipl. Berging. B. A. Wendeborn. Ibid. 1913, str. 475.

14. Über gediegen Kupfer und einige Kupfermineralien als Begleiter der Zeolithe aus den Andesitgesteinen bei Rgošte in Ost-Serbien. Oesterr. Zeitschr. f. Berg-und Hüttenwesen 1913.

15. Zu Tucans »Bauxitfrage«. Centralblatt für Mineralogie etc. 1913.

16. Nochmals zu Tucans Bauxitfrage. Ibid.

I z p r a k s e

Dalje unapređenje tehnike masovnog miniranja na površinskim otkopima i kamenolomima u Jugoslaviji.

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Jurij Ivanetić

Rudarski i gradevinski stručnjaci koji u zadnje vreme prate zbivanja na području masovnog miniranja na površinskim otkopima u svetu, naročito u USA i Kanadi, mogu uočiti interesantne informacije o značaju upotrebe metaliziranih vodno-plastičnih eksploziva tipa slurry i brojna komercijalna obaveštenja o proizvodnji metaliziranih slurry-ja i postrojenja za njihovu masovnu primenu (mešalice, punioće, cisterne). Kao što se može smatrati da su 1954. god. u Americi nastale revolucionarne promene u tehnici miniranja primenom eksplozivnih smeša AN-FO, tako se isto može oceniti da je 1960. god. nastao novi preokret osvajanjem jačih, guščih, vodootpornih i malo osetljivih slurry-ja, naročito za primenu u čvrstim i srednje čvrstim stenama. Tendencije tih zbivanja u Americi prikazane su na slici 1. Ta dinamika karakteristična je za USA i Kanadu, i njen uticaj na Evropu je veoma mali, gde se sa desetogodišnjim zakašnjenjem uvode tek smeše AN-FO (naročito u Skandinavskim zemljama, SSSR i sl.). Tehnologija miniranja slurry-jem nije nepoznata i on se, uporedo sa AN-FO, širi po Evropi, istina u znatno manjem obimu nego što ovi eksplozivi to zaslužuju. U Evropi Jugoslavija prednjači na tom području, kako u pogledu proizvodnje slurry-ja tako i u pogledu primene ovih

eksploziva u rudarstvu i gradevinarstvu. Iz prošle godine su poznati jedino opiti miniranja slurryjem u SSSR i Švedskoj. Tendencije potrošnje novih eksploziva (Kamex-A, Kamex-C, Nitrol, Kamex M-15) u SFRJ prikazane su na slici 2.

U 1967. godini preduzeće »Kamnik« — Kamnik osvojilo je metalizirane slurry-je (Kamex M-15 i Kamex M-25) sa pripadajućim sredstvima za iniciranje (booster) PD-80. U martu 1967. g. u Istri izvršen je prvi opit masovnog miniranja u žilavom krečnjaku. Do kraja 1967. godine ukupno je bilo objavljeno 9 masovnih miniranja Kamexom M-15 u različitim stenama i pod različitim uslovima rada.

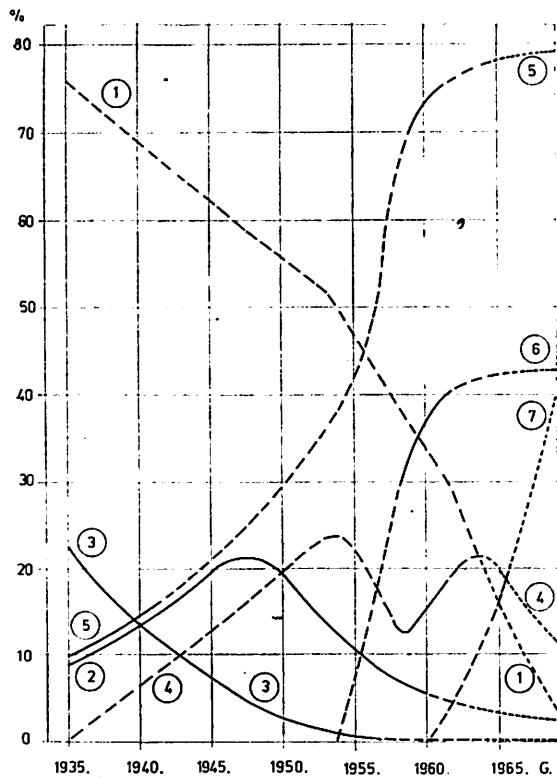
Postignuti rezultati su ohrabrujući. Osim toga, obavljen je veći broj laboratorijskih proba i izvršena su merenja učinka tog eksploziva metodom levkova u čvrstim i srednje čvrstim stenama. Rezultati su potvrdili sva očekivanja, jer se pokazalo da taj eksploziv može uspešno konkurisati i najjeftinijim smešama AN-FO, izrađenim na mestu potrošnje, čak i u mekšim stenama.

Tako je naša zemlja ušla u red onih evropskih zemalja koje stoje na čelu osvajanja najsavremeniјe tehnologije miniranja na bazi razvoja rada naših inženjera tehnologa i rudara.

Šta se može očekivati uvođenjem metaliziranih slurry-ja?

Metalizirani slurry imaju sledeće prednosti u odnosu na druge eksplozive:

- veliku gustinu $\rho_0 = 1,5 \text{ g/cm}^3$
- sposobnost da 100% ispune minskie bušotine čime se maksimalno koristi energija eksploziva uz minimalni normativ bušenja. Postiže se velika gustina punjenja $\rho_v = 1,5 \text{ g/cm}^3$;



Sl. 1 — Potrošnja komercijalnih eksploziva i amonijum nitrata u SAD
— štampani podaci; - - - - - ustanovljeni podaci;
..... predviđeno

1 — dinamiti (bez metanskih); 2 — metanski eksplozivi;
3 — crni barut; 4 — čisti amonijum nitrat; 5 — amonijum nitrat; 6 — granulirani amonijum nitrat + ulje;
7 — slurry.

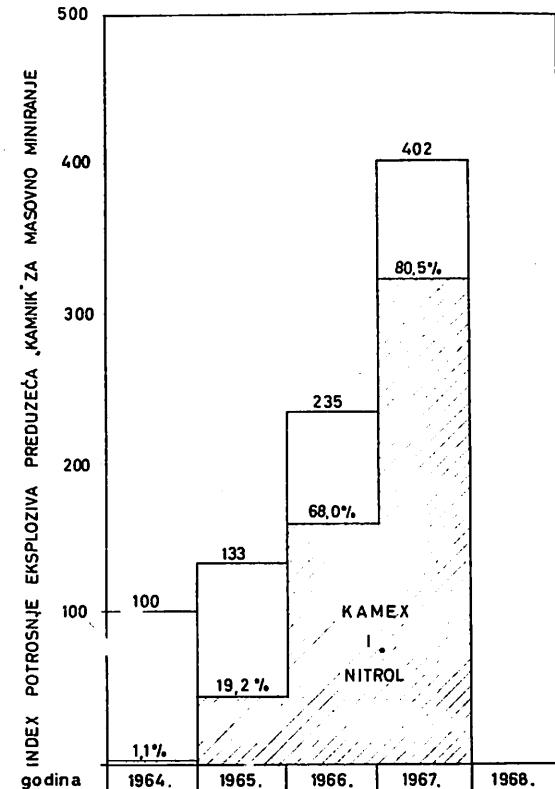
- veliki sadržaj energije kod eksplozije na težinsku i zapreminsku jedinicu:

Eksploziv	Energija eksplozije Kcal/kg	Energija eksplozije Kcal/l	Gustina punjenja g/cm ³
Nitrol I	920	920	0,60
Nitrol II	920	920	1,00
Kamex-C	904	1.360	1,20—1,50
Kamex M-15	1.285	1.920	1,50
Kamex M-25	1.400	2.080	1,50

Svaki procenat sadržaja Al-prašine u slurry-ju povećava snagu tog eksploziva za cca 3%;

- veliku detonacionu brzinu i maksimalni detonacioni pritisak koji kod prečnika patrone od 70 mm iznose:

Eksploziv	Deton brzina v(m/s)	Max. deton. pritisak P(atm)	Energ. ekspl. (Kcal/l)
Kamex-A	5.500	111.000	1.240
Kamex-C	6.000	132.000	1.360
Kamex M-15	5.500	111.000	1.920
Kamex M-25	5.000	93.000	2.080

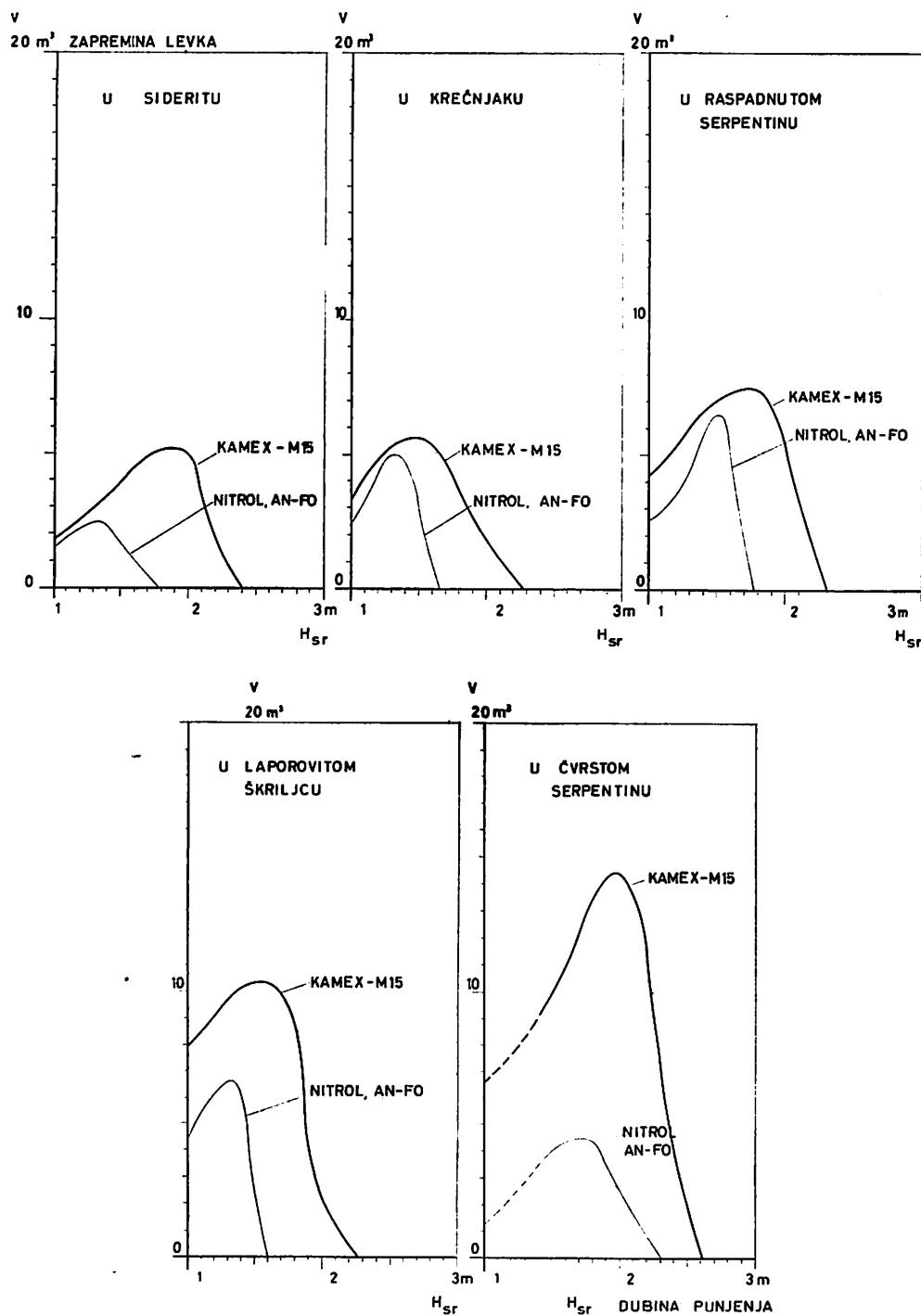


Sl. 2 — Potrošnja novih eksploziva preduzeća »Kamnik« kod masovnih miniranja u SFRJ (1964—1965. god.).

