

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9645

BROJ
2
1976

RUDARSKI GLASNIK

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

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

IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIA
STAMPA: »SAVREMENA ADMINISTRACIJA«, OOUR »BRANKO ĐONOVIĆ« — BEOGRAD

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9645



BROJ **2**
1976

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

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

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

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

CURČIĆ dipl. ing. **ALEKSANDAR**, Rudarski institut, Beograd

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

DUŠI prof. dr ing. **MINIR**, Rudarsko-metalurški fakultet, Kosovska Mitrovica

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

JOKANOVIĆ prof. ing. **BRANKO**, prof. univerziteta, Beograd

JOSIĆ dr ing. **MILORAD**, Rudarski institut, Beograd

JOVANOVIĆ prof. dr ing. **GVOZDEN**, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

KAPOR mr ing. **BRANKO**, Rudarski institut, Beograd

KUN dr ing. **JANOŠ**, Rudarski institut, Beograd

MARUNIĆ dr ing. **ĐURA**, Rudarski institut, Beograd

MIHAJLOVIĆ dipl. ing. **MARIJA**, Rudarski institut, Beograd

NOVAKOVIĆ dr ing. **LJUBOMIR**, Rudarski institut, Beograd

PERIŠIĆ dr ing. **MIRKO**, Rudarski institut, Beograd

PERKOVIĆ dipl. ing. **BORISLAV**, Rudarski institut, Beograd

SIMONOVSKI dipl. ing. **BRANISLAV**, Rudarski institut, Skopje

STOJKOVIĆ mr ekon. **DUŠAN**, Rudarski institut, Beograd

SUMARAC dipl. ing. **STANIŠA**, Rudarski institut, Beograd

TOMAŠIĆ dr ing. **STJEPAN**, Rudarski institut, Beograd

U troškovima izdavanja časopisa učestvuje Republička zajednica za naučni rad — Beograd

SADRŽAJ

Eksplotacija mineralnih sirovina

Dipl. ing. LJUBOMIR SPASOJEVIĆ

<i>Adaptacija postojeće metode otkopavanja novim uslovima u rudniku »Trepča«</i>	
Stari Trg — — — — — — — — — —	5
Summary — — — — — — — — — —	15
Zusammenfassung — — — — — — — — — —	15
Резюме — — — — — — — — — —	15

Dipl. ing. MILIVOJ MAKAR

<i>Selektivno otkopavanje glodarima na površinskom otkopu Cirikovac — IEK</i>	
Kostolac — — — — — — — — — —	17
Summary — — — — — — — — — —	24
Zusammenfassung — — — — — — — — — —	25
Резюме — — — — — — — — — —	25

Dipl. инж. БОРИС КЕПЕСКИ

<i>Отворање и разработка на травертинските слоеви со благ пад, со посебен оглед на лежиштето Велмеј — Охридско</i>	
Summary — — — — — — — — — —	26
Zusammenfassung — — — — — — — — — —	32
Резюме — — — — — — — — — —	32
	33

Dipl. ing. UROŠ ARITONOVSKI

<i>Otkopavanje rudnih žica magacinskom otkopnom metodom u rudniku »Zletovo«</i>	
Summary — — — — — — — — — —	34
Zusammenfassung — — — — — — — — — —	40
Резюме — — — — — — — — — —	40

Припреma mineralnih sirovina

Dipl. ing. MILAN MILOŠEVIĆ — dipl. ing. MILOLJUB GRBOVIĆ

<i>Tehnološke mogućnosti za proizvodnju koncentrata magnetita iz jalovine flotacije u Majdanpeku</i>	
Summary — — — — — — — — — —	41
Zusammenfassung — — — — — — — — — —	46
Резюме — — — — — — — — — —	47
	47

Dipl. ing. BOŽIDAR BRANKOVIĆ — dipl. ing. MILAN MILOŠEVIĆ —
mr ing. PREDRAG BULATOVIĆ

<i>Valorizacija rude antimona ležišta Potkozara</i>	
Summary — — — — — — — — — —	48
Zusammenfassung — — — — — — — — — —	52
Резюме — — — — — — — — — —	52
	53

Dipl. ing. MIRA MITROVIĆ — dr ing. STJEPAN TOMASIĆ —
dipl. ing. SLAVOLJUB BRATULJEVIĆ

<i>Treba li sagorevati lignit sa visokim sadržajem pepela u kotlovima termo-elektrana (primeri lignit Kolubara i Kosovo)?</i>	
Summary — — — — — — — — — —	54
Zusammenfassung — — — — — — — — — —	62
Резюме — — — — — — — — — —	63
	63

<i>Dipl. hem. KATARINA INDJIN</i>		
<i>Fazna hemijska analiza letećeg pepela iz Termoelektrane »Kosovo«</i>	— —	65
Summary	— — — — — — — — — —	71
Zusammenfassung	— — — — — — — — — —	71
Резюме	— — — — — — — — — —	72
<i>Ventilacija i tehnička zaštita</i>		
<i>Dipl. ing. VLADIMIR IVANOVIC</i>		
<i>Uticaj prirodnog prečišćavanja vazduha na smanjenje zprašenosti u ulaznoj vazdušnoj struji u podzemnim rudarskim prostorijama</i>	— — —	73
Summary	— — — — — — — — — —	78
Zusammenfassung	— — — — — — — — — —	79
Резюме	— — — — — — — — — —	79
<i>Termotehnika</i>		
<i>Dr ing. LJUBOMIR NOVAKOVIC</i>		
<i>Ispitivanje čvrstih čestica i gasnih uzoraka iz ložišta velikih kotlova</i>	— —	80
Summary	— — — — — — — — — —	93
Zusammenfassung	— — — — — — — — — —	93
Резюме	— — — — — — — — — —	94
<i>Projektovanje i konstruisanje</i>		
<i>Dipl. ing. MLADEN RISTIC</i>		
<i>Homogenizacija i priprema ulazne sirovine u cementari Usje — Skoplje</i>	—	95
Summary	— — — — — — — — — —	100
Zusammenfassung	— — — — — — — — — —	100
Резюме	— — — — — — — — — —	100
<i>Dipl. ing. MILOŠ PRIBICEVIC</i>		
<i>Osnovne karakteristike konstruisanja i dinamičkog proračuna temelja drobilice za ugalj, kapaciteta 1200 t/h</i>	— — — — — — — — — —	101
Summary	— — — — — — — — — —	113
Zusammenfassung	— — — — — — — — — —	113
Резюме	— — — — — — — — — —	114
<i>Ekonomika i kibernetika</i>		
<i>Mr ekon. DUŠAN STOJKOVIC</i>		
<i>Ocene efikasnosti investicionih projekata u rudarstvu</i>	— — — — — — — — — —	115
Summary	— — — — — — — — — —	120
Zusammenfassung	— — — — — — — — — —	121
Резюме	— — — — — — — — — —	121
<i>Dipl. ing. DUŠAN VITOROVIC — dipl. ing. PETAR TANASKOVIC — dr ing. ANTE GLUSCEVIC</i>		
<i>Operativno planiranje jamske proizvodnje u rudnicima metaličnih mineralnih sirovina primenom binarnog programiranja</i>	— — — — — — — — — —	122
Summary	— — — — — — — — — —	133
Zusammenfassung	— — — — — — — — — —	134
Резюме	— — — — — — — — — —	135
<i>Nova oprema i nova tehnička dostignuća</i>		— — — — — — — — — — 136
<i>Kongresi i savetovanja</i>		— — — — — — — — — — 142
<i>Prikazi iz literature</i>		— — — — — — — — — — 143
<i>Bibliografija</i>		— — — — — — — — — — 146
<i>Mr ekon. MILAN ŽILIC</i>		
<i>Cene nekih primarnih proizvoda rudarstva u svetu</i>	— — — — — — — — — —	157

Adaptacija postojeće metode otkopavanja novim uslovima u rudniku „Trepča“ Stari Trg

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Ljubomir Spasojević

Uvod

Rudnik »Trepča« — Stari Trg je u rekonstrukciji i proširenju kapaciteta. Osnovni cilj je da se proizvodnja olovno-cinkane rude poveća, jer to nalaže:

- smanjenje sadržaja metala u rudi
- neophodna investiciona ulaganja za izgradnju nove flotacije na »Prvom tunelu«, što omogućuje uvođenje hidrozasipa,
- izgradnjom nove flotacije imperativno se nameće, zbog tehničko-ekonomskih razloga i novih uslova, da se postojeća metoda otkopavanja horizontalnog podsecanja odozdo na gore sa zasipavanjem modificira i, između ostalog, povećaju intenzitet otkopavanja i ekonomičnost.

Osnovne karakteristike rudnog ležišta »Trepča« — Stari Trg

Rudna tela rudnog ležišta se nalaze na kontaktu krečnjak — škriljac, krečnjak — breča ili su u krečnjaku. Kontakti prema škriljcima su jasniji i oštiri, a prema krečnjacima nepravilni. Površine rudnih tela su vrlo različite i iznose 100—7000 m², dužina dostiže 150 m, a širina maksimalno 60 m. Pad rudnih tela je 40—50° u centru, na severnom krilu 25—30°, a na južnom krilu 60—70°.

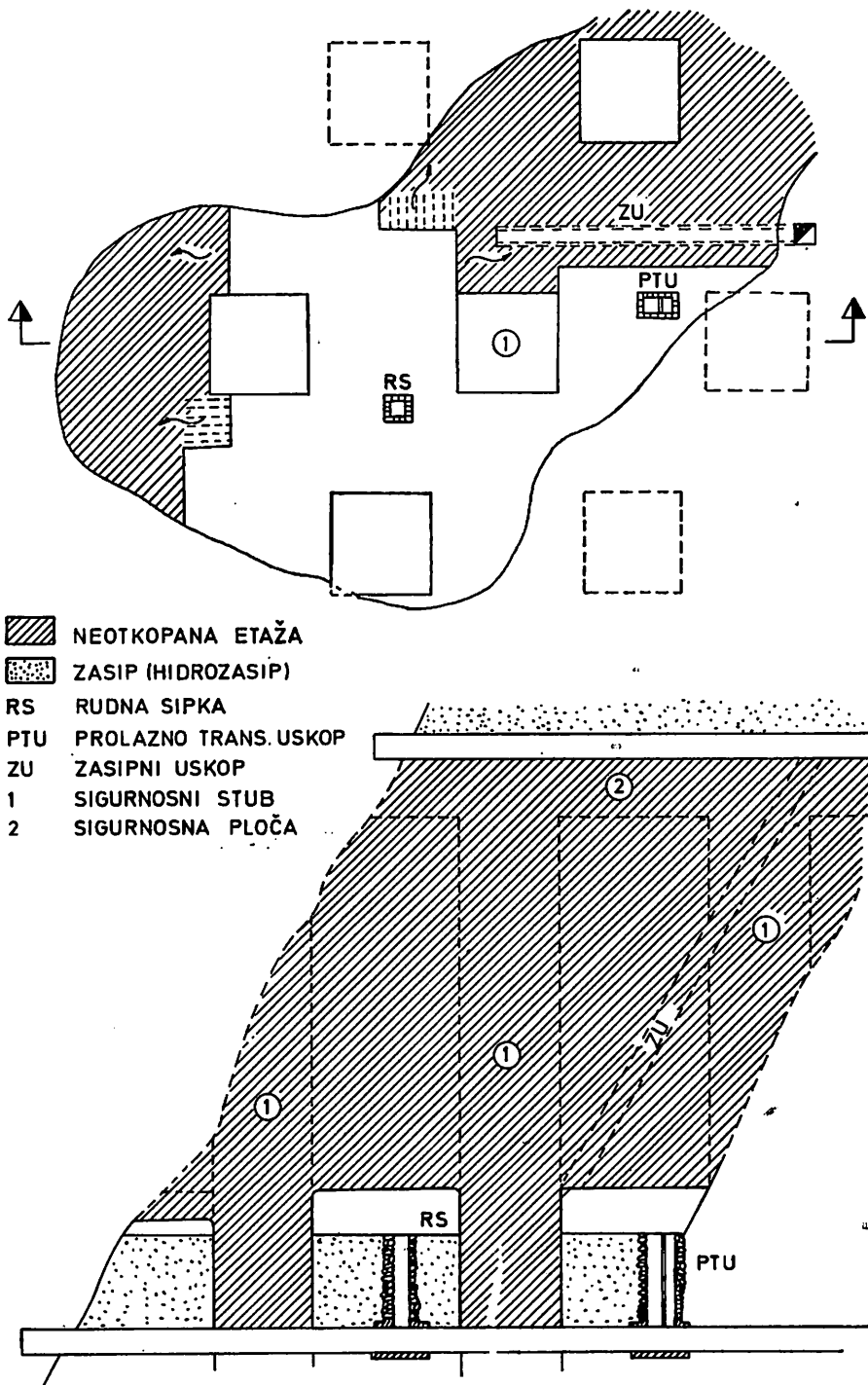
Stalni dotok vode u ležištu je oko 3,5—4,0 m³/min.

Ruda ima prosečnu čvrstoću na pritisak oko 600 kg/cm², krečnjak oko 400 kg/cm², a škriljac oko 200 kg/cm² (podaci su dobijeni na osnovu laboratorijskih ispitivanja oko 120 uzoraka uzetih u jami i ispitanih u 1975. godini).

Prikaz sadašnjeg načina otkopavanja

Niz godina, a i sada, primenjuje se metoda otkopavanja horizontalnog podsecanja odozdo na gore sa zasipavanjem (tzv. suvi zasip).

Glavni izvozni hodnici se izgrađuju u podinskim krečnjacima; od njih se prečnim hodnicima ulazi u rudno telo (sl. 1). U prečnim hodnicima su locirani rudna sipka (RS) i prolazno-transportni uskop (PTU). Otkop se podseca do visine oko 5,50 m (prva etaža visine 2,50—3,0 m, a zatim sledećom etažom do visine oko 5,50 m). Zavisno od veličine otkopa izrađuju se jedan ili više zasipnih uskopa (ZU) do višeg horizonta nagiba minimum 55°. U otkopu se formiraju sigurnosni stubovi (1) dimenzija 10 m × 10 m u šahovskom rasporedu na rastojanju 20—25 m. Pre zasipavanja podsečenog otkopa postavlja se armirano-betonska ploča debljine 30—40 cm, izgrađuju se dna



Sl. 1 — Horizontalno podsecanje odozdo na gore sa zasipavanjem.

Tablica 1

Rezultati snimanja bušacko-minerskih radova kod sadašnjeg načina otkopavanja

Tip orudjenja	Broj buš- tina na ot- kopu	Ukupna dužina bu- šotina (m)	Količina eksploziva u bušotinama (kg)	Količina minirane rude (t)	Čisto vreme bušenja (min - sec)	Srednje vrednosti					Količina obaranja (/m ³ .b.)	Brzina buše- nja (m/min.)	Koeficijent punjenja	Utrošak eksploziva (kg/t)	Utrošak detonatora (kom/t)	Učinak na obaranju rude (t/m ³ .)
						Dužina bušotina (m)	Vreme bu- šenja jedne bušotine (min-sec)	Dužina punjenja (m)	Količina eksploziva u bušotini (kg)	Koeficijent obaranja						
Sulfidna ruda (galenit- sfalerit)	20	26,20	13,20	42,17	112'00"	1,31	5'36"	0,99	0,660	1,610	0,234	0,75	0,313	0,474	21,08	
Sulfidna ruda (pirit- pirhotin)	35	51,82	21,00	48,65	190'40"	1,73	6'20"	0,90	0,600	0,939	0,273	0,52	0,432	0,749	24,32	
	15	21,90	12,20	19,99	91'30"	1,46	6'06"	1,22	0,813	0,913	0,239	0,84	0,610	0,750	11,88	
	5	5,10	3,20	3,77	20'20"	1,02	4'04"	0,96	0,640	0,740	0,251	0,94	0,849	1,326		
	15	20,73	7,60	27,06	70'15"	1,38	4'41"	0,76	0,507	1,305	0,294	0,55	0,281	0,554	19,47	
	10	14,61	4,20	11,88	56'45"	1,46	5'41"	0,63	0,420	0,813	0,256	0,43	0,354	0,842		
	12	14,80	6,00	23,67	46'00"	1,23	3'50"	0,75	0,500	1,599	0,321	0,61	0,253	0,507	23,67	
	15	19,90	8,60	27,56	103'15"	1,33	6'53"	0,86	0,573	1,385	0,193	0,65	0,312	0,544	27,56	
	25	31,20	13,20	32,84	149'45"	1,25	6'00"	0,79	0,528	1,052	0,208	0,63	0,402	0,761	16,42	
	97	128,24	55,00	146,77	537'50"	1,32	5'55"	0,85	0,567	1,144	0,238	0,64	0,375	0,661	18,35	
	24	40,00	14,40	40,16	162'00"	1,67	6'45"	0,90	0,600	1,004	0,247	0,54	0,359	0,598	20,08	
	24	32,70	14,40	37,24	108'20"	1,36	4'31"	0,90	0,600	1,139	0,302	0,66	0,387	0,644	18,62	
	24	33,50	10,00	36,26	160'30"	1,40	6'41"	0,75	0,500	1,295	0,209	0,54	0,276	0,552	18,13	
	72	106,20	38,80	113,66	430'50"	1,47	5'59"	0,86	0,570	1,129	0,246	0,58	0,341	0,598	18,94	
	16	23,79	14,40	29,77	170'45"	1,49	10'40"	1,35	0,900	1,251	0,140	0,91	0,484	0,537	14,88	
	16	22,22	13,20	23,66	166'45"	1,39	10'25"	1,24	0,825	1,065	0,133	0,89	0,558	0,676	11,83	
	20	23,80	11,40	28,62	140'30"	1,19	7'01"	0,86	0,570	1,203	0,170	0,72	0,398	0,699	14,31	
	52	69,81	39,00	82,05	478'00"	1,34	9'12"	1,12	0,750	1,175	0,145	0,87	0,475	0,634	13,68	
Prosek	276	382,27	167,00	433,30	1749'20"	1,40	6'20"	0,92	0,614	1,150	0,221	0,66	0,385	0,628	18,05	

rudne sipke (RS) i prolaznotransportnog uskopa (PTU). Dimenzije rudne sipke su $1,50\text{ m} \times 1,50\text{ m}$, debljina zida od lomljenog kamena 40 cm. Zasip se doprema u otkop kroz zasipni uskop (ZU), dimenzija $1,80 \times 2,0\text{ m}$, a po otkopu se razvlači skreperom, sve dok se otkop ne zapuni da ostane slobodna visina do krova otkopa oko 0,80 — 1,0 m.

Otkopavanje nove etaže visine 2,50 — 3,0 m počinje od rudne sipke (RS). Minske bušotine su, po pravilu, horizontalne u redovima sa vertikalnim rastojanjem oko 0,70 m i rastojanjem bušotina u redu oko 1,20 m. Dubina bušotina je oko 1,40 — 1,50 m. Za bušenje minskih bušotina koristi se domaći bušaći čekić RK-21, monoblok dleta serije 0,80 m — 2,40 m. Za miniranje se koriste amonal pojačani prečnika 25 — 28 mm i milisekundni električni detonatori.

Utovar i odvoz rude do rudnih sipki je samohodnim utovarno-transportnim mašinama tipa T2GH ili CAVO 310.

Po postojećoj organizaciji rada na svakom otkopu, po pravilu, rade po jedan rudar-bušać (palilac) i rukovalac utovarnom mašinom sa po jednim pomoćnim radnikom.

Za utvrđivanje karakteristika sadašnjeg načina otkopavanja, a posebno parametara bušačko-minerskih radova, izvršeno je snimanje rada na 10 otkopa, koji su karakterisali sulfidnu (galenitno-sfaleritnu i piritno-pirhotinsku), sulfidno-oligonitnu, oligonitnu i sulfidno-skarnovsku rudu. Najvažniji podaci snimanja sređeni su i prikazani u tablici 1, a osnovne karakteristike sadašnjeg načina otkopavanja su:

1. Postojeća oprema za bušenje i tehnologija rada ne obezbeđuju dovoljno minirane rude što je rezultat sledećeg:

— oprema za bušenje (bušaći čekić RK-21) ima malu snagu i kapacitet za otkope velike otkopne površine, a posebno što na takvim otkopima, po pravilu, postoji samo jedna napadna tačka

— dubina minskih bušotina (prosečno 1,40 m) je mala, dugo traje ručno punjenje (13,50% efektivnog radnog vremena bušača), a koeficijent obaranja je $1,15\text{ t/m'}$ minske bušotine

— pritisak komprimiranog vazduha na otkopima je ispod optimalnih zahteva opreme

— učinci bušenja (25 t/nadn.), miniranja (63 t/nadn.) i obaranja rude (18 t/nadn.), odnosno otkopni učinak od oko 11 t/nadn. su niski za ovo ležište.

2. Zasipavanje otkopa suvim zasipom traje 42—47% ukupnog vremena, što je glavni razlog malog intenziteta otkopavanja, koji sada iznosi $10\text{--}12\text{ t/m}^2$ godišnje.

Osnovni ciljevi adaptacije metode otkopavanja

Navedene karakteristike sadašnjeg načina otkopavanja bile su osnovni razlozi da se pristupi modifikaciji postojeće metode otkopavanja i njene adaptacije na nove uslove. Adaptacijom će se otkloniti osnovni nedostaci i to:

— primenom bušaće opreme većeg kapaciteta i mehanizovanog punjenja minskih bušotina uz korišćenje granuliranih eksploziva obezbediće se veći učinak na obaranju rude

— ispitivanjima je dokazano da se flotacijska jalovina nakon odmuljivanja može uspešno koristiti za zasipavanje otkopanih prostora uz znatno veće učinke nego kod suvog zasipavanja

— za utovar i odvoz rude na otkopima koristiće se samohodne utovarno-transportne mašine većeg kapaciteta, tako da sistem bušenje — miniranje — utovar — odvoz — zasipavanje otkopa ima veće i ujednačene kapacitete.

U nastavku će se dati prikaz pojedinih izmena u okviru adaptacije metode otkopavanja.

Metoda otkopavanja horizontalnim podsecanjem odozdo na gore sa hidrozasipavanjem u novim uslovima

Osnovni princip metode otkopavanja će biti isti kao i kod sadašnje tehnologije rada. I način otkopavanja će biti isti, bilo da se vrši prelaz sa suvog na hidrozasipavanje na otkopu koji je već u radu ili počinje otkopavanje na novoformiranom otkopu uz primenu hidrozasipa. Isto to važi

za otkope sa sadašnjim kvadratnim stubovima u šahovskom rasporedu ili za novi raspored, koji bi se primenjivao kod otkopavanja dubljih horizonata.

Pripremni radovi

Sistem pripremnih radova koji se sada izvodi ostaje isti, s tim što će se sadašnje dimenzije prolazno-transportnih uskopa (1500 mm × 1200 mm) povećati na 3300 mm × 1500 mm, pri čemu je transportno odeljenje 2000 mm × 1500 mm. Ovo je potrebno radi obezbeđenja prolaza za opremu za bušenje, utovar i odvoz. Rudne sipke (RS) i prolazno-transportni uskopi (PTU) vodiće se uporedno sa otkopavanjem i to zidanjem zida od lomljenog kamena debljine 40 cm u cementnom malteru. U varijanti ostavljanja prečnih stubova, prolazno-transportni uskopi će se izrađivati u podini rudnog tela (stubova). Uskopi za zasip (UZ) će se preurediti za drugi izlaz kao prolazno-transportni uskopi (PTU) s tim što će se kroz njih položiti cevovod za dovođenje hidrozasipa do otkopa. Orijentaciono će biti po jedan uskop za zasip na svakih 1000 m² otkopne površine.

Princip otkopavanja

Otkopavanje nove etaže visine 3,0 m započinje od rudne sipke, gde je na kraju otkopavanja prethodne etaže već otkopana visina od 3,0 m. Minske bušotine su dužine 3—4 m (u zavisnosti od čvrstoće rude) i buše se u paralelnim redovima (sl. 2) na razmaku od 0,75 m. Zavisno od veličine otkopa otkopavanje se obavlja na dva čela tako da se na jednom buši i minira, a na drugom utovaruje ruda, dok se u sledećoj smeni red operacija menja. Otkopna visina jedne etaže je 3,0 m, dok je visina nezasutog dela otkopa 1,50 m, tako da je ukupna slobodna visina otkopa na kome je otkopana etaža 4,50 m.

Posle završetka otkopavanja etaže započinju pripremni radovi za zasipavanje i to:

— postavljanje cevovoda za razvod hidrozasipa po otkopu

— postavljanje cevovoda za dreniranje (oceđivanje) otkopa

— vertikalnim bušenjem podiže se otkopana visina od rudne sipke do podine rudnog tela (visina 3,0 m, širina 3—5 m)

— u podini se izrađuje sklonište za mehanizaciju gde se smešta oprema za bušenje i utovar, dok se otkop zasipava i oceđuje

— produžavaju se rudna sipka i prolazno-transportni uskop za oko 3,0 m.

Kapacitet zasipavanja biće 720 m³/dan otkopanog prostora.

Posle zasipavanja otkop se mora oceđivati najmanje 48 časova, za koje vreme dostiže nosivost oko 10 kg/cm².

Bušenje na otkopu

Na otkopima će se bušiti horizontalne minske bušotine prečnika 51 mm, zatim vertikalne bušotine prečnika 33—35 mm za ugradnju viseće podgrade (sidra) dužine 1,90—2,0 m, odnosno dužine 0,65 m (sa kukom) za vešanje skele na kojoj je cevovod za razvod hidrozasipa po otkopu. Sve navedene vrste bušotina bušitiće se samohodnim bušaćim kompletom sa dve bušace hidrauličke grane (sl. 2). Ovakvi uređaji imaju po dva teška bušaća čekića i mogu bušiti paralelne bušotine sa dubinom do 10 m. Brzina bušenja biće oko 0,4 m/min za jedan čekić, odnosno 0,8 m/min za uređaj. U smeni će efektivno vreme bušenja iznositi 160 min, tako da će se izbušiti oko 128 m bušotina. Od toga će 75% ili 96 m biti minske bušotine, a ostalih 32 m pomoćne (podgrađivanje, vešanje skele). Na bušaćem uređaju u jednoj smeni radiće 2 radnika, pa će učinak bušenja minskih bušotina biti 48 m/nadn. i pomoćnih bušotina 16 m/nadnica ili ukupno 64 m/nadn. Prema rasporedu minskih bušotina, datom na sl. 2, količina izbušene rude za miniranje biće:

$$Q_r = L \times B \times h \times \gamma \times k \quad (t) \quad (t)$$

gde je:

<i>L</i> — dubina bušenja	4,0 m
<i>B</i> — širina bloka	11,50 m
<i>h</i> — visina etaže	3,0 m
<i>γ</i> — zapreminska težina rude	3,7 t/m ³
<i>k</i> — koeficijent iskorišćenja bušotina	0,95

$$Q_r = 4,0 \times 11,50 \times 3,0 \times 3,7 \times 0,95 = 485 \text{ t}$$

Učink bušenja u smeni biće 121,25 t/nadn, ali radi bušenja za potrebe podgrađivanja i postavljanja skele za cevovod za hidrozasi, izrade skloništa i sl. prosečni učinak bušenja biće 75 t/nadn.

Za bušenje kratkih minskih bušotina za obaranje rude, gde se ne može primeniti samohodni bušaći uređaj sa 2 bušaće grane, koristiće se laki bušaći čekići težine do 30 kg.

Miniranje

Za miniranje će se koristiti dve vrste eksploziva i dva načina punjenja minskih bušotina.

Amonal pojačani sa prečnikom patrone 42 mm, dužinom oko 35 cm i težinom 0,50 kg upotrebljavaće se kod ručnog punjenja minskih bušotina. Pretposlednja patrona biće udarna sa umetnutim milisekundnim električnim detonatorom.

Drugi način punjenja minskih bušotina biće pomoću mehaničkih pneumatskih punilica uz korišćenje granuliranih uljnih (ANFO) eksploziva. Predviđa se korišćenje ejektorskih punilica sa rezervoarom od 25 l i 100 l.

Za iniciranje minskih punjenja granuliranim eksplozivom koristiće se udarna patrona amonala pojačanog prečnika 32 mm težine 300 g sa odgovarajućim električnim detonatorom. Udarne patrona biće poslednja u neprekinutom stubu punjenja.

Potrošnja eksploziva biće, u zavisnosti od čvrstoće rude, 0,3—0,4, kg/t, a električnih detonatora 0,120 kom/t.

Miniranje će obavljati specijalizovana radna grupa radnika, a učinak miniranja biće 150 t/nadn. pri radu sa patroniranim, odnosno 300 t/nadn. pri radu sa granuliranim (ANFO) eksplozivima.

Utovar i odvoz rude

Za utovar i odvoz rude na otkopima koristiće se samohodne utovarno-transportne mašine sa zapreminom sanduka oko 2,2 m³ i zapreminom kašike oko 0,5 m³. Ka-

pacitet utovara ovih mašina je oko 180 t/čas, a smenski kapacitet za 5 časova rada na srednjoj dužini transporta od 40 m iznosi oko 220 t/smeni. Mašinom rukuje jedan rukovalac sa pomoćnikom. Za prosečne uslove rudnog ležišta »Trepča« može se računati sa smenskim kapacitetom utovara i odvoza od 150 t/smeni, odnosno učinak će biti 75 t/nadn.

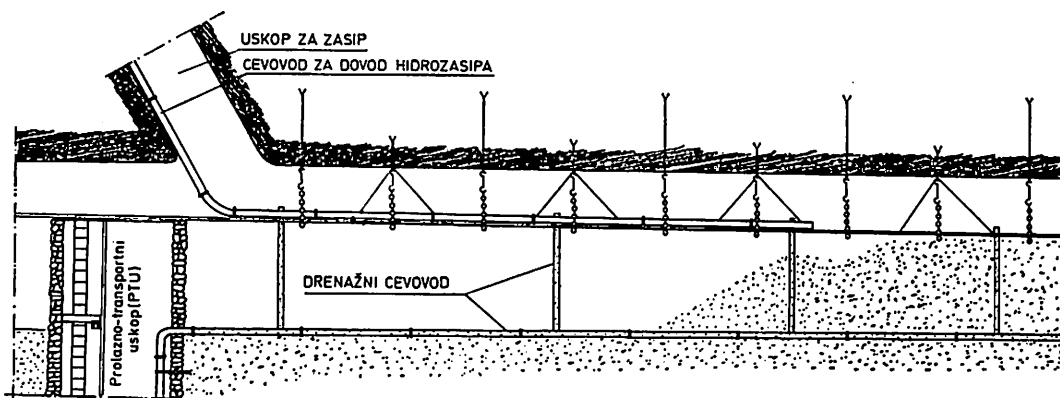
Zasipavanje otkopa

Izgradnjom flotacije na lokaciji »Prvi tunel« i odmuljivanjem jalovine dobiće se dovoljno flotacijskog peska za potrebe zasipavanja otkopanih prostora u jami. Ovaj pesak će se hidraulički čeličnim bešavnim cevima prečnika 171/157 mm transportovati do jame i razvoditi po horizontima do otkopa. Težinska koncentracija mešavine biće $C_T = 0,55$. Kapacitet dopreme hidrozasi pa biće 4,85 t/min čvrste komponente, zapreminske težine 3,39 t/m³. Prema izvršenim ispitivanjima koeficijent rastresitosti ugrađenog zasipa iznosi 1,75, tako da je kapacitet zasipavanja

$$\frac{4,85 \text{ t/min}}{3,39 \text{ t/m}^3} \times 1,75 = 2,50 \text{ m}^3/\text{min.}$$

U procesu zasipavanja doći će do gubitaka zasipa od oko 4% tako da će stvarni kapacitet zasipavanja iznositi 2,40 m³/min.

Razvod hidrozasi pa po otkopu vršiće se cevima od tvrdog polietilena (TPE) unutrašnjeg prečnika $d = 163,6$ mm i debljine zida 18,2 mm. Cevi će biti položene na viseću skelu. Skelu čine sidra, metalna rešetka i lanac sa kukom. Lanac omogućuje vertikalno podešavanje skele odnosno nagiba cevovoda za razvod hidrozasi pa (sl. 3). Po skeli se kreću radnici koji regulišu zasipavanje otkopa i usmeravaju zasipnu mešavinu. Skela se postavlja na visini od 3,0 m od poda otkopa, koliko se otkop zasipava, tako da je visina od skele do krova otkopa 1,50 m i taj deo se ne zasipava nego služi za prolaz i provetravanje. Za brže ocedivanje zasipa na podu otkopa se neposredno pred zasipavanje postavlja drenažni cevovod od perforiranih cevi od tvrdog polietilena unutrašnjeg prečnika 141,80 mm za glavni pravac i 110,80 mm



Sl. 3 — Zasipavanje i odvodnjavanje otkopa.

za pomoćne pravce drenažnog cevovoda. Pad drenažnog cevovoda je 1:100 prema prolazno-transportnom uskopu, kroz koji se cevima oceđena voda spušta na donji horizont. Na osnovu izvršenih ispitivanja zasipavanja i oceđivanja vlažnost oceđenog zasipa biće oko 18%, brzina filtracije vode 3,50 cm/čas, što će dati oko 0,58 m³/min oceđene vode sa 1000 m² otkopne (zasute) površine. Za uspešno oceđivanje zasipa predviđa se postavljanje i vertikalnih drenažnih sonde od drenažnih cevi unutrašnjeg prečnika 110,80 mm uvedenih u osnovni drenažni cevovod položen po podu otkopa. Visina sonde biće oko 3,50 m, a gustina postavljanja oko 1 komad na 100 m² otkopa. Drenažni cevovod i vertikalne sonde oblažu se filtracionim platnom (sargijom). Neposredno pred zasipavanje vrši se nadziđivanje rudne sipke (RS) i prolazno-transportnog uskopa (PTU) za visinu 3,0 m i izrađuje sklonište za mehanizaciju u podini rudnog tela na nivou sledeće etaže.

Kod prelaza sa suvog na hidrozaspavanje na otkopima koji su u radu postaviće se preko dostignutog nivoa suvog zasipa izolacioni sloj (beton ili plastična folija) za sprečavanje nekontrolisanog sleganja suvog zasipa.

Proces zasipavanja se odvija tako što se celokupan kapacitet hidrozasipa, koji se pumpa od flotacije na »Prvom tunelu«, usmerava na jedan otkop. Maksimalni dnevni kapacitet zasipavanja, u zavisnosti od ko-

ličine peska za hidrozasp, biće 720 m³/dan (kod 5 časova rada na zasipavanju), odnosno 864 m³/dan (kod 6 časova rada na zasipavanju).

Vreme zasipavanja jednog otkopa zavisi od njegove površine. S obzirom da je kapacitet zasipavanja 2,40 m³ otkopanog prostora u minuti, vreme zasipavanja 1 m² otkopa (3,0 m³ zasipa) iznosi 1,25 minuta.

Ugrađeni zasip mora da se oceđuje najmanje 48 časova da bi postigao nosivost 6—10 kg/cm², koliko je potrebno za kretanje po zasipu opreme za bušenje, utovar i odvoz rude.

Na zasipavanju otkopa radiće posebna specijalizovana grupa radnika, čiji učinak zavisi od veličine otkopa.

Ciklus radnih operacija na otkopavanju i zasipavanju jedne etaže na otkopu

Za utvrđivanje trajanja ciklusa radnih operacija na jednom otkopu daće se primer desete etaže otkopa br. 120.

Otkopna površina ove etaže je $P = 3108$ m², a rezerve rude u njoj:

$$Q_r = 3.108 \text{ m}^2 \times 3,0 \text{ m} \times 3,7 \text{ t/m}^3 = 34.498,8 \text{ t} \approx 34.500 \text{ t}$$

Otkopani prostor za zasipavanje jedne etaže biće:

$$V = 3.108 \text{ m}^2 \times 3,0 \text{ m} = 9.324 \text{ m}^3.$$

Tablica 2

Ciklus radnih operacija na otkopavanju i zasipavanju jedne etaže na otkopu

Redni broj	RADNA OPERACIJA	Broj izvršilaca u smeni				Ukupan broj radnica za otkopavanje i zasipavanje jedne etaže (x) 34.500:300 = 115 dana	Učinak na otkopavanju etaže 34.500 t		Trajanje ciklusa (dana)		
		Broj smena dnevno					t/nad	nad/t	Proaktivno	Neproaktivno	Ukupno
		VKV	KV	PK	Ukupno						
1	Bušenje	1/2	1/2	—	2/2	115 × 4 = 460	75,000	0,01333	—	—	115
2	Miniranje	1/1	1/1	—	2/1	115 × 2 = 230	150,000	0,00667	—	—	115
3	Utovar — odvoz	1/2	1/2	—	2/2	115 × 4 = 460	75,000	0,01333	—	—	115
4	Podgrađivanje (sidra, sigovi)	0,5/1	0,5/1	—	1/1	115 × 1 = 115	300,000	0,00333	—	—	115
5	Izrada skele za cevovod za hidrozasipl										3
6	Postavljanje cevovoda za hidrozasipl										3
7	Postavljanje drenažnog cevovoda										3
8	Zasipavanje										13
9	Izrada skloništa za mehanizaciju										13
10	Zidanje rudne sipke i prolazno transportnog uskopa										13
11	Oceđivanje hidrozasipla										2
12	Ostalo: doprema materijala i drugi poslovi										2
						115 × 1 = 115	300,000	0,00333	—	—	—
						115 × 1 = 115	20,38	0,04906	—	—	115
						1693	86,47%	13,53%	—	—	133
							86,47%	13,53%	—	—	100%

Ciklus otkopavanja ove etaže trajace po fazama i vremenu:

- a. Bušenje, miniranje, utovar i odvoz rude imaju sinhronizovan kapacitet od 150 t/smeni odnosno 300 t/dan, tako da će otkopavanje trajati:

$$\frac{34.500 \text{ t}}{300 \text{ t/dan}} =$$

115 dana

- b. Podgrađivanje otkopa (drveni ukrasni slogovi, sidra) vrši u toku otkopavanja jedna specijalizovana grupa radnika.

- c. Izrada skele za cevovod za hidrozasp, postavljanje drenažnog cevovoda obavlja se u toku otkopavanja, s tim što se završni deo priprema obavlja u naredna tri dana po završenom otkopavanju.

3 dana

- d. Nadziđivanje RS i PTU vrši se u naredna tri dana po završenom otkopavanju, kada i deo radova iz tačke c.

- e. Zasipavanje otkopa trajace:

$$9.324 \text{ m}^3$$

$$\frac{2,40 \text{ m}^3/\text{min} \times 60 \text{ min}}{= 64,75 \approx 65 \text{ časova}}$$

Zasipavanje dnevno može trajati 5 časova, tako da će otkop biti zasut za

13 dana

- f. Očeđivanje zasipa traje najmanje 48 časova po završenom odlaganju zasipa

2 dana

Ukupno: 133 dana

Od toga:

— produktivni rad otkopa 115 dana ili 86,47%

— neproduktivne operacije 18 dana ili 13,53%

Pregled radnih operacija sa učincima dat je u tablici 2.

Godišnji kapacitet otkopa, računajući sa 265 radnih dana godišnje, biće:

$$Q_g = 265 \text{ dana} \times 0,8647 \times 300 \text{ t/dan} \approx 68.700 \text{ t/godišnje}$$

Osnovni pokazatelji adaptirane metode otkopavanja i upoređenje sa sadašnjim parametrima

1. iskorišćenje rudne supstance iznosiće oko 95% i neće se menjati
2. osiromašenje rudne supstance se takođe neće menjati i iznosiće 5%
3. faktor pripreme ostaje i kod adaptirane metode oko 3 mm/t rude
4. kapacitet otkopa će iznositi 150 t/smenu koji je u odnosu na sadašnji kapacitet od oko 60 t/smeni veći za oko 2,5 puta
5. otkopni učinak će iznositi 20 t/nadnici ili veći za oko 82% od sadašnjeg
6. intenzitet otkopavanja će se povećati sa 12 t/m² godišnje na oko 23 t/m² godišnje
7. koeficijent obaranja rude biće 2,47 t/m' minske bušotine prema 1,15 t/m' minske bušotine kod sadašnje metode otkopavanja
8. vreme zasipavanja otkopa se smanjuje sa 42—47% od ukupnog vremena ciklusa na oko 14%, što se posebno odražava na povećanje intenziteta otkopavanja
9. korišćenje uljnih (ANFO) eksploziva posebno će ubrzati i olakšati punjenje minskih bušotina.

SUMMARY

Adaptation of the Existing Mining Method to New Conditions in Mine Trepča — Stari Trg

Presented are the basic data for the orebody »Trepča« — Stari Trg and a description of the current mining method of underhand stoping and filling. The basic characteristics of the current mining method are low mining rate (10—12 t/sq. m. per year) and long duration of mined space filling (42—47 per cent of total time).

The existing mining method will be modified for use of hydro fill from the new flotation plant under construction at the locality »Prvi tunel«, and filling will take only 14 per cent of total time. In line with the change of filling system, the equipment for drilling, loading and haulage of the ore will also be replaced by automotive drilling rigs with two booms equipped with heavy drill hammers and automotive loading units with 2.2 cu. m buckets and 0.5 cu. m showels. Blasthole charging will be mechanized by use of pneumatic charging machines designed for granulated ANFO explosive. This adaptation will enable the increase of mining rate to approximately 23 t/sq. m per year and output by 1.8 times in line with the decrease of mined out space filling time. This will result in an overall reduction of mining costs.

ZUSAMMENFASSUNG

Anpassung des bestehenden Abbaufahrens an die neuen Bedingungen in der Grube Trepča — Stari Trg

Es wurden Hauptdaten für die Erzlagerstätte »Trepča« — Stari Trg gegeben und das gegenwärtige Abbaufahren horizontaler Firstenbau mit Versatz dargestellt. Das Hauptkennzeichen der gegenwärtigen Betriebsweise ist geringe Abbauintensität (10—12 t/m²/a) und die lange Zeitdauer des Versatzeinbringens in die Abbauhohlräume (42—47% der Gesamtbetriebszeit).

Das bestehende Abbaufahren wird auf die Nutzung des Materials als Spülversatz aus der neuen Flotationsanlage im Ausbau beim »Ersten Tunnel« übergehen, so dass die Versatzzeit nur 14% von der Gesamtbetriebszeit beanspruchen wird. Gleichzeitig mit dem Übergang auf ein anderes Versatzsystem wird die Bohr-, Verlade- und Erzabförderungsausrüstung ersetzt; für die Bohrung werden fahrbare Bohreinrichtungen mit zwei Bohrr Armen, ausgerüstet mit schweren Bohrhämmern und für die Erzabförderung fahrbare Verlademaschinen mit Kasteninhalt von 2,2 m³ und Löffelinhalt von 0,5 m³ verwendet. Die Ladung von Bohrlöchern wird durch Benutzung der Pressluftladeeinrichtung für körnigen und ANFO-Sprengstoff mechanisiert. Diese Änderungen werden eine grössere Abbauintensität auf etwa 23 t/m²/a ermöglichen, die Abbauleistung 1,8 mal vergrössern und, die Dauer des Versatzeinbringens vermindern. Das wird Einfluss auf Verringerung von Abbaukosten haben.

РЕЗЮМЕ

Адаптация существующей системы разработки к новым условиям в руднике Тречча — Стари Трг

Даны основные данные для месторождения „Тречча“ — Стари Трг и описание существующей системы разработки слоевой выемкой снизу вверх с закладкой. Осно-

вные характеристики такой выемки — малая интенсивность разработки (10—12 т/м² в год), а также большая длительность закладки выработанного пространства (42—47% общего времени).

Существующая система будет видоизменена для использования гидрозакладки материалами из новой обогатительной фабрики строящейся возле места „Первый туннель” так что закладка будет длиться всего 14% от общего времени.

Параллельно с изменением метода закладки будет произведена замена оборудования для бурения, погрузки и транспорт руды так, что для бурения будет употребляться самоходная буровая установка с двумя свёрлами тяжёлого типа а для погрузки и откатки погрузочно откаточные самоходные машины ёмкости сосуда в 2,2 м³ с ковшами ёмкости 0,5 м³. Зарядание шпуров будет механизировано применением пневматических зарядчиков для сыпучего ВВ типа АНФО. Эта адаптация предоставит возможность повышения интенсивности разработки до 23 т/м² в год и значительное сокращение времени закладки выработанного пространства, а также повышение производительности в 1,8 раз. Это будет значительно влиять на снижение стоимости выемочных работ.

Literatura

- Glušćević, B. 1974: Otvaranje i metode podzemnog otkopavanja rudnih ležišta, Beograd. Redžić, Lj. 1974: Optimalizacija rastojanja rudnih sipki u rudniku „Trepča” — Stari Trg (magistarski rad), Beograd.

Stručna dokumentacija Rudarskog instituta Beograd: Analiza sadašnjeg načina izvođenja bušačko-minerskih radova kod metode otkopavanja horizontalnog podsecanja odozdo na gore sa zasipavanjem u rudniku »Trepča» — Stari Trg (1975. god.). Metoda otkopavanja u horizontalnim etažama odozdo na gore sa hidrozaspavanjem u rudniku »Trepča» — Stari Trg (1976. god.). Studija mogućnosti korišćenja flotacijske jalovine sa zasipavanjem otkopa u rudniku »Trepča» — Stari Trg (1972. god.).

Autor: dipl. ing. Ljubomir Spasojević, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina, Rudarski institut, Beograd
Stručni recenzent: dipl. ing. Radosav Veseli nović, Rudarski institut, Beograd

Selektivno otkopavanje glodarima na površinskom otkopu Ćirikovac — IEK Kostolac

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Milivoj Makar

Uvod

Seriya ugljenih slojeva koja će se otkopavati na površinskom otkopu Ćirikovac sastoji se (sl. 1) iz II sloja prosečne moćnosti oko 7 m i III sloja koji se sastoji iz 3 banka. I banak (najviši) ima prosečnu moćnost oko 6 m, sloj jalovine iza njega prosečnu moćnost takođe oko 6 m, II banak ima moćnost oko 8 m, sloj jalovine 4 m i na kraju III banak uglja ima moćnost 4 m.

Potreban godišnji kapacitet po fazama eksploatacije iznosi:

E t a ž a	II faza(t ^{*)})	III faza (t)	IV faza (t)
II ugljeni sloj	550.000	600.000	500.000
III ugljeni sloj I banak	850.000	1.000.000	900.000
III ugljeni sloj II i III banak	1.100.000	900.000	1.100.000
Ukupno ugalj:	2.500.000	2.500.000	2.500.000

Kapacitet bagera na međuslojnoj jalovini treba da iznosi:

*) I faza je investiciona otkrivka i u tom periodu nema proizvodnje uglja.

E t a ž a	II faza (m ³ čm)	III faza (m ³ čm)	IV faza (m ³ čm)
Između II i III sloja	820.000	1.083.000	1.867.000
Između I i II banka III sloja	510.000	513.000	350.000
Između II i III banka III sloja	310.000	342.000	456.000
Ukupno jalovina:	1.640.000	1.938.000	2.673.000

Kratak opis koncepcije otkopavanja i transporta uglja

II ugljeni sloj i međuslojna jalovina otkopavaju se bagerom *SRs-470.14/2*. Transport uglja i jalovine se vrši transporterom *ZU-1*, gde se naročitim uređajem prebacuje na transporter *ST-3*, koji je deo sistema transporta otkrivke, dok ugalj produžava transporterom *ZU-1* do transportera *ZU-2* i dalje transporterima *ZU-3* i *ZU-4* do drobiličnog postrojenja. Šema transporta data je na slici 2.

III ugljeni sloj i međuslojna jalovina se otkopavaju bagerom *SH-630*. Ugalj se uтовaruje na etažni transporter kojim se prebacuje na zajednički transporter *ZU-1* i dalje zajedno sa ugljem od bagera *SRs-470*

še transportuje do drobiličnog postrojenja. Međuslojna jalovina se prebacuje, pomoću samohodne trake i po potrebi jednog bagera dreglajna tipa *ES 5/45*, direktno na unutar-nje odlagalište.

Određivanje niveleta etaža na uglju i proslojcima jalovine

Nivelete etaža na uglju i proslojcima jalovine određene su prema profilima koji imaju pravac napredovanja bloka bagera, a kontrolisane i korigovane prema profilima koji imaju pravac napredovanja etaža.

Određene su dve nivelete. Niveleta *ETJ-M*, odnosno niveleta etažnog transporta bagera *SRs-470* i niveleta *EU*, odnosno niveleta etažnog transporterera bagera *SH-630*.

Kod određivanja obeju niveleta vodilo se računa da je zbirna traka zajednička i da će biti postavljena na kotama početka nivelete etaže *ETJ-M*.

Usponi i padovi etaža su prilagođeni mogućnostima rada bagera i ne prelaze 3%, mada bager *SH-630* može raditi i pod nagibom od 5%.

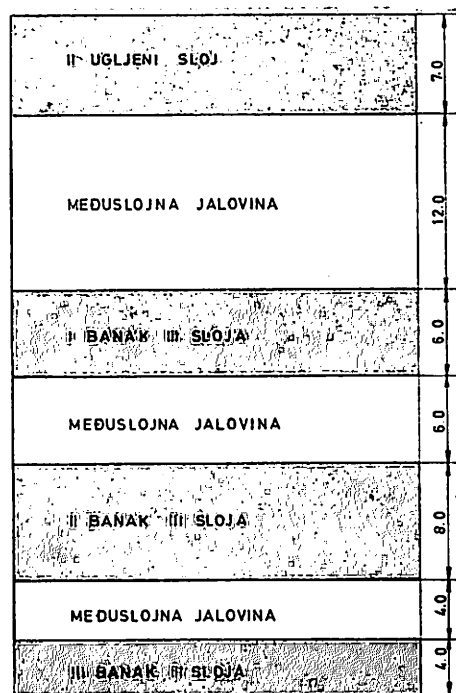
Pri određivanju nivelete *EU*, odnosno nivelete etažnog transporterera, bagera *SH-630*, postupljeno je na sledeći način. Ispod nivelete *ETJ-M* na 15 m, duž otkopne visine bagera *SH-630*, povučena je niveleta *EU* i kontrolisana visina koja ostaje ispod ove nivelete do podine III banka. Ova visina nije smela da pređe 15 m, kako bi uglj iz III banka mogao da se samohodnom trakom prebaci na niveletu *EU*. Zbog ovoga se na nekim mestima, izuzetno, javlja visina, iznad nivelete *EU*, od 16 m.

Etažni transporter sa etaže *EU* dolazi po jednom kratkom usponu od 10% na zajedničku traku koja se nalazi na niveleti etaže *ETJ-M*.

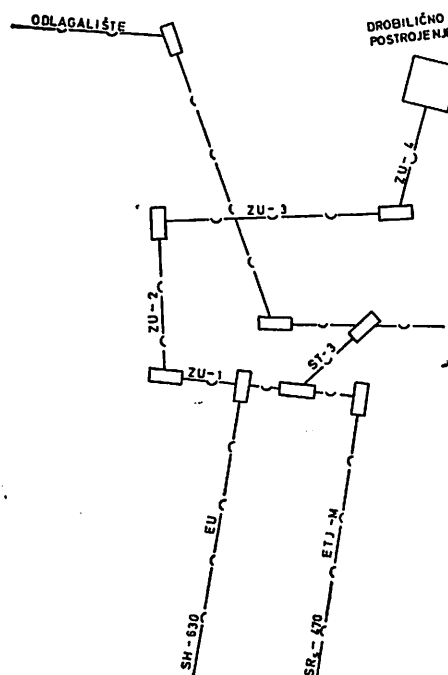
Na slici 2 data je opšta šema rasporeda bagera i transporterera za otkopavanje uglja i međuslojne jalovine.

Tehnologija otkopavanja i elementi etaže

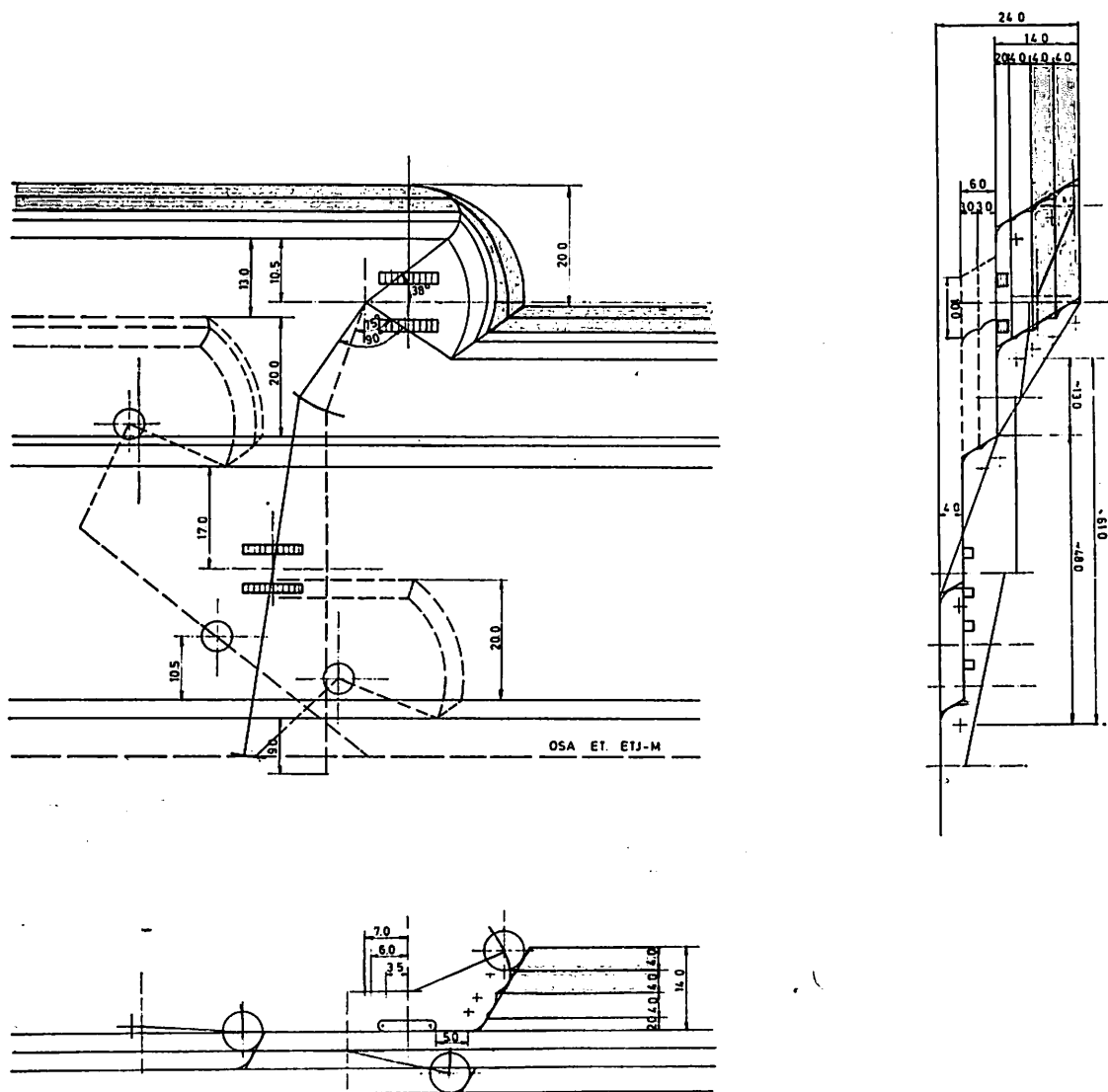
Otkopavanje ugljene serije vrše dva bagera. Bageri su u svom radu potpuno nezavisni jedan od drugog, pa će se odvojeno posmatrati i njihove tehnološke šeme.



Sl. 1 — Serija ugljenih slojeva P.K. Čirikovac



Sl. 2 — Opšta šema rasporeda bagera i transporterera za otkopavanje uglja i međuslojne jalovine



Sl. 3 — Tehnološka šema rada bagera SRs-470.14/2

Bager SRs-470.14/2

Tehnološka šema rada je data na slici 3.

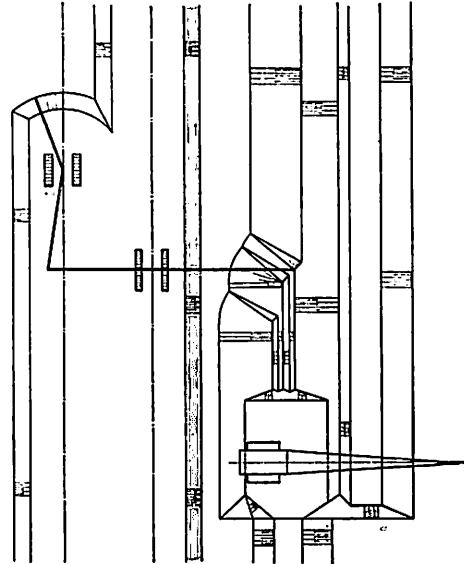
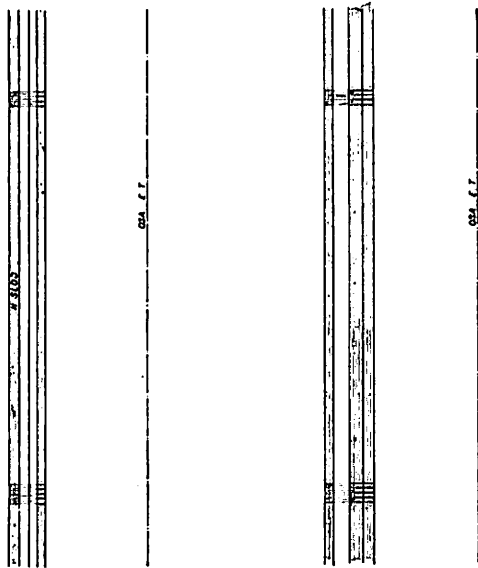
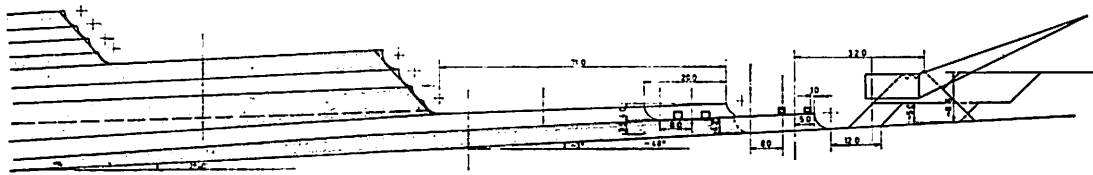
Šema odgovara maksimalnoj visini otkopavanja koju bager može postići u radu sa samohodnom trakom BBs-1200.29/31. Maksimalna visina otkopavanja iznosi 24 m. Bager tu visinu otkopava iz tri nivoa. Etažni transporter se uvek nalazi na najnižem nivou. Sa prvog nivoa bager otkopava maksimalnu dohvatnu visinu od 14 m. Prva dva reza se nalaze u uglju, a donja dva u jalovini. Prosečna moćnost II ugljenog sloja iz-

nosi 8 m (za dati profil) tako da su visine rezova u uglju u proseku $h = 4$ m. Rezovi na jalovini su 4 m i 2 m. Prečnik radnog točka je 6,3 m. Prema prečniku radnog točka visina reza treba da bude:

$$h = (0,5 - 0,75) \cdot 6,3$$

$$h = 3,15 - 4,7 \text{ (m)}$$

Pošto se u ovom slučaju rez visine $h = 2$ m nalazi na niveleti stajališta bagera



b — II faza

kopavanja ovog bloka je ujedno i niveleta transportne trake. Bager utovaruje uglj direktno na transportnu traku. Međuslojnu jalovinu bager dodaje samohodnoj traci (BRs-1200.29/31), koja je prebacuje delimično na blok 2, a delimično na blok 3. Bager EŠ 5/45 ide iza samohodne trake i prebacuje ovu jalovinu u otkopani prostor. Pošto bager završi sa otkopavanjem bloka br. 1, prelazi na blok br. 2 (II faza slika br. 4-b). Blok 2 se nalazi u međuslojnoj jalovini.

Samohodna traka takođe prelazi u položaj br. 2 i prebacuje jalovinu do već prebačene jalovine iz bloka br. 1. Bager EŠ 5/45 prelazi na prebačenu jalovinu i ponovo je prebacuje dajući konačnu konturu unutrašnjem odlagalištu.

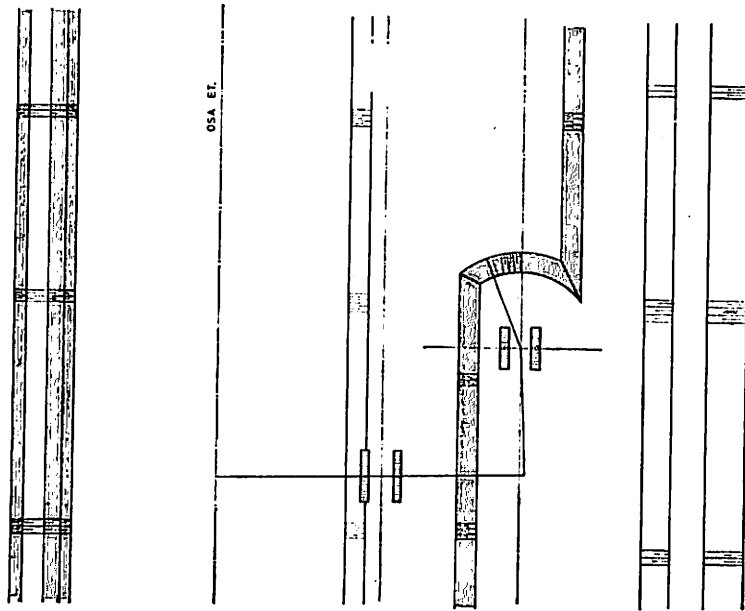
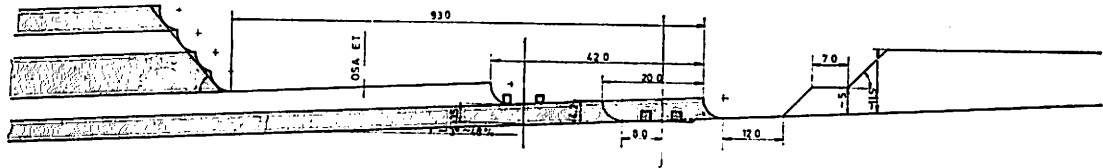
III banak III sloja bager otkopava po završetku rada u II fazi, kad silazi na podinu sloja i otkopava III banak u jednoj podetaži. Samohodna traka ostaje na istoj niveleti kao i pri otkopavanju II faze, pri-

ma uglj od bagera i prenosi ga do etažnog transporter. III faza rada prikazana je na slici 4-c.

Selektivno otkopavanje bagerom glodarom, korekcija kapaciteta i čistoća otkopavanja s obzirom na selektivan rad

Selektivno otkopavanje rotornim bagerom, je, kako se to vidi iz prethodnog opisa tehnologije, analogno otkopavanju etaže sa podelom na rezove, samo što u ovom slučaju granice rezova ne moraju biti horizontalne, već su zavisne od ugla zaleganja proslojaka koji se moraju selektivno otkopavati.

Upoređivanjem rada vertikalnim i horizontalnim rezovima vidi se da, pored toga što vertikalni rezovi zahtevaju manji utrošak energije i manje kolebanje opterećenja na osovini rotora, oni obezbeđuju i visok kvalitet otkopavanja pojedinačnih slojeva.



c — III faza

Prema tome, pri selektivnom radu treba uvek primenjivati vertikalne rezove, kada je gubitak kapaciteta, radi smanjenja visine reza, u granicama tolerancije za dati slučaj.

Da bi se postiglo što čistije otkopavanje uglja u povlati i podini jalovog proslojka ostavlja se zaštitni sloj. Ako je moćnost ovog sloja obeležena sa h_z , a moćnost sloja uglja sa h , onda je gubitak ugljene supstance u procentima

$$G_k = \frac{2 h_z}{h} 100 (\%)$$

odnosno iskorišćenje ugljenog sloja

$$I_u = \frac{h - 2 h_z}{h} 100 (\%)$$

Da bi se na površinskom otkopu Čiri-

kovac otkopavao što je moguće čišći ugalj, treba pri bagerovanju ugljenog sloja ostavljati zaštitni sloj prema jalovom proslojku moćnosti do 20 cm, a isto tako pri bagerovanju jalovog proslojka zajedno sa jalovinom uzimati ugljeni sloj takođe moćnosti do 20 cm. Ovakvih kontakata, prema tehnološkoj šemi, ima 6, pa je ukupan gubitak ugljenog sloja moćnosti 1,2. Na prosečnu moćnost sloja od 25 m ovi gubici iznose

$$G_u = \frac{1,2}{25} \cdot 100$$

$$G_u = 4,8\%$$

Ovi gubici se uklapaju u maksimalan gubitak ugljene supstance sa kojim se računa na površinskim otkopima, tj. 10%.

Pri selektivnom radu, pored gubitka ugljene supstance, mora se računati i sa gubitkom u kapacitetu.

Proračun kapaciteta bagera SH-630 i SRs-470, koji će otkopavati uglj u selektivnom radu na površinskom otkopu Ćirikovac, vršen je na osnovu potrebne rezne sile za otkopavanje uglja i jalovine. Proračun je vršen za visine podetaža $h = 1$ do $h = 6$ m za jalovinu i $h = 3$ do $h = 5$ m za uglj. Na osnovu izvršenih proračuna usvojeni su sledeći kapaciteti:

B a g e r	Ugalj, t/h	Jalovina, m ³ čm/h
SH-630	600	1000
SRs-470	460	760

Bager SRs-470 otkopava II ugljeni sloj i međusobnu jalovinu između II i III sloja. Od ukupne visine etaže (sa podetažama 24 m) u proseku se otkopava 8 m uglja sa dva reza od po 4 m. Kontakt uglja i jalovine se javlja samo jednom i to između podine II sloja i međuslojne jalovine. Na kontaktu između uglja i jalovine, zbog potrebe za preciznijim regulisanjem radnog točka, produžava se vreme tehnoloških zastoja. U ranijem tekstu je rečeno, da se predviđa gubitak ugljene supstance na kontaktima, tako da povećanje tehnoloških zastoja neće preći 10% u odnosu na vreme koje je normalno potrebno za bagerovanje tog reza.

Da bi se došlo do potrebnog vremena za bagerovanje pojedinih rezova izvršiće se prethodno potrebni proračuni.

Prema izvršenom obračunu masa od površine II ugljenog sloja do podine III banka III ugljenog sloja dobijene su sledeće količine uglja i jalovine:

Bager SRs-470 nivo ETJ-M

jalovina 38,842,800 m³čm
 uglj 17,231.117 t

Prosečan koeficijent otkrivke $K_{01} = 2,254$

Bager SH-630 nivo EU

jalovina 18,157,380 m³čm
 uglj 39,502.500 t

Prosečan koeficijent otkrivke $K_{02} = 0,4596$

Za proizvodnju od 2,500.000 t/god. rov-

nog uglja pojedinim bagerima treba odrediti sledeću godišnju proizvodnju:

Odnos količine uglja na nivoima ETJ-M i EU

$$\frac{EU}{ETJ-M} = \frac{39,502.500}{17,231.117} = 2,2925 \sim 2,3$$

Godišnja proizvodnja bagera SRs-470 na uglju će se dobiti iz jednačine ($X =$ proizvodnja bagera SRs-470)

$$X + 2,3 X = 2,500.000$$

$$X = \frac{2,500.000}{2,3 + 1}$$

$$X = 757.575,75 \text{ t}$$

odnosno zaokruženo godišnja proizvodnja bagera SRs-470 na uglju iznosi oko

$$Q_{\text{god}} = 760.000 \text{ t}$$

Proizvodnja otkrivke je, prema tome,

$$760.000 \times 2,254 = 1,713.040 \text{ m}^3\text{čm}$$

ili zaokruženo oko 1,720.000 m³čm/god.

Proizvodnja uglja bagerom SH-630 iznosi

$$2,500.000 - 760.000 = 1,740.000 \text{ t/god.}$$

Proizvodnja otkrivke bagerom SH-630 iznosi

$$1,740.000 \times 0,4596 = 799.704 \text{ m}^3\text{čm}$$

ili zaokruženo oko 800.000 m³čm/god.

Potrebno vreme za bagerovanje za usvojene kapacitete iznosi:

B a g e r	Otkrivka (h)	Ugalj (h)	Ukupno (h)
SRs-470	2264	1653	3917
SH-630	800	2900	3700
	3064	4553	7617

Prema izvršenim analizama u glavnom projektu vreme rada bagera u toku jedne godine iznosi 4.500 časova.

Za bagerovanje bager *SRs-470* utroši ukupno 3917 sati, odnosno 583 sata manje od planiranog vremena.

Kod bagera *SH-630* potrebno vreme za bagerovanje iznosi 3700 sati, odnosno 800 sati manje od planiranog vremena.

Povećanje vremena za bagerovanje bagerom *SRs-470* na osnovu izvršenog proračuna iznosi

$$\frac{1653}{2} \times 0,10 = 83 \text{ sata}$$

Ukupno vreme za bagerovanje godišnje proizvodnje uglja je

$$1653 + 83 = 1736 \text{ sati}$$

odnosno prosečan časovni kapacitet bagera je

$$\frac{760.000}{1736} = 438 \text{ t/h}$$

što predstavlja smanjenje kapaciteta za oko 5%.

Bager *SH-630* otkopava III ugljeni sloj. I i II banak bager otkopava u etaži normalne visine i to tako, da je prvi rez u prvom banku, a treći i četvrti rez u II banku. Samo drugi rez se nalazi u jalovini. I u ovom slučaju samo jedna linija reza je u dodiru sa jalovinom tako da povećanje vremena tehnoloških zastoja zbog selektivnog rada neće preći 10% od potrebnog vremena za bagerovanje. Treći banak se otkopava kao posebna podetaža, pa i za nju važi ista pretpostavka. Međutim, u ovom slučaju se isto povećanje vremena mora primeniti i na ja-

love proslojke iz razloga koji su očigledni kada se pogleda tehnološka šema.

Kao što pri bagerovanju uglja treba voditi računa da se ne zahvati jalovina, tako isto i prilikom bagerovanja jalovine treba voditi računa da se ne zahvati ugalj. Zato se, u ovom slučaju, povećanje vremena bagerovanja primenjuje i na jalovinu i ugalj.

Jalovina

normalno vreme bagerovanja	800 sati
povećanje vremena bagerovanja	80 sati

Ukupno: 880 sati

časovni kapacitet

$$\frac{800.000}{880} = 909 \text{ m}^3\text{čm/h}$$

smanjenje kapaciteta oko 9%

Ugalj

normalno vreme bagerovanja	2900 sati
povećanje vremena bagerovanja	290 sati

Ukupno: 3190 sati

časovni kapacitet

$$\frac{1.740.000}{3.190} = 545,5 \text{ t/h}$$

smanjenje kapaciteta iznosi oko 9%.

Analize prilikom proračuna kapaciteta su pokazale da je smanjenje visine reza zbog variranja moćnosti uglja i proslojaka jalovine u granicama koje ne utiču na smanjenje kapaciteta bagera.

SUMMARY

Selective Mining by Bucket-Wheel Excavators in Open-Cast Mine Ćirikovac — IEK Kostolac

The Open-Cast Mine Ćirikovac will mine a series of coal seams (II and III coal seams. The III seam is stratified into three banks), with a thickness of about 25 m separated by dirt bands with a total thickness of 22 m. The total series thickness of 47 m will be mined by two bucket wheel excavators with reach height of 15 m each. The paper outlines the techno-technological solution of this problem.

ZUSAMMENFASSUNG

Selektiver Abbau mit Schaufelradbaggern im Braunkohlentagebau Čirikovac — IEK Kostolac

Im Tagebau Čirikovac wird eine ganze Kohlenflözserie (II. und III. Braunkohlenflöz) abgebaut. Das III. Braunkohlenflöz besteht aus drei Bänken).

Die Mächtigkeit der ganzen Flözserie beträgt 25 m; dazwischen befinden sich Zwischenmittel von einer Gesamtmächtigkeit cca 22 m.

Die ganze Mächtigkeit der Serie wird mit zwei Schaufelradbaggern mit Grabhöhe von je 15 m abgebaut. In dem Aufsatz wird die technisch-technologische Lösung dieses Problems gegeben.

РЕЗЮМЕ

Селективная выемка роторными экскаваторами на карьере Чириковац — ИЭК Костолац

На открытых разработках Чириковац будет производиться выемка серии угольных пластов, (II и III угольный пласт. III угольный пласт расслоён на три слоя). Мощность всех слоёв около 25 м, а между слоями находятся прослойки пустой породы общей мощности примерно 22 м. Полная мощность серии в 47 м будет разрабатываться при помощи двух роторных экскаваторов с высотой черпания по 15 м. В статье приводится технико-технологическое решение этой проблемы.

Autor: Dipl. ing. Milivoje Makar, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina — Rudarski institut, Beograd.

Recenzent: Prof. ing. Borislav Spasojević, Rudarsko-geološki fakultet — Beograd.

Отворање и разработка на травертинските слоеви со благ пад, со посебен оглед на лежиштето Велмеј — Охридско

(sa 3 slike)

Дипл. инж. Борис Кепески

При отворањето на травертинските лежишта се поставува основниот захтев, да за релативно кус период се формираат продуктивни етажи, кои ќе овозможат постигање на проектираниот произведен капацитет.

Овај захтев е примарен поради спороста на припремните работи, кои се изведуваат со многу мала примена на експлозивни средства.

Ако припремите се изведуваат во компактна травертинска маса, основните технолошки операции на припремата се:

— хоризонтално и вертикално отсекување на поголеми банковити маси со помош на хеликоидална жица

— цепање на отсечената маса со помош на пневматски алат и механички клинови

— евакуација на корисната и јалова субстанца со помош на дигалки и утоварувачи.

Во травертинските лежишта, каде корисната ископина е прекривена со јаловина, припремите се изведуваат претежно во јаловата откривка спрема следната технологија:

— хоризонтално и вертикално дупчење
— минирање

— евакуација на изминираната субстанца со помош на утоварувачи.

Отворањето на лежиштето се врши со еден или повеќе надворешни усеци, кои се хоризонтални до подината на лежиштето, а елементите кои ги има усекот низ лежиштето условени се од елементите на фолијацијата, а и од тектонските поврвнини, во колку лежиштето е обфатено со постгенетска тектоника.

Лежиштата, во зависност од моќноста на продуктивниот слој се отвораат со една, две или повеќе продуктивни етажи и со една јаловинска која го иотстранува хумусот и харстифицираниот дел на травертинот.

На слика 1 представен усекот со кој што е отворено лежиштето „Велмеј“.

Пресметката на масите кои се откопуваат за оформување на припремниот усек зависи од неговиот попречен профил, односно од излезот на поедините етажи на површина во границите на усекот.

Задоволителни резултати дава познатата формула

$$V = \frac{H^3}{i} \left(\frac{b}{2} + \frac{H}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right)$$

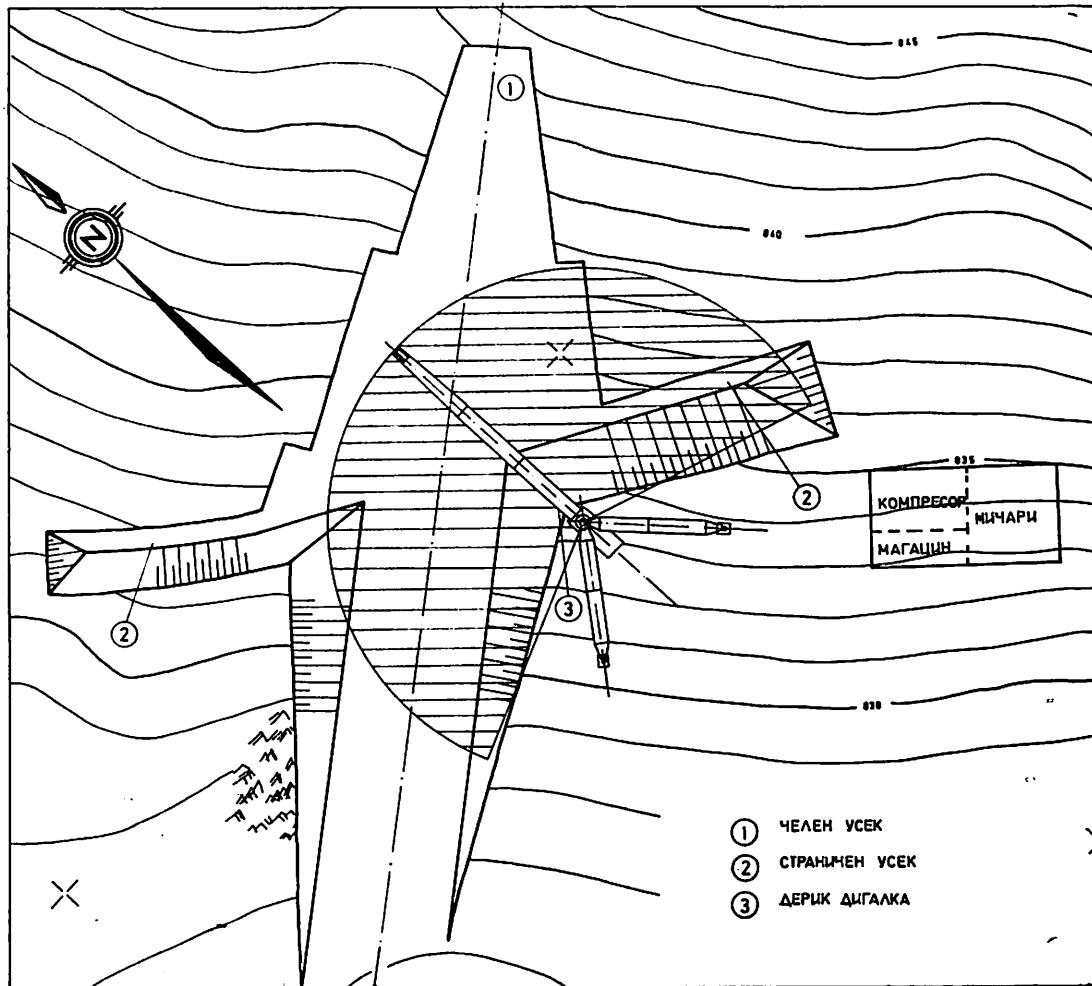
каде што е:

H — висина на усекот

i — инклинација — пад на усекот

α — агол на косината на усекот

b — ширина на дното на усекот



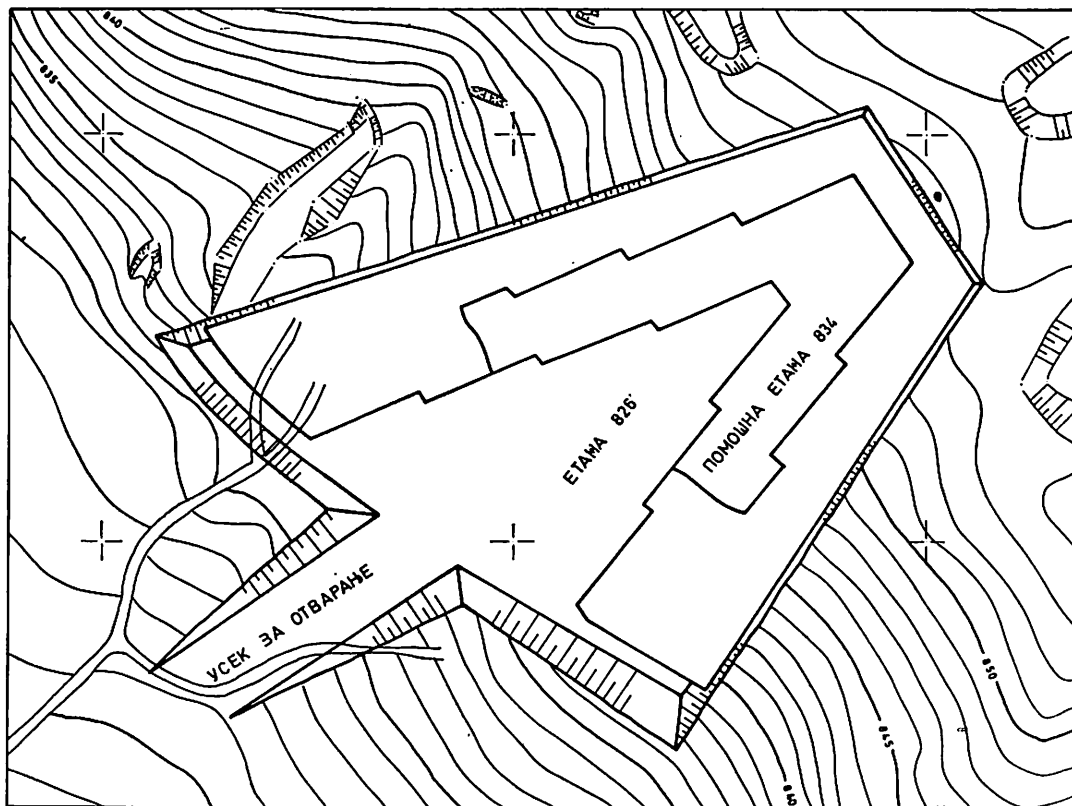
Сл. 1 — Припремен усек.

Ако травертинскиот слој има поголема моќност од 7 м, припремниот усек се работи во повеќе етажи, што е условено од техничките можности на опремата за експлоатација, а во прв ред од длабината, која што е вообичаена при експлоатацијата со помош на хеликоидална жица. На слика број 3 представена е изработка на усекот за травертинското лежиште „Липково“ каде моќноста изнесува 20 м. На горните две етажи предвидени се транспортни патишта за евакуација на масите, со помош на камиони или утоварувачи. Боковите на усекот се под извесен агол, поради стабилноста на етажните транспортни патишта.

Специфичност при отварањето на травертинските лежишта е високиот степен на растворање, за да се добијаат што повеќе слободни поврвнини, кои ќе овозможат постигање на оптимален коефициент на искористување на блоковитата маса во фазата на редовна експлоатација.

Од споменатите причини покрај главниот усек за отварање на лежиштето разликуваме нова категорија помошни или странични усеци (види сл. 1 и 2).

Помошните усеци наменети се за добивање на трета слободна поврвнина, а представуваат внатрешни усеци кои се претсметуваат при правилни геометриски



Сл. 2 — Состојба по инвестиционата откривка.

облици по познати формули. За случајот на „Велмеј“ употребени се следните формули:

За претсметка на површините на поедините пресеци $F = x \Sigma y$ у Средните поврвини најдени се како аритметски средини. Запремините за деловите на страничните усеци: $V_1 = F_{sr1} \cdot l_1$ $V_2 = F_{sr2} \cdot l_2$ $V_n = F_{srn} \cdot l_n$

$$V = \sum_{i=1}^n V_i$$

Кај појавите на украсен камен со изразита фолијација и со благ пад, дното на усекот се поклопува со подината на продуктивниот слој. Со ова се постига да скоро целата маса биде изнад основниот планум, кој е воедно и основна етажа. При отворањето на травертинските лежишта Велмеј и Липково усеците со по подинскиот контакт, со што знатно е олеснета манипулацијата на тешките блокови.

Во зависност од основните елементи на слојот под неговите тектонски карактеристики симетралата на усекот може да се поклопува со падот на слојот, може оваа симетрала да затвора прав алог со падот или да завземе секаков друг положај помеѓу 0° и 90° . Најголемиот успон на усекот е кога се совпаѓа усекот со падот на травертинскиот слој. Во овој случај примена на камиони за транспорт е возможно само во случај ако генералниот пад на лежиштето е доста благ.

Најголемиот успон кој што ќе може да се совлада е условен од неравенката:

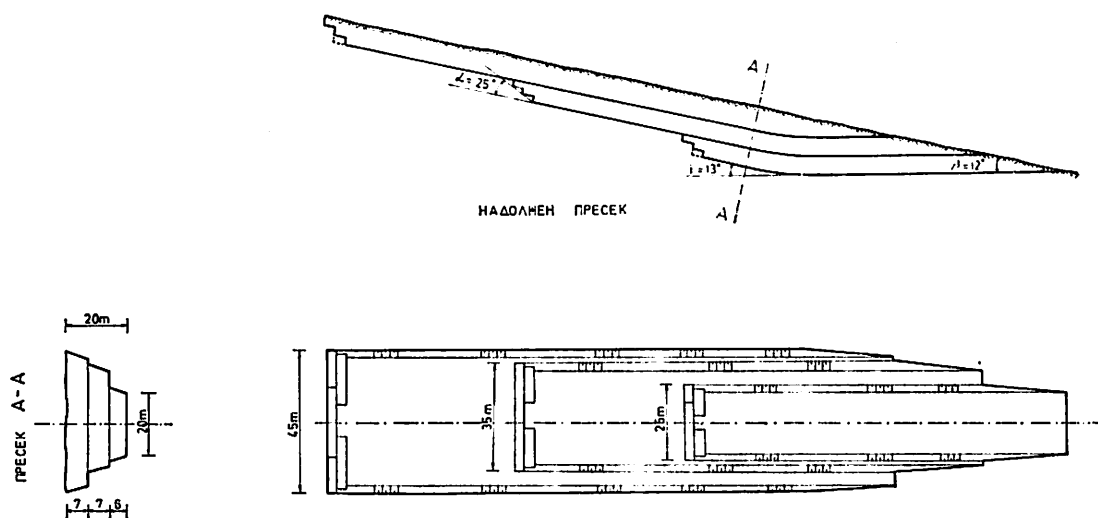
$$P_2 \geq P \text{ при што е } P_a = G_a \cdot \varphi$$

P_a — сила на триење

P_v — влечна сила

G_a — адхезиона тежина

φ — коефициент на триење



Сл. 3 — Усек за отварање на травертинското лежиште Липково.

Од споменатите величини произлегува и максималната инклинација која што може да се совлада со вообичаените транспортни средства, а тоа е во прв ред со камиони со уреди за истресување и камиони со посебна конструкција на корпата (дампери).

Најголемиот пад на усекот ограничен е со сигурноста на кочењето при зададената брзина на движењето.

За изработка на усекот со помош на утоварувач со цикличко дејство, обично се користи споменатиот транспорт на масите. Можно е и директно одлагање на помошно јаловиште во близината на усекот, без примена на било какви транспортни средства.

Во колку низ усекот проаѓаат само утоварувачите, во тој случај инклинацијата е условена исклучиво од карактеристиките на утоварните машини. Ако усекот ја преминува критичната граница, така да е невозможна примената на камиони или утоварувачи со гумени колца се применува на утоварни машини со гасеници. Како краен случај евакуацијата на откопаната маса е во челични корпи, кои што се транспортираат со Дерик дигалки.

Од изнесените примери за припремните усеци (сл. 1 и 3) се гледа дека нивните димензии се релативно големи, што произ-

легува од следните моменти во фазата на отворањето.

— Припремните работи низ корисната субстанца се настојува да бидат и експлоатационата откопните фронтови треба да бидат пространи, што е еден од условите за примена на експлоатационата каменорезна опрема.

— На дното од усекот покрај транспортната траса сместен е и просторот за примарна обработка на блоковите.

— Големата ширина на усекот овозможува двострано развивање на експлоатационите работи при преминот на редовна експлоатација.

При разработката на травертинските слоеви може да се применат две основни механизации:

— жични пили за изработка на хоризонтални и вертикални резови

— каменорезни машини за хоризонтално вертикално и пречно сечење со ограничена длабина.

Класичните жични пили и нивната модерна верзија »Telecomp« — Pellegrini се традиционални машини во експлоатацијата на среднотврдите украсни камења. Бидејќи се применуваат долго време, добро се познати нивните технолошко-технички можности. Од овие причини во продол-

жение се дадени некои аспекти за примената на каменорезните машини, кои се употребуваат во по ново време, а најуспешната од нив „Ајкула“ само од пред 2—3 години.

Во зависност од дијаметарот на резниот диск каменорезните машини изработуваат рез до длабина од 1,0 м и неограничена должина. Применливи се за хоризонтални и благо положени слоеви — тектонски непореметени, односно за слоеви со изразена фолијација, каде што се изработуваат само вертикални резови. Хоризонталното издвојување за такви случаи е по природните слојници. Во овој тип на лежишта спаѓат повеќе травертински лежишта на подрачјето на СР Македонија.

После изработката на припремниот усек разработувањето на лежиштето може да се изведе со каменорезни машини, кои ќе претставуваат основна механизација и во фазата на редовна експлоатација.

Потребниот број на резови во копот се определуваат по следната формула:

$$n = Qh L \left(1 + \frac{b}{V_T} \right) + C \cdot \frac{K}{Q \cdot L_K K_2 K_3}$$

каде е:

Qh — часовна производност на копот во m^3/h

V_T — работна брзина на машината

L — должина на фронтот

K_1, K_2, K_3 — коефициенти на претекнување, блоконосност и искористување на каменорезната машина

a, c — параметри на машината

Во продолжените даден е краток приказ на другите показатели за лежиштето „Велмеј“, кое се наоѓа во фазата на припрема.

Лежиштето „Велмеј“ се наоѓа на западната граница од Илинска планина, близу с. Велмеј — Западна Македонија.

Конфигурацијата на теренот во границите на експлоатационото поле претставува плато со благ пад. Надморската висина за целата травертинска појава се движи во границите од 810 до 860 м.

Растојанието од лежиштето „Велмеј“ до

автопатот Охрид — Кичево изнесува 11 км, а до Охрид 30 км.

Пред да се пристапи кон пробната експлоатација извршени се геофизички испитувања, а после тоа и длабинско дупчење.

Најперспективен дел од лежиштето е централниот масив наречен „Бучиште“, каде се докажани вкупни билансни експлоатабилни резерви од 1.688.000 м³.

Покрај рудните резерви со испитателните геолошко-рударско-технолошки работи докажано е уште следното:

— дебелината на травертинската маса варира од 3,8—23,4 м (просек 8,6 м)

— протегањето на травертинската маса е како и кај другите делови во лежиштето, со правец СЗ—ЈИ на должина од сса 1.400 м и вкупна површина од 55 ха

— во централниот дел на Бучиште квалитетот на травертинот е најдобар, а банковитоста се движи од 0,6—2,0 м

— травертинот има добра чврстина и компактноста и изразито тракаста текстура условена од хидрооксидите на железо и манган.

— бојата на травертинот е кремова, а текстурата тракаста

— травертинот добро се обработува и дава високи искористувања.

На рудникот ќе се работи 250 дни во текот на една година, во две продуктивни смени со исклучок на жичарите кои работат непрекинато.

Годишниот план, спрема проектната задача е 5.000 м³/год. комерцијални блокови, односно дневно производство:

$$Q_{\text{ден}} = \frac{5.000}{250} = 20 \text{ м}^3/\text{ден.}$$

Коефициент на искористување на травертинската маса изнесува 35%.

Со изработката на централниот усек и по еден страничен на секое крило почетната припрема е доведена до тој степен да овозможува нормална експлоатација.

Напредувањето се врши по азимут $A_2 = 48^\circ$, а добивањето кон Североисток и Северозапад под прав агол на напредувањето.

Откопните етажи имаат назабен облик и обезбедуваат големи отворени површини.

Минимална ширина на бермите на сите етажи со исклучок на основната ќе биде 25 м. Оваа ширина овозможува маневрирање со механизацијата за утовар како и несметано, проваѓање на превозните средства и луѓе.

Планумот на основната етажа ќе биде знатно поголем и на неа покрај основните операции за добивање ќе бидат поставени и Дерик дигалките.

Планумот на оваа етажа ќе расте со напредувањето на експлоатацијата, така да после почетните 5 години на неа ќе може да се ускладат полуобработените комерцијални блокови.

Експлоатацијата на слојот ќе се врши со 2 етажи. Добивањето на комерцијалните блокови е од откопни блокови. При експлоатацијата, откопните блокови претходат еден на друг и на тој начин се оформува трета слободна површина. Ширината на откопаните блокови е 30 м додека висината достига сса 8 м, а е ограничена со етажните берми на горната и долната етажа. На горната помошна етажа висината варира од 2—10 м.

Ширината на бермите изнад главната и помошна етажа е 20 м.

На тој основ косините на копот се следните:

— косина на јаловинската етажа	45°
— косина на продуктивните етажи	90°
— работна косина	38°
— завршна косина	45°

Во границите на експлоатационото поле ќе се формираат следните етажи:

- јаловинска етажа — откривка
- помошна етажа
- основна етажа добивање

Положбата на фронтот на отворањето и неговото движење (напредување во вид на клин) има низа предности од кои најзначајни се:

- континуирано водење на технолошкиот процес
- двокрилна експлоатација со голема должина на фронтот

— брзо оспособување на лежиштето за постигање на оптимално производство

— кратки транспортни патишта на откопната јаловина и комерцијалните блокови.

I z v o d

Za uspešno otvaranje i razradu travertinskih ležišta, jedan od osnovnih zahteva je formiranje produktivnih etaža u relativno kratkom vremenskom periodu.

Ovaj momentat je primaran, s obzirom na mali intenzitet napredovanja pripremnih radova, zbog minimalne upotrebe eksplozivnih sredstava. Ukoliko otvaranje bude trajalo predugo, može rentabilitet čitavog poduhvata doći u pitanje.

Iz pomenutih razloga pripreme radove (glavne i pomoćne useke) treba tako dimenzionisati, da bi se mogla dobiti što veća količina komercijalnih blokova.

Ako sloj travertina ima veću moćnost od 7 m, pripremi usek izvodi se u više etaža, što je uslovljeno tehničkim mogućnostima opreme, a u prvom redu dubinom rezanja helikoidnom žicom.

Jedna od specifičnosti otvaranja travertinskih slojeva je potreba za visokim stepenom rastvaranja, kako bi se moglo dobiti više slobodnih površina. Ovim se postiže optimalni koeficijent iskorišćenja mase kod redovite eksploatacije.

Iz pomenutih razloga, pored glavnog useka otvaranja izvode se i izvesni pomoćni radovi pripremanja, a to su useci rastvaranja tzv. »bočni — stranični useci«.

Nagib useka zavisi od više činilaca, a u prvom redu od padnog ugla travertinskog sloja. Ako se poklapa simetrala useka sa padom sloja, nagib je maksimalan i može doći do kritične inklinacije, kada je ugrožena sigurnost kočenja kod radne brzine vozila. U ovakvim situacijama mogu se upotrebiti transportna sredstva sa gusenicama ili čelični sanduci, koji se premeštaju Derick dizalicama.

U daljoj razradi ležišta mogu se kod eksploatacije primeniti žične pile ili kamenorezne mašine.

Žične pile su tradicionalni uređaji za eksploataciju srednje tvrdih stena, pa su

dobro poznate njihove tehnološko-tehničke performanse. Zbog toga je u članku obrađena primena kamenoreznih mašina.

Prema sadašnjim sagledavanjima najuspešnija kamenorezna mašina je »Ajkula« koja se proizvodi sa diskom od Ø 2,0 i Ø 2,5. Ovom mašinom mogu se raditi rezovi dubine do 1,0 m. Kod travertina sa izraženom folijacijom vertikalni rezovi izvode se »Aj-

kulom«, dok horizontalno izdvajanje bankova treba nastojati da bude po prirodnim slojnicama. Potreban broj rezova za postizanje određenog kapaciteta izračunava se prema empirijskoj formuli prikazanoj u članku.

Izneti principi primenjeni su kod projektovanja ležišta »Velmej« — koje se nalazi u fazi pripreme.

SUMMARY

Opening and Exploitation of Mild Dip Travertine Layers with a Specific Review of Velmej Deposit — Ohrid

Travertine deposit opening requires the development of productive levels over the shortest possible period. During dimension stone winning deposit development must be intense in order to increase the rate of block mass recovery. Consequently, development works (main and auxiliary cuts) should be designed and sized in a manner yielding maximum free surfaces and maximum commercial blocks during development.

The slope of the main cut is of essential importance for rapid and efficient development. It depends of layer dip angle and the angle closed by the cut symmetrical of stated incline. The use of standard mechanization is preferable during development.

Operative situations allow the use of caterpillar transport means or steel cases and Derrick cranes.

Several methods may be used for travertine winning. The paper presents the method of applying stonecutting machines in a layer with marked foliation.

ZUSAMMENFASSUNG

Aufschluss und Abbauvorrichtung flach gelagerter Travertinschichten mit besonderem Rückblick auf die Lagerstätte Velmej — Ohrid

Beim Aufschluss der Travertinlagerstätte sind Abbauhорizonte in möglichst kurzer Zeit zu bilden. Bei der Gewinnung von Werkssteinen muss die Abbauvorrichtung der Lagerstätte intensiv sein, damit der Ausnutzungskoeffizient der Blockmasse verbessert wird. Aus genannten Gründen sind die Vorrichtungsarbeiten (Haupt- und Hilfseinschnitte) so zu projektieren und zu bemessen, damit möglichst viel Freiflächen und möglichst viel absatzfähige Blöcke im Laufe der Vorrichtung erhalten werden.

Die Neigung des Haupteinschnitts ist von wesentlicher Bedeutung für eine schnelle und wirksame Vorrichtung. Die Neigung des Haupteinschnitts ist vom Schichteneinfallwinkel und von dem Winkel, den die Symmetrale des Einschnitts mit dem genannten Einfallen bildet, abhängig. Bei der Vorrichtung ist der Einsatz einer Standardmechanisierung erwünscht.

Beim Abbau können Raupenförderzeuge oder Stahlkisten und Derrick-Krane eingesetzt werden.

Für den Travertinstein gibt es mehrere Abbauverfahren. In dem Aufsatz wurde die Einsatzweise von Steinsägemaschinen in den Schichten, wo Schieferung ausgedrückt ist, behandelt.

РЕЗЮМЕ

Вскрытие и разработка слоёв известкового туфа с небольшим уклоном, применительно к Велмей-Охридскому месторождению

При вскрытии месторождения известкового туфа необходимо формировать эксплуатационный горизонт в возможно короткий срок. При добыче декоративного камня вскрытие месторождения должно проводиться ускоренным темпом в целях улучшения коэффициента использования массы в блоках. По этим причинам подготовительные работы (главная и вспомогательные траншеи) необходимо проектировать и размеры определять с расчётом получения возможно большей обнажённой поверхности и возно большего числа коммерциальных блоков в периоде подготовительных работ.

Уклон главной траншеи играет основную роль для скорого и эффективного проведения подготовительных работ. Он зависит от угла залегания пласта и от угла захватывающего осью траншеи в отношении направления падения пласта. Подготовительные работы желательно проводить при помощи стандартной механизации.

В некоторых случаях возможно применение самоходного транспортного оборудования или стальные ящики и мачтовый кран.

Разработка известкового туфа возможна несколькими способами. В статье разработан способ применения камнерезной машины в слое с выраженным разлистыванием.

Литература

- Поповик, Н., 1975: Научне основе проектовања површинских копова, „Веселин Маслеша”, Сарајево.
- Робљек, В., 1975: Површинска експлоатација минералних сировина, Институт за за рударство, Тузла.
- Валюжинич, В., 1975: Справочник по добыче и переработке нерудных строительных материалов, — Стройиздат, Ленинград.
- Михельсон, Р. В., Беришвили, Г. А., 1973 Новые методы изготовления блочного камня, — Менуиереба Тбилиси.
- Симоновски, Б., 1975: Идеен проект за травертинското лежиште „Велмеј”, Рударски институт — Скопје.
- Кепески, Б., 1976: Идеен проект за травертинското лежиште „Липково”, Рударски институт, Скопје.

Autor: dipl. ing. Boris Kepeski, Rudarski institut — Skopje.

Recezent: dipl. ing. Branislav Simonovski, Rudarski institut — Skopje.

Otkopavanje rudnih žica magacinskom otkopnom metodom u rudniku »Zletovo«

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Uroš Aritonovski

Uvod

U rudniku »Zletovo«, od početka eksploatacije ležišta, u primeni je otkopna metoda horizontalnog krovnog otkopavanja sa zasipom. Zadnjih nekoliko godina, međutim, eksperimentima se, na osnovu odgovarajuće dokumentacije, vrše ispitivanja mogućnosti primene drugih otkopnih metoda, kod otkopavanja rudnog ležišta. Kod toga je magacinska otkopna metoda najviše praktično primenjena i dokazala svoje očigledne prednosti u poređenju sa pomenutom metodom. U nastupajućem periodu treba, međutim, mogućnost za primenu magacinske otkopne metode kod eksploatacije ovog rudnog ležišta, maksimalno iskoristiti. Ipak, zbog nepovoljnih fizičko-mehaničkih osobina stena u neposrednoj okolini rudnih žica, što je posledica hidrotermalnih izmena, primena magacinske otkopne metode je ograničena na oko 20% od ukupne proizvodnje rude na rudniku, uz intenzivniju primenu sidra, za osiguranje otkopa.

Ovde se ukratko daju karakteristike rudnog ležišta, opis otkopnih metoda, tehničko-ekonomski pokazatelji, zaključak sa upoređenjem osnovnih parametara uz komentar o problemima, koji prate primenu ove otkopne metode, kod eksploatacije Dobrevskog ležišta.

Rudarsko-geološke karakteristike ležišta

Dobrevsko se rudno ležište nalazi u efuzivnim stenama Kratovsko-Zletovske vulkanske oblasti. Orudnjenje je lokalizovano u dacitsko-andezitskim stenama i njihovim tufovima, kod čega su daciti više zastupljeni. Granice između dacita i andezita nisu oštre, već su prelazi postepeni.

Dacitsko-andezitske stene (češće daciti) zahvaćene su hidrotermalnim promenama (propilitizacijom, kaolinizacijom itd.) usled čega su manje ili više trošne.

Olovo-cinkano orudnjenje je subvulkansko-hidrotermalnog porekla, sa plutonsko-hidrotermalnim karakteristikama. Javlja se u obliku rudnih žica pukotinskog tipa, koje pretežno imaju pružanje SZ-JI i pad od 40° do 90°, prema SI. Rudne žice imaju veoma visok rudonosni koeficijent, kao i veći stepen morfološke postojanosti. Eksploatacijom i istražnim radovima kontinuitet orudnjenja je dokazan po pružanju na preko 5 km, a po padu više od 1 km, kod čega se u oba pravca ne zapaža isklinjenje.

Rudne se žice sastoje od većeg broja sočivastih zadebljanja, koja su međusobno povezana tanjim delovima žice. Sočiva su obično veoma izduženog oblika i manje moćnosti, ali su isto tako moguća veća zadebljanja žica u vidu rudnih stubova. Uz ovakve

rudne stubove, obično su vezane moćne impregnacione zone sa mestimičnim štokverknim orudnjenjem, naročito u krovinskim delovima žice, čija moćnost, zajedno sa impregnacionom zonom, može biti i preko 15 m. Normalno, moćnost se rudnih žica kreće u širokim granicama od 0,10 m do preko 7,00 m. Glavne se rudne žice granaju u manje ili veće apofize, a presecaju ih takođe rudne žice drugostepenog značaja.

U otvorenom delu rudnog ležišta, količina podzemnih voda je relativno mala, dok će se ona, u dubljim delovima ležišta, naročito povećati.

Ruda je kompaktna i čvrsta, te kod otkopavanja ne predstavlja problem. Susedne stene, ako nisu u većem obimu zahvaćene hidrotermalnim promenama, takođe su čvrste i kompaktna, te predstavljaju pogodnu sredinu za izradu podzemnih prostorija. Međutim, ove su stene, kod većeg broja rudnih žica, veoma intenzivno zahvaćene hidrotermalnim procesima, tako da su na kontaktu sa rudnom žicom, u većem ili manjem obimu, sklone intenzivnom zarušavanju, dok su kod manjeg broja ovih žica, te promene manjeg intenziteta. Po pravilu, kod tanjih žica, ove su promene susednih stena manje, a kod moćnijih rudnih žica, one su zapaljenije.

Otvaranje i razrada ležišta

Na koti 650 m, u Dobrevu, nalaze se uprava, priručne radionice, kompresornica, kupatilo itd. Do ove kote (horizonti 620—625) je ležište u sva četiri revira otvarano potkopima sa površine. Kod toga su potkopi na različitim nivoima, kao i sami reviri. Dublji delovi jame 1 i 2 otvoreni su vertikalnim i kosim oknom, dok za otvaranje ležišta u revirima 2, 3 i 4 ispod postojećih potkopa, postoje slepa okna, manjeg profila i dubine.

Vertikalno okno u jami 1 izrađeno je od površine na koti 671,00 m do horizonta 350 u dužini od oko 250,00 m. Okno ima profil $D = 3,60$ m i obloženo je betonskom oblogom. Opremljeno je izvoznom mašinom sistema »Koepe«, skipom nosivosti 5 tona i dvoetažnim košem za jednovremeni prevoz 30 radnika. Brzina prevoza je 8,00 m/s. Izvoz rude se vrši oknom iz jame 1, a u per-

spektivi ono treba da služi i za otvaranje ostalih revira (jama) kao i jame 1, do horizonta 150. U programu je izrada servisnog, vertikalnog okna, u blizini sadašnjeg.

Koso okno je izgrađeno pod uglom od 64° , od površine do horizonta 400, u dužini od 245,00 m. Okno ima pravougaoni profil $3,70$ m² i podgrađeno je drvetom. Opremljeno je izvoznom mašinom sa bubnjevima, skip-košem i protutegom. Služi kao servisno okno, do spomenutog horizonta. Ležište je potkopima sa površine ili hodnicima iz ostalih objekata otvaranja podeljeno na horizonte, vertikalne međusobne visine od oko 50 m. Kapitalni hodnici se izrađuju u podini rudnih žica, sa profilom $5,50$ — $6,00$ m² i padom 3 — $5^\circ/00$.

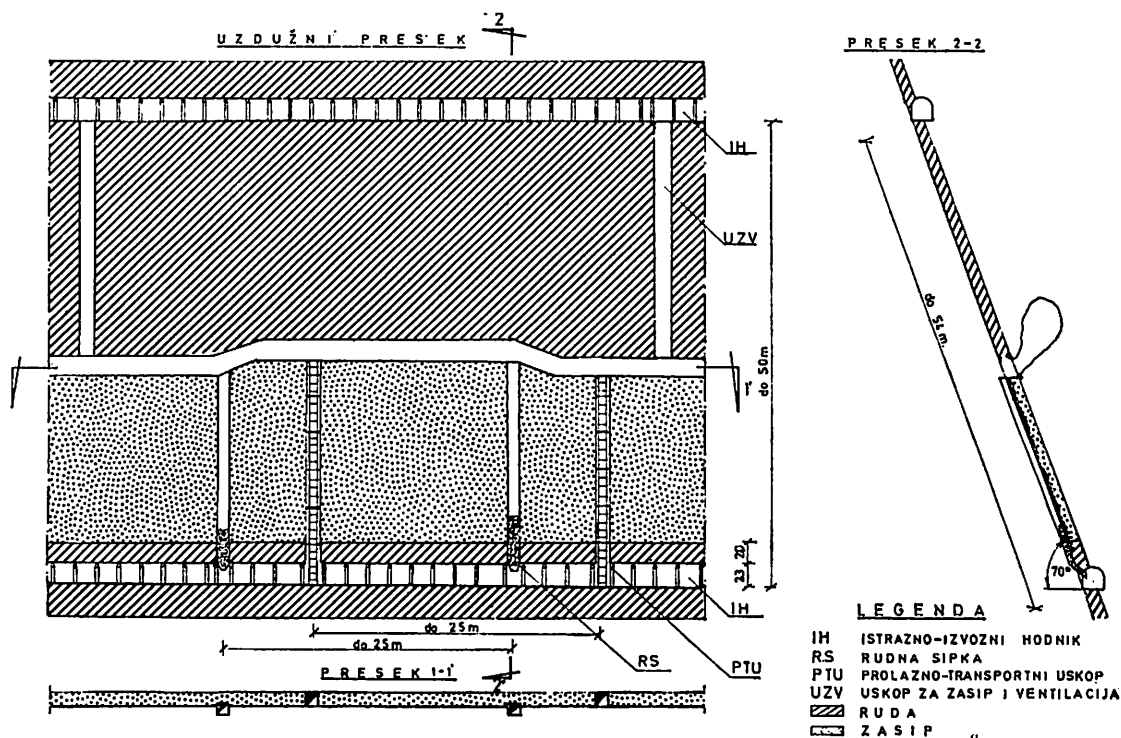
Dosadašnja metoda otkopavanja

Od početka eksploatacije rude u Dobrevskom ležištu u primeni je otkopna metoda horizontalnog krovnog otkopavanja sa zasipanjem.