- to su eksplozivi koji sami sadrže vodu. Oni su vodoootporni, te ih je moguće i nepatrionirane stavljati u minskie bušotine napunjene vodom;
- prilikom eksplozije metaliziranih slurry-ja (Kamex M-15 i Kamex M-25) voda hemijski reaguje sa aluminijumom izdvajajući vodonik koji ima dopunsко eksplozivno dejstvo kod miniranja. Aluminijum isto-

- vremeno povećava i temperaturu i vreme delovanja detonacije;
- hemijski sastav slurry-ja je takav, da je osetljivost na udar, trenje i na inicijaciju minimalna. Obavezna upotreba specijalnih

detonatora (booster) PD-40 i PD-80 omogućava kod upotrebe detonirajućeg štapina iniciranje mine »iz dna« ili »iz vrha«. Ta činjenica omogućava mehaničko punjenje minskih bušotina ili slobodan pad patrona



Sl. 3 — Dijagrami zapremina izbijenog levka u odnosu na dubinu eksplozivnog punjenja istog oblika i zapremine.

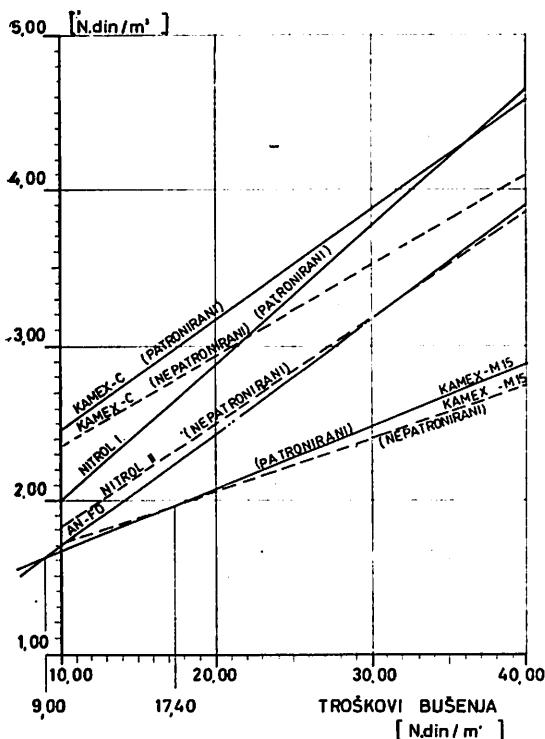
Tablica 1

	A	B	C	D	E
Prečnik minskih bušotina (mm)	225	225	175	175	175
Geometrija minskih polja za AN-FO (mxm)	$6,1 \times 6,1$	$7,3 \times 7,3$	$4,5 \times 3,6$	$6,1 \times 6,1$	$6,1 \times 5,5$
Geometrija minskih polja za slurry (mxm)	$9,1 \times 9,1$	$10,3 \times 10,3$	$7,6 \times 6,4$	$10,2 \times 10,1$	$8,5 \times 8,5$
Troškovi bušenja (N. din/m)	26,80	30,80	62,00	18,40	24,60
Stari način: Troškovi za AN-FO (N. din/t)	0,510	0,371	1,010	0,400	0,310
Novi način: Troškovi za slurry (N. din/t)	0,440	0,268	0,762	0,300	0,280

i u duboke minskе bušotine prečnika iznad 100 m.

Upotreba navedenih vrsta slurry-ja omogućava maksimalnu sigurnost rada kod masovnog miniranja;

— cene novih eksploziva su niske prema cennama odgovarajućih tipova eksploziva kod nas i u svetu.



Sl. 4 — Troškovi masovnog miniranja kod intenzivnog fragmentiranja u sideritu.

Cene 1 kg eksploziva fco Kamnik:

	SFRJ	USA
Kamek-A	3,38 N. din/kg	—
Kamek-C	3,38 N. din/kg	3,90
Kamek M-15	4,15 N. din/kg (15% Al)	4,15 (10% Al)
Kamek M-25	4,77 N. din/kg	5,55
PD-40	3,00 N. din/kom	—
PD-80	3,20 N. din/kom	—

Rezultati miniranja Kamek-om M-15 sa prečnicima bušotina bliskim kritičnim prečnicima (80–90 mm) pokazuju da je Kamek M-15 načinio veće levkove od Nitrola I i to u laporcu i škriljcu 2,18 puta, u sideritu 2,25, u trošnom serpentinu 1,1 i u čvrstom serpentinu 2,8 puta.

Ti podaci su detaljno prikazani na slici 3, gde se nalaze dijagrami zapremina izbijenog levka u odnosu na dubinu eksplozivnog punjenja istog oblika i zapremine.

U pogledu ekonomičnosti miniranje metaliziranim slurry-jem daje veoma dobre rezultate.

U septembarskom broju 1967. »Engineering and mining journal« nalaze se podaci, koji su preračunati u našim mernim jedinicama, prikazani u tablici 1.

Iz podataka tablice 1 može se zaključiti da je smanjenje normativna bušenja kod upotrebe slurry-ja prema normativu bušenja kod tehnologije miniranja sa AN-FO manje za 1,98–2,97 puta.

Kod naših opita sa Kamek-om M-15, pri masovnim miniranjima, i kod levkastih opita dobijeno je bolje fragmentiranje stene kod istog punjenja ili znatno smanjenje normativna bušenja (tablica 2).

Tablica 2

Stena		
Škriljac	2,78 puta	Smanjenje normativa bušenja kod upotrebe
Laporac	2,60 puta	Kamex M-15 prema
Krečnjak	2,07 puta	
Siderit	2,04 puta	normativu bušenja
Trošni serpentin	1,84 puta	kod upotrebe smeše
Cvrsti serpentin	2,77 puta	AN-FO.

Podaci izneti u tablici 2 potvrđuju ekonomsku opravdanost upotrebe Kamex M-15.

Bitno smanjenje normativa bušenja, naročito u čvrstim i srednje čvrstim stenama. — Već kod uvođenja običnog slurry-ja (Kamex-C i Kamex-A) smanjeni su u čvrstim i srednje čvrstim stenama troškovi miniranja na pojedinim rudnicima za 20—40% u odnosu na upotrebu standardnih praškastih i plastičnih eksploziva.

Kod uvođenja Kamex M-15 pokazalo se da je on konkurentan u pomenutim kategorijama stena, prema eksplozivima Kamex-C, Nitrol I i Nitrol II, pa čak i prema najefektinijim smešama AN-FO pripremljenim na samom radilištu (kao

primer navodi se siderit — slika 4). To je slučaj ako se radi sa potrebnom specifičnom potrošnjom eksploziva i ako su troškovi bušenja minskih bušotina 90 mm veći od 9,00—13,8 N. din/m³. U sideritu je granica konkurentnosti prikazana na slici 4. Nažalost, nije izvršeno dovoljno optira sa jačim metaliziranim slurry-jem (Kamex M-25), da bi se mogli izneti i ti podaci.

Svi dosadašnji optiri izvršeni su sa patroniranim eksplozivom ili ulivanjem eksploziva u minskе bušotine. Direktno ulivanje u minskе bušotine, koje su iskošene i manjeg prečnika od 100 mm, nije se pokazalo kao praktično primenljivo.

Na početku će biti koristan rad sa patroniranim slurry-jem (Kamex-om). Kasnije će biti moguće, kod većih potrošača, uvođenje mehanizovanog punjenja na mestima gde organizacija rada i geološke prilike dopuštaju tu tehnologiju. Mehanizirano utiskivanje slurry-ja ne dolazi u obzir u jako poroznim, raspucalim i kavernoznim stenama, iz tehničkih razloga (jer se ne može kontrolisati proces punjenja minskih bušotina), kao i kod manjih miniranja ili manjih potrošača eksploziva — iz ekonomskih razloga.

Razvojni rad u pravcu osvajanja metaliziranih slurry-ja i njihova primena uvođenja na našim površinskim otkopima i kamenolomima je perspektivni doprinos unapređenju industrijske proizvodnje i istovremeno put ka uklapanju naše privrede u međunarodnu podelu rada.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Odvajanje mokrih ili suvih minerala

Za odvajanje mokrih ili suvih minerala u upotrebljiv ili manje vredan materijal prema njihovim optičkim osobinama izradila je firma Gunson's Sortex Ltd., London, elektronske mašine različitih veličina, čija se funkcija zasniva na optičkom poređenju stena.

Kod mašina za veličinu zrna do 50 mm uzima se izdrobljeni i klasiran materijal iz rezervoara preko stresaljke i vodi se dalje preko okretnе ploče na transportnu traku, sa koje slobodno pada kroz komoru za ispitivanje. U njoj tri jod-kvarcne lampe ozrače sve delove, te se meri refleksioni potencijal svakog komada foto ćelijama (3), koje su za 120° zaokrenute, i upoređuju sa uzorkom boje glavnog sastojka tog minerala. Energijsa reflektovane svetlosti pretvara se pomoću fotomultiplikatora u električni signal i uvođi u komandni aparat, koji je već pre toga regulisan na visinu zahtevane refleksije. Kod slabijeg signala dolazi do vazdušnog udarca, koji izdvaja određeni komad od ostalih koji s njim pa-

daju. Na taj način stvaraju se dve struje. Jedna se sastoji iz čistog — kvalitetnog, a druga iz manje vrednog materijala.

Radi izdvajanja većih komada (50 do 150 mm Ø) služi mašina, koja pored podataka o refleksionom kapacitetu daje i podatke o veličini svakog komada (utvrđeno iz trajanja proticanja). Odnos između promene boje prema boji cele površine smatra se merom za upotrebljivost pojedinih komada. Ovde se krupice kreću pojedinačno kroz komoru za ispitivanje, dok foto ćelije, koje rade 800 slika u sekundi, signališu refleksionj kapacitet i vreme proticanja.

Manje mašine imaju kapacitet od 2,3 do 8,0 t/h, a veće između 25—40 t/h. Oprobana područja primene su priprema barita, krečnjaka, krede, dolomita, flinta, gipsa, magnezita, kamene soli, limonita, kvarca, talka i mermera.

»Chemie-Ingenieur-Technik«, 40 (1968) 1, str. A 25

Šuplja tela i cevi pojačani staklenim vlaknima

Filament winding je proizvodni proces pomoću koga se iz smolom impregniranih staklenih vlakana mogu praviti po kalupu cevi i šuplja tela svakog oblika i dimenzija. Kombinovani materijal je visoke čvrstoće, a pri tom ima malu sopstvenu težinu, a podesan je za izradu rezervoara za tečnosti pod pritiskom, cevovoda pod pritiskom, cilindra za komprimovani vazduh, pipelinis itd.

»Industrie-Anzeiger«, 90 (1968) 23, str. 447

Aparat za merenje prašine u vazduhu

Konstruisan je aparat, koji određuje sadržinu prašine u vazduhu odvajanjem na filteru. Merenje se vrši pomoću radioaktivnih zrakova. Aparat je transportabil. Njegovo područje merenja se kreće između 0,005 i 11 mg/m³. Podesan je kako za merenje imisija tako i za kontrolu radnih mesta. Vreme naprašivanja filtra može da varira između 15 min i 12 h, pri čemu se mogu primetiti kratkotrajne promene sadržine prašine u vazduhu. Ovaj aparat je sigurno pomoćno sredstvo za istraživanja, kod kojih treba da se utvrdi, koliko

su uspešne mere otprašivanja pojedinih postrojenja u odnosu na okolinu.