Priprema otkopa i eksploatacija počinje iznad istražnog hodnika u rudnoj žici. Kod žica moćnosti do 2 m se iznad hodnika ne ostavlja zaštitni stub, dok kod moćnijih žica eksploatacija počinje tek iznad njega.

Na rastojanju 20—25 m, najpre se izrađuju rudne sipke u podini rudne žice, sa jednom stranom (obloženom gustom podgradom) prema otkopu, poprečnog preseka $0,6 \times 0,8$ m. Na rastojanju 10—15 m od sipki izrađuju se prolazno-transportni uskopi, kroz rudu, preseka $1,2 \times 1,2$ m. Po pružanju rudne žice, na rastojanju od oko 50 m, izrađuju se uskopi do gornjeg horizonta, kroz rudu poprečnog preseka $1,2 \times 1,6$ m, koji služe za ventilaciju otkopa, eventualno dopremanje zasipa sa gornjeg horizonta, dotur građe itd.

Otkopavanje se odvija obaranjem rude u horizontalnim pojasima od 1,2—1,8 m visine, minskim bušotinama 1,2—1,8 m dužine, koji se buše koso, pod uglom od 45 — 60° . Bušenje se vrši vodenim ispiranjem, bušačim čekićima RK21, potpornom nogom RVN70, monoblok burgijama dužine 1,2—1,6 m i prečnika dleta 32—36 m. Miniranje se vrši praškastim amonalom i električnim upaljačima. Transport rude do rudnih sipki



Sl. 1 — Otkopna metoda horizontalnog krovnog otkopavanja sa zasipom — Rudnik Zletovo.

i zasipa, vrši se ručnim kolicima, jamskim vagonetima sadržine 0,50 m³, ili, kod moćnijih rudnih žica, mehaničkim utovaračima T2GH, KAVO 310 i skreperima.

Zasip se najčešće dobija iz jamskih mlina, otkopa za zasip, ili ređe sa površine.

Otkopni učinak, sa otkopnom pripremom, se kreće u granicama 2,00—3,00 t/nad. Troši se po toni rude 0,583 kg eksploziva, 1,662 kom. el. upaljača, 0,016 m³ jamskog drveta, 0,003 kom. burgija, 15,03 kWh el. energije itd.

Vanplansko osiromašenje, kod ove otkopne metode je oko 13,50%, dok je iskorišćenje rudne supstance 95%.

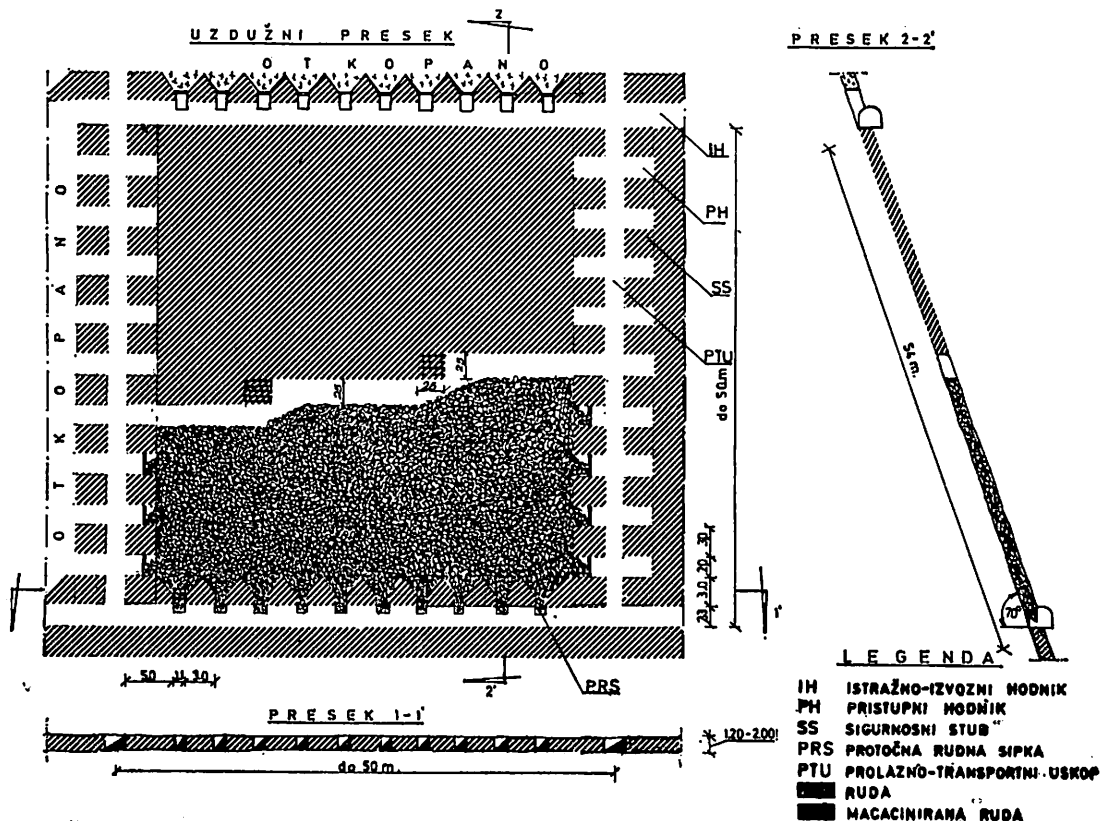
Pripremni radovi (uskopi, sipke i hodnici) se izrađuju u obimu 39,30 mm, odnosno oko 0,15 m³/t otkopne rude.

Prosečno godišnje napredovanje otkopa po visini je oko 15 m, odnosno intenzitet otkopavanja je 45 t/m² god.

Kratki opis magacinske otkopne metode

Detaljna priprema otkopa počinje izradom uskopa do gornjeg horizonta, na međusobnom horizontalnom rastojanju do 50 m, čime je, zavisno od lokalnih prilika, izvršena podela otkopa po pružanju i po padu rudne žice. Uskopi se izrađuju u rudnoj žici, profila 2,00 × 1,20 m, a podeljeni su na odeljenje za rudnu sipku (0,80 × 1,20 m) i prolazno-transportno odeljenje (1,00 × 1,20 m). Odeljenja su međusobno odvojena drvenom podgradom i daskama. Od uskopa do otkopa se izrađuju kratki pristupni hodnici (2,00 × 1,20 m) između kojih su sigurnosni stubovi (3,00 × 3,00 × 1,20 m). Time je obezbeđena intenzivna ventilacija i pristup do otkopa na svakom nivou.

Obaranje rude se vrši bušenjem bušotina srednjeteškim bušalicama BBC 91W i miniranjem u segmentima (2,50 × 2,50 × 1,20 m) od uskopa do uskopa i zadizanjem otko-



Sl. 2 — Magacinska otkopna metoda — I Rudnik Zletovo.

pa odozdo na gore. Zapreminski višak rude (oko 40% od ukupne količine) se toči iz otkopa, a ostatak ostaje u otkopu, dok se zadizanjem ne stigne do gornjeg horizonta.

Utovar rude se vrši u jamske vagone od 0,80 m³ preko protočnih rudnih sipki, a kod moćnijih rudnih žica, pomoću mehaničkog utovarača na šinama (EIMCO 12B) ili na gumenim točkovima (KAVO 310) preko utovarnih hodnika, izrađenih u podini rudne žice.

Ispod gornjeg horizonta se ostavlja sigurnosna ploča širine 3,00 m ili u tu svrhu služe zabarikadirane protočne rudne sipke gornjeg otkopa i stubovi između njih. Osiguranje bokova otkopa se vrši železnim sidrima dužine 1,20 m.

Zavisno od lokalnih prilika, sigurnosni stubovi sa jedne strane uskopa mogu se likvidirati pre konačnog pražnjenja otkopa.

Lociranjem više otkopa po pružanju rudne žice, koji su jednovremeno u radu, može se stvoriti bolja organizacija rada, a kao rezultat toga i veći učinci.

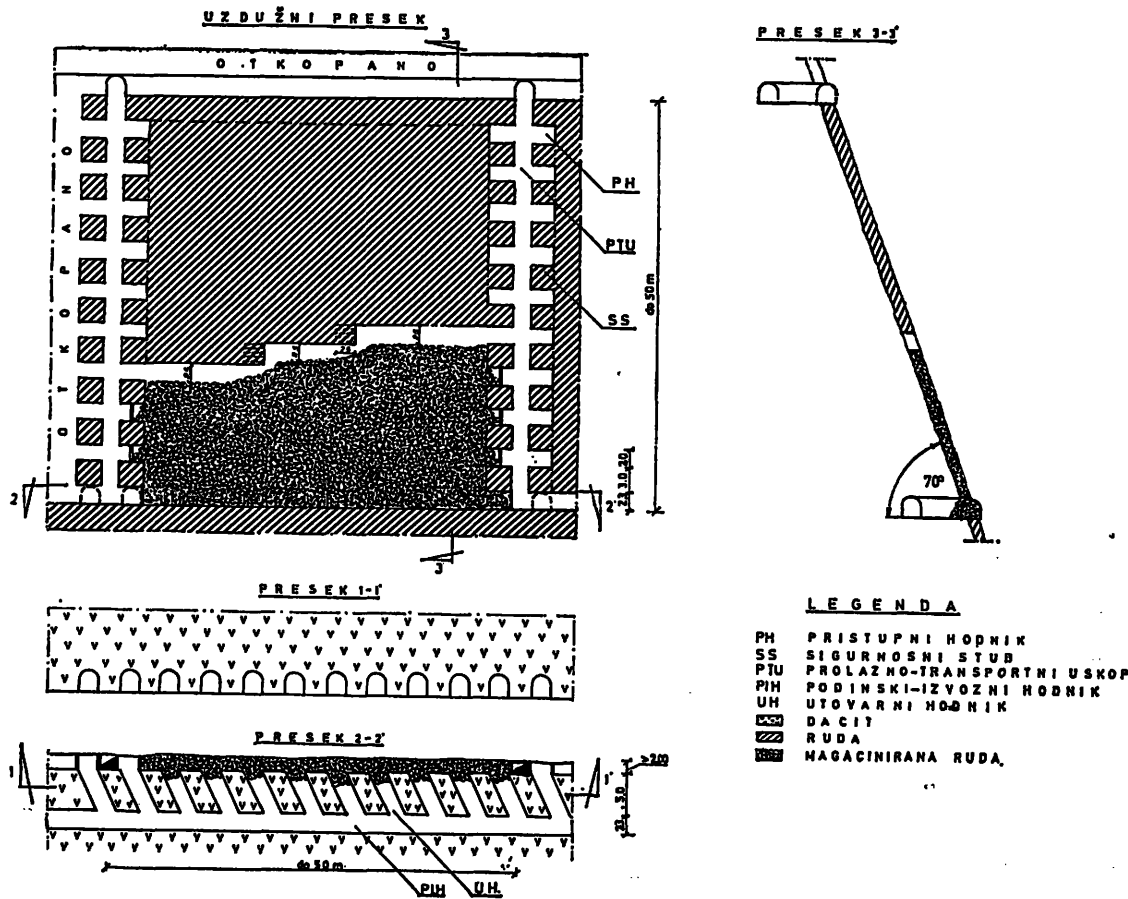
U slučaju većeg prekida rudne žice po padu, otkop se deli po visini u dva dela, kod čega se ruda sa gornjeg dela otkopa vagonetima toči kroz granične uskope na donji horizont.

Tehničko-ekonomski pokazatelji

Teoretski dobiveni parametri ove otkopne metode imaju praktičnu potvrdu kroz dosadašnju primenu u rudniku, kod čega se oni, uglavnom, ostvaruju, uz prateće probleme, o kojima će ukratko biti reči u daljem izlaganju.

Iskorišćenje i osiromašenje rude. — Iskorišćenje rudne supstance je odnos dobivene i ukupne rude u otkopu, a određuje se prema formuli:

$$I = \frac{R - (SS + SP) 1,20}{R} \times 100 (\%)$$



Sl. 3 — Magacinska otkopna metoda — II Rudnik Zletovo.

gde je:

R — rudne rezerve u otkopu ili bloku

SS — sigurnosni stubovi, koji trajno ostaju neotkopani (oko 50% od prvobitno ostavljenih, kod obe varijante)

SP — sigurnosne ploče. Kod tanjih žica (var. I) u ovoj su ploči izrađene protočne rudne sipke iznad donjeg hodnika, dok kod moćnijih rudnih žica (var. II) ove se ploče ostavljaju cele, ispod gornjeg hodnika

1,20 — trajno neotkopana količina rude se povećava za 20% na ime nepredviđenih gubitaka.

Iskorišćenje rudne supstance, kod ove metode je preko 90%. Za žile moćnosti 1,20

m, kod širine i vertikalne visine otkopa 50 m (var. I) iskorišćenje iznosi:

$$I = \frac{9.396 - (313 + 235)1,20}{9.396} \times 100 = 93,00\%$$

Kod rudne žice moćne 2,50 m, za otkop istih dimenzija (var. II) iskorišćenje rudne supstance u otkopu iznosi:

$$I = \frac{19.575 - (653 + 914)1,20}{19.575} \times 100 = 90,40\%$$

Zapreminska težina rude u računu je uzeta 2,90 t/m³. Da bi se gubici rude kod otkopavanja održali u predviđenim granicama ili još više smanjili, iskustvo je pokazalo, da je naročito važno, pre određivanja lokacije i dimenzije otkopa, istražnim

radovima preciznije odrediti karakteristike rudne žice. Dalje je potrebno postići maksimalni intenzitet otkopavanja, kako bi što manje bilo vremena za odronjavanje bokova otkopa, a sidrenje otkopa bilo primenjeno u potrebnom obimu; sekundarnim miniranjem treba obezbediti potrebnu granulaciju oborene rude u otkopu.

Svi prethodni uslovi doprinose boljem iskorišćenju rudne supstance, kao i čistijem otkopavanju.

Kod veoma tankih rudnih žica, moćnosti manje od 1,20 m, obračunava se plansko osiromašenje, jer su otkopi najmanje toliko široki. Vanplansko osiromašenje se obračunava kao odnos metala koji je dobiven i onog koji je u rudi, prema geološkim rezervama:

$$OS = \left(1 - \frac{D}{G} \right) 100 (\%)$$

gde je:

D — dotok metala ($Pb + Zn$) sa rudom u flotaciji (%)

G — količina metala ($Pb + Zn$) u rudi, prema geološkim rezervama (%)

Osiromašenje, kod primene ove otkopne metode u odgovarajućim uslovima na ovom rudnom ležištu, ocenjuje se da ne prelazi 10%, što treba daljim ispitivanjima potvrditi.

Koeficijent pripremnih radova. — Kod prve varijante se pripremni radovi izrađuju u rudi i to u sledećem obimu:

$K_1 = 29,07$ mm/t, odnosno $0,10$ m³/t otkopne rude.

Prema drugoj varijanti, oko 33% pripremnih radova se izrađuju kroz jalovinu i to u nešto većem obimu:

$K_2 = 32,02$ mm/t, odnosno $0,13$ m³/t otkopne rude.

Kapacitet otkopa i intenzitet otkopavanja. — Za minimalnu širinu od 1,20 m, kapacitet otkopa je:

$$Q = 24 \text{ t/smenu.}$$

Ovaj se kapacitet odnosi na fazu, u kojoj se otkop zadiže po visini, odnosno, ta količina rude predstavlja zapreminski višak, koji se stvara nakon obaranja rude u otkopu. U fazi pražnjenja otkopa, njegov »kapacitet« zavisí od kapaciteta transporta i plana proizvodnje cele jame, pa je tako moguće, u kraćem periodu, da on bude dvostruko veći. Ipak, radi neophodnog kontinuiteta u proizvodnji je potrebno, da više otkopa radi jednovremeno i sinhronizovano.

Ovakvim kapacitetom otkopa, preračunato na njegovu aktivnu površinu između dva horizonta, može se postići veoma visok intenzitet otkopavanja, odnosno:

$$I = 120 \text{ t/m}^2 \text{ god.}$$

— Učinci

Obaranje rude, osiguranje, sidrenje i sekundarno miniranje	14,70 t/nad.
Utovar rude u vagone preko sipki i odvoz do sabirnog mesta	39,00 t/nad.
Utovar rude u vagone sa mehaničkim utovaračima	49,00 t/nad.
Izrada pripremnih objekata	0,20 m/nad.

— Normativni materijali

Eksplziv	0,572 kg/t
Električni upaljači	0,600 km/t
Monoblok burgije	0,00457 kom/t
Drvo	0,00280 m ³ /t
Železo za sidra	0,113 kg/t
Električna energija	15,00 kWh/t

Zaključak

Obe varijante magacinske otkopne metode imaju dobre tehničko-ekonomske karakteristike, koje višestruko opravdavaju njihovu primenu kod otkopavanja ovog rudnog ležišta i to u obimu, koji maksimalno dozvoljavaju prilike u samom ležištu.

Kod manje moćnosti rudnih žica, do 2,00

m, više je opravdana primena prve varijante (sa pripremom isključivo u rudnoj žici i utovarom preko protočnih rudnih sipki).

Kod moćnijih rudnih žica, preko 2,00 m, prednosti druge varijante su naročito izražene (sa delimičnom pripremom u podini rudne žice i utovarom sa mehaničkim utovaračima).

Magacinska otkopna metoda, u poređe-

nju sa metodom horizontalnog krovnog otkopavanja sa zasipom, ima očigledne prednosti, koje navode na to, da treba ići na njenu što širu primenu. U vezi sa tim, treba izvršiti dalja ispitivanja, u cilju što tačnijeg određivanja parametara ove otkopne metode, kao i radi ispitivanja mogućnosti proširenja njene primene, kod eksploatacije ovog rudnog ležišta.

SUMMARY

Mining of Ore Veins by Shrinkage Stopping In Mine Zletovo

The paper deals with the shrinkage stopping method used for ore veins mining in Mine Zletovo.

First, the old method of caved mining is described, the only mining method used until recently for the exploitation of this lead-zinc deposit. However, on the basis of feasibility calculations and practice data a new method was successfully introduced fully described in the paper.

ZUSAMMENFASSUNG

Abbau der Erzgänge mit Blockbruchbauverfahren in der Grube Zletovo

In dem Aufsatz wurde die Abbauweise der Erzgänge mit Blockbruchbauverfahren, das in der Grube Zletovo angewandt wird, dargestellt.

Zuerst wurde das alte Abbauverfahren mit Versatz, welches bis vor kurzer Zeit die einzige Abbauweise dieser Blei-Zing-Lagerstätte war, wiedergegeben Auf Grund der technisch-wirtschaftlichen Berechnungen und der Daten aus der Praxis ist man auf das neue Abbauverfahren mit Erfolg übergegangen, welches in diesem Aufsatz ausführlich beschrieben wurde.

РЕЗЮМЕ

Разработка рудных жил с маганизированием руды на руднике „Злетово“

В статье изложена система разработки рудных жил магазинированием руды, которая применяется на руднике „Злетово“.

В начале описывается старая система разработки с закладкой выработанного пространства, которая до скорого времени была почти единственной, при эксплуатации этого свинцово-цинкового месторождения.

На базе техно-экономических расчетов и практических данных, в конце статьи даны выводы для успешного применения этой системы.

Literatura

1. Agoškov, M. I., Muhin, M. E., Nazarićik, H. F., Momšurov, L. A., 1960: Sistema razrabotki žilnih mestoroždenij, Moskva.
2. Vypusk i dostavka rudi pri podzemnoj dobyče — Moskva 1964. god.
3. Dopunski projekat magacinske otkopne metode za rudnik »Zletovo« — Rudarski institut — Skopje 1974. god.

Autor: dipl. ing. Uroš Aritonovski, Rudarski institut — Skopje.

Recenzent: prof ing. Branko Gluščević, Rudarsko-geološki fakultet — Beograd.

Tehnološke mogućnosti za proizvodnju koncentrata magnetita iz jalovine flotacije u Majdanpeku

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Milan Milošević — dipl. ing. Miloljub Grbović

Uvod

Kompleksna valorizacija korisnih supstanci iz ruda je jedan od zadataka koji je naše rudarstvo do sada rešavalo sa malo uspeha. Priroda nas je obdarila brojnim rudama metala, pa se često hvalimo kako naše rude pored osnovnih metala sadrže i brojne prateće korisne supstance kao što su: zlato, srebro, selen, galijum, cirkon, molibden, renijum, magnetit, hematit, vanadijum, i sl. Nažalost, na konstataciji da smo »bogatiji rudama« se u većini slučajeva i završava priča o raznovrsnosti naših rudnih ležišta.

Iz ruda bakra se u većini slučajeva koristi samo bakar. Koncentrat pirita se dobija sa konstantnim iskorišćenjem i promenljivim kvalitetom. Zlato i srebro se koristi onoliko, koliko proces flotiranja bakra dozvoljava, bez naročite brige o povećanom iskorišćenju. Molibden, magnetit, renijum, vanadijum, kaolin i mnoge druge vredne mineralne komponente se uopšte ne koriste iz naših ruda bakra.

Ruda bakra Majdanpek, pored bakra, sadrži značajne količine pirita, magnetita, vanadijuma, zlata, srebra, molibdena, renijuma i nekih drugih korisnih elemenata. Zasad se koristi samo bakar, a zlato i srebro se u flotaciji izdvaja onoliko, koliko to proces flotiranja bakra omogućava.

U prošlosti su vršena brojna laboratorijska i poluindustrijska, dugoročna i skupa tehnološka istraživanja koncentracije magnetita iz flotacijske jalovine rude bakra Majdanpek. Istraživanje se uvek završavalo konstatacijom da se »u tehničko-tehnološkom smislu« može uspešno proizvesti koncentrat magnetita.

Da bi se praktično došlo do valorizacije magnetita iz flotacijske jalovine rudnika bakra Majdanpek, početkom 1975. godine je angažovan Rudarski institut da izvrši proveru ranije ostvarenih tehnoloških ispitivanja i razradi investicioni program izgradnje postrojenja za proizvodnju magnetita.

Institut je izvršio industrijska ispitivanja, potvrdio rezultate ranijih istraživanja i razradio Investicioni program po kome se isplati graditi postrojenje za proizvodnju koncentrata magnetita.

Predmet ovog članka je da prikaže rezultate ispitivanja koje je izvršio Rudarski institut. Osnovne koncepcije projekta i ekonomski podaci o značaju podizanja postrojenja će biti prikazani u jednom od narednih brojeva »Rudarskog glasnika«.

Opšti deo

Orudnjenje Majdanpeka spada u red velikih porfirskih ležišta bakra.

Pored minerala bakra (halkopirit kao glavni rudni mineral, bornit, tetraedrit i dr.) ima pirit i podređeno molibdenita, magnetita i hematita. Sličan mineraloški sastav imaju manje-više sva ležišta koja su vezana za vulkansko intruzivne stene u Jugoslaviji: Veliki Krivelj kod Bora i Bučim kod Rudovišta u Makedoniji.

Magnetit je mineral koji se javlja veoma često u ležištu Majdanpek. Od ukupnog učešća svih rudnih minerala, kojih ima oko 9%, sulfidi (pirit, halkopirit i dr.) su zastupljeni sa oko 5—6%, magnetit sa hematitom od 1—2%, a ostali metalični minerali čine oko 1%.

Interesantno je napomenuti, da se magnetit ne nalazi svuda ravnomerno raspoređen, već da se javlja u većim ili manjim koncentracijama u različitim zonama ležišta. Ovo je važan momenat da se zna, jer na osnovu ovih podataka se mora planirati buduća proizvodnja magnetita.

Imajući u vidu da se u ležištu Majdanpek nalazi nekoliko miliona tona magnetita i da je u 1975. godini završena i jedanaesta sekcija flotacije, onda se može na bazi svih ispitivanja pretpostaviti, da se iz jalovine flotacije bakra u Majdanpeku može u perspektivi očekivati proizvodnja koncentrata magnetita od oko 110.000 t godišnje sa sadržajem Fe od oko 62%.

Mora se napomenuti da i pored ovako niskog sadržaja magnetita u jalovini od oko 1%, veoma niski troškovi proizvodnje, sadašnje cene koncentrata i odsustvo troškova otkopavanja i usitnjavanja omogućuju ekonomičnu proizvodnju.

Zadatak izvršenih ispitivanja bio je, da se postigne što kvalitetniji koncentrat magnetita sa najvećim mogućim iskorišćenjem gvožđa uz što niže troškove proizvodnje.

Industrijska ispitivanja

Prva faza obuhvatala je industrijska ispitivanja mogućnosti primene mokromagnetne koncentracije za izdvajanje magnetita iz jalovine flotacije.

Za industrijska ispitivanja mokromagnetne koncentracije magnetita iz jalovine flotacije u Majdanpeku korišćen je industrijski mokri magnetni separator »poluprotivutočnog« tipa, proizvodnje SSSR.

Karakteristike separatora su:

- prečnik bubnja \varnothing 800 mm
- širina bubnja 2500 mm
- tip separatora: poluprotivutočni RBM-4-PP
- jačina magnetnog polja na površini bubnja 800 Gaussa
- kapacitet separatora 25—120 t rude na čas
- snaga pogonskog elektromotora 3 KW.

Industrijski separator je bio instaliran ispod jednog reda flotacijskih ćelija i celokupna jalovina tog reda u količini od oko 26 t/h ili oko 100 m³/h pulpe prolazila je kroz magnetni separator.

Kontrola tehnološkog procesa je vršena preko automatskih uzimača uzoraka na ulazu u separator, na koncentratu i jalovini separatora.

Na osnovu industrijskih ispitivanja, vršenih u jednomesečnom periodu, dobijeni su sledeći prosečni rezultati:

— ulazi u industrijski separator	3,31% Fe
— grubi koncentrat	39,03% Fe
— jalovina primarnog magnetnog separatora	2,96% Fe
— iskoristivo ukupno gvožđe u fazi magnetnog separatora	0,55 %
— težinsko iskorišćenje grubog magnetnog koncentrata	1,51%
— iskorišćenje gvožđa u fazi grube magnetne koncentracije	16,95%

Poluindustrijska ispitivanja

Pored industrijskih izvršena su i poluindustrijska ispitivanja na mokrom magnetnom separatoru tipa »Sala« i to na uzorcima sastavljenim od mesečnih kompozita iz dvogodišnjeg rada pogona (1973. i 1974. g.). Zadatak ovih ispitivanja bio je da se proverí efekat procesa koncentracije, kao i srednji sadržaj magnetita, za duži vremenski period, s obzirom da je magnetit neravnomerno raspoređen u prerađivanoj rudi.

Rezultati ovih ispitivanja na uzorku kompozita flotacijske jalovine prikazani su u tablici 1 za 1973. g. i u tablici 2 za 1974. god.

Tablica 1

Proizvodi	T %	Fe %	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	4,64	100,00
Koncentrat	1,72	43,01	15,94
Jalovina	98,28	3,97	84,06

Tablica 2

Proizvodi	T %	Fe %	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	3,50	100,00
Koncentrat	2,05	31,31	18,34
Jalovina	97,95	2,94	81,66

Rezultati ispitivanja na kompozitu ulazne rude u proces flotiranja prikazani su u tablici 3 za 1973. i u tablici 4 za 1974. god.

Tablica 3

Proizvodi	T %	Fe %	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	3,91	100,00
Koncentrat	1,80	31,30	14,47
Jalovina	98,20	3,43	85,53

Tablica 4

Proizvodi	T %	Fe %	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	4,06	100,00
Koncentrat	3,16	22,42	17,20
Jalovina	96,84	3,47	82,80

Na osnovu industrijskih ispitivanja i ispitivanja vršenih na kompozitima ulazne sirovine i jalovine flotacije u 1973. i 1974. godini može se reći, da dobijeni rezultati manje-više odgovaraju jedni drugima; kako po sadržaju gvožđa u koncentratu tako i po iskorišćenju.

Izvesne razlike koje se javljaju u kvalitetu koncentrata dopunjavaju se različitim iskorišćenjima korisne komponente.

Industrijskim i poluindustrijskim ispitivanjima je dokazano da se može dobiti

grubi koncentrat magnetita sa oko 38% Fe i iskorišćenjem ukupnog gvožđa od oko 17%, odnosno magnetita od oko 90%.

Poluindustrijska ispitivanja, kao i industrijska, ukazuju da sadržaj ukupnog iskorištivog magnetitnog gvožđa od oko 17%, koje se sastoji od opiljaka drobećih tela i magnetita iz flotacijske jalovine približno održavaju i prosek sadržaja korisnih komponenti kako za period od dve godine, tako isto i za period rada industrijskog magnetnog separatora. Rezultati dobijeni tretmanom rovnog uzorka su nešto slabiji kako po kvalitetu koncentrata tako isto i po iskorišćenju. To je normalno, jer u ulaznoj rudi nema ostataka drobećih tela kao što je slučaj u jalovini flotacije.

Prečišćavanje grubog koncentrata

U cilju ispitivanja mogućnosti dobijanja kvalitetnih koncentrata magnetita iz grubog koncentrata dobijenog industrijskim mokrim magnetnim separatorom, izvršena su poluindustrijska ispitivanja prečišćavanja grubog koncentrata sa i bez dopunskog mlevenja.

U prvoj fazi rada vršeni su opiti prečišćavanja grubog koncentrata magnetita bez dopunskog mlevenja na mokrom magnetnom separatoru permanentnog magnetnog polja tipa »Sala« pri različitim intenzitetima magnetnog polja i to:

- 1 — prečišćavanje 800 Gaussa
- 2 — prečišćavanje 700 Gaussa i
- 3 — prečišćavanje 600 Gaussa.

Rezultati ispitivanja trostrukog prečišćavanja grubog koncentrata sa demagnetizacijom koncentrata i pri različitom intenzitetu magnetnog polja, daju se u tablicama 5, 6 i 7.

Tablica 5

Prečišćavanje grubog koncentrata

Proizvodi	T %	Fe %	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	39,68	100,00
Koncentrat	75,52	50,90	96,88
Jalovina	24,48	5,06	3,12

Tablica 6

Prečišćavanje grubog koncentrata

Proizvodi	T%	Fe%	Raspodela Fe%
Ulaz	100,00	50,81	100,00
Koncentrat	93,80	53,22	98,25
Jalovina	7,20	12,35	1,75

Tablica 7

Prečišćavanje grubog koncentrata

Proizvodi	T%	Fe%	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	53,52	100,00
Koncentrat	98,87	53,89	99,54
Jalovina	1,13	21,78	0,46

Prikazani rezultati prečišćavanja grubog koncentrata ukazuju da se trostrukim prečišćavanjem i različitim intenzitetom magnetnog polja bez domeljavanja ne mogu dobiti zadovoljavajući kvaliteti koncentrata.

Makroskopskim i mikroskopskim posmatranjima utvrđeno je da se u ovakvim uslovima otvaranja sirovine, a kod finoće mliva od oko 60% — 0,074 mm, ne postiže odgovarajuće otvaranje sirovine, a time ni dovoljno oslobađanje korisne komponente od prateće jalovine.

Kako je prvo prečišćavanje dalo najbolji rezultat i podiglo kvalitet koncentrata od 39,69% Fe na 50,90% Fe, a druga dva samo za tri procenta, tj. na 53,89%, sva dalja ispitivanja koncentracije vršena su sa dopunskim mlevenjem na jedanput prečišćenom grubom koncentratu.

S obzirom na nezadovoljavajuće rezultate prethodnih ispitivanja bez domeljavanja grubog koncentrata u daljim ispitivanjima vršeno je domeljavanje jedanput prečišćenog koncentrata i ispitivan uticaj finoće domeljavanja na dalje prečišćavanje.

Rezultati dvaput prečišćenog koncentrata magnetita, a u zavisnosti od finoće mliva, prikazani su u tablicama 8 do 13.

Tablica 8

Finoća mliva 65,6% — 0,074 mm

Proizvodi	T%	Fe%	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	48,16	100,00
Koncentrat	86,98	53,93	97,39
Jalovina	13,02	9,63	2,61

Tablica 9

Finoća mliva 72,9% — 0,074 mm

Proizvodi	T%	Fe%	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	50,44	100,00
Koncentrat	85,73	57,99	97,40
Jalovina	15,27	8,61	2,60

Tablica 10

Finoća mliva 77,7% — 0,074 mm

Proizvodi	T%	Fe%	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	50,44	100,00
Koncentrat	84,73	59,72	97,00
Jalovina	15,27	8,34	3,00

Tablica 11

Finoća mliva 83,15% — 0,074 mm

Proizvodi	T%	Fe%	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	50,00	100,00
Koncentrat	79,37	60,83	96,56
Jalovina	20,63	8,34	3,44

Tablica 12

Finoća mliva 87,30% — 0,074 mm

Proizvodi	T%	Fe%	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	49,93	100,00
Koncentrat	84,30	62,10	94,93
Jalovina	25,70	12,66	6,07

Tablica 13

Finoća mliva 90,20% — 0,074 mm

Proizvodi	T%	Fe%	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	49,21	100,00
Koncentrat	71,12	62,21	93,58
Jalovina	28,98	12,91	7,61

Na osnovu izvršenih ispitivanja domeljavanja jedanput prečišćenog koncentrata i njegovog dvostepenog prečišćavanja posle dopunskog mlevenja, može se zaključiti, da sa povećanjem finoće mlevenja raste kvalitet koncentrata magnetita i to do finoće

mliva 87,3% — 0,074 mm nešto brže, a sa daljim povećanjem finoće mliva ta razlika je znatno manja. Što se tiče iskorišćenja ono opada sa porastom kvaliteta, ali veoma neznatno.

Pošto su utvrđeni optimalni uslovi domeljavanja jedanput prečišćenog koncentrata, izvršeni su i opiti trostepenog prečišćavanja na uzorcima koncentrata koji su imali finoće mliva 87,00% — 0,074 mm i 90% — 0,074 mm.

Rezultati ovih ispitivanja prikazuju se u tablicama 14 i 15.

Tablica 14

Finoća mliva 87% — 0,074 mm

Proizvodi	T %	Fe %	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	49,93	100,00
Koncentrat/K	74,30	62,82	93,42
Međuproizvod/M ₁	20,85	8,90	3,70
Međuproizvod/M ₂	2,85	23,91	1,36
Međuproizvod/M ₃	2,10	35,71	1,52
<i>K + M₃</i>	76,40	62,10	94,94
<i>K + M₂ + M₃</i>	79,25	60,74	96,30
<i>M₁ + M₂ + M₃</i>	25,80	12,66	6,51

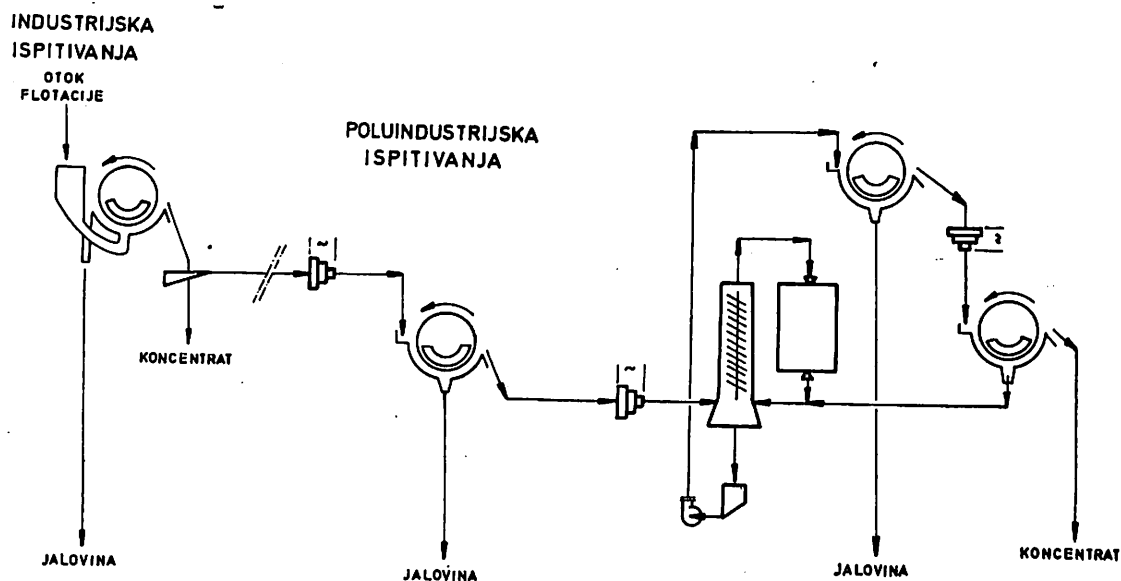
Tablica 15

Finoća mliva 90% — 0,074 mm

Proizvodi	T %	Fe %	Raspodela % Fe
Ulaz	100,00	49,23	100,00
Koncentrat/K	71,12	63,93	92,39
Međuproizvod/M ₁	22,83	9,89	4,59
Međuproizvod/M ₂	4,16	21,76	1,84
Međuproizvod/M ₃	1,89	30,65	1,18
<i>K + M₃</i>	73,01	62,21	93,57
<i>K + M₂ + M₃</i>	77,17	60,05	95,41
<i>M₁ + M₂ + M₃</i>	28,88	12,91	7,61

Iz prikazanih rezultata se vidi da trostruko prečišćavanje daje nešto bolje rezultate po kvalitetu koncentrata za finije mlvenje nego za grublje. Oba kvaliteta su u funkciji iskorišćenja.

Industrijska i poluindustrijska ispitivanja sa dopunskim mlvenjem i demagneti-zacijom rađeni su prema tehnološkoj šemi prikazanoj na sl. 1.



Sl. 1 — Tehnološka šema industrijskog i poluindustrijskog ispitivanja koncentracije magnetita iz flotacije jalovine Majdanpek.

Zaključak

Obimna laboratorijska i poluindustrijska ispitivanja omogućila su da se utvrde sledeće tehnološke mogućnosti koncentracije magnetita iz otoka flotiranja rude bakra Majdanpek:

— na permanentnim mokrim magnetima jačine 1000 Gaussa može se izdvojiti grubi koncentrat magnetita koji sadrži oko 30—40% *Fe*

— iz grubog koncentrata, nakon domeljavanja, može se prečišćavanjem ostvariti kvalitet definitivnog koncentrata sa preko 62% *Fe*

— prostorni položaj flotacije Majdanpek pruža uslove da se u postojeći pogon ugradi separacija magnetita koja bi radila uz vrlo niske proizvodne troškove

— iako sadržaj magnetita u rudi iznosi svega oko 1%, veliki kapacitet flotacije omogućuje da se godišnje dobije preko 100.000 tona koncentrata magnetita.

SUMMARY

Technological Possibilities of Producing Magnetite Concentrates from Majdanpek Flotation Tailings

Detailed laboratory and pilot-scale tests enabled the determination of following technological possibilities for the concentration of magnetite from copper ore flotation effluents in Majdanpek:

— Permanent wet magnets with a power of 1000 Gauss are capable of separating a rough magnetite concentrate containing about 30—40 per cent *Fe*;

— From rough concentrate, after regerinding, purification may yield a final concentrate with a grade above 62 per cent *Fe*;

— The spatial position of Majdanpek Flotation plant allows the construction of magnetite separation within the existing plant having very low operating costs;

— Disregarding the fact that magnetite content in the ore is only 1 per cent, the large production capacity of the flotation plant secures an annual production of more than 100,000 t of magnetite concentrate.

Autori: dipl. ing. Milan Milošević, dipl. ing. Miloljub Grbović, Zavod za pripremu mineralnih sirovina, Rudarski institut, Beograd.

Recezent: dr ing. Milorad Jošić, Rudarski institut, Beograd.

ZUSAMMENFASSUNG

Technologische Möglichkeiten für die Magneteisenerzeugung aus den Flotationsabgängen in Majdanpek

Umfangreiche Labor- und halbtechnische Versuche haben ermöglicht, dass folgende technologische Möglichkeiten der Magneteisenerzanzreicherung aus dem Unterlauf der Kupfererzflotationsanlage in Majdanpek festgestellt werden:

— mit permanenten Nassmagneten von der Stärke 1000 Gauss kann grobes Magneteisenerzkonzentrat mit 30—40% Fe-Gehalt zur Abscheidung gebracht werden,

— aus dem Grobkonzentrat, nach der Nachmahlung kann durch Reinigung eine definitive Konzentratgüte von 62% erzielt werden,

— die Raumlage der Flotationsanlage Majdanpek bietet Bedingungen für den Einbau in die gegenwärtige Anlage einer Ausrüstung für die Magneteisenerzscheidung, die mit sehr niedrigen Kosten arbeiten würde,

— Obwohl der Magnetitgehalt im Erz nur etwa 1% beträgt, ermöglicht die hohe Leistung der Flotationsanlage, dass jährlich über 100 000 t Konzentrat erhalten werden.

РЕЗЮМЕ

Технологические возможности для производства магнетитового концентрата из отходов флотации в Майданпек

Обширные лабораторные и полупромышленные исследования дали возможность установить следующие технологические возможности обогащения магнетита из отходов флотации медной руды в Майданпек:

— При помощи мокрых магнитных сепараторов с индукцией 1000 гауссов можно выделить первичный концентрат с содержанием 30—40% Fe,

— Из первичного концентрата, после дополнительного измельчения, можно дополнительной очисткой получить концентрат окончательного качества с содержанием выше 62% Fe,

— Местоположение обогатительной фабрики Майданпек в пространстве представляет возможность достройки цеха обогащения магнетита который будет работать с назначительными издержками производства,

— Несмотря на то, что в руде содержится всего около 1% магнетита, высокая производительность обогатительной фабрики даёт возможность добычи около 100.000 т магнетитового концентрата в год.

Literatura

Dulović, M., 1964/65: Izdvajanje magnetita iz jalovine flotacije u Majdanpeku I i II deo. — Zavod za nuklearne sirovine — sektor tehnologije.

Les aspects économiques de la preparation du minerai de fer — Nations Unies — Secrétariat de la Commission Economique pour l'Europe.

Valorizacija rude antimona ležišta Potkozara

Dipl. ing. Božidar Branković — dipl. ing. Milan Milošević — mr ing.
Predrag Bulatović

Uvod

Ležište Potkozara nalazi se u neposrednoj blizini Goražda, SR Bosna i Hercegovina. U proteklih osam godina na ovom ležištu se vrše geološka istraživanja sa manjim ili većim intenzitetom, uz izdvajanje bogate rude, ručnim prebiranjem na radilištima, pri izradi rudarskih istražnih hodnika.

U ovom periodu uzeto je nekoliko uzoraka za tehnološka istraživanja, a svaki put uzorak je imao drukčiji srednji sadržaj antimona. Cilj ovih svih istraživanja je bio da se za svaki otkriveni deo ležišta utvrdi mogućnost dalje industrijske prerade i potvrdi opravdanost geoloških ispitivanja.

Mineraloško hemijski sastav

Ruda ležišta Potkozara predstavlja oksidno sulfidnu rudu antimona, sa sadržajem oksida od 80% od ukupnog sadržaja *Sb*. Pored antimona, čiji sadržaj varira u granicama od 2—8%, ruda sadrži arsen, čiji sadržaj ne prelazi 0,20%. Drugi metali kao *Pb*, *Zn*, *Ni*, *Co* javljaju se u tragovima. Javinski minerali predstavljeni su krečnjacima i kvarcom. U tablici 1 dat je hemijski sastav ispitivanih uzoraka, koji predstavljaju bogate i siromašne delove ležišta.

Uzorke za tehnološka ispitivanja obezbedila je geološka služba koja je obavljala istražne radove.

Tablica 1

Hemijski sastav ispitivanih uzoraka

Element	Uzorak 1	Uzorak 2
<i>Sb</i> ukupan	7,62	2,96
<i>Sb</i> oksidni	7,08	2,50
<i>Sb</i> sulfidni	0,53	0,46
<i>S</i>	0,54	0,15
<i>Fe</i> ₂ <i>O</i> ₃	2,34	2,60
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	0,11	1,50
<i>CaO</i>	24,10	28,30
<i>MgO</i>	13,33	12,60
<i>SiO</i> ₂	43,91	49,76
<i>Pb</i>	0,01	0,01
<i>Zn</i>	0,03	0,01
<i>As</i>	0,11	0,15
<i>Cu</i>	trag	trag
<i>Ni</i>	trag	trag
<i>Hg</i>	trag	trag
<i>Co</i>	trag	trag

Utvrđivanje mogućnosti koncentracije uzorka 1

Utvrđivanje koncentracije rude koju predstavlja uzorak 1 obavljeno je na dva načina i to:

— kombinovanim postupkom gravitacione koncentracije u teškoj sredini i na klatnim stolovima, i

— gravitacionom koncentracijom na klatnim stolovima.

Kombinovani postupak gravitacione koncentracije u teškoj sredini i na klatnim stolovima

Uzorak za ova ispitivanja je pripremljen, tj. ruda je usitnjena na krupnoću — 20 + 0 mm, a potom mokrim prosejavanjem podeljena na klase — 20 + 2 mm, za koncentraciju u teškoj sredini i — 20 + 0 mm za koncentraciju na klatnim stolovima. Učešće klase — 20 + 2 mm je 65,62%, sa sadržajem od 7,62% Sb, a klase — 20 + 0 mm 34,38% sa sadržajem od 7,40% Sb.

Na klasi — 20 + 2 mm obavljena je analiza »pliva-tone« (P—T), čiji je rezultat prikazan u tablici 2.

Tablica 3

Bilans koncentracije klase — 2 + 0 mm na klatnim stolovima

	% T	% Sb	Raspodela
Ulaz	100,00	2,40	100,00
Koncentrat	14,43	40,20	82,30
Jalovina	85,57	1,53	17,70

Procesom koncentracije na klatnim stolovima dobijen je visokovredni kvalitet koncentrata sa 40,20% Sb i iskorišćenjem od 82,30%, no sadržaj antimona u jalovini od 1,53% suviše je visok.

P—T analiza klase — 20 + 2 mm uzorka 1

Tablica 2

Spec. težina kp/l	T %	% Sb	Raspodela	Laka frakcija		Teška frakcija	
				T %	% Sb	T %	% Sb
						100,00	7,65
+ 2,60	13,24	1,30	2,25	13,24	1,30	86,76	8,62
+ 2,65	19,55	1,00	2,55	32,79	1,12	67,20	10,84
+ 2,70	16,60	0,59	1,27	49,36	0,94	50,61	14,20
+ 2,75	18,60	0,80	1,95	67,99	0,90	31,39	22,06
+ 2,80	13,70	0,45	0,80	81,69	0,82	18,31	38,11
+ 2,82	2,86	0,50	0,11	84,55	0,82	15,45	45,07
— 2,82	15,45	45,07	91,07	100,00	7,65	—	—
	100,00	7,65	100,0				

P—T analiza obavljena je u mešavini bromoforma specifične težine 2,83 kp/l i ugljentetrahlorida specifične težine 1,62 kp/l.

U tablici 2 vidi se da se na specifičnoj težini većoj od 2,82 kp/l može dobiti koncentrat sa težinskim učešćem od 15,45%, kvalitetom od 45,07% Sb i iskorišćenjem od 91,07%, a da se pri tim uslovima dobija jalovina sa težinskim učešćem od 84,55%, kvalitetom od 0,82% Sb i raspodelom od 9,01%.

Koncentracija klase — 2 + 0 mm obavljena je na laboratorijskom klatnom stolu, nakon hidrauličke klasifikacije, u dva stupnja gde drugi stupanj predstavlja kontrolnu koncentraciju. Zbirni bilans koncentracije za klasu — 2 + 0 mm na klatnim stolovima prikazan je u tablici 3.

Zbirni bilans koncentracije u teškoj sredini i na klatnim stolovima prikazan je u tablici 4.

Tablica 4

Bilans koncentracije kombinovanog gravitacionog postupka

Proizvodi	T%	T% klase	% Sb	Raspodela
Ulaz	100,00	—	7,47	100,00
—20 + 2 mm	65,62	100,00	7,65	—
Koncentrat	10,14	15,45	45,07	61,18
Jalovina	55,48	84,55	0,82	6,09
—2 + 0 mm	34,38	100,00	7,40	—
Koncentrat	4,96	14,43	40,20	26,69
Jalovina	29,42	85,57	1,53	6,04
Ulaz	100,00	—	7,47	100,00
Koncentrat	15,10	—	43,46	87,87
Jalovina	84,90	—	1,06	12,13

Iz tablice 4 vidi se, da kombinovanim postupkom gravitacione koncentracije treba očekivati zbirni koncentrat od 43,46% Sb, pri težinskom učešću od 15,10% i iskorišćenju od 87,87%.

Da bismo proverili rezultate dobivene P—T analizom, pristupili smo opitu koncentracije u suspenziji. Izvršena ispitivanja obavljena su u konusnom separatoru WEMCO tip HMS. Uzorak za ova ispitivanja bio je isti kao i prethodni. U uređaju je tretirana klasa — 20 + 2 mm, na specifičnoj težini suspenzije 2,83 kp/l. Dobiveni rezultat dat je u tablici 5.

Tablica 5

Bilans koncentracije klase — 20 + 2 mm u uređaju WEMCO tip HMS

	T%	%Sb	Raspodela
Ulaz	100,00	7,65	100,00
Koncentrat	14,10	48,97	90,26
Jalovina	85,90	0,86	9,74

Iz tablice 5 vidi se da smo ponovljenom koncentracijom u suspenziji potvrdili rezultate P—T analize, te da dobijeni bilans koncentracije u tablici 4 treba smatrati definitivnim bilansom koncentracije, a dobivene rezultate potpuno zadovoljavajućim kako po kvalitetu, tako i po iskorišćenju metala.

Gravitaciona koncentracija na klatnim stolovima

Ispitivanja na uzorku 1 izvršena su sa ciljem da se uporede rezultati kombinovane gravitacione koncentracije, iznete u prethodnom stavu, i koncentracije na klatnim stolovima kao jedine metode koncentracije.

Uzorak za ova ispitivanja je pripremljen usitnjavanjem rude na krupnoću 100% — 2 + 0 mm. Nakon hidrauličke klasifikacije, svaka klasa je tretirana na klatnim stolovima i po šemi osnovne i kontrolne koncentracije.

Zbirni bilans koncentracije dat je u tablici 6.

Tablica 6

Bilans koncentracije na klatnim stolovima

	T%	%Sb	Raspodela
Ulaz	100,00	7,76	100,00
Koncentrat	27,36	22,80	80,50
Jalovina	62,56	1,25	10,00
Mulj	10,08	7,37	9,50

Upoređujući dobijeni rezultat u tablici 6 sa rezultatima iz tablice 4 vidimo da ovakav postupak daje slabije rezultate, kako po kvalitetu koncentrata tako i po iskorišćenju metala.

Utvrđivanje mogućnosti koncentracije uzorka 2

Hemijski sastav uzorka 2 predstavljen je u tablici 1. Sličnost rude je očigledna, samo je razlika u srednjem sadržaju antimona posebno značajna.

Obrada ovog uzorka obavljena je tako, što je ruda usitnjena na krupnoću — 20 + 0 mm, a potom mokrim prosejavanjem podeljena na dve klase i to — 20 + 0,5 mm i — 0,5 + 0 mm.

Materijalni bilans prosejavanja dat je u tablici 7.

Tablica 7

Bilans prosejavanja uzorka 2

	T%	%Sb	Raspodela
Ulaz	100,00	2,96	100,00
— 20 + 0,5 mm	77,92	2,71	71,40
— 0,5 + 0 mm	22,08	3,83	28,60

Utvrđivanje mogućnosti koncentracije klase — 20 + 0,5 mm obavljeno je P—T analizom, dok je klasa — 0,5 + 0,0 mm tretirana na klatnim stolovima. Rezultati P—T analize dati su u tablici 8.

Ranija iskustva istraživača, a i pogonska iskustva u industrijskoj praksi na antimonskim oksidnim rudama, su pokazivala da se gravitacioni proces u teškoj sredini

Tablica 8

P—T analiza klase — 20 + 0,5 mm uzorka 2

Spec. tež. kp/l	T %	% Sb	Raspodela	Laka frakcija		Teška frakcija	
				T %	% Sb	T %	% Sb
						100,00	2,95
+ 2,60	25,28	0,50	4,29	25,28	0,50	74,72	3,77
+ 2,65	16,76	0,57	3,24	42,04	0,53	57,96	4,70
+ 2,70	10,36	0,75	2,64	52,40	0,57	47,60	5,56
+ 2,75	9,49	0,87	2,80	61,89	0,62	38,11	6,73
+ 2,80	24,10	0,66	5,40	85,99	0,63	14,01	17,16
+ 2,85	7,37	1,38	3,45	93,36	0,69	6,64	34,67
+ 2,90	2,37	3,81	3,07	95,73	0,77	4,27	51,80
— 2,90	4,27	51,80	75,11	100,00	2,95	—	—
	100,00						

uspešno sprovodi do krupnoće od 2 mm (primer separacije Brasina). Razvojem novih uređaja za koncentraciju u teškoj sredini, a posebno DWP uređaja (Dynawhirlpool — process, American Zinc, Lead and Smelting Company), stvorila se nova mogućnost uspešnog tretiranja rude do krupnoće od 0,5 mm, pa je i P—T analiza vršena na krupnoći + 0,5 mm i u tako širokom rasponu krupnoće.