»Industrie-Anzeiger« 90 (1968) 23, str. 15

Razaranje stena pomoću Lejzerovih zrakova

Na Tehnološkom institutu u Masačusetsu vršeni su opiti razaranja tvrde stene pomoću lejzerovih zrakova. Pri tome su stene izložene zracima lejzera od 10,6 μ m talasne dužine (infra crveno). Posle zračenja od 3—5 sek na steni su se pokazale male pukotine, a kad je zračenje završeno, komadi stena mogli su se drobiti rukom. Čvrstoća je pala na 10% prvobitne vrednosti. Kao probe su korišćeni granit, gnajs, mermur i škriljac. Ovim opitim, naravno, nije dokazano, da se takav proces može univerzalno koristiti. Isto tako nije još rešeno pitanje ekonomičnosti. Ipak, ovakvi opiti mogu otvoriti put novim metodama za izradu jamskih hodnika. Osim toga, treba istražiti, da li se lejzerovi zraci mogu koristiti zajedno sa običnim mašinama za izradu hodnika. Vrlo važna prednost primene lejzera pri izradi podzemnih prostorija sastoji se u tome, što se vazdušni prostor u okolini stene ne zagревa.

»Umschau«, 68 (1967) 7, str. 218

Kongresi i savetovaljanja

Drugo zasedanje grupe eksperata za površinsku eksploataciju rudnika uglja, Ženeva, 1968.

Dana 6. i 7. maja 1968. godine održano je drugo zasedanje grupe eksperata za površinsku eksploataciju rudnika uglja. Zasedanju, koje je održano pri Komitetu za ugalj u palati nacija u Ženevi prisustovale su delegacije Čehoslovačke, Francuske, Italije, Jugoslavije, Madarske, Nemačke, Poljske, Rumunije i Sovjetskog Saveza.

Pored tekuće problematike na zasedanju je razmatran i odobren i stručni izveštaj o razvoju površinskih otkopa uglja, koji je podneo W. Tilmann.

U izveštaju je konstatovano da je proizvodnja lignita u Evropi (sa SSSR-om) u 1966. godini iznosila 575 miliona tona, a da se narednih 10 godina očekuje povećanje proizvodnje lignita na površinskim otkopima sa 575 na 730 miliona tona godišnje. Ova proizvodnja zahtevaće skidanje jalovine u iznosu od oko 3.200 miliona m³ godišnje.

Izveštaj dalje konstatiše da je danas najveći površinski otkop uglja u svetu »Fortuna« u Zapadnoj Nemačkoj sa ostvarenim 27 miliona tona

godišnje proizvodnje, a u narednih 10 godina očekuje se razvoj novih površinskih otkopa sa kapacitetima iznad 50 miliona tona godišnje. Ovi površinski otkopi-giganti razviće se u Sovjetskom Savezu i Zapadnoj Nemačkoj.

Dok se dubina površinskih otkopa uglja danas kreće između 20 i 200 m, ubuduće dubine će iznositi i 350 do 450 m.

Učinci, koji se sada ostvaruju, iznose 6 do 60 tona uglja po nadnici odnosno 25 do 180 t/m³ po nadnici, a u narednom periodu predviđa se povećanje do 250 t/m³ po nadnici.

Priliv vode u površinskim otkopima Zapadne Nemačke, prema izveštaju W. Tilmanna, iznosi danas 4,7 m³ vode po toni uglja, a ubuduće se može očekivati oko 5,5 m³ vode po toni uglja. Za crpljenje ove vode upotrebljavaju se pumpe kapaciteta od 0,5 do 18 m³/min, a visina crpljenja iznosiće od 120 do 400 m.

Tehnička opremljenost površinskih otkopa uglja, posmatrana kroz pokazatelj gustine instalirane snage, iznosi danas do 15 MVA/km² površine otkopa, i sve više će se povećavati.

Na kraju izveštaja je konstatovano da će ugalj, dobijen površinskim načinom ostati i ubu-

duće konkurentan ostalim izvorima energije, ukoliko se primeni savremena tehnika i poveća produktivnost rada, pa i pored povećanja odnosa otkrivke prema uglju od 3,3 na 4,5 m³/t.

Posle završenog zasedanja grupa eksperata otputovala je u Zapadnu Nemačku, gde je u organizaciji Deutscher Braunkohlen-Industrieverein-a obišla površinske otroke Fortuna-Garsdorf, Frechen, Zülpich in Wölfersheim i upoznala se sa uslovima eksploatacije i rezultatima njihovog rada.

Dipl. ing. J. Kun

XX savetovanje Međunarodne komisije za petrologiju ugljeva, London, 1967., i međusastanak potkomisije za mrke ugljeve, Hanover, 1968.

Prethodno savetovanje Međunarodne komisije bilo je održano oktobra 1966. u Madridu. U vremenu od 4—8. IX 1967. godine održano je u Londonu XX savetovanje Međunarodne komisije za petrologiju ugljeva, kome su prisustvovala 33 člana iz 14 zemalja (naš predstavnik bio je dr M. Ercegovac). Rad se odvijao po ranije formiranim radnim grupama (18), potkomisijama i na plenarnoj sednici.

Po pitanju podele ugljeva po rangu, na XX savetovanju konstatovano je da se ista može vršiti na bazi refleksije vitrinita. Na taj način mogu se izdvojiti dve grupe ugljeva. Jednu grupu činili bi ugljevi koji sadrže vitrinit sa refleksijom ispod 0,3—0,4% (tj. to su ugljevi nižeg ranga gde su vrednosti merenja vrlo relativne zbog složenog sastava macerala) i drugu grupu činili bi ugljevi kod kojih vitrinit ima refleksiju iznad ove granice i gde se vrednosti merenja kreću u realnim okvirima. Konstatovano je da petrografski kriterijumi nisu dovoljni za razdvajanje ugljeva po rangu, već je zasad to moguće jedino na bazi maksimuma refleksije vitrinita. Vitrinit mlađih ugljeva (tzv. provitrit) sa refleksijom ispod 0,3—0,4% podleže bližem ispitivanju, kako bi se utvrdile mogućnosti korišćenja njegovih osobina kod određivanja ranga uglja.

Nije prihvaćen predlog I. A. Berger-a za uključivanje organskih geochemijskih termina u postojeći petrološki rečnik. Pošto su postojale primedbe da je otežano korišćenje petrološkog rečnika, odlučeno je da se konačna lista sinonima i analoga spremi za sledeći sastanak Komisije u Esenu. Do ovog sastanka svaka zemљa treba da dostavi i spisak svojih predloga, kako bi sekretar sačinio centralnu listu.

Dosta je vremena bilo posvećeno diskusiji oko ispravnosti termina *maceral*, koji je dosta konfuzan, pa je odlučeno da se postojeća definicija izmeni. Radna grupa za vitrinit treba da nastavi sa radom, jer se posle duže diskusije konstatovalo, naročito u vezi termina »*pseudovitrinit*«, po predlogu R. R. Thompson-a (a po B. Alpernu *homokolinit* i *heterokolinit*), da se zasada teško može zauzeti jedinstven stav.

Saglasno ranijem zaduženju, G. Taylor je dao rezime sovjetskog predloga genetske podele

humusnih ugljeva (po T. Timofeevu i dr.), te je odlučeno da se isti uz dve tablice štampa u narednom izdanju rečnika. Radna kooperativna grupa SSSR-USA uspešno nastavlja rad i razmenjuje uzorke ugljeva, ali rezultati još nisu poznati. Isto tako, vodila se diskusija oko sovjetskih standarda za ugalj (GOST), uz pokušaj da se razjasne terminološke razlike u odnosu na sistem STOPES.

Radne grupe dobile su niz zaduženja. Tako treba za idući sastanak pripremiti predlog jedinstvenog tumačenja ili dopuniti termine: *sporinit*, *sklerotinit* i *humodetrinit*. Prihvaćena su tumačenja za termine *inertit*, *mikroit* i *inertodetrinit*, koja će biti štampana u novom izdanju rečnika. Tumačenje za gelinit nije usvojeno, jer isto treba usaglasiti sa odgovarajućim za *telinit*.

Grupa za analize mlađih ugljeva je konstatovala da su prilična neslaganja kod rezultata merenja refleksije od strane pojedinih autora. Broj mernih tačaka ne sme biti 100, već treba da se kreće od 500—1000 i poželjno je koristiti semi-automatsku opremu. Sada se kod starijih ugljeva koristi za merenje refleksije objektiv x 25, dok bi kod mlađih ugljeva trebalo koristiti objektiv x 50 ili 60. S obzirom da svi macerali humitskih ugljeva nisu još morfološki definisani, to zasada optičke osobine čine osnovnu karakteristiku. Dr H. Jacob je utvrdio da se unutar humitske grupe refleksija kreće od 0,15—0,40%. Napomenuto je, da voda koja se koristi za poliranje preparata poremećuje stvarni stepen refleksije pojedinih macerala, pa je, saglasno tome i sličnim zapažanjima, odlučeno da se razradi jedinstveno uputstvo za izradu preparata, kako bi se standardizovala i usavršila ova tehnika.

Dr F. Berger izneo je svoj predlog za izdvajanje novih litotipova u mlađim ugljevima, naime, predlaže izdvajanje *humotelinita*, *humodetrinita* i *humogelinita* (tj. saglasno stepenu gelifikacije). Predlog je pohvaljen i stavljen na diskusiju.

Sledeće savetovanje održće se septembra 1968. u Esenu (SRN) i već je formirano 16 radnih grupa koje će pripremiti potreban materijal.

Najzad, dajemo kratak osvrt na međusastanak potkomisije za mrke ugljeve, koji je održan u Hanoveru u vremenu od 25—28. III 1968.

Na ovom sastanku su razmatrani predlozi obrazloženja za termine *humotelinit*, *hlorofilinit*, *flobafenit*, *gelinit*, *humudetrinit* i *litotip*. Istovremeno je razmatrana tehnika izrade preparata sa maceralnom analizom. Za navedene termine je konstatovano da ih treba još bliže ispitati, a pre svega, prikupiti više podataka o fizičkim i hemijskim osobinama. Kod identifikacije pojedinih macerala moć refleksije dolazi u zadnji plan, a kao primarni kriterijumi se ocenjuju: tekstura, boja i mineralne primešane. Duža diskusija se vodila oko termina *litotip*, posebno, da li se *ksilit* i jače mineralizovani ugalj mogu smatrati *litotipom*. Odlučeno je da se podela ugljeva po slojevitosti (jasno slojevit, poluslojevit i neslojevit) još detaljnije razradi. U vezi s tim predlaže se podela *ksilita* na: vlaknasti, krti (bogat i siromašan celulozom), struktturni (svetli i tamni), ge-

lizirani i mineralizovani (sulfidima, karbonatima i silicijumom). Nije se postigla saglasnost za tumačenje termina »ksilitni ugalj«. Posebno je naglašeno da se ova diskusija oko podele na litotipove odnosi samo na »meke mrke ugljeve«, a da za »tvrde mrke ugljeve« treba razraditi posebnu podelu.

Po pitanju metode izrade preparata prispele je nekoliko predloga, ali isti zbog kratkoće vremena nisu razmatrani, već će se do sledećeg sastanka (proleće 1969.) nakon prethodne provere u pojedinim laboratorijama pripremiti predlog najpovoljnije metode.

Maceralne analize su vršene od strane pojedinih članova ove potkomisije na razmenjenim preparatima, a pošto se rezultati prilično razlikuju, odlučeno je da se analiza ponovi i to kod povećanja mikroskopa od $250 \times$ i $600 \times$.