Pogonska iskustva rudnika Masua na Sardiniji, koji tretira oksidnu rudu Pb—Zn DWP postupkom, do krupnoće od 0,5 mm, potvrđuju opravdanost ovakvog pristupa.

Iz tablice 8 vidi se, da se na specifičnoj težini većoj od 2,85 kp/l može dobiti kvalitetan koncentrat, čiji je bilans dat u tablici 9.

Tablica 9

Bilans koncentracije na specifičnoj težini 2,85 kp/l

Proizvod	T %	% Sb	Raspodela
Ulaz	100,00	2,95	100,00
Koncentrat	6,64	34,73	78,18
Jalovina	93,36	0,68	21,82

Koncentracija klase — 0,5 + 0 mm izvršena je na klatnim stolovima u dva stupnja, uz hidrauličku klasifikaciju, tako da je drugi stupanj koncentracije predstavljao kontrolnu koncentraciju.

Zbirni bilans koncentracije na klatnim stolovima dat je u tablici 10.

Tablica 10

Bilans koncentracije klase — 0,5 + 0 mm na klatnim stolovima

Proizvod	T %	% Sb	Raspodela
Ulaz	100,00	3,72	100,00
Koncentrat	8,64	93,30	68,50
Jalovina + mulj	91,36	1,28	31,50

Na bazi izvedenih opita i analiza definitivni bilans koncentracije uzorka 2 dat je u tablici 11.

Tablica 11

Bilans koncentracije uzorka 2

Proizvod	T %	T % klase	% Sb	Raspodela
Ulaz	100,00	—	3,00	100,00
— 20 + 0,5 mm	77,92	100,00	2,95	—
Koncentrat	5,17	6,64	34,73	57,81
Jalovina	72,75	93,36	0,68	15,94
— 0,5 + 0 mm	22,08	100,00	3,72	—
Koncentrat	1,90	8,64	29,30	17,92
Jalovina	20,18	91,36	1,28	8,33
Koncentrat	7,07	—	33,27	75,73
Jalovina	92,93	—	0,81	24,27

Zaključak

Na osnovu iznetih rezultata laboratorijskih istraživanja mogućnost koncentracije uzoraka 1 i 2 možemo zaključiti da se iz

rude ležišta Potkozara mogu dobiti visokokvalitetni koncentracije antimonovih minerala, sa visokim iskorišćenjem metala.

Kombinovanom postupkom gravitacione koncentracije u teškoj sredini i na klatnim stolovima dobijaju se koncentracije sa kvalitetom od 43,46 — 33,27% Sb i iskorišćenjem

od 87,87 — 75,73% antimon metala.

Kako je domaće i svetsko tržište u mogućnosti da prihvati dobijene kvalitete koncentrata, to postoji puna ekonomska opravdanost da se intenzivnije nastave geološka istraživanja u cilju zaokruženja ležišta i dovođenja do eksploatacije.

SUMMARY

Valorization of »Potkozara« Deposit Antimony Ore

On the basis of presented results of laboratory investigations on the possibility of samples 1 and 2 concentration, it may be concluded that high grade antimony minerals concentrates may be produced from Potkozara Deposit ore with a high metal recovery rate.

A combined process of gravity concentration in heavy medium and on shaking tables yields concentrates containing 43.46 — 33.27 per cent Sb with antimony metal recoveries ranging from 87.87 to 75.73 per cent. Since the domestic and world markets are able to accept the produced concentrate grades, there is a full economic justifiability to continue intense geological explorations aimed at deposit limiting subsequent exploitation.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Aufwertung der Antimonerzlagerstätte »Potkozara«

Auf Grund der dargestellten Ergebnisse der Laboruntersuchungen von Möglichkeiten der Anreicherung von Proben 1 und 2 können wir schliessen, dass aus dem Erz der Lagerstätte Potkozara hochwertige Konzentrate der Antimonminerale mit hohem Metallausbringen erhalten werden können.

Durch kombiniertes Verfahren der Schwerkraftanreicherung in der Schwertrübe und auf Schwingherden werden Konzentrate mit der Güte 43,46 — 33,27% Sb und mit einem Ausbringen an Antimonmetall von 87,87 — 75,73% erhalten. Da der inländische und Weltmarkt die erzeugten Konzentratqualitäten aufzunehmen imstande ist, so besteht vollkommene wirtschaftliche Berechtigung, geologische Untersuchungen, zwecks Lagerstättennumreissung intensiver fortzusetzen und zur Ausbeutung zu bringen.

РЕЗЮМЕ

Валоризация руды сурьмы из месторождения „Поткозара“

На основании приведённых результатов лабораторных исследований о возможности обогащения проб 1 и 2 можно утверждать, что из руды месторождения Поткозара возможно получить высококачественные концентраты минералов сурьмы с высоким использованием металла. Комбинацией обогащения по удельному весу в тяжёлой среде и на сотрясательном столе получают концентраты качества 43,46 — 33, 27% Sb при извлечении 87,87 — 75,73% металла сурьмы.

Так как местный и мировой рынок в состоянии принять полученные качества концентратов, то с экономической точки зрения вполне оправдывается продолжение интенсивных работ на геологической разведке в целях уточнения границ месторождения и начала его эксплуатации.

Literatura

1. Lešić, Đ., Marković, S., 1968: Priprema mineralnih sirovina. — »Građevinska knjiga«, Beograd.
2. EGAM/AMMI SARDA — monografija, 1975, Cagliari.
3. Plaksin, I. N. i dr., 1962: Obogašćenje rud v tjaželyh sredah. — AN SSSR, Moskva.
4. Fomenko, T. G., 1966: Gravitacionnye procesi obogašćenija poleznyh iskopaemyh. — »Nedra«, Moskva.

Autori: dipl. ing. Božidar Branković, dipl. ing. Milan Milošević, mr ing. Predrag Bulatović, Zavod za pripremu mineralnih sirovina, Rudarski institut, Beograd.
Recenzent: dr ing. Milorad Jošić, Rudarski institut, Beograd.

Treba li sagorevati lignit sa visokim sadržajem pepela u kotlovima termoelektrana (primeri lignit, Kolubara i Kosovo)?

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Mira Mitrović — dr ing. Stjepan Tomašić — dipl. ing. Slavoljub Bratuljević

Uvod

U našoj zemlji su raspoložive rezerve uglja za sada najveći energetska potencijal. One su, zbog svoga kvaliteta, strukture i prostornog razmeštaja, glavni izvor i oslonac za proizvodnju energije u određenom dužem vremenskom periodu (tablice 1 i 2).

Iz tablice 1 se vidi, da najveći udeo u proizvodnji imaju ligniti sa visokim sadržajem vlage i mineralnih materija i da je kameni ugalj predstavljen sa svega 1,8%.

Tablica 1

Proizvodnja uglja po vrstama u SFR Jugoslaviji

Vrsta uglja	Učešće u proizvodnji %	Donja kalorična vrednost, kcal/kg
Kameni ugalj	1,8	3575—6710 (5775)
Mrki ugalj	27,9	2580—5280 (3785)
Lignit	70,3	2245
Sirovi		1965—2840
Sušeni		2515—3835
	100,00	

Tablica 2

Učešće pojedinih sirovina u perspektivnom planu do 1980. god. za dobijanje energije u SFR Jugoslaviji

Vrsta sirovina	Udeo %
Lignit i mrki ugalj	66,0
Kameni ugalj	1,4
Nafta	19,4
Gas + benzin	6,5
Nuklearne materije	6,7
	100,0

U ovom saopštenju razmatra se problematika korišćenja niskokaloričnog goriva — lignita Kolubara i Kosovo.

Izvršena ispitivanja su obavljena u okviru naučno-istraživačkog projekta »Studija o uticaju sastava pepela uglja na obavljanje elektrostatičke precipitacije«. Autori članka zahvaljuju Saveznom zavodu za međunarodnu naučnu, prosvetnu, kulturnu i tehničku saradnju SFR Jugoslavije, Beograd i Agenciji za zaštitu životne sredine, Vašington, SAD na obezbeđenju finansijskih sredstava i drugoj pomoći i podršci oko realizacije ovih istraživanja.

Osobine niskokaloričnog čvrstog goriva

Osobine lignita Kolubara (SR Srbija)

U makropetrografskom pogledu iz lignita Kolubara se mogu izdvojiti: ksilitski, barsko-ritski i fuzitski ugalj, kutikulin liptit i mineralne materije. Od mineralnih materija posebno mesto zauzimaju čiste gline (razne vrste) i siva glinovito-karbonatna materija. Mineralni sastav ovih balastnih materija je: kaolinit, ilit, montmorilonit, kvarc, karbona-

ti kalcijuma, magnezijuma i gvožđa, limonit, getit, magnetit, pirit, gips, Ca jarozit, anatas i dr. U tablici 3 prikazane su tehnička, elementarna i hemijska analiza pepela iz uglja sa temperaturom topljenja kao ekstremni pokazatelji kvaliteta rovnog lignita Kolubara.

Iz ovih podataka se vidi, da rovni lignit Kolubara ima visok sadržaj vlage i pepela i da mu donja kalorična vrednost iznosi 1240 do 1865 Kcal/kg. Ukupan sumpor je 1,13 — 2,81% na 105°C.

Tablica 3

Tehnička, elementarna i hemijska analiza pepela iz rovnog uglja Kolubara

	%			%		
Vlaga	55,00	—	—	55,00	—	—
Pepeo	17,51	38,91	—	9,81	21,81	—
Sumpor ukupan	0,51	1,13	—	1,26	2,81	—
Sumpor u pepelu	0,23	0,51	—	0,41	0,90	—
Sumpor sagorljiv	0,28	0,62	1,02	0,85	1,91	2,44
Koks	27,67	61,49	36,96	23,87	53,04	39,94
C fix	10,16	22,58	36,96	14,06	31,23	39,94
Isparljive materije	17,33	38,51	63,04	21,13	46,96	60,06
Sagorljive materije	27,49	61,09	100,00	35,19	78,19	100,00
<i>Kalorična vrednost Kcal/kg</i>						
Gornja	1630	3615	5920	2270	5045	6450
Donja	1240	3410	5585	1865	4795	6135
Ugljenik	16,97	37,71	61,73	22,34	49,65	63,50
Vodonik	1,70	3,78	6,18	2,05	4,56	5,83
azot						
+ kiseonik	8,54	18,98	31,07	0,27	0,60	0,77
ter (po »Fischer-u«)				9,68	21,47	27,36
				3,91	8,68	11,11
<i>Analiza pepela uglja</i>						
SiO ₂	52,64					42,26
Fe ₂ O ₃	7,91					18,31
Al ₂ O ₃	23,74					18,41
CaO	7,00					11,02
MgO	2,07					1,42
SO ₃	6,02					8,13
P ₂ O ₅	tragovi					tragovi
TiO ₂	0,46					0,52
Na ₂ O	0,20					0,20
K ₂ O	0,38					0,25
Odnos kis/baz. = $\frac{Al_2O_3 + SiO_2 + TiO_2}{Fe_2O_3 + CaO + MgO + alk.}$						4,35
Tem. topljenja u oksidacionoj atmosferi						
početak sinterovanja	920° C					920° C
tem. polulopte	1350° C					1255° C
temp. razlivanja	1370° C					1290° C

Čista ugljena supstanca sadrži:

Kvalitet	
lošiji	bolji
60,06	— 63,04% isparljivih materija
61,73	— 63,50% ugljenika
5,83	— 6,18% vodonika
28,13	— 31,07% azota i kiseonika

Pepeo iz uglja ima kiseo karakter. Odnos kis/baz iznosi 4,35—1,94. Pepeo počinje

da sinteruje u oksidacionoj atmosferi na temperaturi od 920°C, a razliva se na 1370—1290°C.

Osobine lignita Kosovo (SAP Kosovo)

Ugljeni sloj lignita Kosovo je predstavljen, uglavnom, barskim ugljem koji sadrži manje i veće proslojke drvenastog ksilitskog uglja i mineralnih materija. Sa gubitkom vlage postaje primetno svetliji, a utoliko jače, ukoliko sadrži veći procenat karbonatnih primesa. Mineralne materije u ovom ug-

Tablica 4

Tehnička, elementarna i hemijska analiza pepela iz rovnog uglja Kosovo

	%			%		
Vlaga	45,23	—	—	44,16	—	—
Pepeo	19,09	34,78	—	8,04	14,39	—
S u.	0,76	1,38	—	0,78	1,39	—
S v.	0,76	1,38	—	0,51	0,91	—
Koks	30,93	56,47	33,26	29,44	52,73	44,96
C fix	11,88	21,69	33,26	21,40	38,34	44,96
Isparljive mat.	23,84	43,53	66,74	26,40	47,27	55,04
Sagorljive mat.	35,72	65,22	100,00	47,80	85,61	100,00
CO ₂	5,40	9,86	15,09	0,43	0,77	0,90
<i>Kalorična vrednost</i>						
Gornja Kcal/kg	1880	3430	5255	2805	5025	5865
Donja Kcal/kg	1525	3235	4945	2445	4885	5575
C	21,79	39,79	60,90	31,21	55,90	65,29
H	2,21	4,03	6,17	2,85	5,10	5,96
S sag.	0,00	0,00	0,00	0,27	0,48	0,57
O + N	11,72	21,40	32,93	13,47	24,13	28,18
Huminske kiseline	12,21	22,30	34,25	12,91	23,12	27,01
Ter (po »Fischer-u«)	—	—	—	2,57	4,60	5,38
<i>Analiza pepela uglja</i>						
SiO ₂	26,23					30,22
Fe ₂ O ₃	5,59					8,25
Al ₂ O ₃	8,46					12,74
CaO	40,45					21,10
MgO	5,85					7,52
SO ₃	10,86					16,50
P ₂ O ₅	0,46					0,39
TiO ₂	0,39					0,62
Na ₂ O	1,50					2,02
K ₂ O	0,30					0,72
Odnos kis/baz.	$\frac{SiO_2 + Al_2O_3 + TiO_2}{Fe_2O_3 + CaO + MgO + alk.} = 0,65$					1,10
<i>Topljivost pepela u oksidacionoj atmosferi</i>						
Početak sinterovanja	980° C					970° C
Tačka omekšavanja	1140° C					1100° C
Tačka polulopte	1290° C					1190° C
Tačka razlivanja	1300° C					1200° C

lju su, uglavnom, glinovite i karbonatne prirode. Mineralni sastav ovih balastnih materija je: karbonati kalcijuma, magnezijuma i gvožđa, limonit, getit, kaolinit, ilit, montmorilonit, pirit, gips, magnetit, anatas i dr. U tablici 4 su izloženi podaci o tehničkoj, elementarnoj i hemijskoj analizi pepela iz uglja sa temperaturom topljenja kao ekstremni pokazatelji kvaliteta rovnog lignita Kosovo.

Iz rezultata datih analiza se vidi da rovní lignit Kosovo ima dosta vlage i pepela i da mu donja kalorična vrednost iznosi 1525 do 2445 kcal/kg. Ukupan sumpor je 1,38 — 1,39% na 105°C.

Čista ugljena supstanca sadrži:

Kvalitet	
lošiji	bolji
55,04	— 66,74% isparljivih materija
60,90	— 65,29% ugljenika
5,96	— 6,17% vodonika
28,18	— 32,93% azota i kiseonika
27,01	— 34,25% huminskih kiselina

Pepeo iz uglja ima bazni i slabo kiseli karakter. Odnos kis/baz iznosi 0,65 — 1,10. Pepeo počinje da sinte ruje u oksidacionoj atmosferi na temperaturi od 970—980°C, a razliva se na 1300°—1200°C.

Korišćenje niskokaloričnog čvrstog goriva Upotreba lignita Kolubara i Kosovo danas

Lignit Kolubara. — Usvojene su i do danas sprovedene sledeće koncepcije korišćenja lignita Kolubara:

— otkopavanje lignita površinskim putem, drobljenje i klasiranje

— čišćenje lignita krupnoće — 120 + 30 mm u uređaju sa teškom sredinom (Drewboy) na dva proizvoda (čist ugalj, jalovina) pri čemu se kao suspenzoid koristi pesak

— sušenje čistih krupnih klasa — 120 + 30 mm po postupku »Fleissner«

— sagorevanje rovnog lignita i sitnih klasa — 30 + 0 mm u termoelektranama.

Lignit Kosovo. — Valorizacija lignita Kosovo se sprovodi danas na sledeći način:

— otkopavanje površinskim putem, drobljenje i klasiranje

— sušenje krupnih klasa — 120 + 30 mm po postupku »Fleissner«

— sagorevanje rovnog lignita i sitnih klasa — 30 + 0 mm u termoelektranama

— gasificiranje sušenog lignita klase — 60 + 6 mm po postupku »Lurgi«

— dobijanje mineralnog đubriva na bazi sinteznog gasa iz gasifikacije sušenog lignita.

Na osnovu rezultata dosadašnje upotrebe lignita Kolubara i Kosovo nameću se sledeća pitanja:

— da li je ekonomično sagorevati ovakvo gorivo uz neprestani porast broja i snage energetskih postrojenja?

— da li je opravdano propuštati i celokupnu masu jalovine, koja prati ugalj, kroz skupe uređaje za pripremu, mlevenje i sagorevanje, a zatim, za odstranjivanje čvrste materije (leteći pepeo) iz dimnih gasova, graditi veće dimenzije elektrofiltara, transportovati i odlagati leteći pepeo u određene prostore?

Pri svemu tome, problem zagađivanja životne sredine ostaje nerešen, jer su još uvek nesagledive posledice ispuštanja kroz dimnjak štetnih gasova i velikih količina čestica pepela, veličine ispod 10 mikrona, zasad neuhvatljivih u elektrofiltima.

Uzmimo za primer samo rad jedne termoelektrane od 200 MW u kojoj se sagoreva loš kvalitet niskokaloričnog lignita Kolubara ili Kosovo u sitno sprasenom stanju. Kod povoljnog rada elektrofiltara odnosno pri $\epsilon \approx 99\%$ odlaze kroz dimnjak u atmosferu sledeći štetni sastojci:

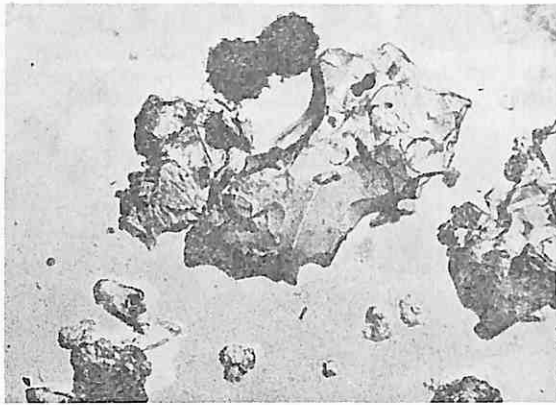
za Kolubar u

— letećeg pepela	10,6 t/dan
— sumpor dioksida	22,4 t/dan
— azotnih oksida	4,3 t/dan

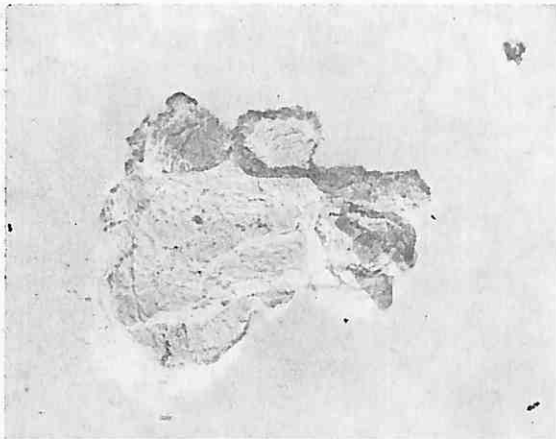
za Kosovo

— letećeg pepela	8,2 t/dan
— sumpor dioksid	22,4 t/dan
— azotnih oksida	4,9 t/dan

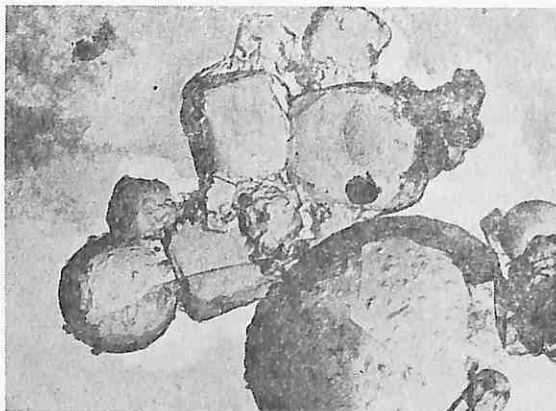
U daljem tekstu u tablicama 5 i 6 i slikama 1, 2, 3 i 4 dati su podaci o letećem pepelu koji nastaje sagorevanjem lignita Kolubara i Kosovo.



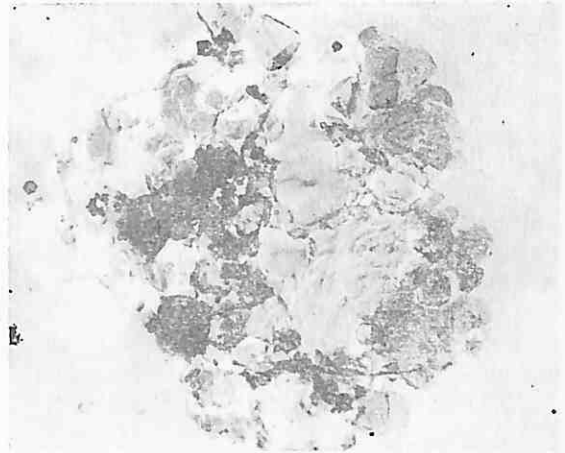
Sl. 1 — Leteći pepeo iz uglja Kolubara
Elektronski mikroskop (pov. 38500 ×) — strukturni oblici.



Sl. 2 — Leteći pepeo iz uglja Kolubara
Elektronski mikroskop (pov. 21900 ×) — strukturni oblici.



Sl. 3 — Leteći pepeo iz uglja Kosovo
Elektronski mikroskop (pov. 38500 ×) — strukturni oblici.



Sl. 4 — Leteći pepeo iz uglja Kosovo
Elektronski mikroskop (pov. 21000 ×) — strukturni oblici.

Tablica 5

Karakteristike letećeg pepela, nastalog sagoravanjem lignita Kolubara

Tehnička analiza prosečnog uzorka letećeg pepela iz uglja Kolubara

	%	
Vlaga	0,32	—
Pepeo	98,45	98,76
Sagorljive materije	1,23	1,24
Sumpor ukupan	0,11	0,11
Sumpor sulfatni	0,11	0,11
Ugljen dioksid	0,25	0,25
Sumpor sulfidni	—	—

Hemijska analiza prosečnog uzorka letećeg pepela iz uglja Kolubara

Sastojci	%
SiO_2	58,13
Fe_2O_3	5,23
Al_2O_3	27,46
CaO	2,83
MgO	2,27
SO_3	0,65
P_2O_5	trag
TiO_2	1,08
K_2O	2,00
Na_2O	0,28
Odnos kis/baz.	6,87

Topljivost pepela u oksidacionoj atmosferi:

Početak sinterovanja	1000°C
Temp. omekšavanja	1230°C
Temp. polulopte	+ 1450°C
Temp. razlivanja	+ 1450°C

Spektrohemijska analiza prosečnog uzorka letećeg pepela iz uglja Kolubara

Element	S	
As	32	*
B	3	106
Ba	3	950
Be	1	10
Cd	3	14
Co	1	23
Cr	1	155
Cu	1	120
Ga	2	36
La	32	100
Mn	2	950
Mo	1	25
Ni	1	420
Pb	2	70
Sc	3	23
Sn	10	10
Sr	3	350
V	3	200
Zn	10	280
Zr	3	160
Y	1	70

Mineraloški sastav prosečnog uzorka letećeg pepela iz uglja Kolubara

Mineralna materija	oko %
Kvarc i kristobalit i nešto korunda	26,0
Amorfni silicijum	24,0
Mulit	8,5
Anhidrit	2,6
Hematit	7,5
Magnetit	0,7
Anatas	0,8
Periklas	0,5
Feldspat	5,0
Pseudovolastonit	3,0
Stopljena amorfna materija	10,0
Ostaci gline, polukoksa i drugo	9,9
Ukupno:	100,0

S označava granicu detekcije metode

* ispod granice detekcije

(Vrednosti su date u ppm; g/t)

Napomena: Mineraloška ispitivanja su izvršena savremenom instrumentalnom tehnikom, uz potrebnu kritičnost za one minerale čije prisustvo nije pouzdano utvrđeno.

Granulometrijski sastav prosečnog uzorka letećeg pepela iz uglja Kolubara

spec. tež.: 2,00 g/cm³; spec. površina=2,01 m²/g

Veličina zrna η	Udeo %	Σ Udeo %
+ 1500	0,0	
— 1500 + 62	37,50	37,50
— 62 + 53,57	22,76	60,26
— 53,57 + 37,88	12,65	72,91
— 37,88 + 30,92	3,23	76,14
— 30,92 + 26,79	4,91	81,05
— 26,79 + 21,86	3,28	84,33
— 21,86 + 18,98	2,29	86,62
— 18,98 + 15,43	2,29	88,91
— 15,43 + 12,63	1,31	90,22
— 12,63 + 10,94	0,98	91,20
— 10,94 + 9,78	0,66	91,86
— 9,78 + 8,91	0,32	92,18
— 8,91 + 7,73	0,33	92,51
— 7,73 + 7,30	0,66	93,17
— 7,30 + 0,	6,83	100,00
	100,00	

Tablica 6

Karakteristike letećeg pepela, nastalog sagoravanjem lignita Kosovo

Tehnička analiza prosečnog uzorka letećeg pepela iz uglja Kosovo

	%		
Vlaga	0,22	—	
Pepeo	98,26	98,47	
Sagorljive materije	1,52	1,53	
Sumpor ukupan	3,49	3,50	
Sumpor vezan	3,49	3,50	
Sumpor sagorljiv	—	—	
Sumpor sulfidni	—	—	
Sumpor piritni	—	—	
Sumpor organski	—	—	
Sumpor sulfatni	3,49	3,50	
CO ₂	1,07	1,08	

Hemijska analiza prosečnog uzorka letećeg pepela iz uglja Kosovo

Sastojci	%
SiO ₂	26,44
Fe ₂ O ₃	5,98
Al ₂ O ₃	7,85
CaO	44,65
MgO	4,28
SO ₃	8,75
P ₂ O ₅	0,26
TiO ₂	0,41
Na ₂ O	1,04
K ₂ O	0,42
odnos kis/baz.	= 0,62

Topljivost pepela u oksidacionoj atmosferi:
početak sinterovanja 1180°C
temp. omekšavanja 1270°C
temp. polulopte 1320°C
temp. razlivanja 1330°C

Spektrohemijska analiza prosečnog uzorka letećeg pepela iz uglja Kosovo

Elementi	ppm
B	950
Ba	860
Be	*
Bi	*
Mn	2800
Sb	*
Pb	10
Cr	220
Ga	12
Ni	163
Mo	8
Sn	*
V	115
Cu	32
Ag	*
Y	18
Zn	*
Zr	90
Co	14
Sr	1200
La	*
Sc	9
Ti	1900

* ispod granice detekcije
(Vrednosti su date u ppm; g/t).

Mineraloški sastav prosečnog uzorka letećeg pepela iz uglja Kosovo

Mineralna materija	oko %
Slobodan CaO	16,7
Anhidrit	13,5
Alit	15,2
Belit	8,6
Kalcijumalumoferit	15,6
Hematit	1,4
Periklas	3,5
Portlandit	tragovi
Staklasta stopljena masa	13,3
Ostaci gline, polukoks i drugo	1,8
Kvarc	10,0
Karbonati Ca, Mg	0,4
Mulit	tragovi
Ukupno: 100,0	

Granulometrijski sastav prosečnog uzorka letećeg pepela iz uglja Kosovo

spec. tež. = 2,48 g/cm³;
spec. površina = 2,79 m²/g

Veličina zrna η	Udeo %	Σ Udeo %
+ 0,750	0,24	0,24
— 750 + 300	2,10	2,34
— 300 + 200	3,40	5,74
— 200 + 150	3,60	9,34
— 150 + 90	7,90	17,24
— 90 + 62	7,50	24,74
— 62 + 50	3,36	28,10
— 50 + 40	5,90	34,00
— 40 + 30	8,30	42,30
— 30 + 25	5,70	48,00
— 25 + 20	8,00	56,00
— 20 + 15	10,00	66,00
— 15 + 10	12,00	78,00
— 10 + 7	9,00	87,00
— 7 + 5	8,00	95,00
— 5 + 0	5,00	100,00

Napomena: Mineraloška ispitivanja su izvršena savremenom instrumentalnom tehnikom uz potrebnu kritičnost za one minerale čije prisustvo nije pouzdano utvrđeno.

Napomena: Analiza izvršena u sedimentacionoj vagi »Sartorius« za klasu — 62 + 0η u medijumu — oktilalkohol.

Osvrt na izvršena ispitivanja

Rezultati izvršenih ispitivanja pokazuju da se današnjom masovnom proizvodnjom lignita na površinskim otkopima rudarsko-industrijskih kombinata Kolubara i Kosovo dobija čvrsto gorivo vrlo neujednačenog kvaliteta. Sadržaj pepela u rovnom lignitu Kolubara varira od 21,81 do 38,91% (na 105°), a u lignitu Kosovo od 14,39 do 34,78% na 105°. To je sasvim normalno, jer se kod ovakve mehanizovane proizvodnje ne može primeniti selektivno otkopavanje odnosno odvajanje jalovinskog dela iz ugljenog sloja. U navedenim ugljenim basenima jalovinski deo (gline karbonati, piriti i dr.) je uvek prisutan, u većoj ili manjoj meri, i predstavlja važan udeo u balastu koji onemogućuje adekvatno i ekonomično korišćenje ovih ugljeva. Isto tako, vidno učešće u balastnim materijama kod ispitivanih lignita ima i vlaga, čiji se sadržaj kreće od 45 do 55%. Ukupan sumpor iznosi u lignitu Kolubara 1,13 — 2,81% (na 105°), a u lignitu Kosovo 1,39% (na 105°). Oba lignita imaju visok sadržaj isparljivih materija 55,0 — 66,7% računato na čistu ugljenu supstancu. Sadržaj ugljenika u čistoj ugljenoj supstanci se kreće od 60,9 do 65,3%, vodonika od 5,8 do 6,18%, a azota i kiseonika od 28,13 do 32,93%. Pri tome sadržaj kiseonika iznosi oko 27%.

Oba lignita se danas upotrebljavaju kao niskokalorično gorivo uglavnom za sagorevanje u ložištim termoelektrana. Međutim, visok sadržaj pepela u ovom gorivu stvara čitav niz tehničkih problema i finansijskih izdataka tokom celokupnog tehnološkog procesa njegovog korišćenja. Ovi problemi počinju već sa nepotrebnim povećanjem manipulacije celokupne mase goriva na ulazu u termoelektranu i potom dalje narastaju u procesu mlevenja i zagrevanja (nepotrebno opterećenje mlinova i habanje); u procesu sagorevanja (smetnje u ložištu od jalovine; veće dimenzije ložišta; habanje); u procesu izdvajanja letećeg pepela iz dimnih gasova (veće dimenzije elektrofiltara i dimnjaka; habanje) i u transportu i odlaganju pepela iz ložišta kotla i velikih količina letećeg pepela nataloženog u elektrofiltru.

Sagorevanjem ovih lignita u ložištima termoelektrana nastaju:

— štetni gasovi (oksidi sumpora i azota) i

— velika količina pepela-praha od koga jedan deo prolazi kroz dimnjak u atmosferu.

Ispitivanjem osobina pepela — praha iz lignita Kolubara utvrđeno je da se ovaj, uglavnom, sastoji iz kvarca, kristobalita i amorfnog silicijuma. Sa nešto manjim učešćem u pepelu su zastupljeni mulit, hematit, feldspat i anhidrit. Udeo stopljene amorfne materije, ostataka gline i polukoksa iznosi oko 20%. Pepeo sadrži barijuma (950 ppm), mangana (950 ppm), nikla (420 ppm) i stroncijuma (350 ppm). Čestice praha imaju nepravilan oblik i vrlo oštre ivice. Oko 62% pepela ima krupnoću ispod 62 μ . Udeo najsitnijih čestica ispod 10 μ , koje se sada ne mogu da talože u elektrofiltru, iznosi 8,8%. Leteći pepeo iz lignita Kolubara štetno utiče na disajne organe, voće, povrće i ratarske kulture. Njegov uticaj na vodotokove i podzemne vode za sada je nedovoljno proučen.

Pepeo — prah, dobijen iz lignita Kosovo se, uglavnom, sastoji iz slobodnog kalcijum oksida, anhidrita, alita, belita i kalcijumalumerita. Udeo kvarca iznosi 10%. Staklasta stopljena masa, ostaci gline i polukoks su u pepelu zastupljeni sa oko 15%. Pepeo sadrži mangana (2800 ppm), titana (1900 ppm) stroncijuma (1200 ppm), bora (950 ppm) i barijuma (860 ppm). Čestice praha imaju oblik kuglica. Oko 75% pepela ima krupnoću ispod 62 μ . Udeo najsitnijih čestica ispod 10 μ iznosi 22%. Leteći pepeo iz lignita Kosovo štetno utiče na sluzokožu disajnih organa, voće, povrće, ratarske kulture i druga materijalna dobra. U dodiru sa vlagom — vodom gradi kalcijum hidroksid. Njegov uticaj na vodotokove i podzemne vode je za sada neproučen.

S obzirom na količine i kvalitet pepela — praha koji se nakon sagorevanja lignita Kolubara i Kosovo rasprostire u vodu, vazduh i zemljište može se reći da ovaj proizvod, odnosno jalovinski deo ugljenog sloja sagorevanjem u TE znatno narušava ravnotežu čovekove životne sredine. Međutim, posledice rasprostiranja ove sirovine u čovekovo životnoj sredini u područjima gde su smešteni termoeenergetski objekti zasada su nepoznate i nesagledive. Iz tog razloga treba što pre rešiti problem zagađivanja životne sredine od strane termoelektrana u ko-

jima se sagorevaju ligniti sa visokim sadržajem pepela.

Imajući u vidu potrebu racionalnog korišćenja, očuvanja i unapređenja kvaliteta životne sredine zalažemo se za čišćenje lignita, odstranjivanje grube jalovine, a u skladu sa njegovim daljim korišćenjem. Kod iz-

nalaženja adekvatnog tehnološkog postupka čišćenja treba strogo voditi računa i o postizanju ekonomskih efekata. Pri tome treba izdatke za čišćenje lignita porediti sa troškovima koji nastaju u termoelektranama usled upotrebe goriva sa visokim sadržajem pepela.

SUMMARY

Should Low-Heating Value Lignite be Cleaned Before Burning in Power Generating Stations?

On the basis of many year statistical testing of raw run lignite Kolubara and Kosovo properties, produced in Yugoslavia by mechanized strip mining methods and used for burning in power generating stations, large variations were observed in the grade of above lignites. The variations are principally due to changes of the content of ballast mineral materials in coal seams. The paper presents detail data on the grade of Kolubara and Kosovo raw run lignites for the cases of very low and very high ash contents in the coal. In addition, indicated are numerous difficulties and problems arising during the entire process of such fuel utilization in power generating stations fire places, together with detailed information on the amount and quality of harmful gases and ash — dust collected by electric precipitators and discharged through the chimneys into the atmosphere. A specific emphasis was put on the hitherto unobserved harmfulness of environmental pollution (air, water, land) in the areas where the power generating plants were erected and operated. When the new power capacities now under construction start operation, this problem will surely be even more acute and it may endanger further increase of power capacities in such areas. On the basis of the findings as well as the unavoidable struggle to protect, preserve and improve the environment, the paper suggests the development of an adequate and economically justified technological process for cleaning low-heating value fuels before use in power generating stations. In addition, the paper insists on the determination of the costs resulting in power generating stations when lignite with a high ash content is burned.

Autori: dipl. ing. Mira Mitrović, dr ing. Stjepan Tomašić, dipl. ing. Slavoljub Bratuljević, Zavod za pripremu mineralnih sirovina, Rudarski institut, Beograd.
Recenzent: dipl. ing. Božidar, Popović, Beograd.

ZUSAMMENFASSUNG

Soll eine minderwertige Braunkohle vor der Verfeuerung im Wärmekraftwerk einer Reinigung unterzogen werden?

Auf Grund mehrjähriger statistischer Untersuchungen der Eigenschaften der Rohbraunkohlen aus Kolubara und Kosovo, die in der SFRJ durch mechanisierte Arbeit im Tagebau gewonnen und die für die Verfeuerung in den Wärmekraftwerken verwendet werden, wurden grosse Abweichungen bei diesen Braunkohlen hinsichtlich der Qualität festgestellt. Die Abweichungen beziehen sich im allgemeinen auf die Veränderungen der Ballaststoffmengen im Kohlenflöz. In dem Aufsatz wurden eingehende Daten über die Qualität der Rohkohle Kolubara und Kosovo für die Fälle eines niedrigen und eines sehr hohen Aschengehalts dargelegt. Ausserdem wurde auf eine ganze Reihe von Schwierigkeiten und Problemen, die im Laufe des ganzen Einsatzprozesses eines solchen Brennstoffs in den Feuerungsanlagen der WKW auftreten, hingewiesen. Es wurden eingehende Daten über die Menge und Qualität der schädlichen Gase und Asche-Pulver, das in den Elektrofiltern ausgeschieden und durch den Schornstein in die freie Atmosphäre ausgestossen wird, gegeben. Insbesondere wurde, die bisher nicht zum Bewusstsein gekommene Schädlichkeit der Umweltverschmutzung (Luft, Wasser, Boden) in den Gebieten, wo Wärmekraftwerke gebaut und betrieben werden, betont. Wenn die bisher im Bau befindlichen Kraftwerkskapazitäten, in Betrieb gesetzt werden, sicher ist es, dass dieses Problem noch dringlicher sein wird und jede weitere Kapazitätvergrösserung auf dieser Örtlichkeit in Frage kommen kann. Auf Grund des Festgestellten sowie der Unvermeidlichkeit des Kampfes für den Schutz, Erhaltung und Förderung der Umwelt wird im Artikel eine Affindung eines angemessenen und wirtschaftlich berechtigten technologischen Reinigungsprozesses der minderwertigen Brennstoffe vor der Verwendung in den Wärmekraftwerken. Ausserdem wird auf einer Bestimmung der in den WKW entstehenden Ausgaben bestanden, wenn eine Braunkohle mit hohem Aschengehalt verbrannt wird.

РЕЗЮМЕ

Обогащать ли низкокалорийный лигнит до его сжигания в топках теплоэлектростанций?

На основе многолетних статистических исследований свойств рядовых лигнитов Колубары и Косова, которые добываются на открытых разработках механизированным путём и пользуются для сжигания в топках тепловых электростанций, установлены большие отклонения по качеству. Отклонения касаются главным образом содержания пустой породы в угольном слое. В статье даны подробные данные о качестве рядового лигнита из Колубары и Косова для случаев низкого и очень высокого содержания золы в угле. Кроме того указывается на ряд затруднений и проблематику проявляющихся в течении целого процесса использования такого топлива в топках тепловой электростанции, а также исчерпывающие данные о количестве и качестве вредных газов и пепла выделяющегося в электрофильтрах и проникающего через дымоход в атмосферу. Особо подчёркивается до сих пор неизученный вред от загрязнения окружающей среды (воздух, вода, почва) в местности в которой находятся и работают теплоэнергетические объекты. После ввода в работу энергетических мощностей находящаяся в порядке постройки, очевидно вопрос заострится и может поставить под вопрос дальнейшее увеличение производительности в этой местности. На основании установленных фактов и неизбежности борьбы по защите, сохранения и улучшения окружающей среды в статье приводится предложение соответ-

ствүющего и экономически целесообразного технологического процесса обогащения низкокалорийного топлива до его употребления в электростанциях. Кроме того автор настаивает на определении затрат появляющихся при сжигании в топках электростанций лигнита с высоким содержанием золы.

Literatura

- Brückner, H., 1943: Untersuchungsverfahren für feste. — Brennstoffe, Verlag von R. Oldenbourg.
- Bühne, K., 1965: SO₂ Pegelmessungen nach TAL in Gebieten mit geringer Vorbelastung. — Technische Überwachung 6, No 10, S 347—50.
- DIN, 1964: Taschenbuch 20, Mineralöl und Brennstoffnormen, Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin
- Düwel, L., Bühne, K. W., Lahann, H., 1972: Untersuchungen über die Asche und Schwefeleinbindungen bei Braunkohlenfeurungen für Dampfkessel. — Braunkohle, Heft 9, Köln.
- Gemeinschaftsorganisation Ruhrkohle GmbH, 1954: Ruhrkohlen — Handbuch, Verlag Glückauf GmbH., Essen.
- Hagen, W., Hermann, G. A., Meyer, 1960: Aufbereitung der Steinkohle, — erster Teil, Steinkohlenbergbauverein, Essen.
- Leininger, D., 1973: Die Entwicklung in der Steinkohlenaufbereitung in den USA in der Vergangenheit und in der Zukunft. — Energie und Technik 25, H 10.
- Lenkewitz, H., 1955: Neuere Erfahrungen mit der Verbrennung rheinischer Rohbraunkohle in Staubgefeuerten Kesseln, Mitteilungen der VGB, Heft 38.
- Miessner, H., Dr Ing. Grigull, U., 1958: Verlag Chemie, GmbH — Weinheim.
- Mitchell, D. R., 1950: Coal Preparation. — American Institute of Mining & Metallurgical Engineers, New York.
- Ramdohr, P., Strunz, H., 1967: Klockmann's Lehrbuch der Mineralogie, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- VDI, 1968: Richtlinie 2066, Leistungsmessungen an Entstaubern.
- Winnacker, Kuchler, 1961: Chemische Technologie, Carl Hauser Verlag, München.

Fazna hemijska analiza letećeg pepela iz termoelektrane »Kosovo«

Dipl. hem. Katarina Inđin

Svrha ispitivanja ovog letećeg pepela bila je, da se uz pomoć faznih hemijskih analiza što znači, selektivnim rastvaranjem raznih hemijskih jedinjenja u raznim rastvaračima — odrede, približno, hemijski spojevi sumpora, kalcijuma, magnezijuma, kalijuma, natrijuma i silicijuma.

Hemijska laboratorija Rudarskog instituta dobila je tri uzorka letećeg pepela iz termoelektrane »Kosovo« pod oznakama 399, 400 (+63 μ) i 401 (−63 μ). Uzorak pod oznakom 399 predstavlja srednju probu uzorka 400 i 401.

U sva tri uzorka određen je pepeo i sagorljive materije. Rezultati su dati u tablici 1.

Tablica 1

	399	400 + 63 μ	401 − 63 μ
Pepeo	89,05	92	90,20
Sagorljive materije na 800°C	10,95	8,0	9,80

Već po ovim podacima vidi se da uzorak 399 nije pripremljen u odnosu 1:1, već je zahvaćeno više od uzorka sa oznakom 401.

Pre nego što je urađena kvantitativna hemijska i fazna hemijska analiza, sva tri uzorka su prethodno žarena na 800°C, pa

su, po hlađenju, sprasena i ponovo žarena na 800°C.

Rezultati kvantitativne hemijske analize dati su u tablici 2.

Tablica 2

	399	420 + 63 μ	401 − 63 μ
SiO ₂	27.00	39.30	20.56
Al ₂ O ₃	6.90	10.10	4.89
Fe ₂ O ₃	7.10	7.31	6.93
TiO ₂	0.36	0.47	0.32
P ₂ O ₅	0.27	0.26	0.27
CaO	42.66	30.98	49.00
MgO	5.18	5.06	5.65
SO ₃	8.79	4.45	10.60
K ₂ O	0.92	1.00	0.80
Na ₂ O	1.10	1.22	1.10

Sudeći po visokom sadržaju SiO₂, CaO i SO₃, učinilo se, da bi bilo vredno truda da se pokuša, uz pomoć faznih hemijskih analiza, da se odredi:

— slobodan i vezan SiO₂

— da se utvrdi u kom je obliku sumpor prisutan u letećem pepelu, i koliko ga ima

— da se približno odrede hemijska jedinjenja kalcijuma, magnezijuma i silicijuma (pored alkalija) uz napomenu da u svim tim silikatnim jedinjenjima kalcijuma i magnezijuma, a takođe i u oksidnim

jedinjenjima istih, mogu učestvovati gvožđe ili aluminijum, u izomorfnoj smesi, u različitim odnosima.

Utvrđivanje količine gvožđa i aluminijuma koje su prisutne u identifikovanim hemijskim jedinjenjima nije vršeno, jer to nije bila svrha ovog ispitivanja.

Određivanje slobodnog silicijum dioksida (kvarc)

U literaturi, koja se odnosi na faznu hemijsku analizu slobodnog i vezanog SiO_2 , u raznim vrstama mineralnih sirovina, nađene su sledeće metode:

— određivanje sa pirofosfornom kiselinom (1,2)

— određivanje rastvaranjem u glicerinu (3)

— određivanje stapanjem sa kalijum ili natrijum (4) bisulfatom

— određivanje rastvaranjem sa HCl (1,19) koja sadrži 3% NaF .

Od ovih postupaka, kao najpogodniji za ovu vrstu materijala izabran je takozvani »fluoridni« (5). Postupak je iznet u šemi 1.

Sema 1

Određivanje slobodne silicijumove kiseline (kvarca)

Odvaga 0,2 — 1,0 g.

Žarenje, t' 600°C, 2 sata*

Rastvaranje u HCl (1,19), koja sadrži 3% NaF .

Supstanca: rastvarač = 1:100 t 90—95°C, 6 sati

Razblaženje, i ostavljanje rastvora preko noći.

Dekantacija

Rastvor
(ne analizira se)

Ostatak

Rastvaranje (gel SiO_2) u 10% $NaOH$

Supstanca: rastvarač = 1:50, 90—95°C, 1 sat, ceđenje, ispiranje vodom, razblaženom HCl , vodom

Rastvor
(ne analizira se)

Ostatak
Određivanje SiO_2
(kvarc)

*) Ako je u materijalu prisutan talk žarenje na 900°C.

Rezultati određivanja ukupnog, slobodnog i vezanog SiO_2 izneti su u tablici 3.

Tablica 3

	399	400 + 63 μ	401 — 63 μ
Ukupan SiO_2	27,00	39,30	20,56
Slobodan SiO_2	1,66	3,14	0,85
Vezan SiO_2	25,34	36,16	19,71

Zahvaljujući prisustvu velike količine kalcijum oksida moglo se očekivati da u ovom materijalu bude prisutan slobodan SiO_2 , u manjim količinama, jer je zbog visoke temperature pri sagorevanju uglja došlo do stapanja i sjedinjavanja SiO_2 sa CaO .

Određivanje oblika sumpora u letećem pepelu

Obično u pepelima, sumpor može biti prisutan u sulfatnom i sulfidnom obliku.

Ukupna količina sumpora u letećem pepelu određena je na uobičajeni način, oksidacijom, uz pomoć hlorata i azotne kiseline. Referisan je kao SO_3 .

Za određivanje sulfatnog sumpora, uzorci su rastvarani u HCl (1:1). Posle rastvaranja i ceđenja od nerastvorenog, u filtratu je određen sumpor i opet referisan kao SO_3 , I kao potvrda da je u pepelima sumpor prisutan isključivo u sulfatnom obliku, probe su ekstrahovane, u 15% rastvoru amonijum hlorida (6) i posle ceđenja od nerastvorenog dela, filtrat je slabo zakiseljen hlorovodoničnom kiselinom, a sumpor staložen rastvorom barijum hlorida. Pošto pri ovoj vrsti ekstrakcije ne postoji mogućnost da dođe do oksidacije ili redukcije, dobivene vrednosti za sumpor odnose se isključivo na sulfatni sumpor.

Rezultati su izneti u tablici 4.

Pošto je utvrđeno da je sumpor u ovom letećem pepelu prisutan u obliku sulfata, bilo je potrebno da se utvrdi sa kojim kationima je on vezan.

Tablica 4

	399	400 + 63 μ	401 - 63 μ
Ukupan sumpor preračunat kao SO_3	8,79	4,45	10,60
Sulfatni sumpor rastvoren u HCl (1:1)	8,76	4,50	10,36
Sulfatni sumpor ekstrahovan u 15% NH_4Cl	8,68	4,39	10,53

Pošto se sulfati kalijuma, natrijuma i magnezijuma potpuno rastvaraju u destilovanoj vodi, a delimično i $CaSO_4$, leteći pepeli su kuvani 30 min. u destilovanoj vodi (0,5 g u 100 ml H_2O).

Posle ceđenja od nerastvornog dela filtrat je analiziran, a rezultati analiza izneti su u tablici 5 i 6.

Tablica 5

	399	400 + 63 μ	401 - 63 μ
CaO	11,41	5,72	15,76
SO_3	5,38	4,03	6,02
MgO	0,12	0,19	0,05
Na_2O	1,07	0,85	1,13
K_2O	0,38	0,30	0,29

Pošto se sulfati alkalija i magnezijuma rastvaraju u vodi potpuno — to se izvršilo preračunavanje iz podataka iznetih u tablici 5. Preostala količina SO_3 , posle veživanja za alkalije i magnezijum, preračunata je na $CaSO_4$.

Rezultati su izneti u tablici 6.

Pošto ključala voda rastvara oko 50 mg slobodnog CaO (7), to preostali CaO iz tablice 6, umanjen za iznos 0,50%, predstavlja neka kalcijumova jedinjenja, sem gore pomenutih, koja se takođe rastvaraju u vodi.

Tablica 6

	399	400 + 63 μ	401 - 63 μ
Na_2SO_4	2,45	1,94	2,59
K_2SO_4	0,70	0,56	0,53
$MgSO_4$	0,42	0,66	0,17
Preostali SO_3 preračunat	3,36	2,21	4,20
na $CaSO_4$	5,71	3,76	7,14
Preostali CaO	9,06 -0,50	4,20 -0,50	12,82 -0,50
Neraspoređen CaO , umanjen za 0,5% predstavlja CaO u $Ca(AlO_2)_2 +$ $+ 3CaO.SiO_2$	8,56	3,70	12,32

Određivanje jedinjenja kalcijuma, magnezijuma i silicijuma

Određivanje slobodnog CaO

U literaturi je nađen podatak (5,8) da se slobodan CaO , rastvara u 60% alkoholnom rastvoru šećera, gradeći kalcijum saharat.

Postupak:

1 g materijala rastvara se na sobnoj temperaturi, uz mešanje od 20 minuta, sa 30 mililitara 60% alkoholnog rastvora šećera.

Posle ceđenja od nerastvornog dela, u filtratu se određuje CaO titracijom sa $\frac{n}{10} HCl$ uz indikator metil crveno.

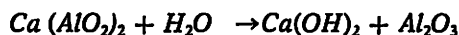
Rezultati dobiveni za slobodan CaO dati su u tablici 7.

Tablica 7

	399	400 + 63 μ	401 - 63 μ
Slobodan CaO	1,76	0,48	2,80

Po rezultatima hemijskih analiza iznetih u tablici 2, tačnije rečeno, po odnosu $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ u letećem pepelu, može se pretpostaviti, da je zbog visoke temperature u procesu sagorevanja uglja, došlo do stapanja $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ i građenja, pored stabilnih i manje stabilnih silikata, isto tako i aluminata kalcijuma (9,10).

Sa vodom, kalcijum aluminat potpuno hidrolize po sledećoj formuli:



Kako faznom hemijskom analizom nije bilo moguće da se taj aluminat kalcijuma identifikuje, ostaje mogućnost da je on prisutan u letećem pepelu, i da, pri kujanju pepela u vodi, zbog hidrolize i taj kalcijum ide u vodeni rastvor.

Pored već pomenutih jedinjenja kalcijuma koji su prisutni u vodenom rastvoru letećeg pepela, nalazi se i jedinjenje tipa $3CaO \cdot SiO_2$ (5) koji potpuno hidrolize i kalcijum prelazi u rastvor kujanjem pepela (oko 30 minuta), u destilovanoj vodi.

Na osnovu izloženog, može se zaključiti, da kalcijum oksid koji je naveden kao neraspoređen, u tablici 6, predstavlja $Ca(AlO_2)_2$ i $3CaO \cdot SiO_2$.

Određivanje vrste jedinjenja kalcijuma, magnezijuma i silicijuma koja se ekstrahuju 15% rastvorom NH_4Cl .

Po podacima iz literature, koji se odnose na fazne hemijske analize, (5, 6, 11, 12) poznato je, da se pri ekstrakciji sa 15% rastvorom amonijum hlorida (kujanjem 30 minuta) potpuno rastvaraju sledeće vrste jedinjenja: CaO , $CaSO_4$, $CaCO_3$, $3CaO \cdot SiO_2$, $2CaO \cdot SiO_2$, $Ca(AlO_2)_2$, MgO , $MgCO_3$, $2MgO \cdot SiO_2$ naravno pored soli alkalija.

U ispitivanom letećem pepelu rađen je CO_2 i nije identifikovan; znači da u ovom materijalu nisu prisutni karbonati kalcijuma i magnezijuma.

Postupak:

0,5 g letećeg pepela kuvalo se, oko 30 minuta, u 50 mililitara 15% rastvora amonijum hlorida. Tokom kujanja vodilo se računa da se dodavanjem ključale vode, održava konstantna zapremina. Posle ceđe-

nja od nerastvornog dela i ispiranja vreloom vodom, u filtratu su određeni: Ca , Mg i SO_3 .

Rezultati analize izneti su u tablici 8.

	399	400 + 63 μ	401 - 63 μ
SO_3	8,68	4,39	10,52
MgO	3,45	2,36	3,91
CaO	32,66	17,47	40,92

Pošto je poznata količina SO_3 koja je preračunata na sulfate alkalija (tablica 6) razlika predstavlja SO_3 koji potiče od $CaSO_4$. Preračunavanje je izneto u tablici 9.