Kako se iz svega vidi, Međunarodna komisija ima pred sobom još dosta krupnijih nerešenih pitanja, a naročito u oblasti mlađih ugljeva. Posebno pitanje i dalje predstavlja sama tehnika izrade preparata, jer se pokazalo da neujednačeni kvalitet preparata izaziva brojna neslaganja u rezultatima.

Dr ing. O. Podgajni

Prikazi iz literature

Autor: kolektiv autora

Naslov: Metode planiranja geoloških istražnih radova i rezervi mineralnih sirovina (Metody planirovaniya geologorazvedočnyh rabot i zapasov poleznyh iskopayemyh), 80 str., 12 tablica.

Izdavač: »Nedra« — Moskva, 1968.

Knjiga predstavlja zbornik od 9 referata koji su podneti 1967. godine na konferenciji Svesavezognog naučno-istraživačkog geološko-istraživačkog instituta za naftu SSSR (VNIGRI). Obuhvaćeni su sledeći radovi:

Zakon vrednosti i geološki istražni radovi (autor Ju. V. Jakovec).

U ovom referatu daju se veoma interesanti zaključci o suštini geoloških istražnih radova uopšte i njihovom mestu u privredi. Autor detaljno analizira pojam »produkta« u, kako kaže sam, »privrednoj grani geoloških istraživanja« i daje njegove ekonomskе karakteristike.

O ekonomskoj reformi u geološko-istražnoj proizvodnji (N. M. Rozenberg).

Prikazane su osnovne karakteristike geoloških istražnih radova i njihov odnos prema ekstraktivnoj industriji. Najveći deo članka posvećen je pitanjima savremene ekonomске reforme u organizacijama za geološka istraživanja u SSSR-u.

O dinamici prolongiranja prospekcijsko-istražnih radova na naftu i gas (E. A. Engalićev).

Razmatra se problem uticaja vremenskog fak-tora pri prospekciji i istraživanju ležišta nafte i gase sa aspekta značaja za narodnu privredu.

Osnovne metode planiranja prirasta rezervi nafte i gase (M. G. Lejbszon).

Prikazani su principi perspektivnog i tekućeg planiranja pripreme rezervi različitih kategorija u raznim rejonima, koji se odlikuju posebnim geološkim karakteristikama i određenim ekonomskim specifičnostima.

O pespektivnom planiranju prirasta rezervi nafte i gase (Iskustvo planiranja na bazi geološko-ekonomskih podataka) — autor: Ju. V. Golubkov.

Referent je analizirao jednu metodu planiranja prirasta rezervi nafte i gase i nju veoma detaljno obrazložio.

Ekonomski osnovni pripremljenosti naftnih ležišta za industrijsku upotrebu (M. G. Lejbszon i E. L. Kantor).

Predlaže se metod određivanja učešća sigurnih rezervi (A+B kategorija) za projektovanje eksploatacije ležišta nafte.

Metodika određivanja ekonomski efektivnosti investicija pri planiranju i projektovanju eksploatacije ležišta mineralnih sirovina (G. G. Zajcev i E. L. Kantor).

Posle iscrpne analize, referenti su predložili popravljenu formulu za određivanje angažovanosti dopunskih investicija u ekstraktivnoj industriji, koja se razlikuje od obrasca tzv. »Tipskе metodičke«, koja se primenjuje u SSSR-u u svim granama privrede.

O metodici planiranja rezervi prirodnog gase (na primeru Jakutske ASSR). — autor: I. A. Vereščako.

Polazeći od rezervi C₁ kategorije, autor daje konkretnu analizu i zaključak o celishodnosti

projektovanja i izgradnje pogona i gasovoda na nekim ležištima gasa Jakutije.

Iz iskustva planiranja rezervi prirodnog gasa (na primeru severnog dela Tjumenske oblasti). — autor: A. S. Arhipčenko.

Preporučuje se istraživanje gasnih ležišta u dve etape: — dobijanje početnih podataka za stavljanje tehnološke šeme eksploatacije; — nastavak istraživanja i priprema za eksploataciju.

Knjiga sadrži veoma interesantan materijal iz oblasti mineralne ekonomike, koji može veoma dobro koristiti kako ekonomistima, tako i rudarskim inženjerima i inženjerima geologizma, angažovanim na problemima prospekcije, istraživanja i ocene ležišta mineralnih sirovina, prvenstveno nafte i gasa.

D. M.

Autor: kolektiv autora pod redakcijom P. M. Alampieva i N. A. Čerkasova.

Naslov: Problemi međunarodne socijalističke podele rada (Problemy međunarodnog socialističeskogo razdelenija truda), 169 str.

Izdavač: »Nauka« — Lenjingrad, 1967.

Za stručnjake koji se bave problemima mineralnih sirovina značajna je samo jedna trećina ovog zbornika radova grupe ekonomista devet lenjingradskih i dva moskovska instituta. Međutim, ta trećina sadrži veoma kompleksnu analizu nekoliko interesantnih problema iz ekonomike mineralnih sirovina, među kojima se naročito ističe deo o ekonomskoj efektivnosti međunarodne socijalističke podele rada u rudarstvu i problem svetske rudničke rente. Ostali, daleko veći deo knjige, odnosi se na pitanja tekstilne, mašinske i nekih drugih industrijskih grana, a takođe i na izvesne probleme transporta u SEV-u.

U poglavljiju ove knjige koje se odnosi na mineralnu ekonomiku, izdvojene su sledeće oblasti:

1. Razvoj teorije međunarodne socijalističke podele rada — važan preduslov praktičnih rešenja.

2. Neki problemi međunarodne podele rada u ekstraktivnoj industriji zemalja SEV-a.

- Međunarodna podele rada i jedinstveni bilans energetike.
- Uloga međunarodne socijalističke podele rada u razvoju mineralno-sirovinske baze crne metalurgije i hemijske industrije.
- Ekonomski efektivnost međunarodne socijalističke podele rada u rudarstvu i problem svetske rudničke rente.

Iako je analiza navedenih pitanja data pre svega sa aspekta zemalja-članica SEV-a, mnogo brojni zaključci izneti u ovoj knjizi imaju generalni značaj. To se, pre svega, odnosi na veoma interesantu analizu pitanja svetske rudničke rente. U materijalu je istaknuto da u svetskom socijalističkom sistemu ne dolazi do obrazovanja apsolutne i monopoliske rente već samo diferencijalne. Diferencijalna renta nastaje zbog različitog stepena obezbeđenosti pojedinih socijalističkih zemalja rezervama mineralnih sirovina, uz njihov različit kvalitet, što izaziva oštru diferencijaciju nacionalnih cena proizvodnje, pa zemlje-izvoznice koje imaju bolje prirodne i druge uslove (pre svega transportne), ostvaruju dopunski dohodak u vidu diferencijalne rente.

U knjizi je, takođe, dat niz interesantnih i ilustrativnih podataka o rezervama i proizvodnji nekih mineralnih sirovina zemalja-članica SEV-a. Naročito detaljno statistički je obrađeno snabdevanje i sirovinska baza železa zemalja članica ove ekonomski organizacije za uzajamnu pomoć. Niz podataka je iznet i za energetske sirovine, kao što su ugalj, nafta i gas. Mnogobrojne tablice ilustruju tekst, i to one njegove delove koji raspravljaju pitanja rezervi železnih ruda, eksportno-importne transakcije i posebno kretanje cena nekih mineralnih sirovina sve u okviru zemalja-članica SEV-a.

Knjiga se naročito preporučuje svim onim stručnjacima koji se bave problematikom razmeštaja svetske mineralno-sirovinske baze i pitanjima ekonomski ocene pojedinih rejona ili oblasti koji sadrže više različitih mineralnih sirovina koje se mogu rentabilno i ekonomično eksplorisati.

D. M.

Bibliografija

Eksploracija mineralnih sirovina

Stoll, R.

Vibraciono seizmička podzemna merenja u cilju saznanja granica sloja, prozračenja stubova i određivanja mesta šupljina prema metodi rezonance

(Vibratorseismische Messungen unter Tage zum Zweck der Schichtgrenzenerkundung, Pfeilerdurchschallung und Hohlräumortung nach der Resonanzmethode)

»Bergakademie«, 19 (1967) 11, str. 664—666, 6 sk., 2 fot.

Bennett, W. E.

Mehaniziranje radova na otvaranju u rudarstvu ruda u Kanadi

(Die Mechanisierung der Aufschlussarbeiten im kanadischen Erzbergbau)

»Bergakademie«, 19 (1967) 11, str. 691—692.

Seiberl, K.

Izrada potkopa i tunela metodom probijanja sećivom

(Das Auffahren von Stollen und Tunnels im Messervortriebsverfahren)

»Montan-Rundschau«, 18 (1966) 11, str. 264—265, 2 šeme.

Jacobi, O.

Stensko-mehanički povoljno vodenje otkopnih hodnika

(Die gebirgsmechanisch gunstige Führung von Abbaustrecken)

»Glückauf«, 103 (1967) 26, str. 1302—1309, 8 sk., 3 fot.

Knurowski, T.

Probijanje uskopa pomoću dugačkih bušotina

(Der Aufbruch von Aufhauen mittels langer Bohrlöcher)

»Bergakademie«, 19 (1967) 12, str. 702—706, 1 sk., 3 dijag., 4 tabl.

Adam, R.

Mašine za izradu glavnih i pripremnih hodnika

(Machines de creusement des voies et de tracages)
»Publications techniques des charbonnages de France«, (1967) 8, str. 457—465.

Izrada tunela u mekim stenama u SSSR-u

(Le creusement des tunnels en roche tendre en URSS)

»Revue de l'industrie minérale«, str. 689—795 (1967) 10.

Olander, K.

Vozilo na gusenicama za rudarske mašine

(Wozki gąsienicowe maszyn gorniczych)

»Prace naukowo badawcze«, komunikat № 58.

Jarlot, G.

Teorijska studija optimalne dužine širokih čela

(Etude théorique de la longueur optimale des tailles)

»Publications techniques des charbonnages de France«, (1967) 8, str. 419—455.

Roskoe, K. H.

Obrada geomehaničkih problema na osnovu novijih istražnih rezultata — deo I

(Behandlung bodenmechanischer Probleme auf der Grundlage neuerer Forschungsergebnisse)

»Bergbauwissenschaften«, 140 (1967) 12, str. 464—472, 6 sk.

Roskoe, K. H.

Obrada geomehaničkih problema na osnovu novijih istražnih rezultata — deo II

(Behandlung bodenmechanischer Probleme auf der Grundlage neuerer Forschungsergebnisse)

»Bergbauwissenschaften«, 15 (1968) 1, str. 8—14, 1 sk. 1 šema.

Scott, S.

Šinski transport u rudarstvu i industriji

(Railway transportation in mines and industry)
»ASEA«, 40 (1967) 10/11, str. 143—148, 7 sk.

Mohrs, M.

Gumeni i čelični transporteri za industriju kamena i zemlje

(Gurtbandförderer und Stahlbandförderer für die Steine-und-Erden Industrie)
»Zement-Kalk-Gips«, 20 (1967) 11, str. 481—494, 47 sk.

Vierling, A.

Transport velike količine rasutog materijala na velike daljine

(Massenschüttgutförderung über lange Strecken)
»VDI-Berichte«, 120, str. 15—22, sk. 20.

Pelzer, H.

Planiranje i rad uređaja za transport i sklađištenje masovnog rasutog materijala

(Planung und Betrieb von Förder-und Lagereinrichtungen für Massenschüttgut)
»VDI-Berichte«, 120 (1968) str. 5—15, 29 sk.

Grimmer, K. J., Thormann, D.

Upoređenje koeficijenata trenja gumenih i PVC-transportnih traka naspram pogonskih valjaka

(Vergleich der Reibungszahlen von Gummi- und von PVC-Fördergurten gegenüber der Antriebstrommel)
»Glückauf«, 103 (1967) 26, str. 1309—1311, 2 dijag., 3 tabl.