	399	400 + 63 μ	401 - 63 μ
Ukupan SO_3	8,68	4,39	10,52
SO_3 koji potiče od alkalnih sulfata	-2,02	-1,82	-1,82
Razlika SO_3 koja sa CaO	6,66 4,66	2,57 1,80	8,70 6,10
daje $CaSO_4$	11,32	4,37	14,80

U tablici 10 dat je iznos CaO koji učestvuje, u do sada, identifikovanim spojevima. Ako se za taj iznos smanji ukupan kalcijum oksid koji se ekstrahovao sa 15% rastvorom NH_4Cl , dobiće se iznos kalcijum oksida koji učestvuje u građenju jedinjenja tipa ortosilikata kalcijuma — $2CaO \cdot SiO_2$.

U tablici 11 izneta su jedinjenja magnezijuma koja su se ekstrahovala sa 15% NH_4Cl .

Da bi se odredila količina stabilnih silikata kalcijuma i magnezijuma — tipa metasilikata — pristupilo se rastvaranju letećeg pepela u HCl (1:1) kujanjem 30 minuta.

Pri ovom postupku, pored metasilikata, u rastvor će preći i sva do sada identifikovana jedinjenja kalcijuma i magnezijuma.

Tablica 10

	399	400 + 63 μ	401 - 63 μ
Slobodan CaO	1,76	0,48	2,80
CaO iz CaSO ₄	4,66	1,80	6,10
CaO iz : Ca(AlO ₂) + 3CaO.SiO ₂	8,56	3,70	12,32
SUMA CaO	14,98	5,98	21,22
CaO ekstrahovan 15% NH ₄ Cl	32,66	17,47	40,92
Umanjen za gornju sumu CaO	-14,98	-5,98	-21,22
daje CaO u ortosili- katu: 2CaO.SiO ₂	17,68	11,49	19,70

Tablica 11

	399	400 + 63 μ	401 - 63 μ
MgSO ₄	0,42	0,65	0,17
MgO + 2MgO.SiO ₂ (ortosilikat)	3,33	2,17	3,79

Tablica 12

Rastvoreno u HCl (1:1)

	399	400 + 63 μ	401 - 63 μ
CaO	41,47	29,68	47,82
MgO	4,88	4,53	5,42
SiO ₂	9,58	9,38	10,56
Al ₂ O ₃	6,48	7,25	4,05
Fe ₂ O ₃	6,31	6,60	6,36
K ₂ O	0,38	0,30	0,30
Na ₂ O	1,07	0,85	1,13
SO ₃	8,76	4,50	10,36

Ako se od tako dobivene količine rastvorenog CaO i MgO oduzme suma CaO i MgO koji su već identifikovani, razlika predstavlja CaO · SiO₂ i MgO · SiO₂.

Naravno, da će pri ovakvom postupku, u rastvor preći i FeO, Fe₂O₃ i Al₂O₃ koji potiču bilo od jedinjenja silikata kalcijuma i magnezijuma (izomorfna smesa: CaFe-Si i Mg-Fe-Si, u raznim odnosima) bilo od vustita, magnetita, hematita ili ilita.

Rezultati analiza rastvorenog i nerastvorenog dela u HCl (1:1) izneti su u tablicama 12 i 13,

Tablica 13

Nerastvoreni deo u HCl (1:1)

	399	400 + 63 μ	401 - 63 μ
SiO ₂	17,40	29,32	10,30
Al ₂ O ₃	0,97	3,20	0,80
Fe ₂ O ₃	0,79	0,71	0,57
CaO	0,75	1,21	0,73
MgO	0,30	0,53	0,23
K ₂ O	0,54	0,70	0,50
Na ₂ O	∅	0,20	∅

U tablici 14 izneto je preračunavanje CaO i MgO koji potiču od metasilikata

U tablici 15 iznete su sve vrste jedinjenja K, Na, Ca, Mg, S i Si koje je bilo moguće identifikovati faznom hemijskom analizom

Na kraju potrebno je da se naglasi, da su se pri upotrebi termina: ortosilikat, meta silikat, aluminat, magnetit, hematit, ilmenit i drugi, imale u vidu samo izvesne hemijske osobine a ne i mineraloške identifikacije.

Prilikom sakupljanja podataka o svojstvima ovog letećeg pepela naišlo se na mineralošku analizu letećeg pepela iz termoelektrane »Kosovo« iz 1973. god. U toj analizi izložen je težinski sadržaj identifikovanih minerala, pored visokog sadržaja takozvane staklaste materije (oko 35 %).

Tablica 14

	399	400 + 63 μ	401 — 63 μ
CaO rastvoren u HCl (1:1)	41,47	29,68	47,82
CaO rastvoren u 15% NH ₄ Cl	32,66	17,47	40,92
Razlika CaO koja potiče od metasilikata:			
CaO.SiO ₂	8,81	12,21	6,90
MgO rastvoren u HCl (1:1)	4,88	4,53	5,42
MgO rastvoren u 15% NH ₄ Cl	3,45	2,36	3,91
Razlika MgO koja potiče od metasilikata: MgO.SiO ₂	1,43	2,17	1,51

Tablica 15

	399	400 + 63 μ	401 — 63 μ
SiO ₂ slobodan	1,66	3,14	0,85
SiO ₂ vezan	25,34	36,16	19,71
Na ₂ SO ₄	2,45	1,94	2,59
K ₂ SO ₄	0,70	0,56	0,53
MgSO ₄	0,42	0,66	0,17
MgO koji potiče od slobodnog MgO i 2MgO.SiO ₂ (ortosilikat)	3,33	2,17	3,39
MgO koji potiče od MgO.SiO ₂ (metasilikat)	1,43	2,17	1,51
MgO koji potiče od jedinjenja (sa: Fe, Al, Ca, K, Si) otpornog prema HCl (1:1)	0,30	0,53	0,23
CaSO ₄	11,32	4,37	14,80
CaO slobodan	1,76	0,48	2,80
CaO koji potiče od: Ca(AlO ₂) ₂ i 3CaO.SiO ₂	8,56	3,70	12,32
CaO koji potiče od 2CaO.SiO ₂ (ortosilikat)	17,68	11,49	19,70
CaO koji potiče od: CaO.SiO ₂ (metasilikat)	8,81	12,21	6,96
CaO koji potiče od: jedinjenja (sa Fe, Al, Mg, K, Si) otpornog prema HCl (1:1)	0,75	1,21	0,73

Ostalih 65% predstavljaju sledeći identifikovani mineraloški oblici: magnetit, vustit, mulit, brucit, periklas, kvarc, pored ugljene prašine, što sve ukupno iznosi oko 15%, a 50% predstavljaju jedinjenja kalcijuma: paravolastonit, portlandit, slobodan CaO, i anhidrit — CaSO₄. Ako se izračuna ukupan sadržaj CaO koji učestvuje pri izgradnji ovih pomenutih jedinjenja dobija se iznos CaO oko 25%. Međutim, ta vrsta letećeg pepela sadrži približno od 40 do 49% CaO, što znači da oko 20% CaO, pored silicijum dioksida vezanog, učestvuje u izgradnji staklaste materije.

Međutim, ako se primeni fazna hemijska analiza na ovaj pepeo, kao što je u ovom

radu učinjeno, moguće je da se približno identifikuju i ti manje stabilni silikati kalcijuma tipa 3RO · SiO₂ i 2RO · SiO₂, gde R predstavlja, uglavnom, kalcijum pored nešto malo magnezijuma i eventualno dvovalentnog gvožđa, a koji su sastavni deo te staklaste materije.

Ovde izloženom delimičnom faznom hemijskom analizom, koja je obuhvatila jedinjenja kalcijuma, magnezijuma, kalijuma, natrijuma, sumpora i silicijuma, identifikovano je oko 90% težinskih procenata letećeg pepela. Da se uradila fazna hemijska analiza i po gvožđu i aluminijumu bilo bi identifikovano svih 100%.

Zahvaljujući na ovaj način dobijenim rezultatima ispitivanja letećeg pepela, omogućeno je da se bolje upoznaju njegove hemijske i fiziko-hemijske osobine, bilo da se on upotrebi kao građevinski materijal (uz prethodno razaranje sulfata) bilo kao apsorbens za gasove (SO_2 , CO_2 i dr.).

Takođe, kada se ovaj pepeo bude transportovao, u deponiju, vodom, u cevima će se taložiti naslage koje su nerastvorni proizvodi hidrolize baš tih nestabilnih silikata pepela.

Te naslage treba da se sastoje od $Ca(OH)_2$, CaO , uz nešto $Mg(OH)_2$ a u manjoj meri hidroksida gvožđa. Zbog rastvorljivosti biće prisutno i nešto $CaSO_4$ uz nešto alkalija.

I na kraju, nekâ bude pomenuto, da iako u pepelu ima malo slobodnog SiO_2 , ovaj pepeo će štetno delovati na organe za disanje čoveka, baš zbog prisustva tih nestabilnih silikata kalcijuma koji vrlo lako hidrolizu dajući kalcijum hidroksid.

SUMMARY

Phase Chemical Analysis of »Kosovo« Power Generating Station Fly Ash

By selective dissolution (phase chemical analysis) of fly ash in water, ammonium chloride solution, hydrochloric acid and alcoholic sugar solution the chemical compounds of calcium, magnesium, silica and sulphur were determined.

ZUSAMMENFASSUNG

Chemische Phasenanalyse der Flugasche aus dem Wärmekraftwerk »Kosovo«

Durch selektive Auflösung (chemische Phasenanalyse) der Flugasche in Wasser, Ammoniumchloridlösung, Chlorwasserstoffsäure und in der Alkoholzuckerlösung wurden chemische Verbindungen von Kalzium, Magnesium, Silizium und Schwefel bestimmt.

Autor: dipl. hem. Katarina Inđin, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu — Rudarski institut, Beograd.

Recenzent: prof. dr Sergeje Lebedev — Beograd.

РЕЗЮМЕ

Фазовый химический анализ дымовой золы из тепловой электростанции „Косово“

Селективным растворением (фазовым химическим анализом) дымовой золы в воде, в растворе хлорида аммония, соляной кислоте и в растворе сахара в алкоголе, определены химические соединения кальция, магния, силиция и серы.

Literatura

1. Romanenko, E. G., Zubritskaja, A. A., 1965: Analytical Abstracts, Vol. 12, No. 5, 2170.
2. Filipova NA., 1963: Fazna analiza ruda obojenih metala i produkata njihovih obogaćenja. — Državno naučno tehničko izdavačko preduzeće literature za crnu i obojenu metalurgiju, Moskva.
3. Kreškov, A. P., Čivikova, A. N., Zagorovska A. A., 1965: Žurnal Anal. him. tom. XXI 253/462.
4. Ispitivanja mineralne sirovine. — Savezni naučno-istraživački institut za mineralne sirovine (Izdanje Geosgeologehizdat 1955).
5. Fedorova, M. N., Krivodubskaja, K. S., Osakina, G. N., Kostoustova, T. I., 1972: Fazne hemijske analize ruda crnih metala i produkata njihove prerađe, Moskva (str. 150, 69).
6. Langes Handbook of Chemistry compiled and edited by Norbert Adolf Lange (1967).
7. Taschenbuch für Chemiker und Physiker. Izdavač J. D'Ans. i E. Lax (1949).
8. Karrer, P., 1936: Lehrbuch der Organischen Chemie. 4. Auflage, 1936, Georg, Thieme (Verlag) Leipzig (str. 356).
9. d'Ans, I., 1942: Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie. — Izdavač G. Braun Karlsruhe.
10. Smith, A., 1922: Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie. — Izdavač Karlsruhe I. B. G. Braunsche Hofbuchdruckerei und Verlag.
11. Singh, S., Prasad Gupta, K., 1964: Brza metoda za određivanje kalcijum i magnezijum karbonata u krečnjacima, dolomitu i drugim krečnjačkim materijalima, Z. Anal Chem. 206, 5.
12. Ključarova, B., Hlebnikova, I. Ju., 1966: Fazna hemijska analiza sistema $MgO-Cr_2O_3-SiO_2$. — Referativni žurnal, hemija No. 1(I)(1966) 1 G 169.

Uticaj prirodnog prečišćavanja vazduha na smanjenje zaprašenosti u ulaznoj vazdušnoj struji u podzemnim rudarskim prostorijama

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Vladimir Ivanović

Poznate su preporuke i zahtevi za sprovođenjem zakonskih propisa, odredbi i instrukcija za izbor optimalnih brzina ventilacionih struja koje se zasnivaju na iskusnim podacima. Optimalna brzina vazduha, zavisno od izvora prašine kreće se u granicama od 0,5 — 2,5 m/s. Poznato je da pri lošim ventilacionim uslovima na radištim dolazi do visokih koncentracija lebdeće prašine. Povećanjem količina vazduha postiže se odgovarajuće razređivanje, odnosno smanjenje koncentracije prašine. Međutim, povećanjem brzine vazdušne struje iznad neke granične vrednosti zahvata se i podiže jedan deo nataložene prašine, usled čega dolazi do povećanja koncentracije u vazdušnoj struji. Povećanjem brzine vazdušne struje istovremeno se povećava i njena sposobnost za transport većih količina prašine.

U aerodinamičkom režimu kretanja zaprašenog vazduha kroz podzemne rudarske prostorije stalno je prisutna pojava zaostajanja i taloženja jednog dela lebdeće frakcije i ponovnog vraćanja nataložene prašine u lebdeće stanje. Koncentracija prašine, naročito u ulaznoj vazdušnoj struji, u velikoj meri zavisi od odnosa koji postoji između navedenih procesa. U takvim ventilacionim uslovima zaštita od prašine mora biti usmerena na sprečavanje izdvajanja nataložene prašine i intenziviranje prirodnog preči-

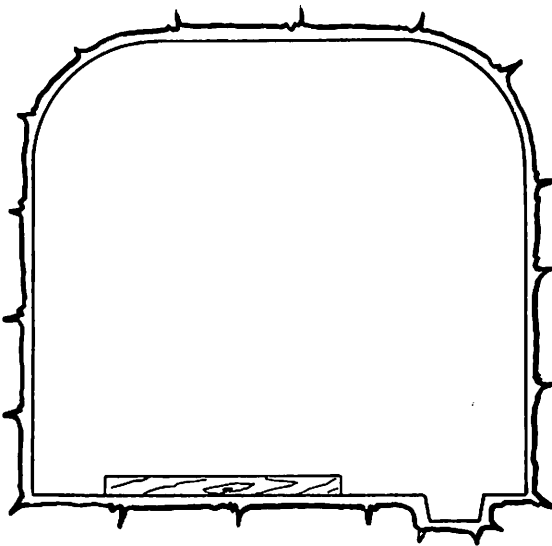
šćavanja, koje se ispoljava u stalnom smanjenju koncentracije lebdeće prašine u prostorijama na putu kretanja vazdušne struje.

Prirodno prečišćavanje vazdušne struje čini veoma značajan element u kompleksnoj zaštiti od prašine naročito u pogledu poboljšanja kvaliteta ulazne vazdušne struje kod serijskog provetravanja radišta. Ipak, efekti ovog postupka još nisu detaljno ispitani i nalaze se u fazi intenzivnog istraživanja.

Naša ispitivanja procesa prirodnog prečišćavanja izvršena su u ulaznoj vazdušnoj struji na IX horizontu u rudniku Trepča — Stari Trg. Cilj ispitivanja je bio da se ustanove mogući efekti prirodnog prečišćavanja vazdušne struje u uslovima kada ne postoji sekundarno podizanje nataložene prašine, što se u savremenoj tehničkoj zaštiti može postići.

Geometrijske karakteristike rudarskih prostorija su date u tablici 1. Izgled uobičajenog profila hodnika prikazan je na sl. 1.

U rudarskim prostorijama na IX horizontu postoji turbulentni režim strujanja vazduha. Minimalna brzina vazduha, koja stvara dovoljno velike pulzacije u ravni poprečnog preseka prostorije za efikasno nošenje lebdeće prašine vazdušnom strujom određuje se iz obrasca (1), navedenog u literaturi [2].



Sl. 1 — Karakterističan profil transportnih hodnika.

$$V_{\text{min}} = \frac{500}{dk \cdot \sqrt{\alpha}}, \text{ cm/s} \quad (1)$$

gde je:

d_k — srednja visina neravnina u nepodgrađenoj prostoriji, cm

α — koeficijent aerodinamičkog otpora u desetihiljaditim delovima.

Za aerodinamičke uslove u transportnim hodnicima na IX horizontu može se uzeti $d_k = 9\text{cm}$ i $\alpha = 8$. Tada minimalna srednja brzina u profilu hodnika kojom se postiže transport prašine u vazdušnoj struji iznosi:

$$V_{\text{min}} = \frac{500}{9 \cdot \sqrt{8}} = 21,4 \text{ cm/s} = 0,21 \text{ m/s}$$

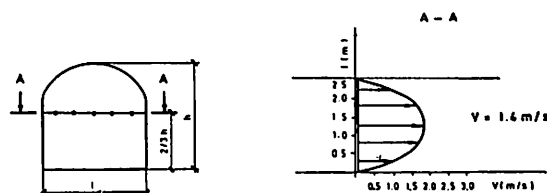
U transportnim hodnicima sa ulaznom vazdušnom strujom značajno je izražena i potencijalna opasnost od zduvavanja nataložene prašine. U tom slučaju potrebno je uzeti u razmatranje brzinu pri kojoj dolazi do podizanja prašine. Ona se određuje iz empirijskog obrasca (2) koji važi za prostorije tipa hodnika sa poprečnim presekom $F = 4-6 \text{ m}^2$.

$$V_o = \frac{0,92}{F}, \text{ m/s} \quad (2)$$

gde je:

F — poprečni presek prostorije, m^2 .

Za normalan presek $F = 6 \text{ m}^2$ transportnih hodnika na IX horizontu, prema datom obrascu, kritična je brzina $V_o = 0,15 \text{ m/s}$. To je brzina neposredno uz površinu zidova za razliku od V koja čini srednju brzinu u preseku prostorije. Merenjima, izvršenim u nekoliko preseka transportnih hodnika na IX horizontu, brzina vazduha u neposrednoj blizini zidova hodnika iznosila je oko $V_o = 0,15 \text{ m/s}$. Na osnovu merenja izrađen



Sl. 2 — Grafički prikaz promene brzine u transportnom hodniku.

je grafik brzina u horizontalnoj ravni, normalnoj na ravan poprečnog preseka prostorije. Prema ovom grafiku srednja brzina u poprečnom preseku iznosi $V = 1,4 \text{ m/s}$. To znači, da se ova brzina može uzeti kao V_{max} , jer kod nje u hodnicima na IX horizontu dolazi do podizanja nataložene prašine.

Na najvećoj dužini glavnog transportnog hodnika brzine vazduha su znatno veće od $V = 1,4 \text{ m/s}$, što znači da na odgovarajućim površinama postoje objektivni ventilacioni uslovi za sekundarno podizanje nataložene prašine. Tek u krajnjem severnom delu hodnika brzine vazduha su manje od kritične, tako da u toj zoni ne postoji potencijalna opasnost od podizanja nataložene prašine, kod postojeće raspodele vazdušne struje.

Na osnovu prethodne analize može se zaključiti da u hodnicima posmatranog horizonta nije moguće ograničiti brzinu na $1,4 \text{ m/s}$, s obzirom da je to osnovni napojni horizont. Prema tome, neophodno je tolerisati veće brzine i u isto vreme primenjivati mere za sprečavanje podizanja nataložene prašine.

Merenjima su konstatovani sledeći intenziteti izdvajanja lebdeće prašine na pretovarnim punktovima IX horizonta [7]:

- utovar u vagone iz centralne rudne sipke 6.400 mg/min
- istovar iz vagona u bunker puništa skipa 2.500 mg/min
- utovar u vagone iz otkopne rudne sipke 1.310 mg/min

Prema navedenim podacima radi se o izvorima sa velikim prinosima prašine u ulaznoj struji koja se kreće ka otkopima. Vazdušna struja nosi sa sobom izdvojenu lebdeću prašinu stvarajući pri tom vrlo složen dinamički proces. Dinamikom aerodisperznog sistema je obuhvaćeno kretanje čestica prašine, njihovo gravitaciono, elektrostatičko i inerciono taloženje, a takođe i proces podizanja nataložene prašine i njeno vraćanje u vazdušnu struju. Sve pojave u dinamičkom procesu zaprašnosti, vezane za kretanje prašine, mogu se svesti na taloženje čestica prašine na različitim površinama i ponovno vraćanje iz nataloženog stanja, u aerodisperzni sistem. Problem taloženja i uzvitlavanja prašine igra suštinsku ulogu kod razrade metoda kompleksne zaštite od prašine, a takođe i za definisanje prinosa u pojedinim ograncima ventilacionog sistema.

Do sada još nije data relacija koja istovremeno obuhvata obe pojave, tj. izdvajanje

prašine iz vazdušne struje i podizanje nataložene prašine. Smanjenje koncentracije lebdeće prašine u vazdušnoj struji usled prirodnog taloženja, pri kretanju duž rudarskih prostorija prikazuje se jednačinom (3)

$$N_o = \frac{N'_o}{\beta \cdot \frac{L}{Q}} \quad (3)$$

gde je:

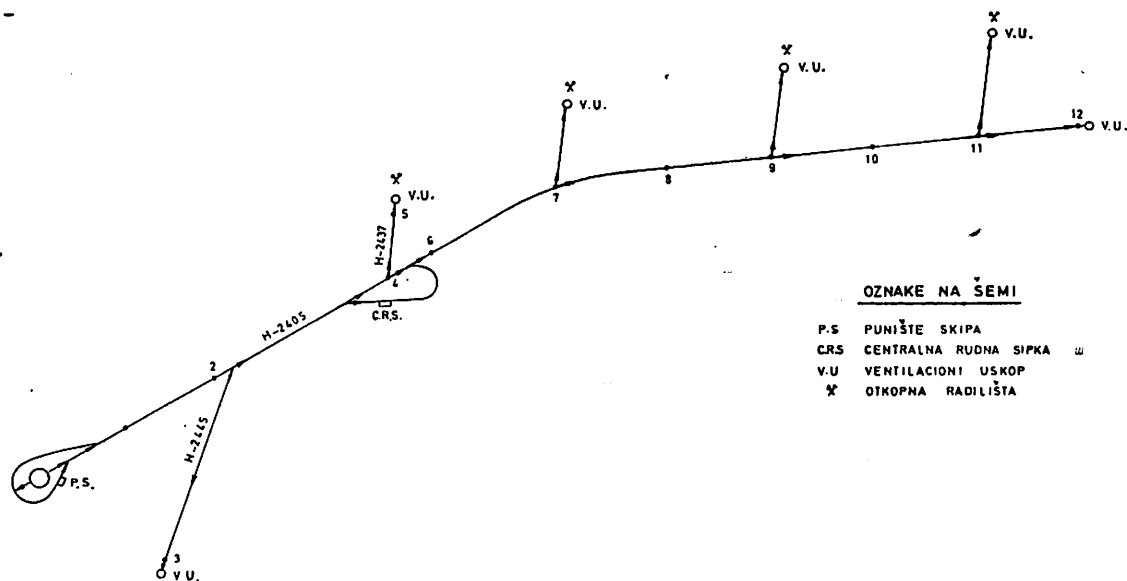
N_o — srednja koncentracija lebdeće prašine u posmatranom profilu prostorije na rastojanju L od početnog profila, u pravcu kretanja vazdušne struje, mg/m^3

N'_o — srednja koncentracija lebdeće prašine u početnom profilu, mg/m^3

β — koeficijent koji karakteriše ispadanje prašine iz vazdušnog toka, a zavisi od fizičkih i mineraloških karakteristika prašine, brzine vazdušne struje, geometrijskih karakteristika prostorije, karaktera površina taloženja i vlažnosti vazduha

L — rastojanje između profila u kojima se određuju koncentracije, m

Q — količina vazduha koja protiče kroz prostoriju, m^3/s .



OZNAKE NA ŠEMI

- P.S. PUNIŠTE SKIPA
- CRS. CENTRALNA RUDNA SIPKA
- V.U. VENTILACIONI USKOP
- X OTKOPNA RADIŠTA

Sl. 3 — Linearna šema transportnih hodnika na IX horizontu sa naznačenim pravcima kretanja vazdušne struje.

Pomoću date jednačine izvršen je proračun smanjenja koncentracije lebdeće prašine u vazdušnoj struji na karakterističnim deonicama prikazanim u linearnoj šemi na sl. 3. Dobijeni rezultati prikazani su na tablici 1. Kod ovog proračuna uzeta je u obzir pretpostavka da postoji samo proces taloženja prašine, a da je odgovarajućim tehničkim postupkom sprečena pojava sekundarnog podizanja nataložene prašine. Verovatnoća izdvajanja prašine iz vazdušnog toka, odnosno njenog pilepljivanja na zidove prostorije u najvećoj meri zavisi od brzine vazdušne struje i prečnika čestica prašine. U rudničkim uslovima u vazdušnoj struji se nalazi lebdeća prašina različite krupnoće, ali uvek ispod 5 mikrona, odnosno u visokom procentu ispod 2 mikrona. U proračun

se ušlo sa srednjim prečnikom 1 mikron [6].

Koeficijent β se određuje eksperimentalno za svaki konkretni slučaj. U rudniku »Trepča« takva ispitivanja nisu vršena. Koeficijent je određen računski pomoću jednačine, koja približno odgovara dinamičkim uslovima zaprašnosti u ovom rudniku.

$$\beta = 0,318 \cdot v_t \cdot U \text{ (m}^2/\text{s)} \quad (4)$$

$v_t = 0,011 \text{ m/s}$ — brzina taloženja lebdeće prašine čiji je srednji prečnik 1 mikron

U = obim prostorije, m.

Vrednosti zaprašnosti u tačkama 1 i 6 dobijene su merenjima. Tačke su locirane neposredno iza glavnih izvora prašine na IX horizontu (puništa skipa i centralne rud-

Tablica 1

Parametri ventilacije i zaprašnosti u transportnim hodnicima na IX horizontu

Oznaka	Naziv jamske prostorije	U m	F m	V_{sr} m/s	Q m ³ /s	L m	N'_0 mg/m ³	N_0 mg/m ³	ΔN mg/m ³	qt mg/m ³ /dan	
1—2	Hodnik	2 405	10.8	6.7	4.0	26.5	90	3.35	2.96	0.39	123
2—3	Hodnik	2 445	9.8	5.5	0.3	1.67	450	2.96	0.0	2.96	114
2—4	Hodnik	2 405	9.9	5.6	4.4	24.8	180	2.96	2.30	0.66	117
4—5	Hodnik	2 437	9.8	5.5	1.0	5.5	110	2.30	0.55	1.75	115
4—6	Hodnik	2 405	9.9	5.7	2.5	14.5	20	2.30	2.20	0.10	92
6—7	Hodnik	2 405	9.9	5.7	3.4	19.3	270	8.9	5.5	3.40	54
7—8	Hodnik	2 405	9.6	5.4	2.6	14.2	110	5.5	4.3	1.20	38
8—9	Hodnik	2 405	9.3	5.0	1.1	5.5	110	4.3	2.26	2.04	147
9—10	Hodnik	2 405	9.0	4.7	1.9	8.8	150	2.26	1.35	0.91	82
10—11	Hodnik	2 405	12.0	8.5	0.8	6.5	150	1.35	0.0	1.35	50
11—12	Hodnik	2 405	11.6	7.8	0.1	1.0	210	0.0	0.0		

U — obim prostorije, m

F — poprečni presek prostorije, m²

V_{sr} — srednja brzina vazdušne struje, u profilu prostorije, m/s

Q — količina vazduha koja prolazi kroz prostoriju, m³/s

L — rastojanje između profila u kojima se određuju koncentracije, m

N'_0 — srednja koncentracija prašine u prvom mernom profilu, mg/m³

N_0 — srednja koncentracija prašine u drugom mernom profilu, mg/m³

q — intenzitet taloženja prašine mg/m³/dan.

ne sipke). Prosečne koncentracije su određene iz sledećih vrednosti (8):

	Tačka 1 mg/m ³	Tačka 6 mg/m ³
— letnji period 1973. g.	2,10	10,60
— zimski period 1974. g.	4,30	11,50
— letnji period 1974. g.		4,60
Prosek:	3,35	8,90

Vrednosti zaprašenosti u ostalim tačkama izračunate su pomoću jednačine (3).

Prema višegodišnjim ispitivanjima [8] srednji procentualni sadržaj sl. SiO₂ u lebdećoj prašini u 1. tački iznosi 17,30%, a u 2. tački 16,20%.

To znači, da se u ulaznoj vazdušnoj struji na IX horizontu nalazi vrlo agresivna prašina. Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) za prašinu iznosi prema JUS Z.BO. 001:

$$N_d = \frac{30}{\% \text{ sl. SiO}_2 + 2} = \frac{30}{17,30 + 2} = 1,5 \text{ mg/m}^3 \quad (5)$$

Međutim, kvalitet ulazne vazdušne struje mora se posmatrati sa stanovišta njene sposobnosti da na radilištima izvrši dekoncentraciju lebdeće prašine u granicama MDK. To znači, da sadržaj lebdeće frakcije u ulaznoj struji mora biti znatno iznad MDK, tj. koncentracija prašine ne sme prelaziti vrednost 0,45 mg/m³ [5].

Prema podacima datim u tablici 1, kada bi se sprečilo sekundarno podizanje nataložene prašine, samoprečišćavanjem vazdušne struje postigla bi se koncentracija 0,45 mg/m³ između tačaka 10 i 11. To praktično znači, da bi vazdušna struja zadovoljavajućeg kvaliteta dolazila na krajnji otkop IX horizonta. Na ulazima u ostale otkope zaprašenost je veća od dozvoljene za ulaznu struju.

Međutim, u postojećim ventilacionim uslovima na IX horizontu pojava sekundarnog podizanja nataložene prašine je značajno prisutna i povećava zaprašenost ulazne vazdušne struje.

To potvrđuju i rezultati merenja prikazani u tablici 2.

Tablica 2

Ozna- ka	Naziv jamske prostorije	F m ²	V _{sr} m/s	Q m ³ /min	N mg/m ³
1	Hodnik 2405	20	4,0	26,5	3,35
4	Hodnik 2405	5,6	4,4	24,8	2,60
6	Hodnik 2405	5,7	3,4	19,3	8,90
11	Hodnik 2405	8,5	0,8	6,5	6,0
12	Hodnik 2405	7,8	0,1	1,0	1,50

Sekundarno podizanje nataložene prašine u postojećim uslovima provetravanja, uslovalo je znatno sporije prirodno prečišćavanje. Umesto da je u tački 11 koncentracija prašine bliska nuli, ona stvarno iznosi 1,5 mg/m³. To znači da je koncentracija lebdeće prašine u ulaznoj struji na IX horizontu u proseku veća od MDK, odnosno da je nekoliko puta veća od dozvoljene koncentracije za ulaznu struju. Na ulazu u krajnji otkop IX horizonta (tačka 11) — na sl. 3 — koncentracija iznosi 6,0 mg/m³, dok bi u slučaju da je onemogućeno sekundarno podizanje nataložene prašine (prema tablici 2), njena vrednost bila, takođe, bliska 0. Razlika je veoma očigledna.

Pregledom transportnih prostorija ustanovljeno je da se slojevi nataložene prašine kreću i do nekoliko milimetara visine.

U tablici 1 su date vrednosti intenziteta taloženja prašine (q_t), kao posledica smanjenja koncentracije u vazdušnoj struji. Proračun je vršen prema sledećoj jednačini:

$$q_t = \frac{\Delta N_o \cdot Q \cdot 7200}{V}, \text{ mg/m}^3/\text{dan} \quad (6)$$

gde je:

q_t = količina prašine nataložene u toku dana na posmatranoj deonici prostorije, preračunato na jedinicu zapremine prostorije, mg/m³/dan

Q = količina vazduha koja protiče kroz prostoriju, m³/s

$7.200 = 60 \cdot 60 \cdot 12$ — vreme efektivnog rada transporta na IX horizontu, s

$\Delta N_0 = N'_0 - N_0$ — smanjenje koncentracije lebdeće prašine, usled taloženja na putu kretanja vazdušne struje, između krajnjih tačaka deonice, mg/m^3 .

$V = F \cdot L$ — zapremina prostorije na posmatranoj deonici, m^3 .

Priloženi podaci pokazuju da je taloženje prašine dosta intenzivno. U toku samo jednog dana nataloži se koncentracija prašine koja bi ponovnim vraćanjem u lebdeće stanje, usled nekog iznenadnog uzročnika, mogla višestruko prevazići dozvoljene koncentracije. Ukoliko nema prirodnog ili veštačkog odnošenja prašine, ili njenog vezivanja za podlogu ova opasnost se povećava sa svakim novim danom taloženja po zakonu hiperbolične krive.

Ako se u dinamičkom režimu zaprašenošću posmatra ukupan bilans lebdeće prašine u vazdušnoj struji tada preovlađuje proces taloženja prašine na putu kretanja vazdušne struje. Ova pojava je praktično dokaza-

na za sve jamske ventilacione uslove. Međutim, velika opasnost od nataložene prašine nastaje kod većih poremećaja u dinamičkom režimu zaprašenošću. Ti poremećaji mogu nastati usled promene ventilacionih karakteristika prostorija naglim suženjem slobodnog profila prostorije, ako se hodnikom kreće kompozicija, stoji vagonet ili neki drugi uređaj većih gabarita. U zonama smanjenog profila dolazi do naglog povećanja brzine vazduha i poremećaja vazdušnih strujnica što utiče na naglo podizanje nataložene prašine i unošenje u vazdušnu struju. Do naglog podizanja nataložene prašine dolazi takođe i pri kretanju ljudi ili pri izvođenju radova. Svi navedeni primeri su neminovni u toku odvijanja tehnološkog procesa.

U savremenoj tehničkoj zaštiti od prašine primenjuju se postupci za sprečavanje uzvitlavanja nataložene prašine vezivanjem za podlogu ili uklanjanjem sa nje. To je način da se u rudniku Trepča bitno poboljša kvalitet ulazne struje i da prirodno prečišćavanje dođe do punog izražaja. U tom cilju izrađeno je projektno rešenje uređaja za orošavanje transportnih hodnika i očekuje se njegova praktična realizacija.

SUMMARY

Effect of Natural Air Cleaning on the Reduction of Dustiness of the Inlet Stream in Underground Mine Rooms

Modern technical protection requires the application of procedures for preventing the swirling of deposited dust by bonding it to the surface or removing it. This results in a substantially better quality of the inlet stream in Trepča Mine, enabling significant natural cleaning. For this purpose devices were developed for wetting the haulage drives and their practical realization is expected.

ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss der natürlichen Luftreinigung auf die Verminderung des Staubgehalts im einziehenden Wetterstrom in der Grube

Im zeitgemässen technischen Staubschutz werden gegen die gegen die Aufwirbelung des abgelagerten Staubes werden Verfahren zur dessen Bindung an die Sohle oder Beseitigung angewendet. Das ist eine Art, dass in dem Bergwerk Trepča die Güte des einziehenden Wetterstroms verbessert wird und dass die natürliche Reinigung zum vollen Ausdruck kommt. Zu diesem Zweck wurde ein Projekt und die Einrichtungen zur Benetzung der Förderstrecken ausgearbeitet und auf die praktische Verwirklichung dessen erwartet.

РЕЗЮМЕ

Влияние природной очистки воздуха на уменьшение запыленности во входном воздушном течении в подземных горных помещениях

В современной технической защите от пыли, применяются поступки для предотвращения поднятия осевшей пыли связыванием ее за основание или уклонением ее с таковой. Это способ чтобы в руднике Трeпчa значительно улучшилось качество входного течения и природная перечистка была в полном действии. С этой целью сделано проектное решение установки для природного орошения транспортных коридоров и ожидается его практическая реализация.

Literatura

1. Radčenko, G. A., 1970: Obespylivajušee provetrivanie podzemnyh vyrabotok, Alma-Ata.
2. Voronina, L. D. i dr., 1962: Rasčet rudničnoj ventiljacii, Moskva.
3. Rorth, W: Taloženje, transport i ponovno kovitlanje prašinstog materijala u vazdušnoj struji.
4. Romanov, S. V., Schlesinger, W., 1972: Matematički model širenja lebdeće prašine u rudarskim podzemnim prostorijama. — Neue Bergbautechnik.
5. Instrukcija po kompleksnomu obespylivanju atmosfery podzemnyh rudnikov cvetnoj metallurgii. — CNIIP, Sverdlovsk, 1971.
6. Studija o ispitivanju i zavođenju tehničkih mera za smanjenje zaprašnosti radne sredine u rudniku Trepča. — RI — Beograd, 1971.
7. Sanacija stanja zaprašnosti u rudniku Trepča. — RI — Beograd, 1973.
8. Periodična ispitivanja hemijskih i bioloških štetnosti. — RI — Beograd, 1973, 1974 i 1975. god.

Autor: dipl. ing. Vladimir Ivanović, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu, Rudarski institut — Beograd.

Recezent: dipl. ing. Aleksandar Čurčić — Rudarski institut — Beograd.

Ispitivanje čvrstih čestica i gasnih uzoraka iz ložišta velikih kotlova

(sa 8 slika)

Dr ing. Ljubomir Novaković

Uvod

Energetska kriza spada u red ozbiljnih svetskih problema pa se u svim zemljama čine organizovani istraživački napori za osvajanje novih tehnologija dobijanja energije i napori za racionalnije korišćenje čvrstih, tečnih i gasovitih goriva.

Po redu stvari primarni zadaci koje istražuju naučnici treba da budu problemi koji prouzrokuju neracionalnu eksploataciju termoelektrana i industrijskih energana.

Jugoslavija je u 1974. godini proizvela uglja ukupno 33.583.000 t od čega 601.000 t kamenog uglja, 9.380.000 t mrkog uglja i 23.601.000 t lignitnih ugljeva. Od navedenih količina u termoelektranama Jugoslavije sagoreno je ukupno 19.522.000 t uglja od čega 152.454 t kamenog uglja, 3.137.955 t mrkog uglja i 16.251.645 t lignitnih ugljeva (9). Od svih termoelektrana u Jugoslaviji samo TE Plomin i TE Morava sagorevaju kameni ugalj. TE Kakanj, TE Trbovlje i TE Morava sagorevaju mrki ugalj. Sve ostale termoelektrane, sa izuzetkom TE Sisak, TO Novi Beograd i TO Zagreb, sagorevaju lignitne ugljeve.

Specifičnosti lignita iz rudnika Kosovo

Sva ispitivanja su izvršena u TE Kosovo, blok IV u kotlovskom postrojenju od

650 t/h sa lignitom iz rudnika Kosovo koji je imao visok sadržaj vlage, cca 45,0% i mineralnih primesa od 20,13% do 30,96% (računato na ugalj bez vlage).

Ugljena materija lignita iz rudnika Kosovo, sa kojom su izvršena ispitivanja, imala je visok sadržaj isparljivih materija i to od 59,45% do 62,15% (računato na ugalj, bez vlage i pepela-b.v.p.), pa su se čestice kosovskog lignita lako palile i sagorevale dugačkim plamenom. Donja kalorična vrednost ovog lignita u sirovom uglju kretala se od 7.247 kJ/kg (1.731 kcal/kg) do 9.282 kJ/kg (2.217 kcal/kg).

Elementarni sastav uglja i podaci o topivosti pepela dati su u tablici 2. Za ovaj lignit karakterističan je visok sadržaj aluminosilikata sa alkalijama. Sadržaj ugljenika (b.v.p.) kreće se od 62,0 do 64,5%.

Mikropetrografskom analizom macerala (5) utvrđeno je da se sadržaj humotelinita kreće od 27,5 do 36,5%, a sadržaj humodetrinita, delovi uglja barskog porekla, od 34,5 do 44,5%.

Ovakvo genetsko poreklo ukazuje na varijacije važnih osobina ugljene materije, jer su iste od značaja i u pripremi praha i u eksploataciji kotlovskih postrojenja. Naime, ksilitne lignitne čestice su, uglavnom, izdužene i igličaste i teže se melju, a barske lig-

Tablica 1

Tehnička analiza lignita iz rudnika Kosovo

Ugalj Kosovo Kotao IV	Ukup. vlaga W %	Kal. vrednost		Anal. vlaga %	Pepeo bez W %	S sagor %	Isparljive materije (b.v.p.) %
		gornja kcal/k	donja kcal/k				
Proba 1	45,15	2508	2136	13,99	21,79	0,15	60,16
Proba 2	45,25	2589	2217	14,41	20,13	0,32	59,45
Proba 1							
mlin 5	45,25*	2179	1829	10,62	29,11	0,16	61,53
mlin 7	45,25*	2132	1770	11,11	28,65	0,18	61,92
Proba 2.							
mlin 3	45,25*	2173	1817	11,33	29,39	0,25	61,22
Proba 2							
mlin 5	45,25*	2157	1804	10,45	29,11	0,30	62,13
Proba 2							
mlin 7	45,25*	2085	1731	10,93	30,93	0,41	62,15

Tablica 2

Elementarna analiza uglja i topivost pepela

		Pr. 1 —	Pr. 2 —	Pr. 1 m. 5	Pr. 1 m. 7	Pr. 2 m. 3	Pr. 2 m. 5	Pr. 2 m. 7
Ugljenik**	%	64,1	64,5	63,6	63,5	63,9	63,1	62,0
Vodonik**	%	5,9	5,7	5,3	5,7	5,6	5,5	5,6
S-sagorljiv**	%	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
Azot + kiseonik**	%	29,9	29,5	30,9	30,6	30,2	31,2	32,0
Topivost pepela:								
Početak sinterovanja	°C	970	980	—	—	—	—	—
Tačka omekšavanja	°C	1160	1120	—	—	—	—	—
Tačka polulopte	°C	1240	1250	—	—	—	—	—
Tačka razlivanja	°C	1250	1260	—	—	—	—	—

nitne čestice su poliedarskog oblika i lakše se melju. Ksilnitne čestice se lakše pale, brže sagorevaju i daju duži plamen sagorevanja (2,10).

Uzorak prve probe ispitivanja iz mlina 5 ima visok sadržaj tekstinita i denstinita. Tek-

stinit je nižeg stepena gelifikacije. Ima jasno očuvanu ćelijsku strukturu, čiji su prostori ispunjeni korpohuminitom i ređe zinitom. Česti su slučajevi da su međupro- stori ispunjeni i epigenetski mineralnim ma- terijama (uglavnom glina).

* Usvojena vlaga probe 2.
** = bez vlage i pepela.

Napomena: Petrografska ispitivanja objavljena u prvom delu »Rudarski glasnik« 3/73, str. 107 i 113—115 izvršio je dr ing. M. Ercegovac.

Mikropetrografska analiza macerala i minerala

		P r o b a 1		P r o b a 2		
		mlin 5	mlin 7	mlin 3	mlin 5	mlin 7
tekstinit	%	25,5	23,0	28,0	33,0	21,0
ulminit	%	6,5	4,5	4,5	3,5	6,5
atrinit	%	11,0	9,5	9,5	9,0	11,5
densinit	%	23,5	31,5	35,0	31,0	30,0
gelinit	%	2,5	3,0	—	2,5	2,5
korpohuminit	%	3,0	2,5	3,5	—	2,0
liptinit	%	6,5	5,0	1,0	—	5,5
glina	%	16,5	16,0	14,5	14,5	13,5
pirit	%	3,5	2,5	2,5	1,5	4,5
fuzinit	%	1,5	2,5	3,5	2,5	2,5

Na svim uzorcima izvršena je i mikroskopska granulometrijska analiza (5). Zrna gelificiranog drvenastog tkiva uzorka proba 1 — mlin 5 su različitih dimenzija. Koncentracija zrna je u klasi iznad 0,8 mm. Zrna humotelinita su obično izdužena i pripadaju takozvanom strukturnom ksilitu (tab. 4).

Humodetrinit koji se u ovom uzorku nalazi cca 34,5% (11% atrinit i 23,5% densinit) karakteriziran je većim sadržajem sitnijih frakcija — 32% od 0,1 i 20% od 0,2 mm.

Fuzinit se javlja izolovano i njegova zrna su, uglavnom, od 20 do 110 mikrona.

Granulometrijska analiza uzoraka ugljenog praha, prikazana u tablici 5, rađena je metodom Coulter Counter (6). Ovu metodu preporučio je International Flame Research Foundation (IFRF). Izgleda da ova metoda nije najpodesnija za naše ugljeve i da se ona odnosi samo na kamene i dobre mrke ugljeve, koji se lako drobe i melju u sitna zrna pravilnog oblika. Za lignitne ugljeve, čije su osnovne karakteristike da su im zrna veća, rascepkana i nepravilnog oblika (znatno veća dužina od visine i širine) primena metode Coulter Counter za određivanje granulometrijskog sastava od 100 do 3,6 mikrona ima znatne teškoće.

Diskusija granulometrijske analize praha od 100 do — 4,5 μ pokazuje da su svi mlinovi kod probe 2 radili ujednačeno, što nije slučaj sa mlinom 7 kod probe 1, gde

smo dobili znatno finiji prah (udeo zrna ispod 63 μ do 64,1%).

Metodom permeabilnosti (6) određena je specifična površina lignitnog praha iz rudnika Kosovo, blok IV. Ovom metodom je određena spoljna površina:

Ispitivanje 1 uzorak iz mlina 5 1182 cm²/g
 Ispitivanje 1 uzorak iz mlina 7 1408 cm²/g
 Ispitivanje 2 uzorak iz mlina 3 1182 cm²/g
 Ispitivanje 2 uzorak iz mlina 5 1346 cm²/g i
 Ispitivanje 2 uzorak iz mlina 7 1570 cm²/g

Termogravimetrijska ispitivanja su izvršena derivatografom u temperaturnom intervalu od 0°C do 1000 °C sa brzinom grejanja 3 °C/min. Ispitivanja su izvršena u struji azota (8).

Uzorak ispitivanja 1, mlinovi 5 i 7, je dao ukupni gubitak težine od 75%. S druge strane, ovaj uzorak ima ukupni sadržaj vlage i isparljivih materija od:

$$\text{mlin 5 : } 10,62 + 38,99 = 49,61\%$$

$$\text{mlin 7 : } 11,11 + 39,27 = 50,38\%$$

Uzorak ispitivanja 2, mlinovi 3,5 i 7, je dao ukupni gubitak težine od 54% i ovaj podatak ima dobro slaganje sa tehničkom analizom.

Uzorak probe 1, mlinovi 5 i 7, u temperaturnom intervalu 0°C do 100 °C brzo se oslobađa apsorbirane vlage. U intervalu do 220 °C imamo blago razlaganje, a počev od 220 °C uzorak se brzo razlaže.

Tablica 4

Mikroskopska analiza granulometrijskog sastava praha iz mlinova

Zrnovitost mm	Proba 1—mlin 5			Proba 1—mlin 7		
	h u m o —		glina %	h u m o —		glina %
	telinit %	detrinit %		telinit %	detrinit %	
—0,1	10	32	82	7	28	76
0,1—0,2	11	20	6	14	23	11
0,2—0,3	13	8	1	18	11	5
0,3—0,4	6	11	2	2	11	1
0,4—0,5	17	14	4	15	18	—
0,5—0,6	—	5	3	9	3	2
0,6—0,7	4	3	1	5	1	3
0,7—0,8	4	3	—	6	3	—
+0,8	35	4	1	24	2	2

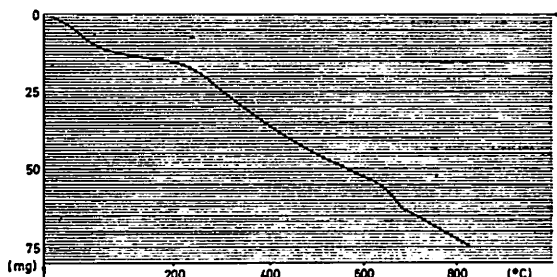
P r o b a 2

	m l i n 3			m l i n 5			m l i n 7		
	h u m o —		glina %	h u m o —		glina %	h u m o —		glina %
	telinit %	detrinit %		telinit %	detrinit %		telinit %	detrinit %	
—0,1	8	28	72	6	22	69	6	24	67
0,1—0,2	11	30	14	13	28	11	10	37	17
0,2—0,3	2	12	2	1	18	8	5	15	3
0,3—0,4	12	9	1	10	4	3	20	5	2
0,4—0,5	10	2	3	13	6	2	5	5	1
0,5—0,6	2	16	—	3	20	—	1	10	—
0,6—0,7	4	1	4	5	2	1	6	2	—
0,7—0,8	2	—	2	11	—	2	7	—	—
+0,8	49	2	2	38	2	4	40	2	3

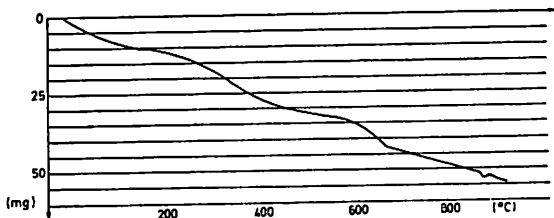
Tablica 5

Granulometrijska analiza lignitnog praha iz mlinova — Coulter Counter

Zrnovitost μ	Proba 1		Proba 1		Proba 2		Proba 2		Proba 2	
	mlin 5		mlin 7		mlin 3		mlin 5		mlin 7	
	%	R %	%	R %	%	R %	%	R %	%	R %
100,0	51,3	51,3	29,5	29,5	54,7	54,7	50,1	50,1	52,0	52,0
71,0	7,9	59,2	3,7	33,2	7,1	61,8	7,7	57,8	7,3	59,3
57,0	5,1	64,3	3,5	36,7	4,5	66,3	5,4	63,2	3,9	63,2
36,0	8,3	72,6	14,2	50,9	6,4	72,7	7,7	70,9	4,3	67,5
22,0	13,6	85,2	19,5	70,4	10,4	83,1	9,3	80,2	10,7	78,2
11,3	9,5	94,7	20,2	90,7	10,6	93,7	13,0	93,2	13,5	91,7
—11,3	5,3	100	9,3	100	6,3	100	6,8	100	8,3	100



Sl. 1 — Krive razlaganja sirovog uglja probe br. 1.



Sl. 2 — Krive razlaganja sirovog uglja probe br. 2.

Uzorak probe 2, mlinovi 3,5 i 7, se do 100 °C ponaša kao i uzorak prvog ispitivanja. Od 120 °C do 280 °C ovaj uzorak se slabo razlaže, a počev od 280 °C do 460 °C isparljive materije se brzo razlažu. Na temperaturi kod cca 660 °C dolazi do endotermne reakcije mineralnih materija.

Za rendgensko-difrakcione analize uzoraka ugljenog praha korišćen je difraktometar za prah marke Philips tip PW 1051 (7). Uzorci su snimljeni pod istim uslovima.

Prema intenzitetu refleksije, uzorak probe 2, mlin 5, zaključeno je da u ovom uzorku ima najviše kalcita. Znatno manjeg intenziteta su refleksije pirita koje se jedva zapažaju.

U uzorku probe 1, mlin 7, prevlađuje kalcit, a kvarca i anhidrita ima znatno manje.

Pored refleksija pirita, koje su i ovde veoma slabe i nepouzdanе, javlja se jako slaba refleksija od 2,77 Å. Ova refleksija ukazuje na moguće prisustvo siderita.

Opšti deo

Kod izrade programa ispitivanja imali smo na umu metodologiju tzv. unutrašnjeg merenja koju je razvio IFRF (3), a koja pre-

dviđa merenja distribucije temperature, brzine i koncentracije gasova u ložištu. Ovom metodologijom ne otkrivaju se procesi, ali se utvrđuje rad ložišta i za optimalno vođenje pogona dobijaju upotrebljivije vrednosti od pogonskog bilansiranja. Ovu metodologiju izmenili smo u sledećem:

— proširili smo je i na uzimanje čvrstih čestica iz ložišta i brojnim ispitivanjima u njima izvršenih promena

— izostavili smo merenja brzine.

Uzimanje uzoraka iz ložišta — teoretski deo

Uzimanje reprezentativnog uzorka je prvi zadatak tehnologije čvrstih goriva i svih termotehničkih istraživanja kotlovskih postrojenja.

Pošto su kotlovska postrojenja često predmet međunarodnog dokazivanja stepena korisnosti, kapaciteta i gubitaka, to je problem reprezentativnog uzorkovanja gasnog uzorka razrađivan paralelno sa merenjem reprezentativne temperature u izlaznim dimnim kanalima. Iako su kotlovska postrojenja narasla na kapacitete do hiljadu tona pare na čas i više, utvrđivanje gasnog sastava u celom gasnom traktu je prešlo u rutinsku analizu. Ovo nije slučaj sa merenjem temperatura u ložištu i uzimanjem čvrstih čestica i gasnog uzorka iz ložišta.

Osnovni razlozi su sledeći:

1. dimenzije ložišta su izuzetno velike
2. investitori vode računa da kotao da potrebnu količinu pare određenog kvaliteta uz minimalne investicione troškove
3. svi kotlovi imaju ekranisano ložište sa vrlo malim brojem otvora. Pored toga postojeći otvori su, uglavnom, nepodesni za ubacivanje specijalnih sondi za ispitivanja ložišta
4. brze i stalne promene strujnih i temperaturnih uslova u ložištu
5. visoke temperature.

Navedeni uslovi zahtevaju od istraživača izuzetnu pažnju. Problemi koji proizilaze iz prve tri tačke moraju se prihvatiti kao viša sila, pa je pažnja istraživača koncentrisana na problematiku navedenu u tačkama 4 i 5.

Prema sugestijama J. Chedaille i Y. Braud datim u knjizi »Merenja u plamenu« (2) problem brzih fluktuacija u difuzionom plamenu rešavali smo kontinualnim uzorkovanjem. Sve uzorke gasa smo kontinualno usisavali u trajanju od 3 min. Izuzetak čine uzorci iz druge probe pod brojem 5 i 6. Kod ovih proba imali smo teškoća sa začepljivanjem vrha sonde, pa je vreme uzimanja svedeno na 30 sekundi. Kod svih ispitivanja izvršili smo više uzastopnih gasnih analiza.