Michel, P.

Doprema materijala (opreme) na široko čelo

(Distribution du matériel en taille)
»Publications technique des charbonnages de France«, (1967) 9, str. 537—556.

Schorling, F.

Planski promet materijala u rudničkim pogonima

(Planmässiger Materialfluss in Bergwerksbetrieben)
»Bergbauwissenschaften«, 15 (1968) 1, str. 1—7, 4 sl. 2 tabl.

Boulangier, J.

Odvoz sa čela

(Desserte en taille)
»Publications techniques des charbonnages de France«, (1967) 9, str. 509—524.

Ungnader, F.

Digitalni regulator vožnje za izvozne uređaje oknom

(Digitaler Fahrtregler für Schachtförderanlagen)
»Siemens-Zeitschrift«, 42 (1968) 1, str. 40—43, 1 šema, 2 dijag., 2 fot.

Gold, F.

Pogonski troškovi transportera masovnih dobara

(Betriebskosten von Massengutförderern)
»Maschinenmarkt«, 74 (1968) 9, str. 135—140, 7 sk., 6 tabl.

Wallthor, R. H., Zabka, K. H.

Preporuke za vodove komprimovanog vazduha, pomoću gumenih creva, u otkopnim čelima

(Empfehlungen für Druckluftschläuchleitungen in Strebien)
»Glückauf«, 103 (1967) 24, str. 1209—1212, 2 dijag.

Kondo, K.

Novi materijali u rudarstvu (naročita otkopna metoda sa veštačkom povlatom)

(Neue Materialien im Bergbau. Ein besonderes Abbauverfahren mit künstlicher Firste)
»Bergakademie«, 19 (1967) 11, str. 689—690, 1 fot.

Istatkow, S. N.

Efektivne metode za otkopavanje rudnih tela velike i srednje moćnosti u NR Bugarskoj

(Effektive Verfahren für den Abbau von Erzkörpern grosser und mittlerer Mächtigkeit in der VR Bulgarien)
»Bergakademie«, 19 (1967) 11, str. 685—686, 1 fot.

Groyecki, A.

Metoda projektovanja čela sa neprekidnim napredovanjem i sa hidrauličkim zasipom

(Metoda projektowania scian o posuwie ciągły z podsadzką hydrauliczną)
»Przegląd gorniczy«, (1967) 10, str. 500—504.

Borecki, M.

Istraživanja i eksperimentalni radovi poljske industrije uglja u oblasti otkopavanja uglja iz zaštitnih stubova

(Prace badawczi eksperimentalne polskiego przemyslu węglowego w zakresie wybierania pokłafów węgla w filarach ochronnych)

»Przeglad gorniczy«, (1967) 10, str. 471—484.

Scheidegger, F.

Nov sistem podgradivanja za potkope i tunele u trošnim stenama

(Ein neues Verbausystem für Stollen und Tunnel in gebrächem Gebirge)

»Der Tiefbau«, 10 (1968) 2, str. 77—78, 8 sk.

Adam, R.

Domen primene raznih tipova poznate samohodne podgrade

(Domaine d'utilisation des divers types de soutènements marchants connus)

»Publications techniques des charonnages de France«, (1967) 9, str. 525—536.

Schaefer, W., Stech, A.

Drvo kao tehnički materijal za podgradu jame

(Holz als Werkstoff für den Grubenausbau)

»Glückauf-Forschungshefte«, 28 (1967) 5, str. 251—261, 1 sk., 16 dijag., 3 fot.

Opitno podgradivanje plastbetonom u kalijumovim rudnicima

(Opitno krepene s plostbeton v kalievi rudnici)

»Niproruda«, (1967) 3, str. 23—28.

Dik, Ja. G., Volkov, A. S.

Podgradivanje prostorija velikog preseka ankerima, u zajednici sa metalnim lukovima od specprofilja

(Krepljenje vyrabotok bol'sogo sečenija štangami v sočetanii s metalličeskimi arkami iz specprofilja)

»Šahtnoe stroitel'stvo«, (1967) 11, str. 12—15.

Dähnert, R.

Uticaj održavanja na vremenski fond bagera površinskog otkopa

(Einfluss der Instandhaltung auf den Zeitfonds der Tagebaugeräte)

»Bergbautechnik«, Leipzig (1967) 10, str. 545—549, 3 fot., 1 crt., 3 dijag., 3 tabl.

Scholz, S.

Problemi velike opravke — planiranje i sprovođenje kod velikih uredaja površinskih otkopa

(Probleme der Grossreparaturplanung und —durchführung bei Tagebaugrossgeräten)

»Bergbautechnik«, Leipzig (1967) 10, str. 550—557, 2 šeme, 5 obr.

Strukturne izmene u rudarstvu lignita uz naročiti osvrt na velika oruđa za dobijanje

(Der Strukturwandel im Braunkohlenbergbau unter besonderer Berücksichtigung der Grossgewinnungsgeräte)

»Steinbruch und Sandgrube«, 61 (1968) 1, str. 5—16, 9 sk.

Melnikow, N. W.

Teorijske osnove površinskog otkopavanja u SSSR-u

(Die wissenschaftlichen Grundlagen des Tagebaues in der UdSSR)

»Braunkohle, Wärme und Energie«, Düsseldorf (1967) 11, str. 392—401, 2 fot., 10 crt., 2 dijag., 7 tabl.

Reževskij, V. V.

Metode otkopavanja i strukture uredaja za površinsko otkopavanje

(Abbauverfahren und Strukturen der Tagebauausrüstung)

»Bergbautechnik«, Leipzig (1967) 10, str. 520—524, 3 crt., 1 tabl.

Singhal, R. K.

Novi razvoji opreme za eksploraciju površinskih otkopa

(Neue Entwicklungen der Ausrüstungen für Tagebaugewinnung)

»Bergakademie«, 19 (1967) 12, str. 750.

Priprema mineralnih sirovina

Korn, M.

Kolokvijum o tehniči pripreme na Tehničkom univerzitetu u Berlinu, 3. novembra 1967.

(Aufbereitungstechnisches Kolloquium an der Technischen Universität, Berlin)
»Aufbereitungs - Technik«, 8 (1967) 12, str. 707—708.

Savickij, Zajceva i dr.

Krivorški južni kombinat za PMS

(Krivoržskij južnyj gornoobogatitel'nyj kombinat)
»Gornij žurnal«, (1967) 11, str. 41—44.

Pietsch, W.

Tehnologija finih i ultrafinih čestica

(Technologie feiner und ultrafeiner Teilchen)
»Aufbereitungs-Technik«, 8 (1967) 12, str. 704—707

Kačkanarski (titan-magnetit) kombinat za PMS

(Kačkanarskyj gornoobogatitel'nyj kombinat)
»Gornij žurnal«, (1967) 11, str. 49—53.

Rejc, D.

Obogaćivanje i priprema željeznih ruda

»Čelik«, (1967) 6, str. 31—34, 3 tabl., 1 dijag.

Schackmann, H.

Noviji razvoj kod pripreme šiljake pirita koji sadrži NE-metale

(Neuere Entwicklung bei der Aufbereitung NE-metallhaltiger Schwefelkiesabbrände)
»Erzmetall«, Bd XX (1967) 11, str. 499—546, 2 sk., 6 řema.

Stoian, Rohr i dr.

Obogaćivanje volastonita u SR Rumuniji

(Prepararea wollastonitului din RSR)
»Revista minelor«, (1967) 10, str. 441—449.

Michelmann, H.

Električno upravljanje u pripremi

(Elektrische Steuerungen in der Aufbereitung)
»Keramische Zeitschrift« 20 (1968) 1, 25—26, 2 sk.

Kriegel, E.

Ispitivanje ciklonskih klasifikatora na modelu

(Modelluntersuchung von Zyklonabscheidern)
»Technische Mitteilungen Krupp«, Bd. 25 (1967) 1/2, str. 31—36, 8 dijag., 1 tabl.

Fritsche, E.

Proračun učinka prerađe centrifugalnih separatora

(Berechnung der Durchsatzleistung von Zentrifugalseparatoren)
»Chemische Technik«, 20 (1968) 1, str. 19—22, 4 sk., 2 dijag., 1 tabl.

Patapia, D.

O primeni korelace analize na proces flotacije

(Zur Anwendung der Korrelationsanalyse auf den Flotationsprozess)
»Bergakademie«, 19 (1967) 12, str. 738—743, 1 sk., 1 řema, 1 dijag., 4 tabl.

Schubert, H.

Nekateri temeljni problemi adsorpcije zbirali pri flotaciji

»Rudarsko-metalurški zbornik«, (1967) 3—4, str. 225—234, 7 sl., 1 tabl.

Marković, S.

Studija osobina površina minerala merenjem elektrokinetskog potencijala

»Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu«, (1966—1967) 9—10, str. 333—349, 5 sl.

Baranovskij, J. N.

Flotaciono obogaćivanje magnezita Semibratskog ležišta

(Flotacionno obogašenie magnezita Semibratskogo mestoroždenija)

»Ogneupory«, (1967) 12, str. 17—18, 2 tabl., 1 ř.

Clement, M., Surmatz, H.

Prilog o flotaciji barita

(Beitrag zur Flotation von Schwerspat)

»Erzmetall«, Bd XX (1967) 11, str. 512—522, 2 sk., 11 dijag., 4 fot., 4 tabl.

R a z g o j , S.

Zakonitosti porasta iskorištenja u flotaciji

»Glasnik hemičara i tehnologa BiH«, Sarajevo, 15
(1966—67), str. 143—150, 8 sl., 2 tabl.

Kalibrator — centrifugalna drobilica za fino mlevenje velikog učinka

(Der Kalibrator — ein Feinkreiselbrecher mit hoher Leistung)

»Keramische Zeitschrift«, 20 (1968) 1, str. 29, 1 sk.

B e r t ú m e , I.

Veza između kapaciteta mlina sa kuglama i količine materije na ulazu

(Relation entre le débit des broyeurs à boulets et la quantité de matière d'alimentation)

»Revue de l'industrie minérale«, (1967) 10, str. 740—744.

K j e l g a a r d , A. W.

Upotreba gume otporne habanju kod mlevenja

(Uses of wear resistant rubber in milling)

»Mining Congress Journal«, (1967) 5, str. 32—36; 10 sl.

G o m m e l , G.

Odnosi promene između drobljenja i habanja pri udarnom naprezanju

(Wechselbeziehungen zwischen Zerkleinerung und Verschleiss bei Prallbeanspruchung)

»Aufbereitungs-Technik«, 8 (1967) 12, str. 679—687, 18 dijag., 2 tabl.

L i n k e , G.

Kritička promatranja o teoriji i praksi mlina sa kuglama

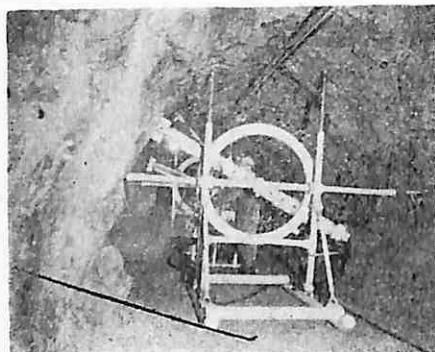
(Kritische Betrachtungen zur Theorie und Praxis der Kugelfallmühle)

»Bergbauwissenschaften«, 14 (1967) 11, str 424—427, 2 sk., 3 dijag.