Sonde za uzimanje čvrstih čestica iz ložišta

Najveći problem kod uzimanja čvrstih čestica iz ložišta je brza evolucija ugljenih čestica. Ovaj problem je uspešno rešen sondom za uzimanje uzorka Međunarodnog centra za ispitivanje plamena. Sonda je relativno lako omogućavala brzo konzerviranje gasnog i čvrstog uzorka zahvaljujući mogućoj širokoj regulaciji protoka rashladne vode. Pošto je ovaj problem rešen u najvećem broju ispitivanja bilo je moguće vreme za uzimanje čvrstih čestica iz ložišta produžiti na 15 min, jer je do začepljivanja vrha sonde dolazilo retko. Ovde moramo da naglasimo, da kod naših ranijih ispitivanja sa sopstvenim sondama nije bio zadovoljavajuće rešen problem evolucije, pa nije postojala mogućnost dužeg kontinualnog uzimanja čestica.

Bolje konzerviranje svih sastojaka u njihovim originalnim koncentracijama i kvalitetima sonda IFRF je rešila boljim kondicioniranjem vrha sonde tako da je većom brzinom hlađenja osigurano da temperatura bude ispod 300 °C, a ova temperatura sprečava svaku evoluciju permanentnih gasova, čestica sprasenog uglja i čađi.

Istraživači IFRF su empirički procenili da period hlađenja ima vrednost 3×10^{-3} sekunda, pa je trajanje kondicioniranja rešeno pomeranjem tačke uzorkovanja. Pri prosečnim brzinama gasa od 20 m/s ovo iznosi 6 cm.

Uzorkovanje i konzerviranje stvarne koncentracije i granulometrijskog sastava čestica iz ložišta. — Čestice suspendovane u gasu su pod dejstvom: sile teže,

$P = mg$; sile inercije, $I = m \cdot \gamma$; sile vuče, $T = \rho V^2 C_x / 2$, i elektrostatičkih sila,

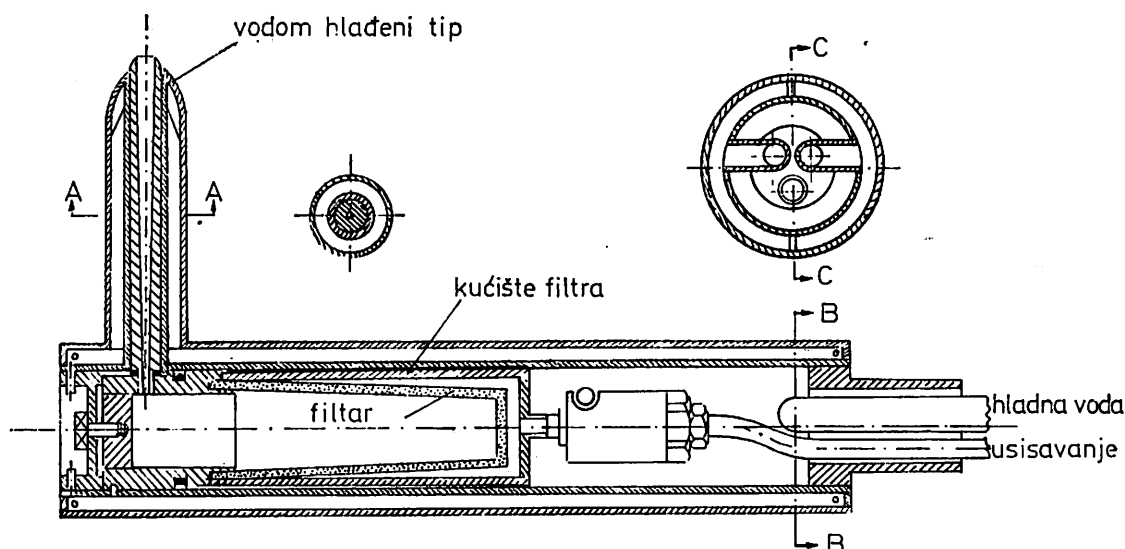
gde je:

$m = \pi D_p^3 \rho_s / 6$ = masa čestica prečnika D_p i specifične težine ρ_s ,

g = ubrzanje teže

γ = centrifugalno ubrzanje čestice = V^2 / R

ρ = gustina fluida



Sl. 3 — Velika sonda za uzimanje čvrstih čestica i gasa iz ložišta.

V = relativna brzina čestica i fluida i
 C_x = koeficijent vuče čestica, zavisan od oblika.

Pretpostavljajući da je Stokov zakon primenljiv i da su čestice okrugle, čvrste i tečne, čestice padaju brzinom:

$$u = k_m \cdot g \cdot D_p^2 \frac{\rho_s - \rho}{18 \mu} \quad (1)$$

gde je:

k_m = korekcionni faktor

μ = dinamički viskozitet fluida.

U ložištima su čestice dovoljno male (ispod 100μ), a brzina gasova dovoljno velika da sila vuče bude značajnija od težine, pa su trajektorije čestica gotovo identične sa linijama struje (približno brzini gasa). Ovi zaključci ne važe, ako struja mlaza ima krivinu, jer tada sile inercije mogu da nadvladaju ostale sile. Ovo je baš slučaj kad se sonda sa debelim zidovima ubaci u struju za kontinualno uzorkovanje struje mešavine gasa i čestica.

Odavde proizilazi da:

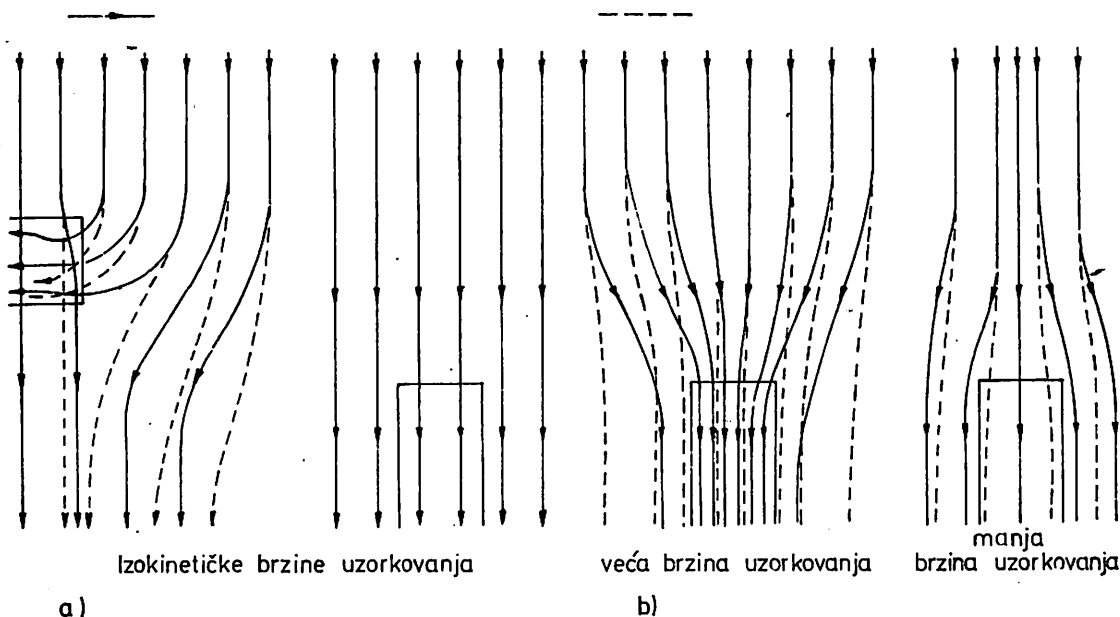
- usisavanje treba vršiti u pravcu protoka da bi se ograničila distorzija linija struja

— brzina usisavanja u dinamičkom položaju treba da bude ravna brzini protoka gasa (izokinetička).

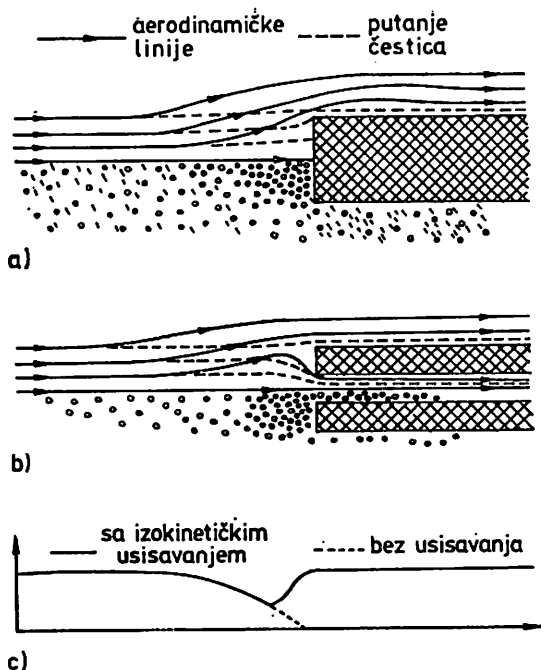
Ako se usisava suviše brzo, strujne linije se deflektuju ka osi sonde za uzorkovanje, dok velike čestice, zbog svoje inercije, nastavljaju kretanje po trajektorijama koje su gotovo prave. Ako je usisavanje suviše sporo, strujne linije se deflektuju prema zidovima sonde za usisavanje i velike čestice se ne povlače. Gustina čestica biće u velikom rasponu i proporcija krupnijih čestica suviše velika.

Iz navedenih razloga, kada se uzorkovanje vrši tankozidnom sondom, usisavanje treba da bude izokinetičko da bi se konzervirala gustina čestica i granulometrijski sastav.

U blizini debelozidnih sondi protok fluida je srednji između tankozidne sonde i protoka oko neke prepreke (slika 5). Bez usisavanja strujne linije se šire iza prepreke, te dolazi do akumulacije krupnih čestica u istom području, koje zbog inercije, ne slede krivu strujnih linija, već udaraju o zid prepreke (slika 5, a). Ako se uzorak uzima izokinetički duž ose, ovog sistema, dobićemo strujnice sa povećanom koncentracijom krupnih čestica (slika 5, b).



Sl. 4 — Protok u blizini tankozidne sonde.



Sl. 5 — Protok u blizini debelozidne cevi.

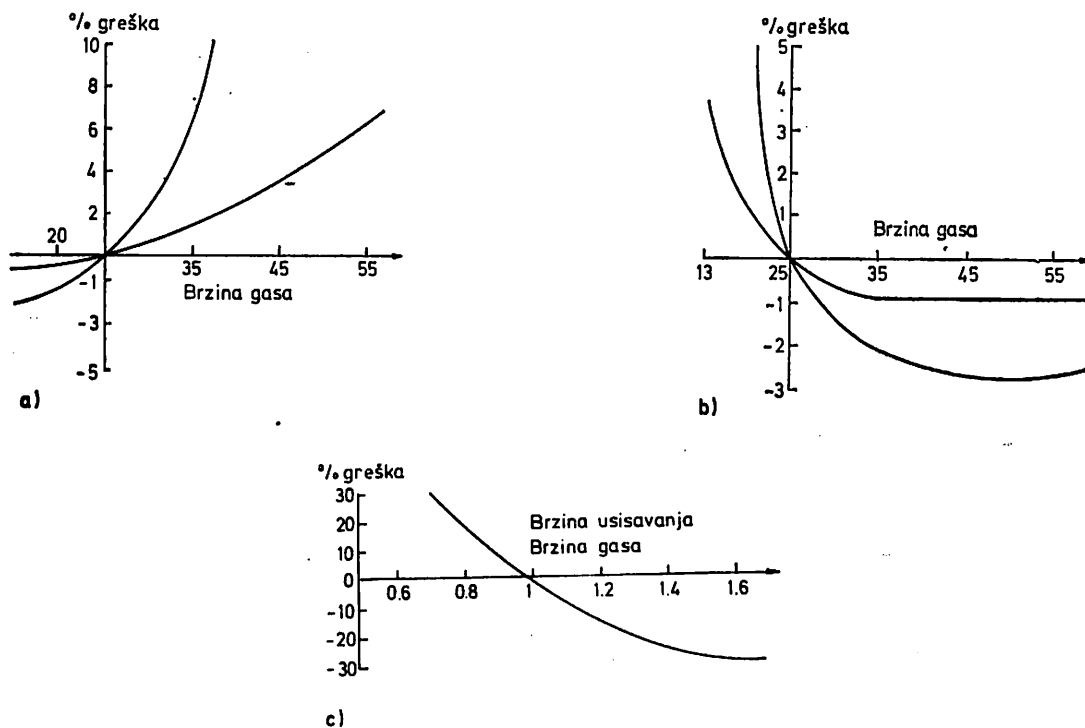
Greška uslovljena debljinom sonde može se smanjiti:

- usisavanjem većom brzinom od brzine protoka i
- obaranjem prednje ivice sonde.

U uslovima rada kotlovskog postrojenja bloka od 200 MW i kod korišćenja debelozidnih sonda smatramo da treba raditi pod sledećim uslovima:

- usisavati čvrste čestice većom brzinom od brzine osnovne gasne struje u ložištu (ne izokinetički)
- napustiti određivanje koncentracije čestica u ložištu i
- glavnu pažnju posvetiti kvalitetnim karakteristikama i promenama kvaliteta čvrstih čestica iz ložišta na različitim nivoima.

Ovakva metodologija daje uzorke dovoljno tačne za određivanje kvalitetnih promena i stanja ugljenih čestica, kao i analizu osnovnog granulometrijskog sastava čestica, a ne zadovoljava za određivanje koncentracije čvrstih čestica u ložištu.



Sl. 6 Korekzione krive za neizokinetičko uzorkovanje.

Na slici 6. dati su neki primeri korekci-
onih krivih u funkciji V_m/V i granulometrije
čestica, kao i korišćeni metod za izračuna-
vanje.

Filtriranje čestica. — Istraživači
IFRF su utvrdili da je potreban filtracioni
sistem koji ima sledeće osobine:

- da je pogodan za rad na povišenim
temperaturama (300 °C),
- da je pogodan za vlažne gasove
- da je lak za rukovanje
- da ima malu zapreminu i
- da ima dobre mehaničke osobine.

Usvojen je filter od kalcinirane bronzne sa
maksimalnim prečnikom pora od 10 odno-
sno 5 μ .

Za vreme našeg ispitivanja ložišta kotla
bloka IV u TE Kosovo uređaj za uzimanje
uzoraka čvrstih čestica iz ložišta nije bio
snabdeven fleksibilnom spojnicom. Zbog ve-
likih dimenzija ložišta i malih mogućnosti
otvora odlučili smo da se ispitaju uslovi lo-
žišta samo po dubini izabranih otvora i to
na 1 m, 2 m i 3m dubine.

Izostavljeni su i:

- kondenzator cirkulacione vode (jed-
nostavnija konstrukcija, a ni merenja
vode se ne mogu izvršiti sa dovolj-
nom tačnošću) i
- pomoćni filter.

Uzorkovanje gasa je vršeno pomoću va-
kuum pumpe koja ostvaruje ravnomerno
uzorkovanje gasa i trajalo je po 3 min.
Kontrolna merenja su vršena trenutnim uzi-
manjem uzorka.

Određivanje kvaliteta uzorkovanog gasa
iz ložišta vršeno je Orsat aparatom koji vrši
analizu 5 gasnih komponenata i to: CO_2 , O_2 ,
 H_2 , CO i CH_4 .

Pošto je sadržaj CO bio vrlo nizak to je
tačno određivanje CO vršeno pomoću Drä-
ger cevčica.

V_m = brzina uzorkovanja.
 V = brzina struje.

Tačnost određivanja sadržaja CO_2 i O_2 iz-
nosi $\pm 0,2$ %, aps.

Uzorkovanje lignitnog praha iz ložišta kotla od 650 t/h u TE Kosovo

Zbog nepoznavanja polja brzina, neod-
govarajućih mernih instrumenata i teorij-
skih osnova, datih u poglavlju »Uzimanje
uzoraka iz ložišta — teoretski deo« uzor-
kovanje praha nije vršeno izokinetički.

Uzimanje čvrstih čestica iz ložišta

Ispitivanja su izvršena na kotlu bloka IV
od 210 MW u TE Kosovo. Sva ispitivanja su
vršena pri istom kapacitetu kotla. Kod pro-
be 2 promenjeni su samo uslovi rada mlin-
skih postrojenja.

Uzorkovanje praha je izvršila ekipa Za-
voda za termotehniku RI pod rukovodstvom
dipl. ing. B. Petkovića.

Uzorkovanja praha iz ložišta su izvršena
na sledeći način:

— kod probe 1 uzorak čvrstih čestica iz
ložišta je uzet na kotama 13 i 28 m.

Na koti 13 m uzorak je uzet na otvoru
1 — položaji 1 m, 2 m i 3 m — u trajanju od
3 \times 5 min. Težina uzorka iznosi 4,3224 g.
Čaura je začepljena, nije utvrđeno vreme
začepljivanja.

Na koti 28 m uzorci su uzeti pomoću
otvora 1 i 2 i to na položajima 1 m, 2 m
i 3m u trajanju od 3 \times 15 min. Težine
uzorka iznosile su 18,3182 g i 14,4276 g. Ča-
ure nisu bile začepljivane.

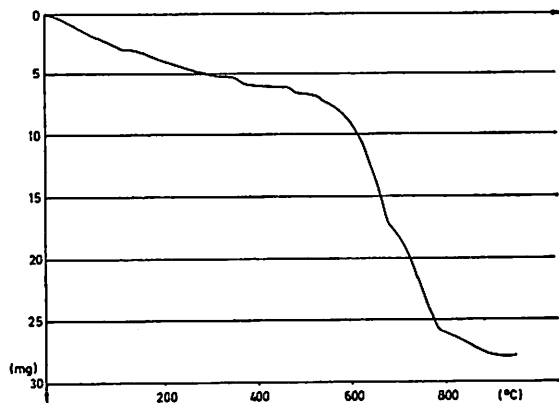
— Kod probe 2 na koti 13 m uzorak je
uzet na otvoru 1, položaji 1 m, 2 m i 3 m.
Težina uzorka iznosila je 10,4939 g.

Na koti 28 m uzorci su uzeti na otvo-
rima 1 i 2. Na otvoru 1 uzorak je uzet sa-
mo sa položaja 3 m i to u trajanju od
10 min. Težina uzorka iznosila je 5,0092 g.

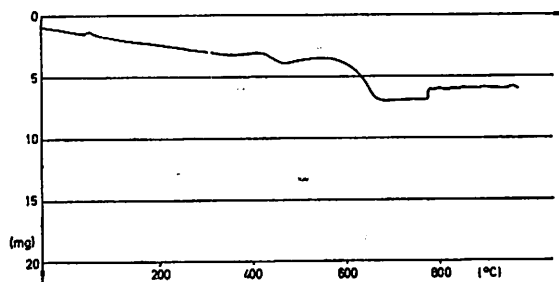
Na otvoru 2 uzorci su uzeti sa položaja
1 m, 2 m i 3 m u trajanju od 3 \times 15 min.
Težina uzorka iznosila je 14,0103 g.

Termogravimetrijska analiza uzoraka čvrstih čestica iz ložišta

Kriva razlaganja uzorka iz ložišta, proba 1, sa kote 13 m, ukazuje da su isparljive materije koje isparavaju na nižim temperaturama uglavnom uklonjene. Do 550 °C ukupno je razloženo cca 7 %, a nakon 550 °C dolazi do bržeg razlaganja. Skoro sve isparljive materije su uklonjene na cca 830 °C.



Sl. 7 — Kriva razlaganja, proba 1 sa kote 13 m.



Sl. 8 — Kriva razlaganja, proba 1 sa kote 28 m.

Kriva razlaganja uzorka proba 1 čvrstih čestica iz ložišta sa kote 28 m, ukazuje da do 600 °C uglavnom nema razlaganja (oko 4%) i ona je intenzivnija samo u intervalu od 600 — 660 °C.

Krive razlaganja uzoraka iz ložišta, proba 2, sa kote 13 m i 28 m, se dobro slažu sa tehničkom analizom. Ovi uzorci čvrstih čestica su termički stabilni sve do temperaturnog intervala 600 do 680 °C.

Izgleda da može da se zaključi da je termogravimetrijska analiza korisna za utvrđivanje karaktera isparljivih materija u čvrstim uzorcima iz ložišta, što može da

bude dragocen put za utvrđivanje hemijskih karakteristika polaznih ugljenih čestica i izvršenih transformacija u njima.

Sl. 9 — Kriva razlaganja, proba 2, 13 m i sl. 10 — Kriva razlaganja, proba 2, 28 m su veoma slične sl. 8 i ne daju se u ovom radu.

Mikropetrografska ispitivanja uzoraka čvrstih čestica iz ložišta, proba 1, kote 13 m

Osnovna karakteristika uzorka čvrstih čestica iz ložišta, proba 1 sa kote 13 m, je činjenica da značajni deo uzorka čvrstih čestica nije pretrpeo znatniju transformaciju pa ima sledeći mikropetrografski sastav:

— humotelinit 12,5% Vol., humodetrinit 26,0%, gelinit 3,5%, fuzinit 1,5%, koks i polukoks 10,5%, glina i pepeo 45,5%, pirit 0,5%.

U ispitivanom uzorku utvrđen je relativno visok sadržaj humotelinita i humodetrinita (cca 38%) koji nisu pretrpeli nikakve promene. Pored macerala, humotelinita i humodetrinita u ovom uzorku je utvrđeno i prisustvo promenjene ugljene materije — koks i polukoks. Zrna koksa i polukoksa su veoma porozna i sadrže veći udeo glinovite materije.

Pored analize macerala određen je i granulno sastav zrna prašine ovog uzorka. Distribucija zrna humotelinita, humodetrinita, koksa i polukoksa i neorganskih materija je sledeća:

— humodetrinit:

klasa od 20—50 mikrona — 20%, klasa od 50—80 mikrona — 13%, klasa od 80—110 mikrona — 10%, klasa od 110—140 mikrona — 20%, klasa od 140—170 mikrona — 17%, klasa od 170—200 mikrona — 3%, klasa od preko 200 mikrona — 17%,

— humotelinit:

klasa od 20—50 mikrona — 8%, klasa od 80—110 mikrona — 8%, klasa od 140—170 mikrona — 16%, klasa od 170—200 mikrona — 8%, klasa od 290—320 mikrona — 4%, klasa od 320—350 mikrona — 12%, klasa od 440—470 mikrona — 12%, klasa preko 500 mikrona — 12%,

— koks i polukoks:

klasa ispod 50 mikrona — 8%, klasa ispod 50—100 mikrona — 15%, klasa ispod 100—150 mikrona — 5%, klasa ispod 150 — 200 mikrona — 17%, klasa ispod 300 — 350 mikrona — 30%, klasa ispod 400 — 450 mikrona — 15%, klasa preko 450 mikrona — 10%,

— glina:

(od 35—600 mikrona, najčešće se javljaju zrna između 200—300 mikrona cca 80%),

— pepeo:

klasa ispod 10 mikrona — 58%, klasa od 10—20 mikrona — 12%, klasa od 20—30 mikrona — 8%, klasa od 30—40 mikrona — 16%, klasa preko 40 mikrona — 6%.

Uzorak čvrstih čestica iz probe 1 — kota 28 m — se bitno razlikuje od uzorka sa 13 m. Razlike se ogledaju, prvenstveno, u nedostatku macerala ugljene materije humotelinita i humodetrinita, tj. uzorak sa 28 m ima sledeći mikropetrografski sastav:

1. organska materija (neidentifikovani macerali) 1,5% Vol; 2. koks i polukoks 14,5% Vol; 3. glina 6,5% Vol; 4. pepeo 77,5% Vol.

Granulosastav zrna koksa i polukoksa je prilično ujednačen i kreće se od 20 do 80 mikrona:

— klasa ispod 10 mikrona 6,5%, klasa 10 do 40 mikrona 55,5%, klasa od 40 do 70 mikrona 32,0%, klasa od 70 do 100 mikrona 2,0%, klasa preko 100 mikrona 4,2%.

Proba 1 kota 28 m

Sadržaj pepela dominira u probi 1 — kota 28 m a njegova zrna su sferična i uglavnom ispod 10 mikrona. Zapažena je pojava slepljivanja zrna pepela.

Proba 2, kote 13 m i 28 m

Uzorci čvrstih čestica iz ložišta, proba 2, kote 13 i 28 m, se odlikuju visokim sadržajem pepela:

	Proba 2, 13 m	Proba 2, 28 m
Neidentifikovani macerali	2,5%	0,5%
Koks i polukoks	11,5%	13,0%
Pepeo	86,0%	86,5%

Zrna koksa i polukoksa probe 2 sa 13 m i 28 m imaju sledeći granulosastav:

	Proba 2, 13 m	Proba 2, 28 m
Klasa ispod 10 mikrona	31,0%	6,0%
Klasa od 10 do 40 mikrona	40,0%	12,0%
Klasa 40 do 70 mikrona	6,5%	10,0%
Klasa 70 do 100 mikrona	13,5%	7,0%
Klasa 100 do 130 mikrona	3,0%	8,5%
Klasa preko 130 mikrona	6,0%	—
Klasa 130—160 mikrona	—	22,5%
Preko 160 mikrona	—	34,0%

Zrna pepela su, uglavnom, ispod 20 mikrona i imaju sledeći granulosastav:

	Proba 2, 13 m	Proba 2, 28 m
Klasa ispod 5 mikrona	60,5%	52,0%
Klasa od 5 do 10 mikrona	18,0%	16,5%
Klasa od 10 do 15 mikrona	7,5%	10,0%
Klasa od 15 do 20 mikrona	5,0%	10,0%
Klasa preko 20 mikrona	9,0%	11,5%

U zaključku treba reći sledeće:

— najveći broj zrna humotelinita je nepravilnog izduženog oblika i u proseku je većih dimenzija u odnosu na zrna humodetrinita

— uzorci proba 1 sa 28 m i oba uzorka probe 2, 13 m i 28 m se bitno razlikuju, jer nisu utvrđeni macerali i mikrolito-tipovi ugljene materije

— granulosastav koksa i polukoksa je, uglavnom, između 150 i 450 mikrona kod probe 1, 13 m, odnosno od 20 do 80 mikrona kod probe 1, 28 m

— granulosastav koksa i polukoksa kod probe 2 sa 13 m, je, uglavnom, do 40 mikrona, dok kod probe 2 u uzorku sa 28 m dominiraju zrna iznad 130 mikrona

— granulosastavi zrna pepela su uglavnom ispod 20 mikrona.

Rendgenska analiza uzoraka čvrstih čestica iz ložišta

Ispitivanja su izvršena na uzorcima uze- tim u okviru probe 1 sa 13 m i 28 m.

Na dijagramu praha uzorka sa 13 m za- pažaju se refleksije kalcita i anhidrita pri- bližno istog intenziteta. Nešto slabije reflek- sije pripadaju oksidu kalcijuma i kvarca, dok su refleksije hidroksida kalcijuma sa- svim slabe.

Sudeći prema intenzitetima refleksija uzorka proba 1 sa kote od 28 m dolazimo do zaključka, da u uzorku ima najviše anhi- drita. Znatno manje ima oksida kalcijuma, a moguće je i prisustvo hidroksida kalciju- ma u veoma malim količinama.

Hemijske analize čvrstih čestica iz ložišta

Analiza hemijskog sastava čvrstih čestica iz ložišta data je u tablici 6.

Tablica 6

Hemijske analize čvrstih čestica iz ložišta

Podaci o uzorcima	Vlaga %	Pepeo %	Sagor. mat. bez vlage
Proba 1, 13 m	4,16	66,20	33,80
Proba 1, 28 m	0,64	95,68	4,32
Proba 2, 13 m	1,20	91,87	8,13
Proba 2, 28 m	0,61	94,40	5,60

Analize ukazuju da uzorci iz ložišta sa kote 13 m imaju sadržaj pepela od 66,20% (proba 1) do 91,87% (proba 2), dok uzorci sa kote 28 m imaju sadržaj pepela od 95,68% (proba 1) do 94,40% (proba 2).

Pošto uzorci sa kote 13 m imaju sadržaj sagorljivih materija od 33,8% (proba 1) do 8,13 (proba 2), a sa kote 28 m od 4,32%

do 5,60% može se zaključiti da su u zoni gorionika ugljene čestice bolje i potpunije sagorele pod uslovima rada kod probe 2, dok je u zoni od 28 m većina čestica sa- gorela.

Granulometrijska analiza uzoraka čvrstih čestica iz ložišta

Upoređujući granulometrijsku analizu čvrstih čestica iz ložišta sa granulometrijskim sastavom lignitnog praha iz mlinova može se zaključiti:

— lignitni prah ima najveći udeo zrna iznad 100 mikrona

— lignitni prah ima zrna iznad 22 mikro- na uglavnom preko 80%

— lignitni prah ima zrna ispod 9 mikro- na skoro uvek manje od 5% i

— uzorci čvrstih čestica iz ložišta ima- ju znatno finiju zrnovitost, tj. nema zrna većih od 63 mikrona iznad 10,4%.

Svi uzorci, sa izuzetkom pretprobe, ima- ju udeo zrna + 11,3 mikrona od 42,4% do 48,1%. Kod pretprobe ovaj udeo iznosi 59%.

Hemijske analize uzoraka pepela i šljake — kraj kotla od 650 t/h

Uzorci pepela i šljake su uzeti prema uslovima za određivanje gubitaka u pepelu i šljaci. Ovi uzorci imaju sledeći kvalitet:

Tablica 7

Podaci o uzorcima	Pepeo %	Sagorljive mat. %
Proba 1 — pepeo	97,49	2,51
Proba 2 — pepeo	97,98	2,02
Proba 1 — šljaka	69,13	30,87
Proba 2 — šljaka	70,08	29,92

Mesto, način i rezultati ispitivanja uzoraka gasa iz ložišta kotla od 650 t/h

Uzimanje gasnih uzoraka iz ložišta i nji- hovu analizu izvršio je Milorad Marković, saradnik Zavoda za termotehniku.

Za vreme ispitivanja analize gasnih uzo- raka iz ložišta vršene su Orsat aparatom (CO_2 , O_2 , CO , H_2 i CH_4) i Dräger analizato- rom (CO).

Za vreme probe 1 ispitivanja su vršena:

- na koti 28 m: Uzorak 1. Mesto: čelo kotla. Položaji: 1 m, 2 m i 3 m.
Uzorak 2. Mesto: levo. Položaji: 1 m, 2 m i 3 m
- na koti 13 m: Uzorak 3. Mesto: čelo kotla. Položaji: 1 m, 2 m i 3 m

Za vreme probe 2 ispitivanja su vršena:

- na koti 13 m: Uzorak 4. Mesto: čelo kotla. Položaji: 1 m, 2 m i 3 m

Proba nije uspela, sonda se više puta začepijivala, mlin 3 isključen.

- na koti 28 m:

- Uzorak 5. Mesto: čelo kotla. Položaji: 1 m, 2 m i 3 m
- Uzorak 6. Mesto: levo. Položaji: 1 m, 2 m i 3 m
- Uzorak 7. Mesto: čelo kotla. Položaji: 1 m, 2 m i 3 m.

Rezultati ispitivanja gasnih uzoraka su dati u tablici 8 i iz njih proizilazi da uzorci gasa iz ložišta imaju sledeći prosečni sastav:

Proba 1, kota 13 m: $CO_2 = 12,4\%$; $O_2 = 7,0\%$ $CO = 220$ ppm

Proba 1, kota 28 m: $CO_2 = 10,75$; $O_2 = 8,95$; $CO = 77$ ppm

Proba 2, kota 13 m: $CO_2 = 10,76$; $O_2 = 9,03$; $CO = 70$ ppm

Proba 2, kota 28 m; $CO_2 = 11,06$; $O_2 = 8,60$; $CO = 113$ ppm

Tablica 8

Rezultati analiza gasnih uzoraka iz ložišta

Broj uzorka Položaji	1			2			3		
	1 m	2 m	3 m	1 m	2 m	3 m	1 m	2 m	3 m
CO_2 %	10,8	10,7	10,8	10,2	10,5	11,6	12,4	—	—
O_2 %	8,8	8,9	9,0	9,6	9,3	8,2	7,2	—	—
CO ppm	30	—	—	150	—	50	220	—	—
CO %							0,25	0,25	0,25

Broj uzorka Položaji	5			6			7		
	1 m	2 m	3 m	1 m	2 m	3 m	1 m	2 m	3 m
CO_2 %	12,0	11,1	9,2	13,0	13,0	12,4	9,0	8,8	10,2
O_2 %	8,0	8,5	10,6	6,2	6,6	7,4	10,8	11,0	9,6
CO ppm	40	—	100	10	—	—	280	—	50

Na kraju ispitivanja izvršena je analiza sadržaja CO_2 u gasovima duž kotla i dobijene su sledeće vrednosti:

kota 38 m = 11,2%; kota 51 m = 12,45%; kota 53 m = 12,45%; i

kota 56 m = 12,15%; levi kanal — ulaz u elektrofiltar = 11,5%.

Zaključak

Izvršena ispitivanja su značajna iz sledećih razloga:

— ovakvim programom ispitivanja prvi put su izvršena merenja u ložištu kotla bloka od 210 MW

— obučeno je osoblje za rad sa mernom opremom IFRF za ispitivanja ložišta: aspiracione sonde za merenje temperature i sonde za uzimanje uzoraka čvrstih čestica iz ložišta

— izmerene su temperature u ložištu i utvrđene mogućnosti merenja temperaturnog polja; rezultati ovih ispitivanja nisu dati u ovom radu

— utvrđena je mogućnost dužeg rada sonde za uzimanje uzoraka iz ložišta i dobijeni su brojni uzorci čvrstih čestica

— sproveden je detaljan program ispitivanja čvrstih čestica iz ložišta. Dobijeni su interesantni rezultati. Utvrđeno je da nema teškoća u sprovođenju ispitivanja sastava ložišnih gasova.

SUMMARY

Testing of Solid Particles and Gas Samples from Large Boiler Fire Places

The completed tests are of importance due to the following reasons:

— According to a program of this type measurements were carried out in a 210 MW unit boiler fire place for the first time.

— The staff was trained to operate IFRF measurement equipment for fire place testing: aspiration probes for temperature measurements and large probes for taking solid particle and gas samples.

— A detailed program of testing solid particles from the fire place was completed. Interesting results were obtained.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchung der Feststoffteilchen und der Gasproben aus den Grosskesselfeuerungen

Es wurden Untersuchungen durchgeführt, die aus folgenden Gründen bedeutungsvoll sind:

— mit einem solchen Untersuchungsprogramm wurden zum ersten Mal Messungen im Kesselfeerraum des 210-MW-Block durchgeführt,

— die Bedienungsmannschaft für die Arbeit mit der Messeinrichtung IPRF für die Feuerraumuntersuchung wurde in der Handhabung belehrt: Aspirationssonden für die Temperaturmessung und grosse Sonden für die Probenahme von Feststoffteilchen und Gasproben,

— ausgeführt wurde ein eingehendes Untersuchungsprogramm der Feststoffteilchen aus dem Feuerraum. Es wurden interessante Ergebnisse erhalten.

РЕЗЮМЕ

Исследование твёрдых частиц и газовых проб из топок больших котлов

Проведённые исследования имеют большое значение по следующим причинам:

— этой программой исследования в первый раз произведены измерения в топке котла блока мощностью в 210 МВатт:

— обучен персонал для работы с измерительными приборами для исследования топки: аспирационные зонды для измерения температуры и большие зонды для отбора проб твёрдых частиц и проб газов

— проведена подробная программа исследования твёрдых частиц из топки. Получены очень интересные результаты.

Literatura

1. Novaković, Lj., Popović, B., 1956: Uticaj geološke starosti, geneze i veštačkog ugljenisanja na termičko razlaganje ugljene materije. — Glasnik hemijskog društva, knjiga 21, 395—406.
2. Chedaille, J., Braud, Y., Industrial Flames Vol 1. Chapter 5. International Flame Research Foundation.
3. Loison, L., Beer, J.: Application aux centrales thermiques des études sur le mécanisme de la combustion du charbon pulverisé.
4. Vizioz, J. P.: Techniques and instruments for flame measurements used regularly at the Experimental Station at Ilmuiden. — IFRF, Members Conference May 22/23.
5. Ercegovac, M.: Mikropetrografska analiza uzoraka prašine iz TE Kosova. — Interni izveštaj broj 469/2 Rudarsko-geološkog fakulteta.
6. Osepek, D.: Ispitivanja na Coulter Counter-u i specifične površine. — Interni izveštaj Fakulteta za naravoslovje i tehnologiju, Ljubljana.
7. Đurić, S.: Rendgenske analize uzoraka ugljenog praha. — Interni izveštaj broj 469/2 Rudarsko-geološkog fakulteta.
8. Genova, M.: Snimci uzoraka ugljenog praha i praha iz ložišta na derivatografu. — Interni izveštaj, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
9. Dokumentacija Rudarskog instituta.
10. Disertacija dr ing. Lj. Novakovića.

Autor dr. ing. Ljubomir Novaković, Zavod za termotehniku, Rudarski institut, Beograd
Recenzent: dipl. ing. Borislav Perković, Rudarski institut, Beograd.

Homogenizacija i priprema ulazne sirovine u cementari Usje — Skoplje

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Mladen Ristić

Uvod

U procesu prerade mineralnih sirovina, stepen iskorišćenja minerala zavisi od regulisanja procesa doziranjem odgovarajuće količine i vrste reagenata određenom kvalitetu ulazne sirovine. Kako regulisanje procesa u savremenim uslovima još nije usavršeno, to na stepen iskorišćenja možemo isključivo uticati ujednačenjem procesa, uvođenjem homogene ulazne sirovine i odgovarajućih komponenata. Stoga ćemo u daljem tekstu razmotriti faktore koji utiču i uslove homogenizacije ulazne sirovine.

Uslovi homogenizacije smeše

Uzmimo u razmatranje rudno telo kod kojeg su varijacije u procentualnom sadržaju minerala $\pm 20\%$. Pretpostavimo da rudno telo ima proizvodljiv oblik i da se eksploatiše u više nivoa. Podelimo rudno telo u polja ravnima po vertikali i horizontali pa ćemo time dobiti polja koja obezbeđuju rezervu eksploatacije za određeni vremenski period T , čija odstupanja u kvalitetu i sadržaju minerala variraju u znatno manjem intervalu.

Na osnovu ispitanih rezultata rudnog tela utvrđeni prosečni kvalitet rude, koji možemo smatrati željenim kvalitetom homogene rude, obeležimo sa H , a kvalitet i pro-

centualni sadržaj minerala pojedinih polja sa A, B, C . Sigurno je, da će raspored kvaliteta rude duž polja biti neujednačen. Pretpostavimo da se najkvalitetnija ruda, sa većim sadržajem korisnog minerala, prostire duž polja B čiji kvalitet i sadržaj korisnog minerala ima promenljivu vrednost $B_1, B_2, B_3 \dots B_n$, dok promene u polju A i C siromašnije sadržajem korisnog minerala imaju vrednost, koju ćemo, analogno prethodnom, obeležiti $A_1, A_2, A_3 \dots A_n$ i $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$. Učinimo još jedan korak u razmatranju polja A_1, B_1 i C_1 i podelimo ih na manje »mini blokove«, koji obezbeđuju rezervu rude za određeni vremenski period $T_1, T_2 \dots T_n$. Možemo sa dovoljno sigurnošću tvrditi da je kvalitet i mineraloški sastav »mini blokova« ujednačen, odnosno, odstupanja od prosečnog neznatna. Obeležimo »mini blokove« posmatranih polja A_1, B_1 i C_1 sa

$$A_{1i}, B_{1i} \text{ i } C_{1i} \quad i = 1 \div n$$

Isto tako, pri eksploataciji polja A_2, B_2 i C_2 , odnosno A_n, B_n i C_n kvalitet »mini blokova« obeležimo sa:

$$A_{2i}, B_{2i} \text{ i } C_{2i} \quad i = 1 \div n$$

$$A_{3i}, B_{3i} \text{ i } C_{3i} \quad i = 1 \div n$$

.

.

.

$$A_{ni}, B_{ni} \text{ i } C_{ni} \quad i = 1 \div n$$

Izvesno je da mora postojati određen odnos u kvalitetu posmatranih polja

$$A < H < B$$

Usvajajući navedene pretpostavke i uslove možemo postaviti opštu jednačinu homogenizacije kvaliteta rude:

$$q_1 \cdot A + q_2 \cdot B = q \cdot H$$

gde su q_1 i q_2 količinska učešća kvaliteta posmatranih »mini blokova« A i B u stvaranju određenog kvaliteta homogene smeše H između kojih postoji zavisnost:

$$q_1 + q_2 = q$$

Na osnovu ovih jednačina mogu se odrediti količinska učešća posmatranih polja.

Određivanje uslova i faktora homogenizacije smeše

Osnovni preduslov za dobijanje homogene smeše su ispravno odabrani i dobro ispitani »mini blokovi«, koji obezbeđuju kontinuirani proces za vremenski period T_1 i zadovoljavaju svojim kvalitetom uslov

$$A_1 < H < B_1$$

gde je:

A_1 — oznaka kvaliteta »mini bloka« A

B_1 — oznaka kvaliteta »mini bloka« B

H — oznaka kvaliteta dobivene homogene smeše.

Pored toga bitan uslov u postizanju homogene smeše rude je sprečavanje pojave segregacije u transportu, a posebno pri odlaganju na skladištu.

Dva su osnovna načina sprečavanja ili bolje rečeno ublažavanja pojave segregacije:

— izborom odgovarajuće mehanizacije za transport, odlaganje i oduzimanje homogene smeše

— usvajanjem više klasa određenih granulacija odgovarajućih eksploatacionih polja uz primenu mehanizacije za

odlaganje i oduzimanje homogene smeše istih klasa.

Kojoj će se metodi sprečavanja pojave segregacije pribecći pri rešavanju konkretnih slučajeva zavisi od niza faktora. Pomenimo najbitnije koji mogu biti presudni, zavisno od tehnoloških zahteva procesa i datih uslova:

— stepen homogenizacije — dozvoljena odstupanja $H \pm \%$

— kvalitet ulaznih sirovina »mini blokova« A i B — mineraloški sastav pojedinih klasa ulazne sirovine

— raspoloživa mehanizacija — mogućnost izrade i nabavke

— časovni kapacitet postrojenja za homogenizaciju

— mogućnost doziranja kontrole i regulisanja

— investiciona ulaganja u objekte za homogenizaciju

— normativi energije, materijala i radne snage objekta homogenizacije

— tehnološki zahtevi procesa dalje prerade mineralne sirovine.

Očigledno da će u većini slučajeva odlučujući uslov biti zahtev tehnološkog procesa; međutim, koja će se metoda homogenizacije primeniti zavisi od ostalih uslova i konkretnog slučaja. Stoga ćemo grubo navesti uslove primene pojedine metode i efekat postignut u sprečavanju pojave segregacije pri stvaranju homogene smeše.

Pri stvaranju homogene smeše, raznorodnih komponenata, različitog mineraloškog sastava pojedinih partija i klasa i, uglavnom, sitnije klase malog dijapazona granulometrijskog sastava, primenjuje se mehanizacija namenjena određenom načinu odlaganja smeše na skladištu i oduzimanju homogene smeše, pri čemu mora biti zadovoljen uslov da se homogena smeša ne promeni do ulaska u proces.

Ukoliko su, pak, dijapazon granulometrijskog sastava i raznorodnost rude veći, kao i prisustvo većih razlika u mineraloškom sastavu pojedinih partija i klasa, u cilju postizanja homogene smeše određenih odstupanja primenjuje se metoda izdvajanja u klase pojedine gra-

nulacijske, mešanje istih sa dva eksploatacijska polja i odlaganje na skladište uz primenu odgovarajuće mehanizacije za odlaganje i oduzimanje. S obzirom da je izdvajanjem u nekoliko klasa određenog intervala granulacije postignuta mogućnost mešanja odgovarajućih klasa različitog mineraloškog sastava, ova se metoda primenjuje u slučajevima većih zahteva u postizanju homogene smeše.

Prednosti prve metode su postizanje homogene smeše određenog kvaliteta pri datim uslovima i mogućnost primene pri većem časovnom kapacitetu pripreme homogene smeše i relativno manjim investicionim ulaganjima.

Druga metoda omogućuje postizanja homogene smeše oštrijih granica odstupanja i pri velikim odstupanjima u mineraloškom sastavu ulaznih sirovina i većeg dijapazona granulometrijskog sastava. Primena ove metode u postizanju homogene smeše ograničena je kapacitetom do određene granice, a karakteriše se većim investicionim ulaganjima.

Primena ulazne sirovine u cementari Usje — Skoplje

Bitan uslov za dobijanje cementa određenog kvaliteta je postizanje smeše ulazne sirovine određenog mineraloškog sastava što, s obzirom na varijacije u mineraloškom sastavu lapora, predstavlja osnovni problem. Prema tehnološkom zahtevu neophodan mineraloški sastav smeše je:

Ca CO ₃	74,5 — 76%
Gubitak	
žarenjem	36,5 — 36%
CaO	42,2 — 42,4
SiO ₂	13 — 13,3%
Al ₂ O ₃	3,8 — 4,1%
Fe ₂ O ₃	1,9 — 2,2%
MgO	0,9 — 1,0%
SiO	0,8 — 0,6%
Oksidi	
(K i Na)	0,5 — 0,6%

Da bi se udovoljio zahtev navedenog mineraloškog sastava smeše potrebno je

određenoj količini nekog mineraloškog sastava lapora dodati odgovarajuću količinu krečnjaka i drugih komponenata.

Određeni ulazni kvalitet smeše može se postići isključivo homogenizacijom komponenata ulazne sirovine, uvođenjem u proces pripreme tačnog doziranja i merenja odgovarajućih komponenata smeše, kao i kontrole i regulacije željenog kvaliteta ulazne sirovine. Stoga ćemo, u daljem, dati prikaz rešenja za pripremu ulazne sirovine u cementari Usje u nešto užem obimu.

Osnovna tehnologija usvojenog konceptijskog rešenja

Tehnologija pripreme homogene smeše ulazne sirovine zasniva se na metodi primene »mini blokova« površinskog otkopa na osnovu čijih prethodnih ispitivanja se zna prosečan mineraloški sastav lapora za određeni vremenski period eksploatacije.

Pogodnim izborom »mini bloka« »a₁« može se smatrati određen kvalitet lapora A₁ za vremenski period eksploatacije T₁. Prelaskom na eksploataciju drugog »mini bloka« »a₂« imaćemo kvalitet lapora A₂ za vremenski period eksploatacije T₂ i tako redom za eksploataciju »mini bloka« »a_n«, čiji kvalitet lapora A_n obezbeđuje vremenski period eksploatacije T_n.

Ovde je kvalitet lapora određen na bazi sadržaja CaCO₃ čije je procentualno učešće manje od potrebnog. Stoga je neophodno izvršiti dodavanje u prvom redu krečnjaka, da bi se dobila određena smeša, a potom i ostalih neophodnih komponenata u stvaranju potrebne ulazne sirovine.

Ako kvalitet krečnjaka obeležimo sa B_i, a sa q_i količinsko učešće u ukupnoj masi, možemo uspostaviti osnovnu jednačinu homogenizacije

$$q_i \cdot A_i + q_j \cdot B_j = q \cdot H \quad (1)$$

gde je:

q_i = količinsko učešće sirovine lapora pri eksploataciji »mini bloka« »a_i« (i = 1, 2 ... n)

A_i = kvalitet lapora — prosečan procentualan sadržaj $CaCO_3$ za posmatrani »mini blok«

q_j = količinsko učešće sirovine krečnjaka pri eksploataciji »mini bloka« » b_j « ($j = 1, 2 \dots n$)

B_j = kvalitet krečnjaka — prosečan procentualan sadržaj $CaCO_3$ za posmatrani »mini blok«

q = ukupna količina ostvarene smeše

H = kvalitet željene smeše — procentualni sadržaj $CaCO_3$ u smeši.

U ovom slučaju su:

A_i = varijabilni

$B_j = B = \text{const.}$

$H = \text{const.}$

$q_i = f_1(q_i); \quad i = 1, 2 \dots n$

$q = f_2(q_i); \quad i = 1, 2, \dots n$

postoje, dakle, dve nepoznate; pored jednačine homogenizacije (1) treba naći i zavisnost

$$q_1 + q_2 = q \quad (2)$$

Za prosečan kvalitet lapora $A = 0,69$ i krečnjaka $B = 0,97$ pri kapacitetu drobilane lapora $q_1 = 100$ t/h dobija se:

$$100 \times 0,69 + q_2 \times 0,97 = q \times 0,76 \dots 1$$

$$100 + q_2 = q$$

Iz ovih jednačina dobijaju se vrednosti:

$$q_2 = 33,3 \text{ t/h}; \quad q = 133,3 \text{ t/h}$$

Na isti način mogu se odrediti vrednosti količinskog učešća za bilo koje q_1 .

Prema tome, tehnologija pripreme ulazne sirovine svodi se na doziranje određene količine krečnjaka zavisno od količine i kvaliteta lapora. Kako, međutim, postoji varijacija u kvalitetu, koja se pojačava pojavom segregacije, priprema ulazne sirovine ostvaruje se u dve faze:

— prva faza — stvaranje prve smeše ulazne sirovine doziranjem 60 — 70%

od ukupno potrebne količine krečnjaka direktno na transportnom putu drobljene rude.

— druga faza — stvaranje konačne smeše ulazne sirovine automatskim doziranjem potrebne količine krečnjaka i drugih komponenata na osnovu izvršene rendgenske analize prosečnog uzorka na izlazu iz mlina i korekcije dobivenih veličina kompjuterom.

Rendgenska analiza prosečnog uzorka i korekcija doziranja vrši se svakih pola sata, te se u silosu za homogenizaciju mlevene sirovine dobija homogena smeša željenog kvaliteta.

Priprema i transport prve smeše ulazne sirovine

Prva smeša ulazne sirovine priprema se tako da se na količinu drobljenog krečnjaka po izlazu iz drobilane doda 65% od potrebne količine krečnjaka.

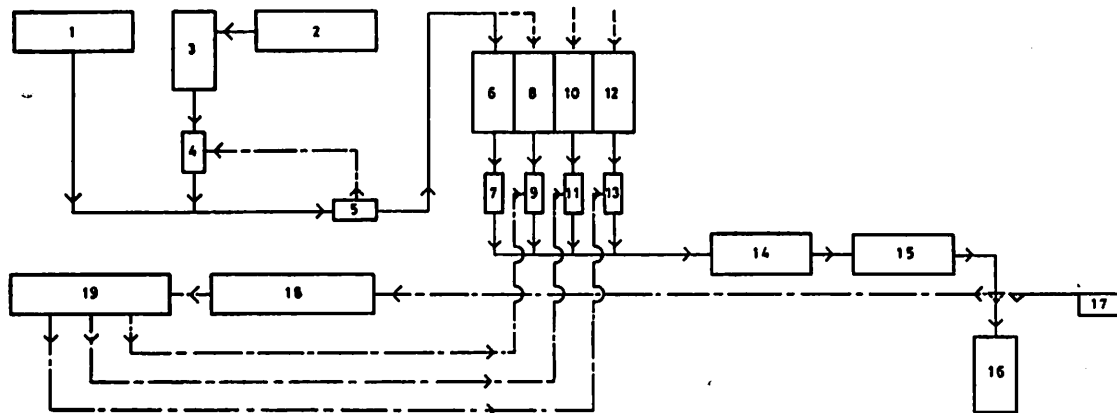
Kako smo u prethodnom izlaganju odredili da se kod lapora sa prosečnim sadržajem $CaCO_3$ od 0,69 i količinskim učešćem $q_1 = 100$ t/h dodaje 33,3 t/h, kod stvaranja prve smeše ulazne sirovine dodaje se

$$q_2' = q_1 \times 0,333 \times 0,65 = 0,216 q_1 \text{ t/h}$$

Time je određena zavisnost količine krečnjaka u funkciji količina lapora kod ostvarivanja prve smeše ulazne sirovine.

Na slici 1 data je principijelna šema pripreme i transporta ulazne sirovine u pogonu cementare Usje I. Šema je jasna, te ćemo opisom obuhvatiti deo koji se isključivo odnosi na homogenizaciju smeše ulazne sirovine.

Drobljenje lapora ostvaruje se u drobilani 1 ($Q = 100$ t/h), dok se krečnjak po drobljenju u drobilani 2 smešta u silos 3. Dalji transport drobljenog lapora ostvaruje se gumenim transporterom ($Q = 130$ t/h) snabdevenim integralnom vagom 5, koja registruje trenutni protočni kapacitet i preko potenciometra vrši korekciju kapaciteta tračne dozir vage 4 ($Q = -30 + 15$ t/h). Doziranje krečnjaka preko tračne dozir vage 4 ostvaru-



Sl. 1 — Principijelna šema pripreme ulazne sirovine u cementari Usje I
 1 — drobilana lapora; 2 — drobilana krečnjaka; 3 — silos krečnjaka; 4 — tračna dozir vaga; 5 — integralna vaga; 6 — silos prve smeše; 7 — automatska dozir vaga; 8 — silos krečnjaka; 9 — automatska dozir vaga; 10 — silos kvarcnog peska; 11 — automatska dozir vaga; 12 — silos pirita; 13 — automatska dozir vaga; 14 — sušara; 15 — mlin; 16 — silos homogenizacije; 17 — automatski uzimač uzoraka; 18 — rendgenski analizator sa regulatorom; 19 — programirani kompjuter.

je se proporcionalno kapacitetu drobilane 1 i kvalitetu lapora. U slučaju pada kapaciteta drobilane 1 na 50 t/h vrši se blokada drobljenja lapora i doziranje krečnjaka, čime se obezbeđuje željeni kvalitet prve smeše ulazne sirovine.

Ostvarena prva smeša lapora i krečnjaka otprema se gumenim transporterom u bunker prve smeše ulazne sirovine 6. Istim gumenim transporterom vrši se doprema krečnjaka iz silosa 3 u silos 8 za potrebe finog doziranja.