Atlas Copco

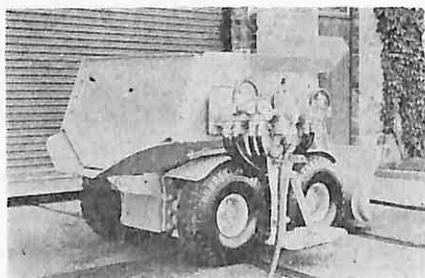
ŠVEDSKA

ostvaruje tehničku saradnju sa našim rudnicima, vrši prodaju i servis bušilica, kompresora, jamskih utovarivača i bušačeg pribora Sandvik Coromant

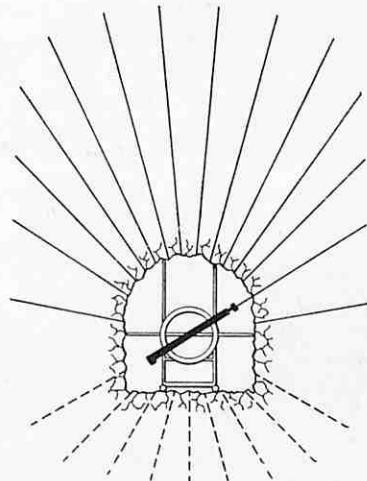


SIMBA JUNIOR — uredaj pogodan za bušenje radijalnih bušotina iz otkopnih hodnika, opremljen sa dva bušaća čekića, lafetama, komandnom tablom i postoljem za produžne šipke.

Minimalne dimenzije hodnika u kojima se radi sa SIMBA JUNIOR-om iznose $2,75 \times 2,75$ m odnosno $3,35 \times 3,35$ m što zavisi od dužine lafeta.



CAVO 310 najnovija verzija utovarivača na gumenim točkovima sa pogonom na sva četiri točka odlikuje se velikom pokretljivošću i visokim kapacitetima na utovaru i transportu rude. Minimalna visina potrebna za rad sa CAVO 310 iznosi 2.320 mm.



PREKO SVOG GENERALNOG ZASTUPNIKA ZA JUGOSLAVIJU

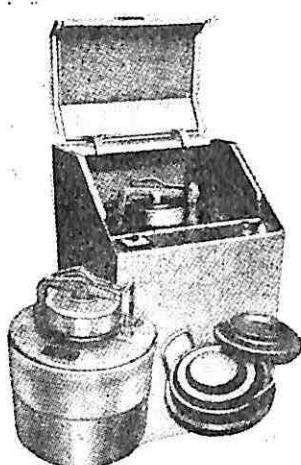
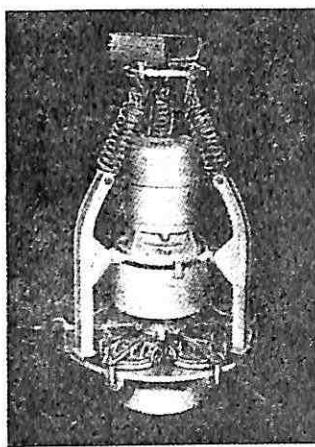
PREDUZEĆA

 *Univerzal*

BEOGRAD, MAJKE JEVROSIME 51

BRZO USITNJAVAњE

do analitičke finoće



Pločasti vibracioni mlinovi usitnjavaju od oko 15 mm do analitičke finoće ispod 0,2 mm. Kućište mлина, poklopac, prsten i valjak od visoko kaljenog hrom čelička, tvrdog metala Widia, ahata ili sa prevlakom od tvrdog metala, imaju maksimalnu otpornost na habanje, čak i kod najtvrdijeg uzorka za mlevenje kao što je ruđa, topljeni korund, staklo itd. Ne dolazi do onečišćenja mlinova usled habanja! Za 2 minute samelje 100 cm³ koksa krupnoće 4-6 mm na veličinu zrna od 0,2 mm.

Kućišta mlinova za 10, 100 i 250 cm³. Isporučujemo sa jednim kućištem ili za istovremeno drobljenje i šest uzoraka. Tražite prospkte!



West-Deutschland

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

izdaje tromesečne časopise

»Rudarski glasnik«

»Sigurnost u rudnicima«

Posebna izdanja:

prof. dr ing. S. Janković:

»Ležišta metaličnih mineralnih sirovina« (I deo)

»Metalogenetske epohe i rudonosna područja Jugoslavije« (II deo)

prof. ing. M. Simonović:

»Buldozeri, skreperi i postrojenja za dubinsko bušenje na površinskim otkopima« (I deo)

»Bageri, odlagači i transportni mostovi na površinskim otkopima« (II deo)

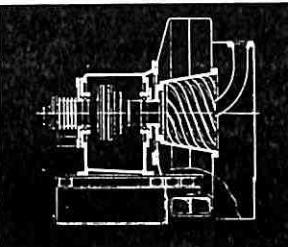
»Tračni transporteri na površinskim otkopima« (III deo)

Za sve informacije обратите se redakciji Rudarskog instituta, Zemun, Batajnici put br. 2.

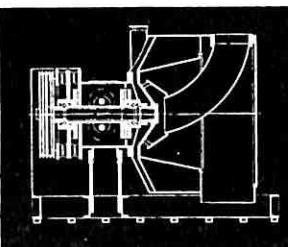


Odvajanje čvrsto-tečno u kontinuelnim centrifugama

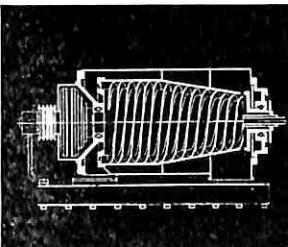
HORIZONTALNA CEN-
TRIFUGA sa sitastim
bubnjem Konturbex sa
optimalnim nagibom
bubnja za sve vrste po-
gonskih prilik. Naro-
čito za proizvode sred-
nje granulacije od oko
2-0,2 mm. Krajna vla-
ga do lepot 1%.



HORIZONTALNA VIB-
ROSITO — CENTRIFU-
GA za velike mase ma-
terijala, koji se lako
ocedeju i je grubo-
zrnat, kao što je prani
sitni ugaj, morska so,
fini pesak i sl. Učinak
do 250 t/h.



CENTRIFUGA
ZA ODVODNJA-
VANJE bez sita.
Pužasta centri-
fuga sa potpunim
plaštom za odse-
javajuće i ocedi-
vanje čvrstih ma-
terijala, koje se
dobro talože, is-
pod 0,2 mm.



Molimo Vas zahtevajte naš
katalog.

SIEBTECHNIK

Fabrik für Zentrifugen, Sieb- u. Zerkleinerungsmaschinen

G M B H · 4 3 3 M Ü L H E I M (R U H R)

POSTFACH 1380 FERNSPRECHER 50461 TELEX 856825

| West Deutschland



industria import

PREDUZEĆE ZA SPOLJNU TRGOVINU
TITOGRAD

Telegram: INDUSTRIAIMPORT
P O B: 482
Telefoni: 627-999 i 627-934
Telex: 11-229

Filijala za Beograd
Beograd
Knez Mihajlova 11-15

IZ OBLASTI RUDARSTVA ZASTUPA SLEDECE FIRME:

Ingersoll-Rand International

A division of INGERSOLL-RAND CO.
11 BROADWAY, NEW YORK 4. N. Y.
koja proizvodi kompletну bušaću opremu i sve vrste pokretnih i stabilnih kompresora
najvišeg kvaliteta.



1301 North Manchester, Kansas City, Missouri 64141
proizvodi dampere od 35 do 150 tona nosivosti
utovarivače kapaciteta kašike 22,5 tona



THE EIMCO CORPORATION

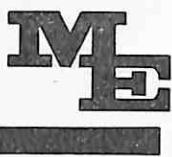
634-666 South Fourth West Street
SALT LAKE CITY 10
UTAH. U. S. A.

proizvodi sve vrste utovarivača za podzemne i površinske radove, skrepere, vitlove i
ostalu rudarsku opremu.

PROTAN & FAGERTUN A.S

P. O. BOX 22 DRAMMEN NORWAY TELEPHONE 887660 TELEX 6594 TELEGRAM PROTAN

proizvodi plastične ventilacione cevi svih dimenzija, koje su dobro poznate u celom svetu.



MINING EQUIPMENT (LONDON) LIMITED

20. Albert Embankment — London. S. E. 1

Telephone: RELIANCE 8261/4

Telex: 261948

U zajednici sa firmama

FULLERTON, HODGART & BARCLAY, LTD.,

PAISLEY, SCOTLAND

PAISLEY 2163

MAVOR & COULSON LTD

DIVISION OF ANDERSON MAVOR LIMITED

Telephone Bridgeton 1800 Telex 778109

Bridgeton Glasgow S.E.

ROBERT HUDSON (RALETRUX) LTD.

THE CEMENTATION CO. LTD.,

BENTLEY WORKS,

Doncaster.

proizvodi kompletne izvozne strojeve kao i opremu za vertikalni transport i ostalu rudarsku opremu.

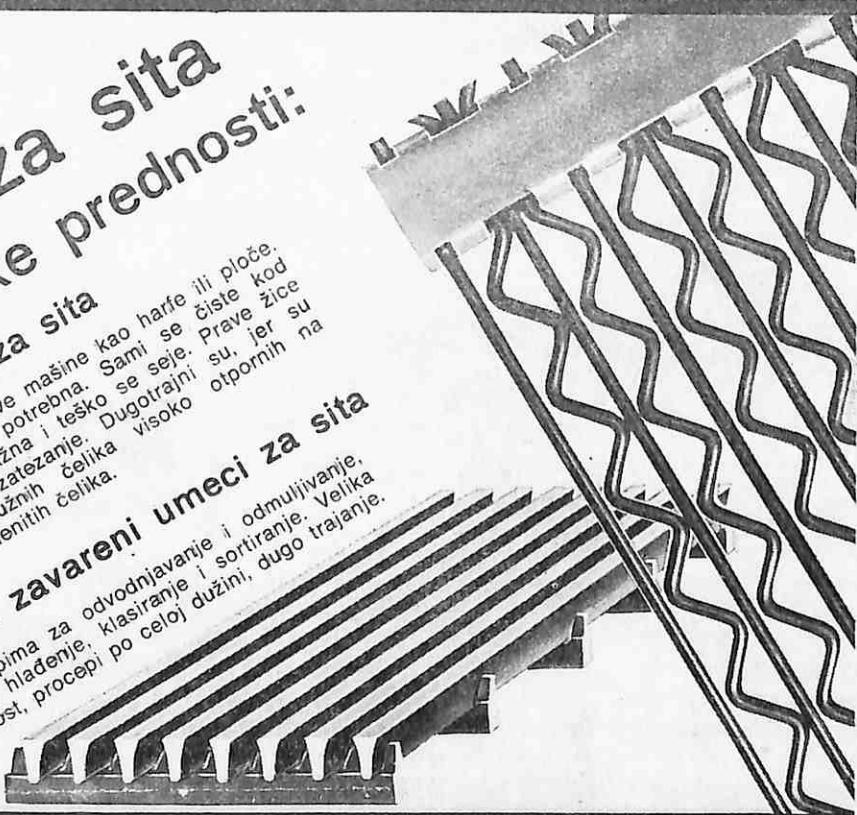
Stručno i tehnički opremljeni za dubljenje okana.

2

Specijalna
umetka za sita
pružaju vam velike prednosti:

Tria — umeci za sita
mogu se ugraditi u sve mašine kao harfe ili ploče.
Rekonstrukcija nije potrebna. Sami se čiste kod
sirovine koja je vlažna i teško se zatezane. Dugotrajni su, jer su
omogućuju jake zatezane. Izrađeni od opružnih čelika visoko
izrađeni ili plamenih čelika. Habanje ili plemenitih čelika.

Optima zavareni umeci za sita
sa procepima za odvodnjavanje i odmulinjivanje,
stabilnost, hladjenje, klasiranje i sortiranje. Velika
stabilnost, procepi po celoj dužini, dugo trajanje.