Priprema i transport konačne smeše ulazne sirovine

Kod ostvarivanja konačne smeše ulazne sirovine dodaju se sve potrebne komponente prema tehnološkom zahtevu. U ovoj fazi pripreme ulazne sirovine dodaju se, pre svega, preostalih 35% od ukupno potrebne količine drobljenog krečnjaka, zatim 4% kvarcnog peska i 1% pirita.

Prva smeša ulazne sirovine se iz silosa 6 preko automatske tračne dozir vage 7 ($Q = -60 + 50 \text{ t/h}$) i gumenog transportera ($Q = 60 \text{ t/h}$) uvodi u proces sušenja 14 i mlevenja 15.

Doziranje preostalih 35% od ukupno potrebne količine 33,3 t/h drobljenog krečnjaka ostvaruje se iz silosa 8 preko automatske tračne dozir vage 9 ($Q = -10 +$

$+ 0 \text{ t/h}$). Doziranje potrebne količine kvarcnog peska 4%, od ukupne smeše ulazne sirovine, ostvaruje se iz silosa 10 preko automatske tračne dozir vage 11 ($Q = -5 + 0 \text{ t/h}$). Doziranje potrebne količine pirita 1% od ukupne smeše ulazne sirovine ostvaruje se iz silosa 12 preko automatske tračne dozir vage 13 ($Q = -2 + 0 \text{ t/h}$).

Uzorkovanje, analiza i regulacija doziranja

Uzimanje uzorka vrši se automatski svakih 30 sekundi na izlazu iz mlina 15 automatskim uzimačem uzoraka 17. Obrada prosečnog uzorka vrši se u laboratoriji na uređajima za mlevenje, sušenje i presovanje, a zatim rendgenskim analizatorom sa regulatorom 18 utvrđuje sastav smeše ulazne sirovine i registruje kvalitet.

Na osnovu dobivenih rezultata zadaju se preko programiranog kompjutera 19 ulazne veličine. Kompjuter prerađuje ulazne podatke i deluje na automatske dozir vage 9, 11 i 13 dodatnih komponentata i vrši korekciju doziranja. Na taj način se vrši korekcija smeše svakih pola sata, te se tako ostvarena smeša unosi u silos homogenizacije 16 mlevene sirovine, gde se vazдушnim mešanjem postiže fina homogena smeša mlevene sirovine.

SUMMARY

Homogenization of Feed Material and Preparation of Feed Material in Cement Mill Usje — Skoplje

The initial section of the paper includes the conditions and factors of homogenization and theoretic considerations regarding the application of the miniblock method in feed material homogenization.

The second section describes the preparation of feed material at Cement Mill Usje — Skoplje based on the miniblock method together with dosing, control and automatic regulation of the feed mixture components.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Vergleichmässigung und die Aufbereitung des Eingangsrohstoffs in der Zementfabrik Usje — Skoplje

Der erste Teil des Artikels umfasst die Bedingungen und Faktoren der Vergleichmässigung und theoretische Überlegungen für die Anwendung des Miniblock-Verfahrens bei der Vergleichmässigung des Eingangsrohstoffs.

Der zweite Teil stellt die Aufbereitung des Eingangsrohstoffs in der Zementfabrik Usje — Skoplje nach dem Miniblock-Verfahren unter Einsatz der Mengendosierung, Kontrolle und automatischer Regelung der Mischungskomponenten des Eingangsrohstoffs, dar.

РЕЗЮМЕ

Гомогенизация и обогащение сырья на входе в цементную фабрику Усье — Скопье

Первая часть статьи охватывает условия и факторы гомогенизации, а также теорическую трактовку применения метода минимальных блоков рудного тела в процессе гомогенизации сырья на входе.

Вторая часть описывает процесс обогащения входного сырья в фабрике цемента Усье — Скопье который засновывается на методе минимальных блоков с применением дозирования, контроля и автоматического регулирования составных смеси на входе сырья.

Autor: dipl. ing. Mladen Ristić, Zavod za projektovanje i konstrukcije, Rudarski institut, Beograd.

Recenzent: prof. ing. Bratoljub Milović, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.

Osnovne karakteristike konstruisanja i dinamičkog proračuna temelja drobilice za ugalj, kapaciteta 1200 t/h

— Teoretske postavke i konkretan prikaz na primeru temelja drobilice REH Kombinata »Kosovo« — Priština

(sa 12 slika)

Dipl. ing. Miloš Pribičević

Uvod

U tehnologijama industrije i rudarstva, između ostalog, redovno se ukazuje potreba za rešavanjem različite problematike temeljenja razne opreme i mašina.

Problem temeljenja mašina datira od vremena samog nastanka mašina i prisutan je i danas, s tom razlikom, u odnosu na početno vreme, što je danas veoma raznovrstan, a što je u skladu sa razvojem i usavršavanjem tehnologije, elektro i mašinske tehnike. Sve ovo uslovalo je i razvoj građevinske tehnike u ovoj oblasti, tako da danas postoji niz kvalitetne literature iz ove oblasti sa teoretskim postavkama na naučnim osnovama. Međutim, čitava oblast je dosta komplikovana, često samo teoretski obrađena i to na takvom nivou da primena stvarnih proračunskih metoda još nije dostigla potreban nivo. Dinamički proračuni rađeni su samo tamo gde se to striktno zahtevalo, a u svim drugim slučajevima pribegavalo se uprošćavanju, primenom samo statičkog proračuna uz odgovarajući dinamički koeficijent, a konstrukcija temelja birana je na osnovu iskustvenih merila i normi prema odnosima masa mašine i temelja. Veliko opravdanje za ovakav stav i rad do

sada predstavljala je i relativno slaba računarska tehnika koja je iziskivala veoma dugo vreme računanja, a poneke operacije nisu se mogle ni zamisliti da se rade prostoručno. Naravno da se to nije isplatilo, pa se mnoge stvari nisu ni radile.

Iskustvene norme pokazale su se u praksi dobre, što se tiče stabilnosti konstrukcija, ali ne i po ekonomičnosti.

Danas, kada je tehnika računanja, primenom savremenih računara, dostigla vrlo visoki nivo, poželjno je da se i dinamički proračun konstrukcija i temelja šire primenjuje, jer je primenom računara eliminisan uslov vremena, pa inženjerski rad može u celosti da se prenese na postizanje kvaliteta i potrebnog nivoa proračuna.

Već je rečeno da je svaki pojedinačni slučaj — slučaj za sebe i da je svaki različit, sa svojim karakteristikama koje ga definišu. Pojam »temelji« mašina može da zavara i da trenutno umanju značaj ove problematike, jer se može pomisliti da se radi o »običnim temeljima«. Međutim, ovde se najčešće pod pojmom »temelja« mašine pojavljuje vrlo ozbiljna i složena konstrukcija.

U nastavku, po jedinom logičnom hronološkom redu, daje se prikaz konstrukcije i

dinamičkog proračuna konstrukcije temelja drobilice kapaciteta 1200 t/h za REH Kombinat »Kosovo«.

Karakteristike mašina

Kratak pregled vrsta mašina uopšte i njihova klasifikacija

Kada je reč o mašinama i njihovoj klasifikaciji, ovde se, u stvari, misli samo na građevinsku klasifikaciju mašina. Osnovno obeležje na kojem se zasniva ova klasifikacija je intenzitet, vrsta i karakteristika frekvencije dinamičkog dejstva mašine na temelj.

Prema intenzitetu, mašine se dele u dve osnovne grupe i to:

- mašine sa nemirnim dejstvom
- mašine sa mirnim dejstvom.

U prvu grupu spadaju mašine pri čijem radu nastaju znatne inercijalne sile, a u drugu grupu mašine kod kojih su inercijalne sile, koje su posledica pokretnih delova, relativno male u odnosu na težinu mašine. Za dinamički proračun interesantne su mašine prve grupe, jer su one mašine sa dinamičkim opterećenjem.

Prema sovjetskim autorima i normama, mašine ove grupe dele se dalje u dve grupe i to:

- mašine sa periodičnim dejstvom
- mašine sa aperiodičnim dejstvom

a ove opet, prema posebnim karakteristikama, u podgrupe (vidi tablicu 1).

Posebne karakteristike pojedinih grupa ili pojedinačnih mašina mogu se naći u literaturi ili dokumentaciji samih mašina pri isporuci. Ovde će se samo, takođe na osno-

Tablica 1

Klasifikacija mašina sa dinamičkim opterećenjem

Grupa mašina	Vrsta glavnog kretanja	Karakteristični predstavnici
I. — Mašine sa periodičnim dejstvom	a) Ravnomerno obrtanje	Električne mašine (elektromotori, motor-generatori i dr.) Turboagregati (turbogeneratori, turboduvaljke, turbokompresori i turbopumpe)
	b) Ravnomerno obrtanje i vezano za njega povratno-translatorno kretanje	Mašine sa krivajnim mehanizmima, kompresori i pumpe. Motori sa unutrašnjim sagorevanjem. Gateri
	c) Povratno-translatorno kretanje, koje se završava udarima, koji slede jedan za drugim	Stresne i vibraciono-udarne mašine za oblikovanje, koje se upotrebljavaju u livnicama i industriji montažnog armiranog betona
II. — Mašine sa aperiodičnim dejstvom	a) Neravnomerno obrtanje ili povratno-translatorno kretanje	Pogonski elektromotori valjanica, agregati Leonardo-Ilgnera, generatori s isprekidanom jačinom i sl.
	b) Povratno-translatorno kretanje, koje se završava pojedinačnim udarima	Čekići (kovački i za kovanje u kalupima). Lomare s makarom za razbijanje metalnih otpadaka

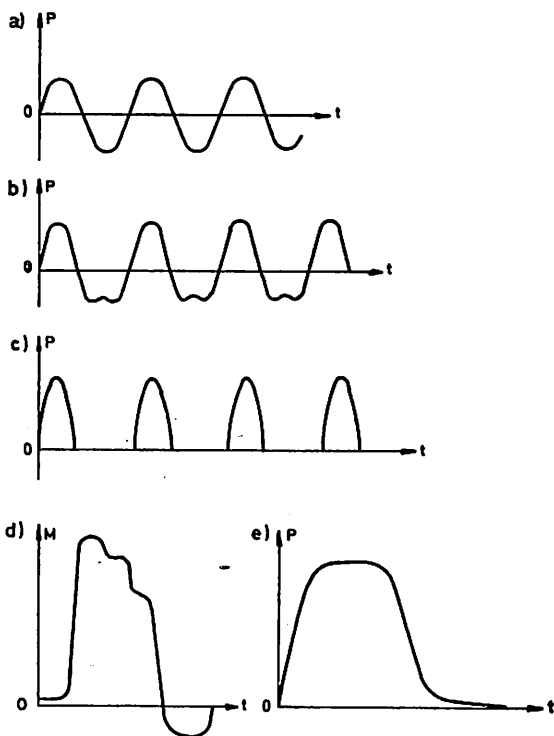
vu literaturnih podataka, dati grafički prikaz dinamičkog dejstva pojedinih grupa mašina na temelje (sl. 1).

Grafikoni dati na sl. 1 važe za sledeće grupe mašina:

a — mašine sa rotorima koji se ravnomerno obrću (promena po sinusoidnom zakonu)

b — mašine sa krivajnim mehanizmima

c — stresne i vibraciono-udarne mašine za oblikovanje (periodični impulsi koji se u praksi mogu zameniti sinusoidom)



Sl. 1 — Grafikon promene neuravnoteženih inerc. sila sa vremenom.

d — mašine sa vremenskom promenom pobudnog sprega prema složenom zakonu
e — mašine sa dejstvom udara.

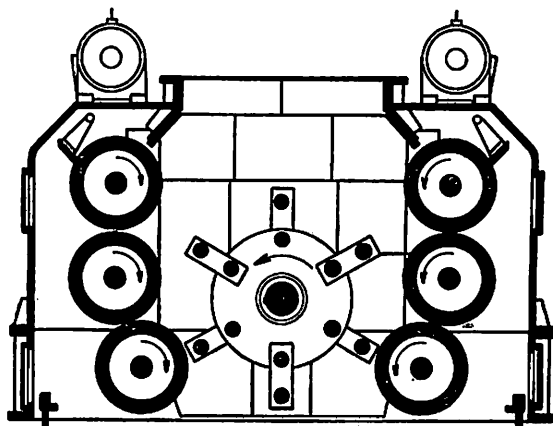
I na kraju, prema karakteru režima frekvencija, mašine se mogu podeliti u dve grupe i to:

— mašine sa malim brojem obrtaja (600—800 o/min)

— mašine sa velikim brojem obrtaja (> 800 o/min).

Karakteristike drobilice

Prema navedenim karakteristikama i podelama mašina, drobilice uopšte spadaju u mašine sa periodičnim dejstvom, iako nisu navedene u tablici 1 i, strogo uzevši, nemaju periodičan rad. Naime, pri radu drobilica ravnomerno kretanje njihovih rotacionih delova remeti se pri drobljenju komada materijala koji se drobi. Međutim, to remećenje režima kretanja nema bitan značaj, pogotovo kada je reč o nekim materijalima, kao što je to ovde slučaj.



Sl. 2 — Šema konstrukcije drobilice.

Prema podeli, u odnosu na karakteristiku promene režima frekvencija, drobilice svih vrsta spadaju u grupu mašina sa malim brojem obrtaja.

U ovom slučaju radi se o sledećoj opremi (sl. 2, 3):

Droblilica

— Tip: drobilica—čekićar sa valjcima

— Kapacitet: max 1200 t/h

— Materijal: ugalj

— Granulacija:

ulazna 40—80 mm

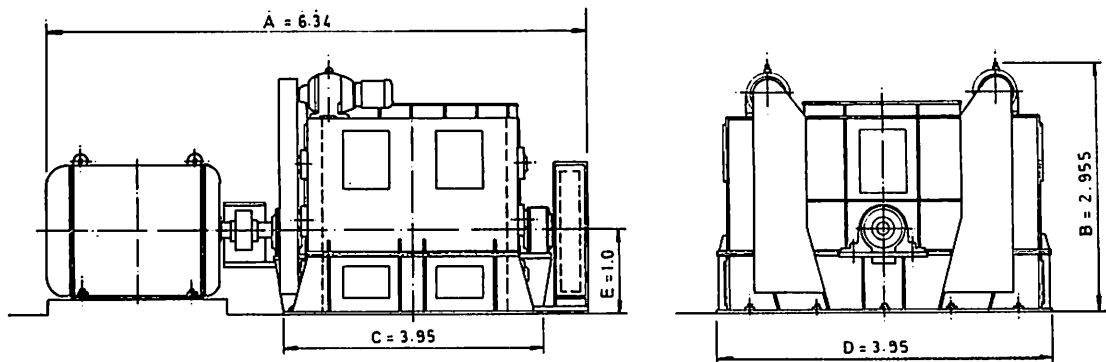
izlazna 0—40 mm

— Tip drobilice:

Ø 1600 × 2200 »Pragoinvest« tip 1137 (ili nova jugoslovenska drobilica istih karakteristika — »STT-Trbovlje«)

— Broj čekića: 104 kom

— Ulazni otvor: 2200 × 3620 mm



Sl. 3 — Dispozicije drobilice

Elektromotor

- Elektromotor: kratkospojni asinhroni za pogon rotora
1000 kW, 6 kV, $n = 595$ o/min
- Pogon valjka: 2 kom. motor reduktor tip TS 030373; 5,5 kW, 380 V

Podatak za $n = 595$ o/min, pokazuje da i ova drobilica spada u grupu mašina sa malim brojem obrtaja.

Pored ovih podataka, dati su i podaci o težinama i oni iznose:

— Težina drobilice bez elektromotora	— 42,20 t
— Težina elektromotora	— 12,00 t
Ukupno:	54,20 t

Za kompletiranje dinamičkog proračuna potreban je i podatak o neravnoteži rotirajućih delova ili vrednosti centrifugalne sile. Za tretiranu drobilicu data je vrednost centrifugalne sile $Z = 16$ t, što ukazuje da je drobilica iz grupe mašina sa velikim dinamičkim dejstvima. Oslanjanje drobilice je direktno na betonsku ploču — bez amortizera.

Kod osetljivih mašina isporučilac opreme sâm precizira i uslovljava potrebnu razliku od broja obrtaja mašine i sopstvenih frekvencija temelja, čime se obezbeđuje osnovni uslov, vezan za dinamički proračun, a to je — da ne dođe do slaganja frekvencija.

Ako taj podatak nedostaje, kao što je to ovde slučaj, onda treba usvojiti (iskustveno i literaturno) da je

$$\Delta n = \pm 20\%$$

od radnog broja obrtaja mašine.

U principu, bolje je ako su frekvencije temelja više od frekvencija mašina, jer u tom slučaju nikada ne može doći do slaganja frekvencija.

Konstrukcija temelja

Kada je reč o konstrukcijama temelja mašina sa dinamičkim dejstvima uopšte, onda se može reći, da se oni dele u dve osnovne grupe i to:

- masivni temelji
- temelji ramovske konstrukcije.

Masivnih temelja ima više vrsta i oni se neće pojedinačno nabrajati, već će se ovde naglasiti samo to, da se za većinu drobilica rade tzv. sandučasti masivni temelji sa sistemom podužnih zidova, zbog karakteristika drobilica, kao i zbog pogodnosti za smeštaj mašina, opreme i komunikacija.

Jedna od osnovnih osobina, koja je ujedno zajednička karakteristika masivnih temelja svih tipova, je velika krutost, koja ima bitan uticaj kod proračuna, jer omogućava da se njihove deformacije mogu zanemariti, tako da se oni mogu smatrati krutim telima.

Temelji ramovske konstrukcije ređe se primenjuju za drobilice i o njima ovde neće biti reči.

Bez obzira na tip, svaka konstrukcija temelja mašine mora da bude njen pouzdani

oslonac, da omogući normalnu eksploataciju mašine i isključi mogućnost bilo kakvih smetnji.

Kada se uzmu u obzir svi osnovni uslovi u pogledu tipa konstrukcije i opštih zahteva, potrebno je konkretno definisati gabarite temelja u celini i njegovih sastavnih elemenata. Ovo nije literaturno obrađeno zbog velike raznovrsnosti; međutim, u nastavku ovog izlaganja čini se pokušaj da se ustanove neka zajednička merila koja karakterišu i usmeravaju rad konstruktora na konkretizaciji i konačnoj tehničkoj obradi svakog pojedinog slučaja.

Za dinamički proračun, jedan od osnovnih uslova je da se mora unapred potpuno definisati konstrukcija temelja u svim elementima, jer je raspored masa bitan za ponašanje temelja u pogledu dinamičkih dejstava. Pravilan izbor konstrukcije temelja nije jednostavan i često se događa da je potrebno i više puta menjati konstrukciju i ponavljati proračun, što nije samo subjektivni odraz veštine i iskustva konstruktora, već, znatno više, odraz činjenice da se radi o komplikovanoj materiji gde je u skupu niza složenih uslova često teško od prve odabrati pravo rešenje. Glavni uslovi koji diktiraju pravilan izbor konstrukcije temelja mogu se identifikovati kao sledeći uslovi:

— težina i karakteristike mašine i pripadajuće opreme

— gabariti mašine i ostale opreme

— visinski položaj mašine

— položaj mašine (i temelja) u odnosu na objekat u kome se nalazi i u odnosu na ostalu opremu tehnološke celine

— geomehaničke karakteristike tla.

Težina i karakteristike mašina direktno utiču na izbor dimenzija elemenata temelja, kako u pogledu izbora masa, tako i u pogledu izbora realnih dimenzija radi obezbeđenja statičkih uticaja i pravilnog armiranja elemenata temelja.

Gabariti mašine i ostale opreme, kao i njihov međusobni položaj, definišu minimalne gabarite temelja potrebne za smeštaj opreme. Kada se kaže »minimalni gabariti«, znači da to još uvek ne moraju biti konačni, jer tako dobiveni gabariti još ne moraju zadovoljiti uslove sta-

tičkog i dinamičkog proračuna, ali i kad zadovoljavaju, ne mogu biti manji zbog smeštaja opreme.

U ovom slučaju, mašina i ostala oprema uslovile su potrebu površine ploče od $L = 9,0$ m i širine $B = 6,20$ m. Takođe je bilo potrebno predvideti čitave dodatne konstrukcije za smeštaj pripadajuće opreme (sl. 4).

Visinski položaj drobilice, određen uslovima tehnološkog procesa, diktirao je visinu osnovnog temelja od $H_1 = 4,80$ m, a ostala oprema, njen međusobni položaj i položaj iste u odnosu na drobilicu, zahtevali su još jednu etažu na koti $+ 9,80$ m (sl. 4). Konstrukcija temelja obezbeđuje i smeštaj dela opreme za otprašivanje.

Položaj temelja, u odnosu na ostale objekte, određen je samom tehnologijom procesa. Ovde sâm položaj temelja nije presudno uticao na konstrukciju temelja, jer je temelj samostalan i nije uslovljen konstrukcijama drugih objekata.

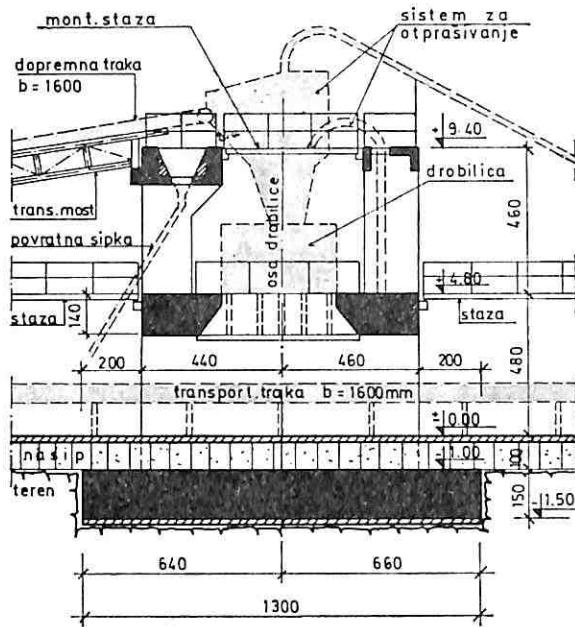
Raspoloživi prostor omogućio je slobodno formiranje temelja, tako da je konstrukcija odabrana sistemom gornje i donje ploče sa dva paralelna podužna zida — što se za ovakve mašine smatra najsigurnijim rešenjem.

Geomehaničke karakteristike tla, ako se ispravno inženjerski prilazi problemima, u svakom slučaju građevinskih konstrukcija, igraju značajnu ulogu, a kod ovakvih konstrukcija, gde se traži osiguranje od dinamičkih dejstava, uslovi tla mogu biti presudni na izbor konstrukcije temelja, jer su uslovi tla u direktnoj vezi sa izračunavanjem sopstvenih frekvencija temelja. Ako se još dogodi, da se temelji moraju fundirati na šipovima, onda to prelazi na još viši stepen ionako komplikovane problematike (takvi slučajevi obrađeni su u drugim člancima autora).

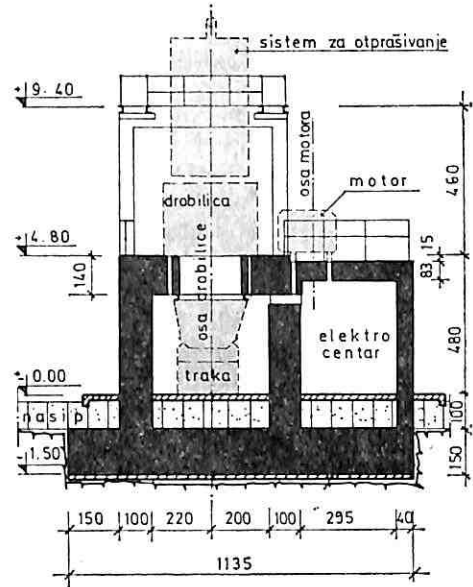
Dinamički proračun temelja

Dinamički proračun je posledica dinamičkih uticaja mašina, ali on ne isključuje i uobičajeni statički proračun konstrukcije. Zahvaljujući sistemu konstrukcije temelja (blok, zidovi), zatim kompaktnosti, kru-

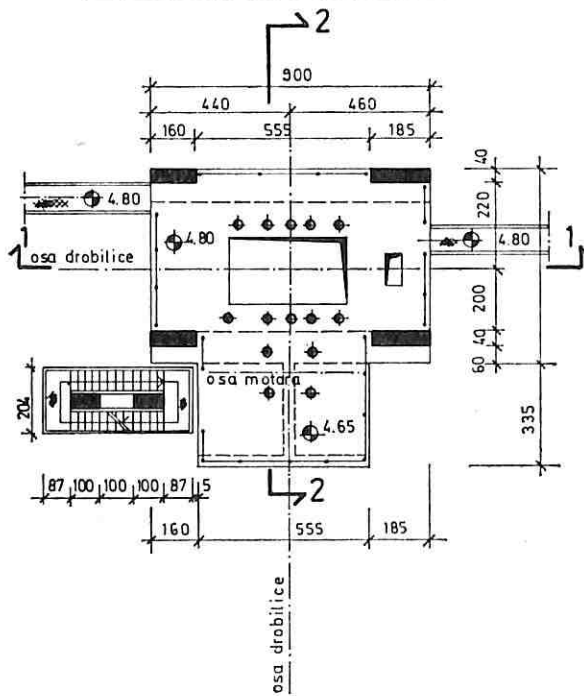
presek 1-1



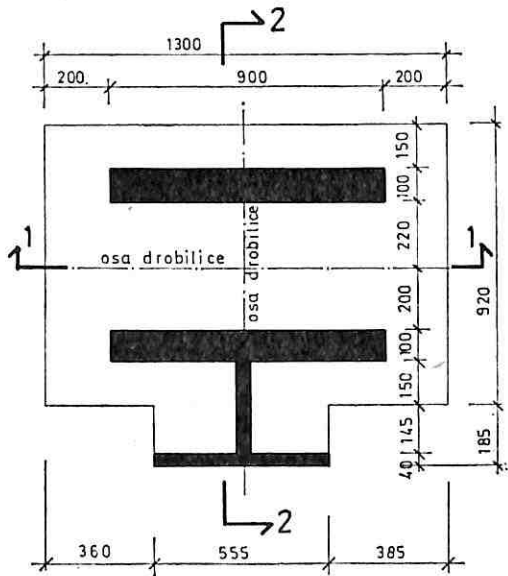
presek 2-2



osnova na koti +4.80

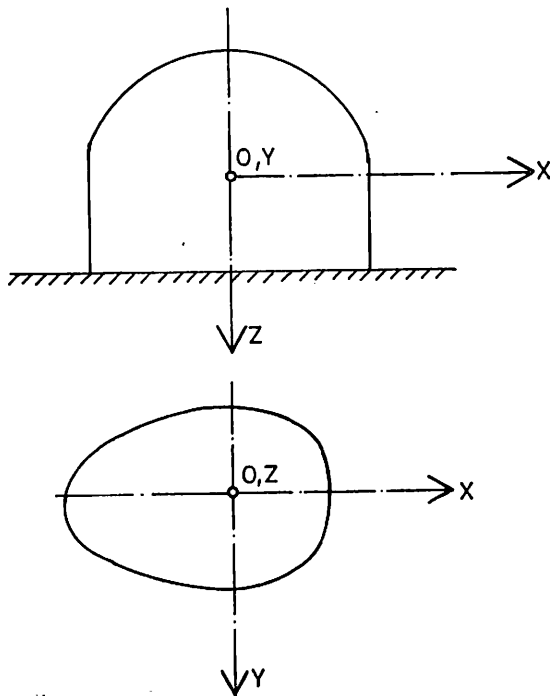


osnova temelja

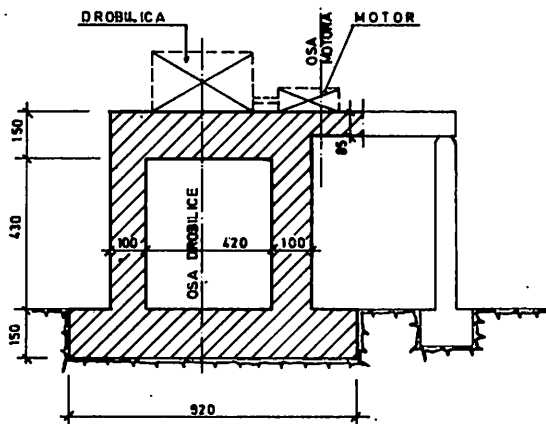


Sl. 4 — Konstrukcija temelja

tosti i otpornosti temelja, statički proračun se sprovodi relativno lako i ima, izuzev nekih slučajeva, formalan karakter i vrši se prema opštim pravilima građevinske mehanike.



Sl. 5 — Osnovna šema za proračun slobodnog oscilovanja temelja.



Sl. 6 — Konstrukcija temelja merodavna za dinamički proračun.

Dinamički proračun je, međutim, daleko komplikovaniji. Ako bi se problem tretirao sasvim tačno, temelj bi trebalo smatrati složenim sistemom koji se sastoji od ne-

koliko elastičnih, međusobno povezanih, materijalnih tela (delovi mašine, blok temelja, masiv zemljišta). Za građevinske materijale (čelik, beton) elastične osobine su dobro proučene; međutim, karakteristike elastičnosti zemljišta su veoma promenljive, što stvara znatne teškoće. Zbog toga, dugogodišnjim ispitivanjima i proučavanjima ove problematike, ustanovljena su određena uprošćenja koja znatno pojednostavljuju problem, a ne utiču bitno na tačnost rezultata. Tako je usvojeno

— da su telo temelja i mašine apsolutno kruti pa se njihova elastičnost, a time i deformacije, mogu zanemariti;

— da je podloga elastična i bez mase. Uopšte uzevši, ovo je gruba aproksimacija, ali mnogobrojna ispitivanja su pokazala da se dobijaju rezultati vrlo bliski stvarnosti.

Prema navedenom, može se reći, da se dinamički proračun masivnih temelja svodi na razmatranje oscilovanja krutog tela oslonjenog na elastičnu podlogu.

Problem oscilovanja tela rastavlja se dalje na tri nezavisna pojedinačna problema (sl. 5):

- vertikalno oscilovanje
- horizontalno i obrtno oscilovanje u ravnima XOZ i YOZ
- obrtno oscilovanje oko ose OZ .

Ovde je, dalje, prikazan uz izvesna skraćenja, kompletan dinamički proračun datog temelja uz potrebna teoretska objašnjenja.

Podaci za materijale:

- beton armirani $MB 300$
- dinamički modul elastičnosti $E = 3 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
- modul klizanja $G = 0,5 E = 1,5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$.

Motor i drobilica su direktno spojeni (direktan prenos), pa se obrću istom brzinom od $n_0 = 595 \text{ o/min}$. Neravnotežu izaziva samo drobilica. Praktično, i motor se nalazi na temelju drobilice, pa je osnovni sistem i konstrukcija za proračun kao na sl. 6. Gornji deo temelja uračunat je kao deo mase na koti $+4,80$. Pridodati deo za elektrocentar, s obzirom na odnos masa i konstruktivni sistem, nije uzet u obzir.

Vertikalna sopstvena frekvencija temelja

Težina gornjeg dela temelja (od polovine visine zidova na gore, uključujući i drobilicu i motor) iznosi

$$P = 416,38 \text{ t}$$

Karakteristike zidova:

$$F = 18,0 \text{ m}^2$$

$$h = 5,05 \text{ m}$$

Sabijanje za jedinično opterećenje od $P_o = 1,0 \text{ t}$ iznosi

$$\delta = \frac{P_o \times h}{E \cdot F} = 0,0935 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$c_v = 1/\delta = 10,7 \times 10^4 \text{ t/cm}$$

Vertikalna sopstvena frekvencija

$$n_v = 300 \sqrt{\frac{c_v}{P}} = 4809 \text{ o/min}$$

Horizontalna sopstvena frekvencija temelja — poprečno na osu mašine

Prema sl. 7 karakteristike poprečnog preseka zidova su:

$$F = 18,0 \text{ m}^2$$

$$L = 60,6 \text{ m}^4$$

Horizontalno pomeranje usled jedinične sile $H_o = 1,0 \text{ t}$ (odražava se kao ugib i pomeranje od poprečne sile)

$$\text{ugib } \delta'_H = \frac{H_o \times h^3}{3EI} = 0,23 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

od popr. sile

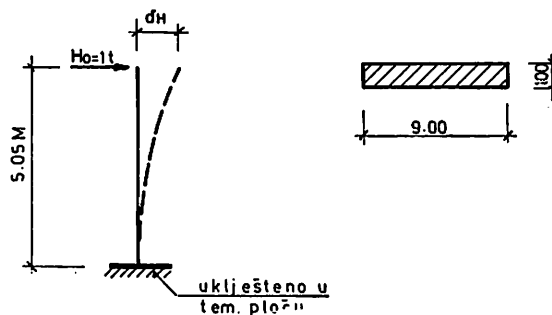
$$\delta''_H = \frac{1,2 \times H_o \times h}{GF} = 0,22 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$\delta_H = 0,45 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$CH = 1/\delta_H = 22.200 \text{ t/cm}$$

Horizontalna sopstvena frekvencija

$$n_H = 300 \times \sqrt{\frac{CH}{P}} = 2190 \text{ o/min}$$



Sl. 7 — Skica uz proračun horizontalnih sopstvenih frekvencija.

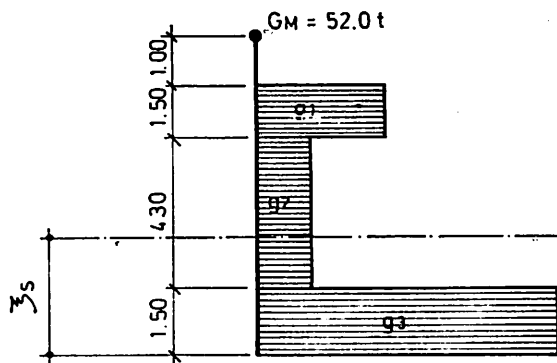
Sopstvene frekvencije stope

— Određivanje polarnog momenta inercije a. Vertikalna podela težina

Težište vertikalnih težina

$$\bar{x} = \frac{\sum S}{\sum G} = 2,92 \text{ m}$$

($\sum S$ = zbir statičkih momenata u odnosu na donju ravan)



Sl. 8 — Skica uz prikaz vertikalne podela težina

$$\begin{aligned} GM &= 53,0 \text{ t} \\ q_1 &= 139,50 \text{ t/m} \\ q_2 &= 45,0 \text{ t/m} \\ q_3 &= 299,0 \text{ t/m} \end{aligned}$$

Polarni moment inercije iznosi

$$I_{xy} = I_{xy}^{(o)} + I_{xy}^{(p)} = 5613 \text{ tm}^2$$

gde su:

$I_{xy}^{(o)}$ — sopstveni moment inercije

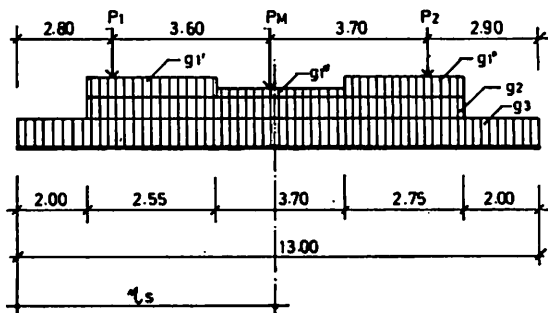
$I_{xy}^{(p)}$ — položajni moment inercije

b. Horizontalna podela težina

$$\Sigma G = 950 \text{ t}; \quad \Sigma S = 6474 \text{ tm}^2$$

Položaj težišta horizontalnih težina

$$\eta_s = \frac{\Sigma S}{\Sigma G} = 6,81 \text{ m}$$



Sl. 9 — Skica uz prikaz horizontalne podele težina

$$\begin{aligned} q_3 &= 34,50 \text{ t/m} & q_1''' &= 7,20 \text{ t/m} \\ p_2 &= 21,50 \text{ t/m} & P_M &= 53,0 \text{ t} \\ q_1' = q_1'' &= 23,25 \text{ t/m} & P_1 &= 72,28 \text{ t} \\ & & P_2 &= 32,80 \text{ t} \end{aligned}$$

Veličina momenta inercije I_{yz} iznalazi se tablično, na isti način kao i I_{xy} i iznosi

$$I_{yz} = 10.732 \text{ tm}^2$$

Polarni moment inercije sada iznosi

$$I_y = I_{xy} + I_{yz} = 16.345 \text{ tm}^2$$

Radijus inercije je

$$i_y^2 = \frac{I_y}{G} + 17,20 \text{ m}^2$$

Za temeljnu ploču dimenzija 13,0/9,20 m je

$$I'_y = 1684 \text{ m}^4$$

$$F = 119,60 \text{ m}^2$$

c. Određivanje koeficijenta posteljice (podloge)

Ovde se, u stvari, radi o određivanju koeficijenta elastičnog sabiranja i smicanja podloge. Radi komparacije, račun se daje prema tretmanima dva priznata autora — Rauša i Savinova.

Pravac Z

1. Po Raušu

Za jedinični pritisak od $\sigma_0 = 1,0 \text{ t/m}^2$, vertikalno pomeranje je

$$\delta_1 = (\sigma_0/c) = 1/c \dots\dots (\text{t/m}^2)$$

Koeficijent posteljice je

$$C = \sigma/\delta \dots\dots (\text{t/m}^3)$$

Statički koeficijent posteljice je

$$C_s = \sigma_s/\delta_s = \frac{E_s}{f \times \sqrt{F}}$$

Dinamički koeficijent posteljice je

$$C_d = \sigma_d/\delta_d = \frac{E_d}{f \times \sqrt{F}}$$

gde je:

σ_s — statički pritisak, kg/cm^2

σ_d — dinamički pritisak, kg/cm^2

E_s — statički modul elastičnosti, kg/cm^2

E_d — dinamički modul elastičnosti, kg/cm^2

δ_s — sabijanje usled statičkog opterećenja, cm

δ_d — sabijanje usled dinamičkog opterećenja, cm

F — površina stope

f — koeficijent oblika stope

Za ovaj konkretan slučaj vrednosti su sledeće:

$$E_s = 60\text{--}200 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_d = 400\text{--}1500 \text{ kg/cm}^2$$

Koeficijent oblika stope daje se tablično kako sledi:

odnos strana	1 : 1	1 : 2	1 : 4
vrednost f	0,45	0,42	0,35

za odnos strana $a:b = 1:1,4$ $f = 0,43$

dinamički koeficijent posteljice je sada $C_d = (0,92\text{--}4,70) \text{ kg/cm}^3$ za vertikalni pravac je $C_d = C_z$

2. Po Savinovu

Koeficijent krutosti podloge za pravac Z je

$$C_z = C_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta F} \right] \sqrt{\frac{P}{P_0}}$$

Ovaj obrazac za C_z , kao i naredni za C_φ i C_x , važe za temelje čija površina ne prelazi 120–150 m², a statički pritisak 1,5–2,0 kg/cm². U ovom slučaju zadovoljena su oba uslova.

U navedenom obrascu je:

C_0 — koeficijent dobiven ogledima za $p = p_0$ (iz tablica za gline i peskovite gline, plastične, srednje krutosti $C_0 = 2,0$ kg/cm³)

Δ — veličina koja se, na osnovu eksperimentalnih proučavanja temelja, nezavisno od vrste zemljišta, može uzeti da je $= 1$ m⁻¹

p — statički pritisak = 0,98 ~ 1,0 kg/cm²

p_0 — pritisak, usvojen pri eksperimentalnim ispitivanjima za određivanje potrebnih parametara = 0,2 kg/cm²

na osnovu toga je $C_z = 5,21$ kg/cm³

Pravac X

1. Po Raušu

$$S = C_x = 2/3 C_d = 3,15 \text{ kg/cm}^2$$

2. Po Savinovu

$$C_x = D_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta F} \right] \times \sqrt{\frac{P}{P_0}}$$

$$D_0 = \frac{1 - \mu}{1 - 0,5\mu} \times C_0$$

gde je:

μ = Poasonov koeficijent za zemljište i kreće se od 0,3 — 0,5. Za prosečno $\mu = 0,4$ dobija se $D_0 \sim C_0$, pa je $C_x \sim C_z = 3,64$ kg/cm³

Dalje, koeficijent elastičnog neravnomernog sabijanja je

1. Po Raušu

koristi se $C_x = S$

2. Po Savinovu

$$C_x = C_0 \left[1 + \frac{2(a+3b)}{\Delta F} \right] \times \sqrt{\frac{P}{P_0}} = 7,44 \text{ kg/cm}^3$$

Sopstvene frekvencije

1. Vertikalna frekvencija

$$n_v = \frac{300}{\sqrt{\delta_0}} = 780 \text{ o/min}; \quad \delta_0 = G/F \times 1/C_z = 0,151 \text{ cm}$$

2. Obrtna frekvencija oko vertikalne ose (Z)

$$n = \frac{300}{\sqrt{\delta_\varphi}} = 883 \text{ o/min} \quad \delta_\varphi = I_y/I_y^1 \times 1/S = 0,130 \text{ cm}$$

3. Horizontalna frekvencija

Proračun horizontalnih frekvencija zahteva prethodno izračunavanje određenih pomoćnih vrednosti (Postupak je obrađen u odgovarajućoj stručnoj literaturi, a ovde se daje samo onoliko koliko je potrebno za shvatanje primene numeričkih vrednosti datog primera).

Rastojanje obrnutih polova iznad i ispod težišta dobija se prema obrascu:

$$P_{1,2} = -P_0 \pm P_0^2 + i^2$$

gde je:

P_0 = pomoćna vrednost izražena preko obrasca

$$P_0 = \frac{i^2 \times C_z/C_x + s^2 - i^2}{2S} = 1,96 \text{ m}$$

gde je:

$C_z = 5,21$ kg/cm³ — koeficijent elastičnog ravnomernog sabijanja tla

$C_x = 3,64$ kg/cm³ — koeficijent elastičnog smicanja tla

$S = \xi_s = 2,92$ m — položaj težišta vertikalne podele težina

$i_y^2 = 14,08 \text{ m}^2$ — kvadrat radijusa inercije stope

$i_y^2 = 17,20 \text{ m}^2$ — kvadrat radijusa inercije težina

Sada su rastojanja obrtnih polova

$$P_1 = 2,66 \text{ m}$$

$$P_2 = - 6,46 \text{ m}$$

Ukupno rastojanje je:

$$\Sigma p = 9,12 \text{ m}$$

Kada se znaju rastojanja obrtnih polova onda je sledeći postupak određivanje parcijalnih težina i one se određuju prema obrascima.

$$G_1 = \frac{P_2}{P_1 + P_2} \times G = 665 \text{ t}$$

$$G_2 = \frac{P_1}{P_1 + P_2} \times G = 285 \text{ t}$$

Sada se nalaze pomeranja, na osnovu utvrđenih vrednosti i ona iznose:

$$\delta_1 = \frac{G_1}{F \cdot C_x} \left[\frac{C_z}{C_x} + \frac{(P_1 + S)^2}{l^2} \right] = 0,385 \text{ cm}$$

$$\delta_2 = \frac{G_2}{F \cdot C_x} \left[\frac{C_z}{C_x} + \frac{(P_2 - S)^2}{l^2} \right] = 0,045 \text{ cm}$$

Horizontalne frekvencije sada iznose:

$$n_1^{(H)} = \frac{300}{\sqrt{\delta_1}} = 476 \text{ o/min}$$

$$n_2^{(H)} = \frac{300}{\sqrt{\delta_2}} = 1428 \text{ o/min}$$

Amplitude oscilacija

Pored zadovoljenja svih navedenih uslova u pogledu vibracija, dimenzije temelja moraju biti tako odabrane da njihove oscilacije ne prelaze granične vrednosti.

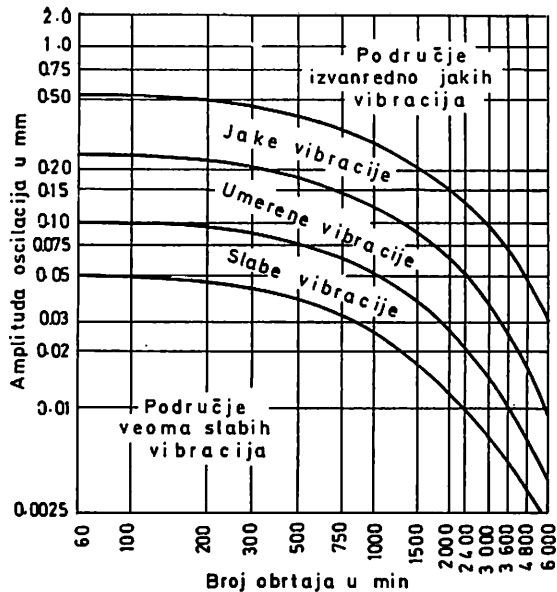
Prema sovjetskim normama, zasnovanim na osnovu ispitivanja i posmattanja, konstruisan je grafikon koji omogućuje da se vrši ocena vibracija temelja mašina sa periodičnim dejstvom (sl. 10).

Granične vrednosti amplitude odnose se na oscilacije gornjeg dela temelja, u nivou stope postolja mašina. Ove granične vrednosti, po pravilu, treba da uslovi isporučilac opreme. Ako to nije slučaj, onda se granične vrednosti mogu porediti sa sovjetskim normama datim u tabeli 2.

Tablica 2

Granične dozvoljene veličine (A_d) amplitude oscilacija temelja mašina sa periodičnim dejstvom

Vrste mašina	Broj obrtaja u 1 min	A_d u mm
	Mašine sa krivajnim mehanizmima	Manje od 200	0,25(0,3)^{1}
200—400		0,2
Preko 400		0,15
Drobnice (čeljusne i konusne)	100—400	0,3
Električne mašine (motor-generatori, sinhroni kompenzatori)	Manje od 500	0,2
	500—750	0,15
	Preko 750	0,1
Turboagregati (turbogeneratori, turboduvaljke turbokompresori i dr.)	1500	0,07
	3000	0,04



Sl. 10 — Grafikon za procenu intenziteta vibracija temelja mašina sa periodičnim dejstvom.

U principu, proračun temelja mašina, u odnosu na oscilacije, vrši se tako da je zadovoljen opšti slučaj

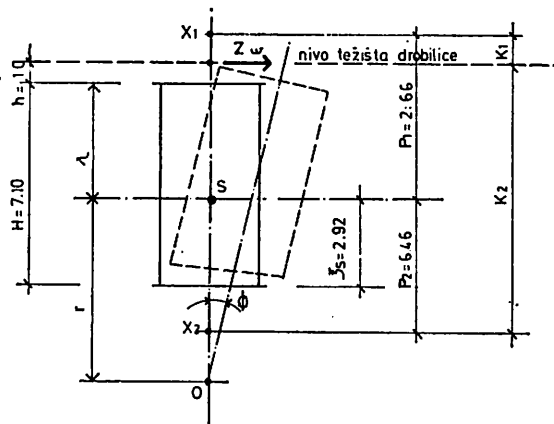
$$A \leq A_d$$

gde je:

A — najveća očekivana vrednost amplitude oscilacija gornje površine temelja

A_d — granična dozvoljena vrednost amplitude.

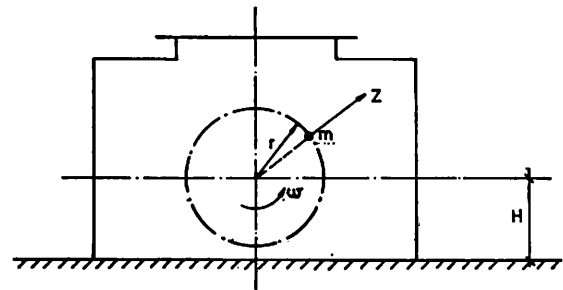
Granične vrednosti amplitude, navedene u tablici 2, odnose se na mašine uz koje nisu



Sl. 11 — Skica uz proračun amplitude oscilacija

stalno ljudi koji opslužuju mašinu — kakav je slučaj u ovom primeru.

Za proračun amplituda oscilacija potrebno je, pored podataka dobivenih dosadašnjim proračunom, znati i veličinu centrifugalne sile, koja se javlja od neuravnoteženosti obrtnih masa. Ove centrifugalne sile različite su za pojedine mašine i zavise, znači, prvenstveno od konstrukcije mašine, kao i od namene mašine i karakteristika materijala koji mašina obrađuje.



Sl. 12 — Skica za izračunavanje centrifugalne sile

Ako se daju podaci za izračunavanje centrifugalne sile, onda je, prema sl. 16,

$$Z = m \cdot \omega^2 \cdot r_o$$

gde je:

Z — centrifugalna sila

m — neuravnotežena masa

r_o — poluprečnik rotacije neuravnotežene mase.

U ovom konkretnom slučaju centrifugalna sila data je uz karakteristike drobilice i iznosi

$$Z = 16,0 \text{ t}$$

S obzirom na relativno mali broj obrtaja ($n_o = 595 \text{ o/min}$) ovo je vrlo velika sila, što ukazuje da postoji znatna neuravnoteženost masa.

U daljem postupku potrebno je naći položaj tačaka obrtnih polova x_1 i x_2 , u odnosu na težište mašine (sl. 11), kao i položaj obrtne tačke sistema (O) i ugao obrtanja (Φ).

Prema sl. 11, položaj tačaka x_1 i x_2 je

$$K_1 = (P_1 + \xi_s) - (H + h) = -2,52 \text{ m}$$

$$K_2 = P_2 + (P_1 - K_1) = 6,60 \text{ m}$$

Из претходног прорачуна сопствених фреквенција је:

$$n_1 = 476 \text{ o/min} = 7,93 \text{ o/sec}$$

$$n_2 = 1428 \text{ o/min} = 23,80 \text{ o/sec}$$

$$n_0 = 595 \text{ o/min} = 9,91 \text{ o/sec}$$

Положај обртне тачке система израчунава се према обрасцу

$$r = \frac{(n_2^2 - n_0^2) \cdot k_2 + (n_1^2 - n_0^2) \times k_1}{(n_2^2 - n_0^2) \frac{K_2}{P_2} - (n_1^2 - n_0^2) \frac{K_1}{P_1}} = 7,08 \text{ m}$$

Угао обртанја је:

$$\phi = \frac{5^2}{P \cdot G} \left[\frac{K_2}{(n_1^2 - n_0^2) \times P_2} - \frac{K_1}{(n_2^2 - n_0^2) P_1} \right] =$$

$$= -12,40 \times 10^{-6}$$

Величина амплитуда осцилација израчунава

се за ниво споја маšине и темеља, као и за ниво тежишта маšине.

a) За ниво споја темеља и маšине.

$$y_1 = r + \lambda = 11,26 \text{ m}$$

Амплитуда:

$$A_1 = y_1 \times \text{tg } \phi$$

С обзиром на веома мале углове може се ставити да је

па је: $\text{tg } \phi \sim \phi$

$$A_1 = 0,14 \text{ mm} < A_d$$

b) За ниво тежишта маšине

$$y_2 = y_1 + h = 12,26 \text{ m}$$

$$A_2 = 0,152 \text{ mm} < A_d$$

SUMMARY

Basis Characteristics of the Design and Dynamic Calculation of Coal Crusher Foundation — Capacity 1200 t/h

Theoretic principles are presented in line with a description of an exemplified case of foundations for the crusher in REH Kombine »KOSOVO« — Priština. Machine characteristics are described in full detail with a classification of crusher properties. Foundation dynamic calculation is presented separately.

ZUSAMMENFASSUNG

Grundcharakteristiken der Konstruktion und der dynamischen Berechnung von Fundamenten der Kohlenbrecheranlage, Leistung 1200 t/h

Es wurden theoretische Grundsätze dargebracht und konkrete Darstellung an dem Beispiel der Fundamente der Kohlenbrecheranlage des REH-Kombinats »KOSOVO« — Priština, gegeben. Die Einzelheiten der Maschinencharakteristik wurden mit der Klassifizierung und Charakteristik der Anlage gegeben. Die dynamische Berechnung der Fundamente wurde gesondert gegeben.

РЕЗЮМЕ

Основные характеристики конструирования и динамического расчета основания дробилки для угля мощности 1200 т/час

Приведены теоритические положения и дан конкретный разбор на примере основания дробилки РЕХ Комбината „Косово” Приштина. Детально описаны характеристики машин с классификацией и характеристики дробилки. В отдельности дан динамический расчет основания.

Literatura

1. Raush, E., 1959: Maschinen fundamente und andere dynamisch beanspruchte Baukonstruktionen. — VDi Verlag, Düsseldorf.
2. Major, A., 1961: Berechnung und Planung von Maschinen und Turbinenfundamenten. — VEB Verlag, Berlin.
3. Savinov, O.A., 1966: Savremene konstrukcije temelja mašina i njihov proračun. — »Građevinska knjiga«, Beograd.
4. Timošenko: Otpornost materijala, knjiga I, »Građevinska knjiga«, Beograd.
5. Časopis »Izgradnja«, izdanje SIT-a, Beograd.
6. Prospektni materijal isporučilaca opreme (firme »Pragoinvest«).

Autor: dipl. ing. Miloš Pribičević, Zavod za projektovanje i konstruisanje, Rudarski institut, Beograd.

Recenzent: mr ing. Branko Kapor, Rudarski institut, Beograd.

Ocene efikasnosti investicionih projekata u rudarstvu

Mr ekon. Dušan Stojković

I u rudarstvu, kao i u drugim granama industrije, koristi se više metoda za ocenu efekata investicionih ulaganja. Međutim, za razliku od drugih grana industrije za rudarstvo su karakteristične i neke specifičnosti koje zahtevaju i odgovarajući pristup kod ocene rentabilnosti rudarskih preduzeća.

Ocena efikasnosti investicionih ulaganja u industrijskim preduzećima vrši se obično u momentu donošenja investicione odluke uz prethodno vršenje analize tržišta, sirovinske baze, izbora kapaciteta i tehnologije.