Tražite prospektke
ili stručna uputstva
naših inženjera



STEINHAUS GMBH

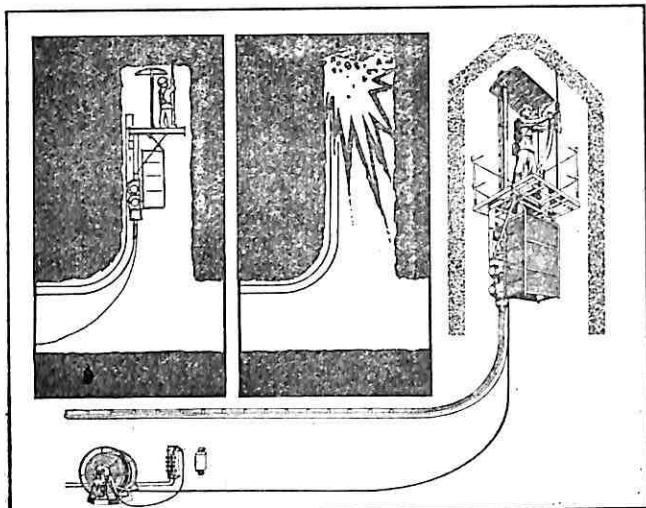
433 Mülheim (Ruhr) Postfach 1660 Ruf 50653 Telex 856/733

West-Deutschland

ALIMAK

Izrada rudarskih mašina i opreme za rad u jami zasniva se na dugogodišnjim iskustvima u švedskim i stranim rudnicima. Uvođenje platformi u uskopima za

izradu vertikalnih okana predstavljalo je 1956. velik napredak u rudarskoj tehnici, razvoj, koji je znatno povećao učinak kod uskopnih radova, a istovremeno smanjio rizik.

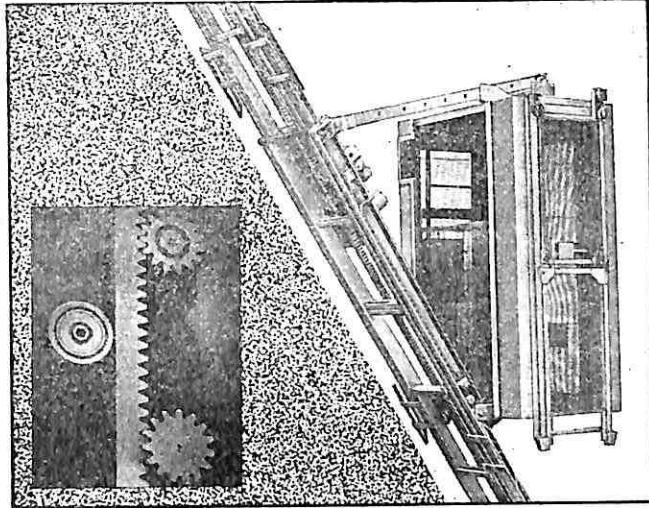


USKOPNE PLATFORME

Na Alimak uskopnim platformama — sa električnim ili pneumatskim pogonom — postao je težak i opasan rad pri izradi okana laksi i ekonomičniji.

Alimak uskopna platforma STH-5 može se primeniti u kojim i vertikalnim okнима velikog i malog profila, u krakim i vrlo dugim okнима kao npr. u tunelima za elektrane i ventilacionim okнима.

Danas ima oko 600 alimakovih uskopnih platformi u celom svetu.

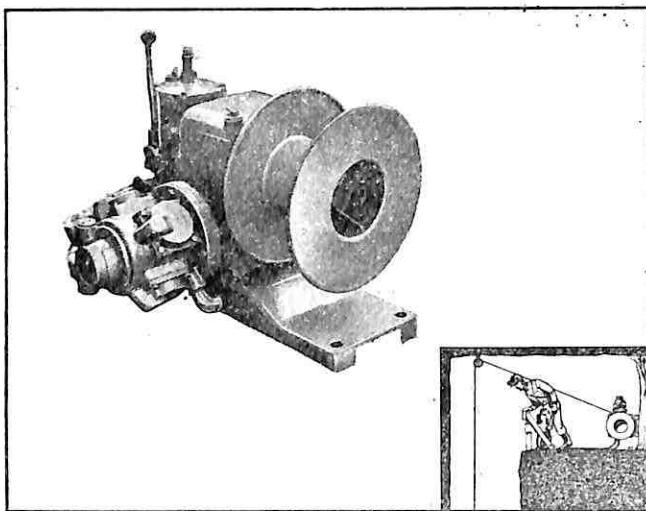


MEHANIČKA PENJALICA U-500

Alimak mehanička penjalica U-500 je dizalica sa pogonom na zupčastu letvu, podesna za vožnju ljudi i materijala u okнима, tornjevima, stubovima, dimnjacima itd.

Dizalica se lako montira, jer nije potrebna nikakva zgrada za mašinu niti konopci za vuču.

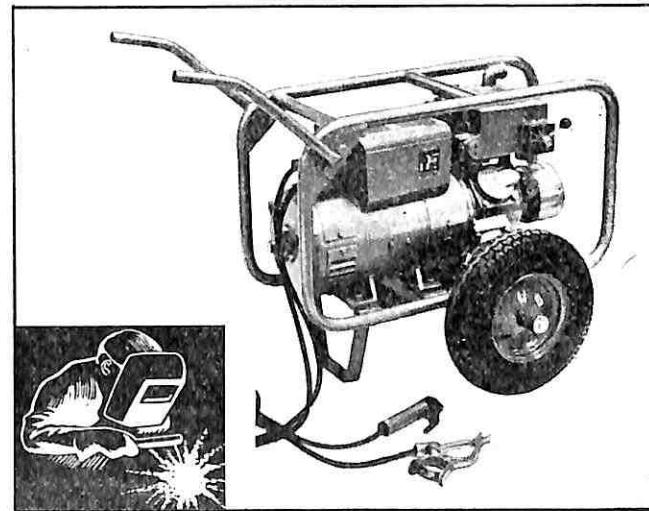
Dizalica se može koristiti kako u vertikalnim tako i u kosim okнима, jer se izvozni koš može pomerati između 45° do 90°.



PNEUMATSKA DIZALICA TIP LH-3

Dizalica se ističe svojom prostom konstrukcijom sa samo nekoliko pokretnih delova i tako je konstruisana, da se može postaviti u svaki željeni položaj. Ventil za stavljanje u pokret može se postaviti na vidljivo mesto odvojeno od dizalice.

Motor: Alimak K-14 Vučna sila: 1000 kg



APARAT ZA ZAVARIVANJE SA PNEUMATSKIM POGONOM

Za primenu u rudarstvu, elektranama, tunelima i svuda gde postoji stacionarni sistem komprimovanog vazduha. Mašina je kombinacija samopodubljujućeg generatora sa pneumatskim motorom K-14, koji su direktno spojeni.

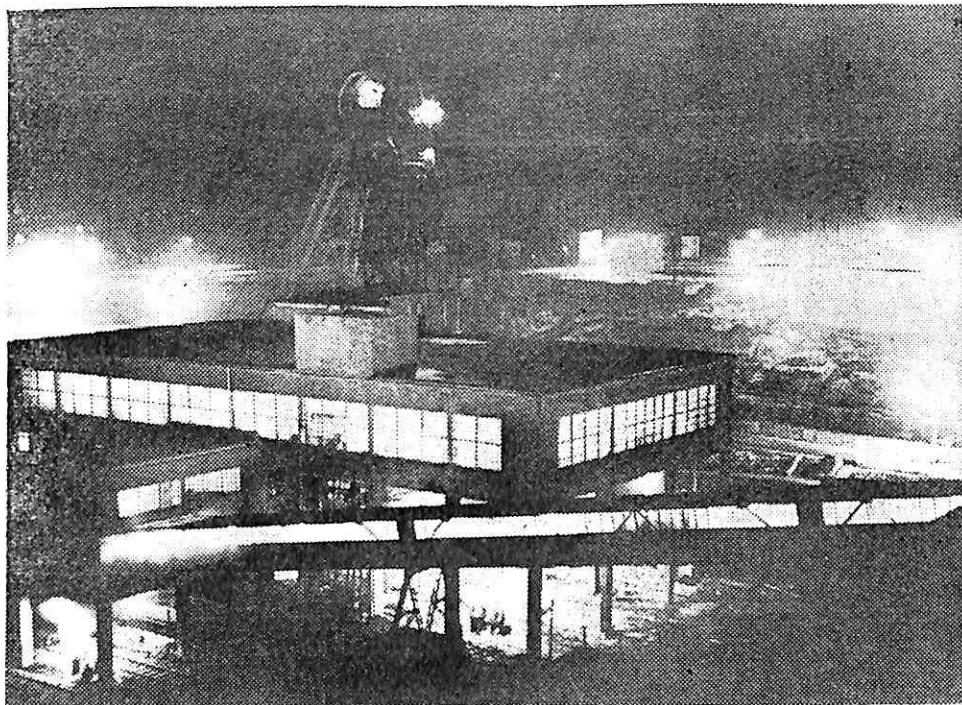
ALIMAK

SKELEFTEA SCHWEDEN Tel 0900/14230 Telex 6883

Agent: MARKENTILE — Zagreb, Svačićev trg 6

P.p. 02-23, tel. 36-941, telex 21-139

centrozap



centrozap

Projektira i isporučuje:

kompletne rudnike kamenog uglja
kompletne postrojenja za mehaničku preradu uglja
kompletne postrojenja za kemijsku preradu uglja
kompletne rudnike mrkog uglja
kompletne rudokope uključujući postrojenja za
opremanjivanje ruda
pojedinačne mašine i opremu za:

vađenje i utovar

odvoz s otvora rovova i površinski

široki niz rudarske opreme za zaštitu i spašavanje

Izvodi:

geološko-istraživačke radove

hidro-geološke radove

geofizičke radove

preuzima proširivanje, mehanizaciju i automaciju

ugljenokopa i rudnika

izvodi montažne radove

obučava osoblje kupca



SPOLJNOTRGOVINSKO PREDUZEĆE — KATOWICE — LIGONIA 7 — POLJSKA
P.O.B. 825; telefon: 513-401 — Telex: 31-416 — Telegr. CENTROZAP Katowice



BUŠAĆI AGREGAT BA-15



БА-15

SAMOHODNI BUŠAĆI AGREGAT tipa BA-15 namenjen je za efikasno bušenje rotornim postupkom s ispiranjem kanala vertikalnih bušotina u svrhu istraživanja naftne i plina, za vodoopskrbu i druge svrhe.

BUŠAĆI AGREGAT opremljen je svim uređajima neophodnim za izradu bušotina: pogonom od dizl-motora preko automobilskog menjača sa pet brzina, selektora snage i menjača brzine agregata sa tri brzine, tornjem, vrtacim stolom, isplačnom sisaljkom, generatorom, preklopnim mostom, hidropotpornjima (na autošasiji), a također i kompresorsko-energetskom priklicom, te prikolicom s bušaćim alatkama.

DVIJE IZVEDBE:

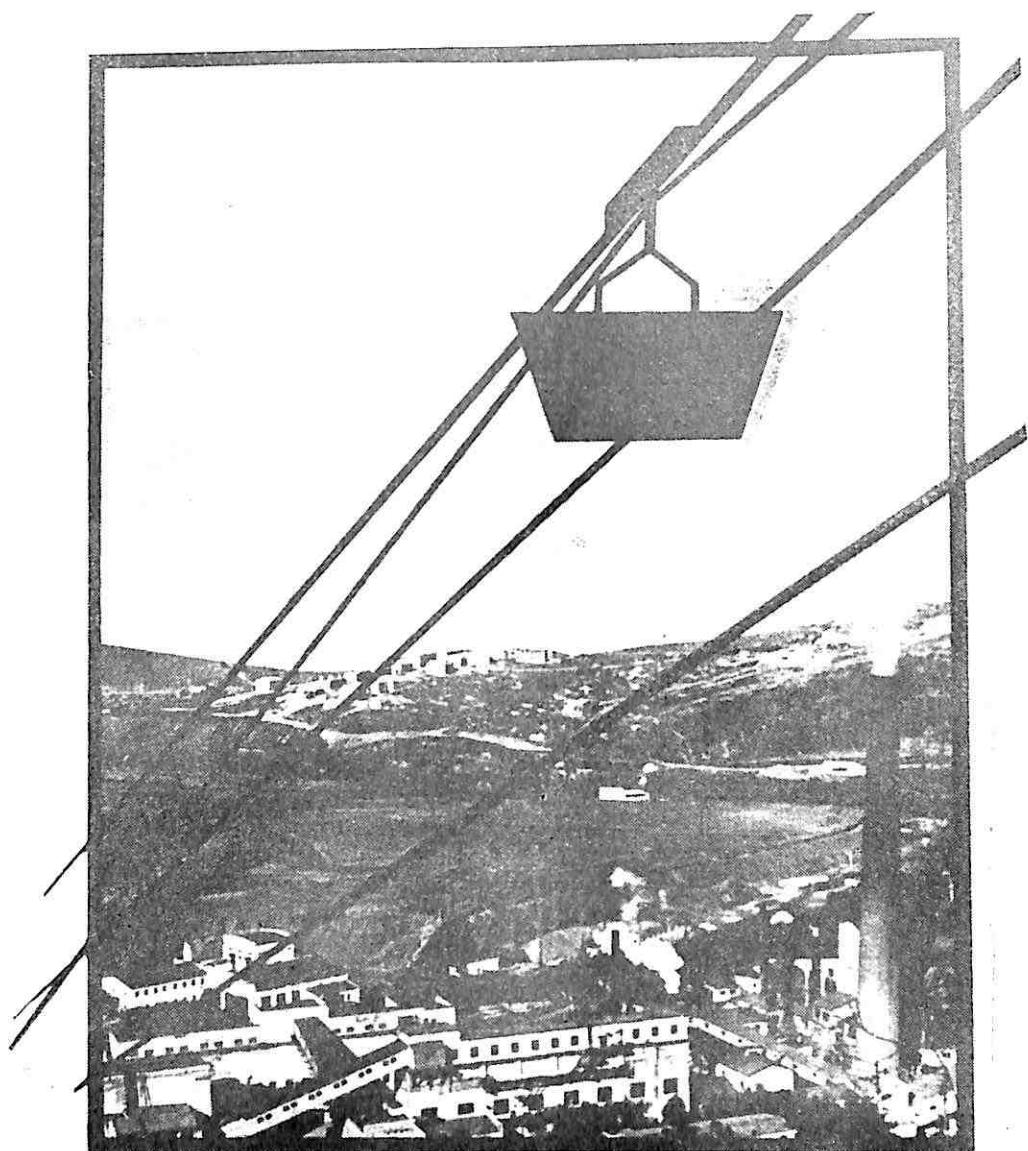
IBA 15v — agregat za izradu bušotina za vodu

IBA 15n — agregat za izradu strukturalnih bušotina za naftu i plin.

PREPORUČENA DUBINA BUŠENJA

	IBA 15v	IBA 15n
— bušaćim šipkama \varnothing 73 mm ($2\frac{7}{8}$ "") do	500	—
— Bušaćim šipkama \varnothing 60,3 mm	—	1000
Nominalni promjer bušenja u mm	450	250
Najmanji promjer bušenja u mm	150	100

Izvolite se obratiti na adresu:
V/O »MAŠINOEXPORT«
Moskva V-330 — SSSR
Teleks: 170.



Svesavezno izvozno-uvozno udruženje »Tjažpromeksport«, na zahtev inostranih firmi i organizacija, pruža tehničku saradnju u izgradnji POGONA RUDARSKE INDUSTRije:

rudika crnih metala
rudnika obojenih metala
pogona za opremljivanje ruda
fabrika za aglomeraciju
žiačra
dnevnih kopova otvorenih rudokopa

Pogoni rudarske industrije izgrađuju se prema projektima specijalizovanih projektnih instituta uz učeće naučno-istraživačkih zavoda i industrijskih pogona SSSR-a.

Uredaji za pogone rudarske industrije uključuju pomoćne uređaje, transportne dizalice, energetska postrojenja koja su projektovana i konstruisana prema najnovijim tehničkim dostignućima, odgovaraju zahtevima tehničke sigurnosti i pouzdani su u eksploataciji što obezbeđuje potpunu mehanizaciju proizvodnih procesa, visoku proizvodnost i ekonomičnost.

U pružanju tehničke saradnje kod izgradnje pogona rudarske industrije, V/O »Tjažpromeksports« šalje visoko kvalifikovane sovjetske stručnjake, obezbeđuje tehnički nadzor nad gradjevinsko-montažnim radovima, u montaži uređaja, pri puštanju pogona u rad i osvajanju projektovanog kapaciteta.

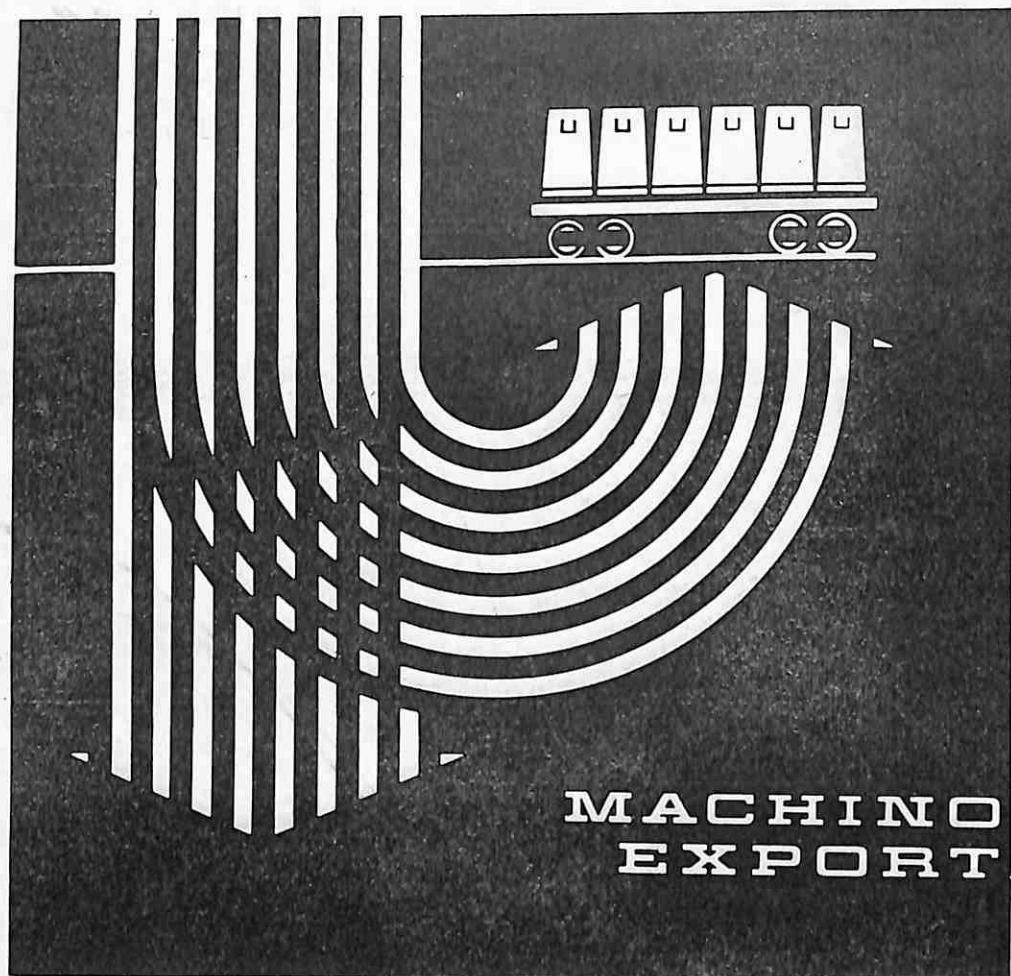
V/O "Tjažpromeksport" obaveštuje proizvodno-tehničku obuku personala za samostalno održavanje, rad i upravljanje pogona uz saradnju tehničkih stručnjaka SSSR-a. Prema zahtevu naručioca, obuka lokalnih kadrova može se izvesti bilo u zemlji naručioca neposredno u izgrađenom pogonu ili u pogonima rudarske industrije Sovjetskog Saveza.

Sve informacije daje:



ТЯЖПРОМЭКСПОРТ

SSSR Moskva Ž-324
Ovčinnikovskaja nab. 18/I



MACHINO
EXPORT

V/O Mašinoeksport

nudi u razdoblju od 1968. do 1970. isporuku

KALUPA

za livenje u šipke raznih težina (0.5 – 25 t)
varenih i normaliziranih čelika.

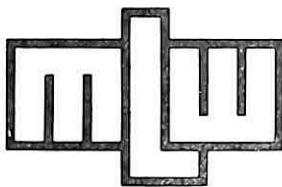
Kalupi se mogu proizvesti prema načrtima na-
ručioца ili prema načrtima proizvođača.

SVE INFORMACIJE DAJE:



V/O Mašinoeksport

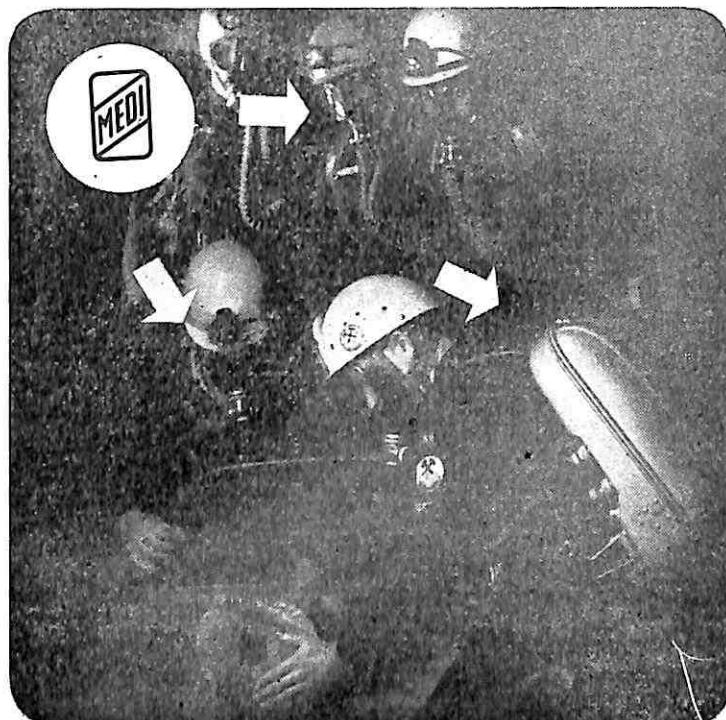
SSSR — Moskva V-330
Mosfilmovskaja 35
Teleks: 170



PRECIZNE SPRAVE ZA NAUKU I PRAKSU

VVB Medizin-, Labor-, Wägetechnik

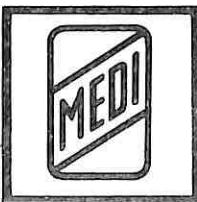
MEDI zaštitne sprave za disanje
pojam kvaliteta i pouzdanosti.



Proizvodimo za industriju, rudarstvo i vatrogastvo:

aparate za regeneraciju
rezervoare
maske
sprave za ispitivanje

pumpe za pretakanje
inhalacione sprave
sprave za oživljavanje
usisne pumpe



VEB
Medizintechnik Leipzig

Izvoznik: DEUTSCHE EXPORT- und IMPORTGESELLSCHAFT
DDR 102 Berlin, Schicklerstr. 7, POB 1504
Njemačka Demokratska Republika



m.b.H

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