U granama rudarstva, za razliku od drugih industrijskih grana, ocena efikasnosti investicionih ulaganja je složenija i počinje daleko pre donošenja investicione odluke. Ovakav pristup je rezultat karakteristika rudarske proizvodnje i visine ulaganja koja moraju da prethode donošenju investicione odluke. Ova ulaganja se odnose na:

- utvrđivanje sirovinske baze (kvantitativno i kvalitativno)
- utvrđivanje elemenata bitnih za izbor tehnologije
- utvrđivanje uslova gradnje i eksploatacije
- analizu saobraćajne povezanosti i infrastrukture
- analizu uticaja eksploatacije na čovekovu sredinu i izmenu socijalne strukture stanovništva.

Ulaganja koja prethode donošenju investicione odluke u granama rudarstva su

znatna i za svako ležište različita u zavisnosti od vrste mineralne sirovine, prirodnih uslova formiranja rudnog ležišta i njegove lokacije i prostranstva. Ulaganja koja prethode donošenju investicione odluke u rudarstvu nose i veliki rizik za sobom u pogledu ishoda rezultata istraživanja.

Taj rizik je rezultat uticaja većeg broja faktora kao što su:

— istražnim radovima se pristupa obično onda kada je utvrđeno prisustvo nekog minerala u ležištu i kada je utvrđeno prostranstvo toga ležišta. Međutim, kod pristupanja istraživanju ležišta u cilju utvrđivanja kvantiteta i kvaliteta sirovine ne zna se kakva je koncentracija istraživanog minerala, da li je ona u granicama sadržaja koji je rentabilan za eksploataciju. Rizik se javlja u tome, da sredstva za istraživanje mogu biti utrošena, a da rezultati budu negativni;

— koji je to granični sadržaj minerala u ležištu koji obezbeđuje rentabilnu proizvodnju. On, čak, i pri istoj tehnologiji i sadržaju korisne supstance nije isti za sva ležišta zbog prisustva drugih faktora koji ga uslovljavaju kao što su prirodni uslovi eksploatacije (odnos korisne supstance i jalovine, prisustvo podzemnih voda, reljef i konfiguracija terena, udaljenost od saobraćajnica i dr.);

— dužina perioda istraživanja (period izvođenja istražnih radova traje i po nekoliko godina; za to vreme dešavaju se različite pro-

mene na tržištu mineralnih sirovina kao što su cene, supstitucija, napredak u tehnici i tehnologiji i sl.);

— uticaji eksploatacije na čovekovu sredinu. Hoće li vrednost supstance u ležištu biti dovoljna da pored pokriva troškova eksploatacije i povraćaja uloženi sredstava nadoknadi gubitke koji mogu nastati zbog promene strukture poljoprivrednih površina, relokacije naselja, izmene socijalne strukture stanovništva i zaštite od zagađenja;

— u kojoj meri stvarni sadržaj mineralne supstance može odstupati od rezultata utvrđenih istraživanjima, drugim rečima, koji je stepen pouzdanosti rezultata dobijenih istražnim radovima.

Svi ovi elementi zahtevaju da se oceni efikasnosti investicionih ulaganja mora pristupiti pre početka istražnih radova na bazi utvrđivanja nekih minimalnih uslova koji moraju biti ispunjeni u svakom konkretnom slučaju. Ocena se mora ponoviti više puta u toku trajanja istraživanja i vršiti korekcija u odlukama ukoliko se ne potvrđuju pretpostavljeni uslovi i rezultati, pa čak i onda kada su odstupanja u pozitivnom smislu.

Pored pobrojanih specifičnosti, koje se javljaju u granama rudarstva u oceni efikasnosti investicionih ulaganja u postupku pre donošenja investicione odluke, javljaju se i druge specifičnosti koje se moraju uzeti u obzir kod donošenja investicione odluke. To su:

— kod drugih preduzeća jednom izgrađeni kapacitet može da se koristi određeni period vremena bez dodatnih ulaganja. U rudarstvu su posle izgradnje jednog kapaciteta potrebna stalna dodatna ulaganja radi održavanja izgrađenog kapaciteta (produženje transportnih puteva kod površinskih otkopa, otvaranje novih horizonata, produženje transportnih i vetrenih puteva kod podzemne eksploatacije i slično);

— varijacije u kvalitetu sirovina, što ima uticaj na formiranje prodajne cene i visinu prihoda. Jedno industrijsko preduzeće može da obezbedi na tržištu sirovine odgovarajućeg kvaliteta, pa prema tome može da obezbedi i standardni kvalitet svojih proizvoda. Kvalitet sirovina jednog rudnika*

* Sirovina se u rudniku javlja kao proizvod.

ne zavisi od tržišta već od prirodnih uslova pod kojim se ležište sirovina formiralo. Prema tome, da bi se obezbedio standardni kvalitet proizvoda sirovine se moraju oplemenjivati. Od sadržaja korisne supstance zavise troškovi oplemenjivanja. Iz ovoga proizlazi da i rudnici sa istim obimom proizvodnje rude, čak i ako se radi o istom mineralu, mogu imati veoma velike razlike u troškovima;

— period izgradnje rudarskih preduzeća prema današnjim uslovima traje 4—7 godina (ne računajući period istražnih radova za utvrđivanje rezervi minerala), dok se i naj-složenija fabrika može izgraditi za 2 do 3 godine.

Dužina trajanja investicione izgradnje u velikoj meri utiče na rentabilitet preduzeća. Rudarska preduzeća su po svome karakteru takva da zahtevaju visoka kapitalna ulaganja. Dužina trajanja perioda izgradnje utiče kako na vreme povraćaja uloženi sredstava tako isto i na kamate na utrošena sredstva do puštanja objekta u redovnu proizvodnju;

— sa povećanjem dubine površinskog otkopa ili povećanjem jamskih prostorija u podzemnoj eksploataciji rastu i troškovi proizvodnje po jedinici proizvoda što nije slučaj sa drugim industrijama. To zahteva stalne rekonstrukcije i proširenje kapaciteta u cilju smanjenja troškova;

— rudarska tehnologija je dosta složena tako da je neophodna analiza velikog broja varijanti i to sa više aspekata: iskorišćenje supstance, metode otkopavanja, izbora opreme, načina transportovanja, konstrukcije finansiranja itd.

Izložene specifičnosti rudarskih preduzeća postavljaju imperativ da se kod ocene efikasnosti investicionih ulaganja uzimaju u obzir: dinamika gotovinskog prometa (prihoda i rashoda); ocena rizika za eventualna odstupanja koja mogu nastupiti kao rezultat povećanja ili smanjenja obima investicionih ulaganja, produženja ili skraćivanja rokova investicione izgradnje, izmena cena gotovih proizvoda i repromaterijala, promena u kvalitetu mineralne sirovine u ležištu i promene u kvalitetu gotovih proizvoda, promene u iskorišćenju supstance, promene u troškovima rada i sl., kao i ocene uticaja inflacije na visinu kapitalnih ulaganja i troškove proizvodnje.

Analiza ovako velikog broja faktora koji su od uticaja na efikasnost investicionih ulaganja utiče i na izbor metode koja će biti primenjena u oceni.

Metode ocene efikasnosti investicionih ulaganja

Bilo koja metoda da se primeni za ocenu efekata investicionih ulaganja ona treba da da odgovor na dva osnovna pitanja:

— obezbeđenje dovoljnih finansijskih sredstava pod povoljnim uslovima za izgradnju investicionih objekata i realizaciju projekta i

— da li će investitor, odnosno Radna organizacija ili Organizacija udruženog rada biti u stanju da odgovori svojim budućim finansijskim obavezama.

Kada je u pitanju rudarska aktivnost, ne sme biti zanemarena dinamika razvoja i gotovinski promet analiziran prema dinamici razvoja.

S obzirom na visinu investicionih ulaganja u izgradnju jednog rudnika, retko će se naći investitor koji će sopstvenim sredstvima finansirati izgradnju celokupnog projekta. Investitori su upućeni da pozajmljuju sredstva iz više izvora pod različitim uslovima. To zahteva analizu izvora finansiranja i izbor najpovoljnije konstrukcije finansiranja. S druge strane, inflacija koja je stalno prisutna u svetu, kod izgradnje ovakvih objekata kao što su rudnici čija izgradnja kada se uzme u obzir i period istražnih radova, traje skoro celu deceniju, ne sme se zanemariti kod ocene visine investicionih sredstava i efekata investiranja.

Radi toga, oceni efekata investicionih ulaganja mora da prethodi izrada odgovarajućih finansijskih projekcija kao što su plan prihoda i rashoda (bilans uspeha), plan novčanih tokova (bilans novčanih sredstava) i plan ukupnih sredstava (bilans stanja). Izrada finansijskih projekcija i izračunavanje parametara rentabiliteta zahteva izvođenje velikog broja numeričkih operacija koje se mogu brzo i korektno obaviti samo

uz korišćenje kompjuterske tehnike. Jasno, to podrazumeva prethodnu izradu modela i programa na osnovu kojih se simuliraju aktivnosti i projektuju rezultati. Ova tehnika, pored prednosti (brzine, tačnosti i fleksibilnosti), omogućuje i izradu velikog broja varijanti i izbor najpovoljnijeg rešenja.

Sve metode koje se danas koriste u oceni efekata investicionih ulaganja mogu se podeliti u dve osnovne vrste:

— metode kojima se analizira efikasnost sa stanovišta opšt društvenog interesa (makro projekti) i

— metode kojima se analizira efikasnost sa aspekta interesa radne organizacije.

I jedne i druge metode imaju za cilj da se na što precizniji način odredi rentabilnost investicionog projekta, jer se na osnovu toga donosi investiciona odluka. Pri tome se treba držati i određenih principa, a to su:

— u kom obliku će se javiti rentabilnost investicija: proširenje preduzeća — rast proizvodnje, smanjenje troškova proizvodnje, otklanjanje uskih grla i sl.

— svaki investicioni projekat treba ocenjivati posebno (na primer površinski otkop, jamu, flotaciju). Ako se investicioni projekti ocenjuju grupno može se nerentabilnost pojedinih projekata pokriti rentabilnošću drugih;

— pri oceni rentabilnosti treba analizirati samo dodatne prihode i troškove. Raniji prihodi i troškovi ne treba da utiču na donošenje investicione odluke.

Pri oceni rentabiliteta polazi se od finansijskih projekcija prihoda i troškova, veka trajanja projekta, visine investicija, kamatne stope i dr. Ovakve projekcije su nužne da bi se omogućila primena kvantitativno-analitičkog metoda. S obzirom na dužinu vremena za koje se projekcije vrše, javlja se i problem neizvesnosti u pogledu odstupanja od projektovanih rezultata, te je neophodno bilo koja od metoda da se koristi, dopunjavati ih metodama sa ocenom rizika i neizvesnosti.

Osnovne metode koje se koriste za ocenu efikasnosti investicionih ulaganja sa aspekta opštedruštvenog interesa

»Benefit — cost« analiza

Ova se metoda sreće i pod nazivom »investment planning« (planiranje investicija) i »project appraisal« (ocena projekta)*.

Metoda se koristi za ocenu projekata kada se želi postići optimalan razvoj sa stanovišta društva, kako bi se ostvarila maksimalna proizvodnja sa minimalnim troškovima kompleksa resursa. Ova metoda predstavlja odnos između vrednosti buduće proizvodnje i ukupnih troškova koji nastaju realizacijom te proizvodnje, a matematički se izražava obrascem:

$$K = \sum_{i=1}^n \frac{k_i}{(1+r)^i} + \frac{s}{(1+r)^n}$$

gde je:

- K — ukupna korist projekta
- i — redni broj godine u ekonomskom veku trajanja projekta
- n — ekonomski vek trajanja projekta izražen u godinama
- k — godišnja vrednost proizvodnje
- r — diskontna stopa
- s — vrednost angažovanih sredstava na kraju ekonomskog veka trajanja projekta.

Navedeni obrazac se koristi za prihode, dok se za troškove koristi obrazac:

$$T = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{(1+r)^i}$$

gde su:

- T — ukupni troškovi projekta
- i — godišnji troškovi projekta.

Na taj način dobivaju se i prihodi i troškovi izraženi u jednom vrednosnom izrazu, odnosno prikazuju se u neto koristi

* Principi diskontovanih novčanih tokova izloženi su u radovima: »Appraisal of Investment Projects by Discounted Cash Flow« A. M. Alfred i I. B. Evans i »A practical Manual on the Appraisal of Capital Expenditure« C. G. Edge.

($K_n = K - T$) što omogućava da se odredi prioritet neke investicije.

»Cash Flow Table« metoda

Ovo je jedna od kompleksnijih i specifičnih metoda za određivanje kriterijuma efikasnosti investicija (sa opšte društvenog interesa). Suština ove metode je u tome, da se za životni vek proizvodne opreme (on ne sme biti kraći od perioda otplate kredita) rade projekcije svakog elementa prihoda i troškova. Prihodi i troškovi mogu biti projektovani po cenama neposredno pre investiranja ili sa odgovarajućom revalorizacijom, odnosno svodenjem na sadašnju vrednost, pri čemu se višak prihoda nad troškovima upoređuje sa anuitetnim obavezama pretpostavljenih investicija.

Kada su poznate dve »Cash Flow Table« za dve mogućnosti investiranja sa istom namenom u proizvodnji metod sâm automatski dovodi do izbora povoljnije varijante.

Pored prikazane dve metode koriste se i druge. U Sovjetskom Savezu su u primeni metode »Apsolutna efikasnost investicija« i »Relativna efikasnost investicija«. Obe metode se izražavaju kroz nekoliko pokazatelja koji služe da bi se kvantificirale i apsolutna i relativna efikasnost projekta. Značenje efikasnosti je usko povezano sa masom društvene akumulacije koja stoji na raspolaganju za investicije, a u zavisnosti je od nacionalnog dohotka.

Kapitalni koeficijent (odnos između angažovanih sredstava i proizvodnje) je takođe, jedan od metoda koji se često primenjuju za ocenu efikasnosti investicija.

Osnovne metode koje se koriste za ocenu efikasnosti investicionih ulaganja pojedinih radnih organizacija

Metoda perioda amortizacije investicionih ulaganja

Ovom metodom, efikasnost investicionih ulaganja meri se vremenom koje je potrebno da bi se akumuliralo dovoljno sredstava za povraćaj investicionih ulaganja. Rentabilnija je ona investicija koja ima kraći period amortizacije. Matematički, ova metoda se izražava:

$$t = \frac{I}{P - T}$$

gde je:

- I — visina investicionih ulaganja
- T — godišnji troškovi
- P — godišnji prihodi
- t — period amortizacije.

Metoda ne uzima u obzir efekte (troškovi i prihodi) koji nastaju posle amortizacije investicionih ulaganja, kao ni ulogu kamatne stope, a ne daje ni poseban značaj povratku uložених sredstava.

Metoda sadašnje vrednosti

Pri oceni efikasnosti investicionih ulaganja ova metoda uzima u obzir sve prihode i rashode tokom čitavog veka eksploatacije objekta, kao i izdatke za investicije, i svodi ih na sadašnje (ili neko buduće) vreme. Svođenjem razlike između svih prihoda i rashoda u toku trajanja eksploatacije na određeno vreme vrši se diskontovanjem po obrascu*:

$$S_i = \frac{P_i}{(1+r)^i}$$

gde je:

- S_i — vrednost iznosa P_i u vremenu » t «
- P_i — iznos u vremenu » i « koji treba sveći na iznos u vremenu » t « kad je $i = 1, 2, 3 \dots n$
- r — diskontna stopa
- i — vek trajanja investicionog projekta.

Svođenje razlike budućih prihoda i rashoda na sadašnju vrednost može se vršiti primenom jednake diskontne stope ili, pak, diskontne stope koja varira iz jednog perioda u drugi. Isto tako, iznosi koje treba svoditi na sadašnju vrednost i diskontna stopa mogu biti jednaki. U svakom od ovih slučajeva se prikazana formula modificira, što će

* Jedinični diskontni faktor, koji se upotrebljava kod ove metode nalazi se u tablicama »Matematika za ekonomiste« V. Vranić — Lj. Martić — Školska knjiga, Zagreb, 1967.

biti obrazloženo kad se analizira aplikacija ove metode na primeru ocene projekata u rudarstvu.

Kriterijum za ocenu efikasnosti investicionog projekta po ovoj metodi je da je investicioni projekat rentabilan kad je sadašnja vrednost projekta veća od nule. Ovo je za slučaj, kada treba odlučiti da li jedan objekat treba graditi ili ne. Ako se radi o izboru između više varijanata, rentabilnija je ona investicija koja ima veću sadašnju vrednost.

Sadašnja vrednost je u zavisnosti od diskontne stope, dužine roka trajanja efekata, iznosa troškova i prihoda investicionog objekta. Prednost ove metode je u tome, što uzima u obzir preferencije vremena, oportunitetne troškove* koji se reflektuju u diskontnoj stopi i ceo vek eksploatacije projekta.

Metoda interne stope rentabilnosti

Ova metoda se podrazumeva kao diskontna stopa kojom se izjednačavaju početna investiciona ulaganja sa sadašnjom vrednošću budućih neto prihoda (višak godišnjih prihoda nad godišnjim troškovima za ceo vek eksploatacije). Pod budućim neto prihodima podrazumeva se višak godišnjih prihoda nad godišnjim troškovima tokom celog veka eksploatacije. Diskontna stopa se po ovoj metodi javlja kao nepoznata pa se na taj način izbegava njeno određivanje na subjektivan način.

Matematički se izražava:**

$$I = \sum_{i=1}^n \frac{P_i - T_i}{(1+r)^i}$$

gde je:

- I — početno investiciono ulaganje
- i — broj perioda (godina) kroz koje se diskontuju prihodi i troškovi, odnosno vek eksploatacije projekta

* Fiktivan gubitak dobiti (pokazuje da bi inputi — ulazi koji se koriste u nekom proizvodnom procesu bili vredniji u nekom drugom proizvodnom procesu).

** Opis postupka u primeni formula prikazan je u Taylor George »Managerial and Engineering Economy«, Princeton, Van Nostrand Co., 1964.

P_i — prihodi u i -tom periodu
 T_i — troškovi u i -tom periodu
 r — interna stopa rentabilnosti (diskontna stopa).

Ocena efikasnosti investicionih ulaganja vrši se upoređenjem diskontne stope (r) sa nekom minimalno prihvatljivom stopom rentabilnosti (r') koja se unapred zadaje. Projekat će biti prihvatljiv, ako je $r \geq r'$. U suprotnom projekat treba odbaciti.

Ova se metoda dosta koristi za ocenu projekta u ekstraktivnoj industriji posebno u rudnicima.

Metoda anuiteta

Po ovoj metodi se svi iznosi koji su bitni za ocenu projekta pretvaraju u tekuće troškove i vrši obračun anuiteta koji sadrži godišnje iznose početnog investicionog ulaga-

nja, troškova, prihoda i rashodovane vrednosti.

Pošto početna investiciona ulaganja i rashodovane vrednosti nastaju na početku, odnosno na kraju veka eksploatacije, to se ovi troškovi razgraničavaju na ceo vek eksploatacije i određenom finansijsko-matematičkom tehnikom pretvaraju u godišnje iznose koji ulaze u sastav anuiteta. Ako su prihodi veći od rashoda i investicija se smatra rentabilnom. Ako je u pitanju više projekata ili varijanti povoljnija je ona čija je razlika između prihoda i rashoda veća.

Pored pobrojanih metoda za ocenu efekata investicionih ulaganja postoje i druge, ali se one ređe sreću u praksi.

Ovde su prikazane metode koje su poznate u literaturi i praksi, a u narednim brojevima analiziraće se primena ovih metoda za ocenu efikasnosti investicija u oblasti rudarstva, kao i njihova međusobna komparacija.

SUMMARY

Estimate of Investment Program Efficiency in Mining

The paper deals with the methods for estimate of investment efficiency. Those methods considered from the welfare point of view are: Benefit-cost Analysis and Cash Flow Table Method.

However, in particular cases the methods are: Method of Investment Depreciation period, Method of Present Value, Method of Internal Profit Rate, Method of Annuity.

ZUSAMMENFASSUNG

Beurteilung des Nutzeffekts der Investitionsprojekte im Bergbau

In dem Aufsatz werden die Verfahren zur Beurteilung des Nutzeffekts der Investitionsanlagen behandelt. Die Verfahren zur Beurteilung des Nutzeffekts des allgemein gesellschaftlichen Interesses sind »Benefit — cost Analyse« und »Cash Flow Table Method«. Die Verfahren zur Beurteilung des Anlagennutzeffekts bei einzelnen Betrieben sind: Methode der Amortisationsperioden der Investitionsanlagen, Methode des Gegenwartswertes, Methode des Innenrentabilitätssatzes, Methode der Annuität.

Autor: mr ekon. Dušan Stojković, Biro za ekonomiku i kibernetiku — Rudarski institut, Beograd.

Recenzent: prof. dr ing. Mirko Perišić, Rudarski institut, Beograd.

РЕЗЮМЕ

Оценки эффективности инвестиционных проектов в горном деле

В статье рассмотрены методы для оценки эффектов инвестиционных вложений. Методы для оценки эффективности вложений с обще общественного интереса: »Benefit — cost analiza« i »Cash Flow Table metoda«. Методы для оценки эффективности вложений в некоторых рабочих организациях: метод периода амортизации инвестиционных вложений, метод теперешней стоимости, метод внутренней величины рентабельности, метод ануйтета.

Literatura

- Milutinović, V., 1971: Kompleksna metodologija ekonomske ocene ležišta mineralnih sirovina. — Rudarski institut, Beograd.
- Brian, D. T. O.: Primena finansijske analize pri istraživanju ruda i razvitku rudnika. — Systems Manager, Exploation and Evaluation Section scientific and Engineering computer center, Kennecott Copper Corp.
- Uskov, M. E.: O sistemu pokazatelja koji određuju ekonomsku efikasnost kompleksnog iskorišćenja sirovina.
- Egorova, N. E.: O primeni dinamičkih modela u planiranju industrijske proizvodnje (na primeru rudnika uglja Kuzbasa).
- Miheev, G. F.: Faktori povišenja efikasnosti kapitalnih ulaganja i reprodukcija osnovnih faktora.
- Lavernova, N. E.: Zavisnost dobiti na površinskim otkopima rude gvožđa od srednjeg sadržaja metala kod eksploatacije bogatih ruda.
- Lillico, T. M.: Ekonomika i projektovanje površinskih kopova.
- Benedenov, J., 1970: Metode za donošenje investicionih odluka, Zagreb.
- Udruženje rudarskih inženjera AIME — Njujork — Finansijska analiza u rudarskoj industriji 1971 (kratki kurs).
- Vranić, V., Martić, Lj., 1967: Matematika za ekonomiste. — Školska knjiga, Zagreb.
- Alfred, A. M., Evans, I. B.: Appraisal of investment Projects by Discounted Cash Flow.
- Turvey, R.: Present value versus internal rate of return — an essay in the theory of the third best.
- Edge, C. G.: A Practical Manual on the Appraisal of Capital Expenditure.
- The Profitable Use of Capital in Industry, ICWA.
- Merrett, A. I., Sykes, A.: The Finance and Analysis of Capital Projects.
- Expenditure Evaluation Using D.C.F. P.A. Management Consultants Limited.
- Managerial and Engineering Economy, Taylor George, Princeton, Van Nostrand Co., 1964.

Operativno planiranje jamske proizvodnje u rudnicima metaličnih mineralnih sirovina primenom binarnog programiranja

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Dušan Vitorović — dipl. ing. Petar Tanasković —
dr ing. Ante Gluščević

Uvod

Primena savremenih tehničkih dostignuća u rudarstvu karakteriše se intenzivnom mehanizacijom i automatizacijom svih važnijih radnih operacija, čime se stvaraju uslovi za povećanje obima proizvodnje uz niže specifične troškove i, na taj način, ublažava nesklad između stalno rastućih potreba privrede za mineralnim sirovinama svih vrsta i eksploatacije sve siromašnijih ležišta u, po pravilu, sve težim radnim uslovima.

Jamska eksploatacija se ostvaruje pri jednovremenom radu većeg broja otkopa. U rudnicima metaličnih mineralnih sirovina čest je slučaj da među pojedinim otkopima postoje znatne varijacije u pogledu mogućeg kapaciteta proizvodnje i sadržaja korisnih mineralnih komponenata u rudi. U takvim uslovima problem određivanja najpovoljnije dinamike otkopavanja, koja obezbeđuje stabilnost kvantiteta i kvaliteta jamske proizvodnje uz najpovoljnije ekonomske efekte, dobija poseban značaj.

Operativno planiranje jamske proizvodnje je složen posao koji zahteva veliki obim rada, što kod konvencionalnog načina planiranja, sa tradicionalnim sredstvima računске tehnike, ima za posledicu izradu planova pretežno na bazi iskustva, pri čemu se zanemaruje čitav niz uticajnih faktora. Realno je pretpostaviti, da se mogu dobiti da-

leko povoljnija rešenja ako se u planiranju uključe svi važniji uticajni faktori, a naročito ekonomski. Ovo je moguće jedino upotrebom savremene računске tehnike.

U ovom radu se izlaže problematika operativnog planiranja. Na osnovu analize uticajnih faktora razrađen je matematički model koji omogućuje uključivanje elektronskih računara u proces planiranja.

Analiza uticajnih faktora

Između pojedinih rudnika metaličnih sirovina sa jamskom eksploatacijom mogu da postoje veoma velike razlike u pogledu vrste mineralne sirovine, tipa ležišta, broja korisnih komponenata, primenjenih metoda otkopavanja, hijerarhijske strukture, itd. Kako je zadatak izrada jednog opšteg matematičkog modela, u ovom poglavlju se analiziraju najvažnije karakteristike jamske eksploatacije koje su relevantne za problematiku operativnog planiranja.

Hijerarhijska struktura

Svaki rudnik ima određenu hijerarhijsku strukturu. Sa aspekta planiranja značajne su sledeće karakteristike hijerarhijske strukture:

— broj hijerarhijskih nivoa

— broj i redosled članova u svakom nivou

— pripadnost svakog člana bilo kog nivoa članu prethodno višeg hijerarhijskog nivoa.

Radi konciznosti izlaganja sva dalja razmatranja se odnose na hijerarhijsku strukturu:

jama — revir — horizont — otkop

uz napomenu da su i sve ostale realno moguće hijerarhijske strukture potpuno ravnopravne.

Tehnološka faza i aktivnost

Pod terminom tehnološka faza podrazumeva se karakterističan deo tehnološkog procesa na otkopu, koji se izdvaja u jednu celinu i razmatra nezavisno od ostalih sličnih celina — drugih tehnoloških faza. Tehnološke faze zavise od metode otkopavanja i definišu se u svakom konkretnom slučaju.

U praksi su mogući vremenski prekidi između pojedinih tehnoloških faza, koji su diktirani zahtevima tehnologije ili nekim drugim razlozima. U cilju definisanja vremenskih prekida neophodno je da se pored tehnoloških faza uvede i jedna pasivna faza — faza čekanja.

Pojedine tehnološke faze mogu se međusobno razlikovati u pogledu broja radnih smena ili broja radnih dana u toku planskog perioda. Zbog toga je potrebno da se za svaku tehnološku fazu precizira kalendar, a matematički model i program za računar moraju imati mogućnost da te kalendare prihvataju i koriste.

Pod terminom aktivnost podrazumeva se određeni deo tehnološke faze koji, u užem smislu, takođe predstavlja jednu celinu. Svaka aktivnost se sastoji u izvršavanju određene, ukupne količine radova, uz angažovanje određene količine resursa (radna snaga, oprema i dr.). Važno je istaći da se aktivnosti definišu samo za najniži nivo hijerarhijske strukture.

Aktivnosti na otkopu su međusobno nezavisne, ali je potrebno uočiti njihovu vremensku uslovljenost koja omogućava klasifikaciju aktivnosti na prethodne i naredne, pri čemu naredna aktivnost ne može da

počne dok prethodna nije potpuno završena. Zbog toga prva nezavršena aktivnost otkopa, koja jedino i može da se izvršava, ima poseban značaj u matematičkom modelu i označava se kao tekuća aktivnost. Kada se ona završi naredna aktivnost postaje tekuća, itd. Tekuća aktivnost može biti i faza čekanja, ako po završetku prethodne ne treba odmah da počne naredna proizvodna aktivnost.

Za svaku aktivnost je potrebno utvrditi količinu radova koja će se izvršiti u jedinici planskog perioda, npr. dnevni (dekadni, mesečni) kapacitet proizvodnje na otkopu, itd. U praksi se jedinične količine radova determinišu, najčešće prema kriterijumu što potpunijeg korišćenja angažovanih resursa (radna snaga, oprema i dr.). To ukazuje da je opravdano da, ukoliko nema suprotnih razloga, treba težiti ka šemi po kojoj otkopi ili rade punim kapacitetom ili uopšte ne rade. Jedinična količina radova se, u tom slučaju, tretira kao diskretna veličina koja ima dve moguće vrednosti.

Princip diskretnosti aktivnosti opravdano je zadržati i u slučajevima kada maksimalni kapacitet svih pojedinačnih otkopa, koji, iz određenih razloga, moraju da rade prevazilazi zahtevani kapacitet jame. U tom slučaju, jedina izmena je u tome, što se jedinična količina radova na nekom otkopu definiše sa nekoliko mogućih kapaciteta, sa odgovarajućim resursima, a ne samo sa jednim kapacitetom. Problem se zatim svodi na izbor jednog od zadatih alternativnih kapaciteta za svaki otkop.

Za svaku aktivnost uvodi se binarna promenljiva $x \in \{0,1\}$ koja izražava stanje aktivnosti. Vrednost binarne promenljive je 1 ako se aktivnost izvršava, odnosno 0 ako se ne izvršava. Tada se svaka diskretna promenljiva y , koja je definisana za datu aktivnost, i uzima vrednosti iz skupa $\{0, a\}$, može izraziti preko relacije $y = ax$. Ova mogućnost je iskorišćena pri formiranju matematičkog modela.

Za svaku aktivnost svakog otkopa potrebno je da se definišu:

- otkop
- etaža (odsek)
- tehnološka faza i podfaza
- jedinica mere

- ukupna i jedinična količina radova
- nivo proizvodnje
- broj radnih smena
- dužina horizontskog transporta
- prosečan sadržaj pojedinih metala u rudnim rezervama etaže
- osiromašenje
- podaci o resursima (potrebna radna snaga, oprema, normirani materijal, itd.), koji se zadaju preko *blokova*.

Zahtevi i ograničenja

Zahtevi koji se postavljaju pred jamsku proizvodnju mogu u praksi da budu raznovrsni i mogu se javljati na različitim nivoima hijerarhijske strukture, a definišu se posebno za svaku tehnološku fazu. Najčešće se javljaju sledeći zahtevi:

Stabilnost kvantiteta. — Brojni tehnički, tehnološki, organizacioni i ekonomski razlozi potvrđuju opravdanost prihvaćenog stanovišta da treba težiti da jamska proizvodnja u toku celog planskog perioda bude što ravnomernija u pogledu kvantiteta i kvaliteta.

Najniža vremenska jedinica za koju se postavlja zahtev stabilnosti kvantiteta može biti različita, zavisno od vrste plana i nekih drugih momenata. Kod operativnog planiranja za najnižu vremensku jedinicu najčešće se usvaja dan.

Sa stanovišta hijerarhijske strukture zahtev stabilnosti kvantiteta se obavezno postavlja na najvišem (jama), a po potrebi i na nekom nižem hijerarhijskom nivou (revir, horizont).

Stabilnost kvaliteta. — U većini rudnika metala postoje između pojedinih otkopa znatne razlike u sadržaju korisnih komponenata. Osim toga, treba imati u vidu da i osiromašenje rude na pojedinim otkopima može znatno da varira, u zavisnosti od primenjene metode otkopavanja i drugih uticajnih faktora.

U takvim slučajevima zahtev stabilnosti kvaliteta predstavlja znatno teži problem od zahteva stabilnosti kvantiteta. Iako se u praksi zahtev stabilnosti kvaliteta postavlja gotovo isključivo samo na najvišem hijerarhijskom nivou, često nije moguće, izbeći znatne varijacije kvaliteta u

nekim delovima planskog perioda, a da time ne budu izazvani i znatniji poremećaji u stabilnosti kvantiteta. Prihvaćeno je stanovište da je, u takvim slučajevima, opravdano insistirati na stabilnosti kvantiteta, a problem kvaliteta se obično svodi na zahtev, da se u toku planskog perioda realizuje i planirana ukupna količina metala.

Kontinualnost aktivnosti, tj. zahtev da se jednom započeta aktivnost ne sme prekidati. Isti zahtev se može postaviti i na nivou tehnološke faze, u kom slučaju se do kraja moraju završiti sve aktivnosti te faze na otkopu.

Strategija. — U praksi često, čak i među merodavnim stručnjacima, postoje podeljena mišljenja po pojedinim pitanjima. U takvim slučajevima veoma je korisno da se brzo i pouzdano provere svi predloženi različiti stavovi, putem komparacije dobijenih varijantnih rešenja. Tako, npr., ukupan broj otkopa u mnogim rudnicima znatno prevazilazi broj otkopa u radu, što izaziva dekoncentraciju radova praćenu mnogim neželjenim posledicama (povećanje broja aktivnih horizonata, povećano angažovanje radne snage, opreme i sredstava, povećano održavanje jamskih prostorija, otežana ventilacija, itd.). Osim toga, tada nema sinhronizacije u napredovanju pojedinih otkopa na horizontu, pa neki otkopi, zahvaljujući povoljnim prilikama ili dobrom kvalitetu, izmiču a drugi zaostaju.

U takvim slučajevima može biti opravdano da se unapred definiše strategija, odnosno postavi dodatni zahtev da neki otkopi moraju da rade, a da se izvesnim otkopima za određeno vreme zabrani rad. Uključivanje strategije u matematički model pruža mogućnost da se pri donošenju plana različite koncepcije provere na modelu i izaberu najpovoljnija.

Pored različitih zahteva koji, u stvari, predstavljaju izraze »želja« postoje i brojna ograničenja koja se odnose na raspoloživu radnu snagu po kvalifikacionoj strukturi, raspoloživu opremu, kapacitete transportnih linija, itd. Ograničenja se, takođe, mogu javljati na svim nivoima hijerarhijske strukture i kod svih tehnoloških faza i moraju se uzeti u obzir pri izradi plana.

Zahtevi i ograničenja, u stvari, predstavljaju uslove koji se u matematičkom mo-

delu izražavaju nejednačinama, $tipa \leq$ ili \geq . Izuzetak su kontinualnost aktivnosti i strategija koji su direktno uključeni u algoritam za rešavanje modela.

Ekonomski pokazatelji

Realno je pretpostaviti da se postavljeni zahtevi pri datim ograničenjima ili ne mogu uopšte ispuniti ili da ima više mogućih rešenja. U slučaju kada ima više rešenja opravdano je da se izabere ono rešenje koje obezbeđuje najpovoljnije ekonomske efekte. Iz tih razloga potrebno je da se uzmu u obzir i ekonomski pokazatelji koji se uključuju u funkciju cilja, pa se problem planiranja svodi na traženje maksimuma ove funkcije, uz uslov da svi zahtevi i ograničenja moraju da budu ispunjeni.

Funkcija cilja (kriterijum optimalnosti) utvrđuje se u svakom konkretnom slučaju i to za svaku tehnološku fazu posebno.

Matematički model

Matematički model uzima u obzir sve izložene uticajne faktore i kao rezultat daje optimalan plan za određeni vremenski period. Sadrži dva osnovna dela:

— model binarnog programiranja ($M_{f,d}$) koji za jednu tehnološku fazu (f) daje optimalan plan za jedan dan ili neku veću osnovnu vremensku jedinicu (d). Za svaku tehnološku fazu i za švaki radni dan generiše se po jedan ovakav model;

— algoritam za povezivanje binarnih modela, koji ostvaruje vezu između pojedinih modela $M_{f,d}$ u vremenu.

Model binarnog programiranja

Za svaki otkop i njegovu tekuću aktivnost uvodi se oznaka j , $j = 1, 2, \dots, n$, gde n predstavlja ukupan broj otkopa. Posmatra se skup tekućih aktivnosti T_f faze f u danu d . Uvode se oznake:

- c_j — relativna dobit aktivnosti j
- a_{ij} — veličina sa kojom aktivnost j učestvuje u uslovu i
- b_i — desna strana uslova i
- x_{jd} — stanje aktivnosti u danu d
- m_f — broj uslova posmatrane faze.

Matematički model $M_{f,d}$ ima sledeći oblik:

$$\begin{aligned} \max \sum_j c_j x_{jd} \\ \sum_j a_{ij} x_{jd} \leq \geq b_i \quad i = 1, 2, \dots, m_f \\ j \in T_f \end{aligned}$$

Ovo je model binarnog programiranja, jer su sve promenljive x_{jd} binarne i svi koeficijenti (c_j, a_{ij}, b_i) celi brojevi.

Kontinualnost aktivnosti i zadata strategija uzimaju se u obzir tako što se u gornje izraze uvrsti:

$x_{jd} = 1$ ako aktivnost j mora da bude nastavljena ili izabrana, odnosno

$x_{jd} = 0$ ako aktivnost j ne sme da bude izabrana.

Tako se dobija konačan model $M'_{f,d}$

$$\max \left(\sum_j c_j x_{jd} + \sum_k c_k \right)$$

$$\sum_j a_{ij} x_{jd} \leq \geq b_i - \sum_k a_{ik} \quad i = 1, 2, \dots, m_f$$

$$x_{jd} \in \{0, 1\} \quad j \in T_j \quad k \in T_k$$

gde su:

T_j — skup aktivnosti koje su slobodne za izbor ($T_j \subset T_f$)

T_k — skup aktivnosti koje moraju da budu nastavljene ili izabrane ($T_k \subset T_f$).

Za rešavanje modela $M'_{f,d}$ koristi se modifikovani algoritam implicitne numeracije. Rešenje su vrednosti nepoznatih x_{jd} i to:

$x_{jd} = 1$ — za izabrane aktivnosti

$x_{jd} = 0$ — za ostale aktivnosti

Algoritam za povezivanje binarnih modela

Algoritam se sastoji iz sledećih osnovnih algoritamskih koraka:

1. Inicijalizacija:

$0 \rightarrow d$

$0 \rightarrow x_{jd}$ za svako j i svako d

Modeli $M_{t,d}$ za svako f ne sadrže ni jednu aktivnost

2. $d + 1 \rightarrow d$

Ako je planski period završen idi na 13

3. $0 \rightarrow f$

Definiši nove tekuće aktivnosti svih otkopa

4. $f + 1 \rightarrow f$

Ako nema više faza idi na 2

5. Ako je neradni dan faze f idi na 4.

6. $M_{t,d-1} \rightarrow M_{t,d}$

7. Dodaj modelu $M_{t,d}$ nove tekuće aktivnosti faze f

8. Ako su modeli $M_{t,d-1}$ i $M_{t,d}$ isti, rešenje je isto kao prethodnog dana, idi na 11

9. Formiraj $M'_{t,d}$

10. Reši model $M_{t,d}$ algoritmom implicitne numeracije

11. Smanji rezerve svih aktivnosti kod kojih je $x_{jd} = 1 \quad j \in T_t$ za dnevnu količinu radova

12. Izbaci sve završene aktivnosti iz $M_{t,d}$ (ako ih ima) i idi na 4.

13. Zapamti rešenje za čitav period

14. Kraj

Opis programa

Izložen matematički model optimalnog planiranja realizovan je na računaru IBM 360/44, na jeziku FORTRAN IV.

Program ima tri nezavisna dela:

- program za ulaz podataka
- program za generisanje i rešavanje binarnih modela
- program za generisanje i štampanje izveštaja.

Prenos informacija između pojedinih delova vrši se preko magnetnih diskova. Ovakvom organizacijom postignuta je velika fleksibilnost i adaptabilnost programa

koja se ogleda u mogućnosti da se kako sam problem tako i oblik izlaznih izveštaja opisuju preko ulaznih podataka.

Program za ulaz podataka

Ulazni podaci su:

- podaci o aktivnostima i ekonomskim pokazateljima
- hijerarhijska struktura
- zahtevi i ograničenja za svaku tehnološku fazu
- kalendar radnih dana za svaku tehnološku fazu
- početno stanje aktivnosti, strategija itd.

Program za generisanje i rešavanje binarnih modela

Ovaj program predstavlja realizaciju opisanog algoritma za povezivanje modela i algoritma za rešavanje binarnih modela (algoritma implicitne numeracije). Kao rešenje daje optimalan plan za posmatrani planski period, u obliku binarnih vektora (jedan vektor za svaki otkop). Svaki binarni vektor ima po jednu komponentu za svaki dan perioda, sa vrednostima 1 „otkop radi, 0 otkop ne radi, što znači da sadrži dinamiku rada otkopa za ceo planski period.

Program za generisanje i štampanje izveštaja

Ovaj program štampa optimalan plan u vidu različitih izveštaja. Pošto se opis svih izveštaja definiše preko ulaznih podataka, postoji mogućnost štampanja velikog broja različitih izveštaja (pojedinačnih planova), kako po formi tako i po sadržini, kao npr:

- plan proizvodnje
- plan aktivnosti otkopa
- plan efektivne radne snage
- plan potrebne opreme
- plan potrebnog eksplozivnog materijala
- plan ostalog normiranog materijala, itd.

Pojedinačni planovi mogu biti operativni (za operativno rukovođenje) i sumarni (za razne tehnokoekonomske analize). Mogu se dobiti za bilo koji hijerarhijski nivo i za bilo koju tehnološku fazu.

Testiranje matematičkog modela i programa

U ovom poglavlju se, u sažetom obliku, izlaže primer na kome je proveren model i testiran program. Jedno veće ležište olovo-cinkove rude, sa četiri hijerarhijska nivoa (1 jama, 2 revira, 9 horizonata, 61 otkop) eksploatiše se metodom krovnog otkopavanja sa zasipavanjem. Radne operacije na otkopu grupisane su u tri redno povezane tehnološke faze:

- faza otkopavanja
- faza zasipne pripreme
- faza zasipavanja

a uvedena je i jedna pasivna faza:

- faza čekanja.

Potrebni podaci za svaku aktivnost unose se u formular prikazan na slici 1. U deo formulara sa nazivom blokovi uneti su, šifrirano, podaci o planiranim normativima i jediničnim troškovima: rada, materijala, opreme, energije, itd.

U svim varijantama primenjene su iste funkcije cilja, i to:

- relativna dnevna dobit (za fazu otkopavanja)

— relativna buduća dobit, koja će se realizovati otkopavanjem naredne etaže (za ostale tehnološke faze)

pri čemu se pod terminom dobit podrazumeva razlika između vrednosti rude i troškova (vezanih za otkope) koji terete tu proizvodnju. Dobit je relativna, jer se iz troškova isključuje onaj deo koji je zajednički za sve otkope i ne utiče na rešenje.

Podaci o osiromašenju nisu unošeni u formulare, već su zadati na nivou cele jame, i to posebno za svaki metal (olovo 11%, cink 13%, srebro 17%), čime je proverena mogućnost programa da prihvata različita osiromašenja za pojedine metale.

U fazi testiranja programa izrađeno je više različitih varijanata plana. Ilustracije radi prilažu se neki izveštaji jedne od varijanata, koja se odnosi na slučaj kada je broj raspoloživih otkopa veći od broja otkopa u radu.

Planski period je jedan mesec, a najniža vremenska jedinica je dan.

Varijanta je definisana sledećim zahtevima:

	Revir A		Revir B		Jama	
	min	max	min	max	min	max
Proizvodnja rude, t		450		1400	1700	1800
Sadržaj olova, %					4,5	5,0
Sadržaj cinka, %					3,1	3,6
Ugradnja zasipa, m ³					480	560

Strategija je proverena definisanjem dodatnih zahteva da neki otkopi moraju da rade, i to: za fazu otkopavanja otkopi 201, 304, 607 i 807, a za fazu zasipavanja otkopi 202, 302, 809, 811 i 902.

Plan aktivnosti otkopa (slika 2) sadrži dinamiku rada otkopa na jednom od horizonata. Dani su označeni datumom

(02,25,...) i početnim slovom (*U* utorak, *N* nedelja). Dekade su, radi preglednosti, izdvojene u posebne celine. Faza otkopavanja je šifrirana sa *O*, faza zasipavanja sa *Z*, a tačka označava dane u kojima na otkopu nije obavljena nijedna aktivna tehnološka faza.

PLAN AKTIVNOSTI OTKOPA

RUDNIK REVIR HORIZONT	X B BROJ 7	PLANSKI PERIOD OKTGBAR 1974 GOD.		
OTKOP	0000000001 1234567890 SCPSNPUSCP	1111111112 1234567890 SNPUSCPSNP	2222222223 1234567890 USCPSNPUSC	3 1 P
27 701
28 702ZZZZ	Z
29 703
30 704	0000.0000	..0000.....	.
31 705ZZZZZZ	Z
32 706	ZZZZZZZZZZ	ZZZZ.....	.
33 707	0000.0000	..00000..0	0
34 708	0000.0000	..00000..0	0
35 709	0000.0000	..00000..0	0
36 710	ZZZZZZZZZZ	ZZZZZZZZZZ	Z.....
37 71100..0	0
38 712
39 713	ZZZZZZZZZZ	ZZZZZZZZZZ	Z
40 714	0000.0000	..00000..0	0

Sl. 2 — Plan aktivnosti otkopa.

Operativni plan proizvodnje rude i metala (slika 3 i 4) sadrži podatke o dnevnoj i kumulativnoj proizvodnji rude i metala, kao i o dnevnom i prosečnom sadržaju metala u proizvedenoj rudi.

Plan proizvodnje rude i metala (slike 5, 6 i 7) sadrži podatke o broju radnih dana, proizvodnji, vrednosti ru-

de, troškovima, relativnoj dobiti, količini i prosečnom sadržaju pojedinih metala za ceo planski period. Treba napomenuti da su ulazni podaci o ekonomskim pokazateljima formirani isključivo u cilju testiranja programa pa su, zbog toga, ekonomski efekti, prikazani u izveštajima, samo orijentacionog karaktera.

PLAN PROIZVODNJE RUDE I METALA

RUDNIK X
REVIR B

PLANSKI PERIOD
OKTOBAR 1975 GOD.

DAN	PROIZVODNJA R U D E DNEVNA KUMUL. /T/	P D N E V N A /T/	R O V O /P R O C/	O V O /P R O C/	I O /P R O C/	Z V O /P R O C/	V C V N A /T/	D N E V N A /P R O C/	D N E V N A /T/	N I N A /T/	J N K KUMULATIVNA /P R O C/	A /T/	M E S E C N E V N A /G R /T/	A B R O KUMULATIVNA /G R /T/	L R O KUMULATIVNA /G R /T/	
1	1383	1383	5.22	72.2	5.22	72.2	3.76	52.1	3.76	52.1	3.76	52.1	111.59	154.3	111.59	154.3
2	1383	2766	5.22	72.2	5.22	144.4	3.76	52.1	3.76	52.1	3.76	104.1	111.59	154.3	111.59	308.7
3	1383	4149	5.22	72.2	5.22	216.7	3.76	52.1	3.76	52.1	3.76	156.2	111.59	154.3	111.59	463.0
4	1383	5532	5.22	72.2	5.22	288.9	3.76	52.1	3.76	52.1	3.76	208.2	111.59	154.3	111.59	617.3
5	1383	6915	5.22	72.2	5.22	361.1	3.76	52.1	3.76	52.1	3.76	260.3	111.59	154.3	111.59	771.6
6	1383	8298	5.22	72.2	5.22	433.3	3.76	52.1	3.76	52.1	3.76	312.4	111.59	154.3	111.59	926.0
7	1383	9681	5.22	72.2	5.22	505.5	3.76	52.1	3.76	52.1	3.76	364.4	111.59	154.3	111.59	1080.3
8	1383	11064	5.22	72.2	5.22	577.8	3.76	52.1	3.76	52.1	3.76	416.5	111.59	154.3	111.59	1234.6
9	1383	12447	5.22	72.2	5.22	650.0	3.76	52.1	3.76	52.1	3.76	468.5	111.59	154.3	111.59	1388.9
10	1383	13830	5.22	72.2	5.22	722.2	3.76	52.1	3.76	52.1	3.76	520.6	111.59	154.3	111.59	1543.3
11	1383	15213	5.22	72.2	5.22	794.4	3.76	52.1	3.76	52.1	3.76	572.7	111.59	154.3	111.59	1697.6
12	1383	16596	5.22	72.2	5.22	866.6	3.76	52.1	3.76	52.1	3.76	624.7	111.59	154.3	111.59	1851.9
13	1383	18029	5.04	72.2	5.21	938.8	3.54	50.8	3.54	50.8	3.75	675.5	109.43	156.8	111.42	2008.7
14	1393	19422	4.96	69.0	5.19	1007.9	3.56	49.6	3.56	49.6	3.73	725.1	111.05	154.7	111.39	2163.4
15	1393	20815	4.96	69.0	5.17	1076.9	3.56	49.6	3.56	49.6	3.72	774.6	111.05	154.7	111.37	2318.1
16	1393	22208	4.96	69.0	5.16	1146.0	3.56	49.6	3.56	49.6	3.71	824.2	111.05	154.7	111.35	2472.8
17	1393	23601	4.96	69.0	5.15	1215.0	3.56	49.6	3.56	49.6	3.70	873.8	111.05	154.7	111.33	2627.5
18	1393	24994	4.96	69.0	5.14	1284.1	3.56	49.6	3.56	49.6	3.69	923.4	111.05	154.7	111.31	2782.2
19	1393	26387	4.96	69.0	5.13	1353.1	3.56	49.6	3.56	49.6	3.69	972.9	111.05	154.7	111.30	2936.9
20	1393	27780	4.96	69.0	5.12	1422.2	3.56	49.6	3.56	49.6	3.68	1022.5	111.05	154.7	111.29	3091.6
21	1393	29173	4.96	69.0	5.11	1491.2	3.56	49.6	3.56	49.6	3.67	1072.1	111.05	154.7	111.28	3246.3
22	1393	30566	4.96	69.0	5.10	1560.3	3.56	49.6	3.56	49.6	3.67	1121.6	111.05	154.7	111.27	3400.9
23	1393	31959	4.96	69.0	5.10	1629.3	3.56	49.6	3.56	49.6	3.66	1171.2	111.05	154.7	111.26	3555.6
24	1393	33352	4.96	69.0	5.09	1698.4	3.56	49.6	3.56	49.6	3.66	1220.8	111.05	154.7	111.25	3710.3

Sl. 3 — Operativni plan proizvodnje rude i metala za revir B.

PLAN: PROIZVODNJE RUDE I METALA

PLANSKI-PERICI
OKTOBAR 1975. GOD.

RUDNIK X

DAN	PROIZVODNJA RUDE DNEVNA KUMUL. /T/	P R O D U K T I		D N E V N A		D N E V N A		D N E V N A		M E S E C N I		K U M U L A T I V N A		K U M U L A T I V N A		K U M U L A T I V N A	
		/T/	/T/	/T/	/T/	/T/	/T/	/T/	/T/	/T/	/T/	/T/	/T/	/T/	/T/	/T/	/T/
1	1749	4.80	83.9	4.80	83.9	3.60	63.0	3.60	63.0	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7
2	1749	4.80	83.9	4.80	167.8	3.60	63.0	3.60	126.0	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7
3	1749	4.80	83.9	4.80	251.6	3.60	63.0	3.60	189.9	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7
4	1749	4.80	83.9	4.80	335.7	3.60	63.0	3.60	251.9	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7
5	1749	4.80	83.9	4.80	419.6	3.60	63.0	3.60	314.9	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7
6	1749	4.80	83.9	4.80	503.6	3.60	63.0	3.60	377.9	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7
7	1749	4.80	83.9	4.80	587.5	3.60	63.0	3.60	440.9	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7
8	1749	4.80	83.9	4.80	671.4	3.60	63.0	3.60	503.8	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7
9	1749	4.80	83.9	4.80	755.4	3.60	63.0	3.60	566.8	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7
10	1749	4.80	83.9	4.80	839.3	3.60	63.0	3.60	629.8	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7
11	1749	4.80	83.9	4.80	923.2	3.60	63.0	3.60	692.8	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7
12	1749	4.80	83.9	4.80	1007.2	3.60	63.0	3.60	755.8	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7	103.91	181.7
13	1749	4.80	83.9	4.80	1091.0	3.43	61.7	3.59	817.5	102.40	184.2	103.79	184.2	103.79	184.2	103.79	184.2
14	1749	4.80	83.9	4.80	1174.3	3.41	60.8	3.57	878.3	102.31	182.6	103.68	182.6	103.68	182.6	103.68	182.6
15	1749	4.80	83.9	4.80	1258.6	3.41	60.8	3.56	939.1	102.31	182.6	103.59	182.6	103.59	182.6	103.59	182.6
16	1749	4.80	83.9	4.80	1342.9	3.41	60.8	3.55	999.9	102.31	182.6	103.51	182.6	103.51	182.6	103.51	182.6
17	1749	4.80	83.9	4.80	1427.1	3.41	60.8	3.54	1060.7	102.31	182.6	103.43	182.6	103.43	182.6	103.43	182.6
18	1749	4.80	83.9	4.80	1511.4	3.41	60.8	3.54	1121.5	102.31	182.6	103.35	182.6	103.35	182.6	103.35	182.6
19	1749	4.80	83.9	4.80	1595.7	3.41	60.8	3.53	1182.3	102.31	182.6	103.27	182.6	103.27	182.6	103.27	182.6
20	1749	4.80	83.9	4.80	1680.0	3.41	60.8	3.52	1243.1	102.31	182.6	103.19	182.6	103.19	182.6	103.19	182.6
21	1749	4.80	83.9	4.80	1764.3	3.41	60.8	3.52	1303.9	102.31	182.6	103.11	182.6	103.11	182.6	103.11	182.6
22	1749	4.80	83.9	4.80	1848.6	3.41	60.8	3.51	1364.8	102.31	182.6	103.03	182.6	103.03	182.6	103.03	182.6
23	1749	4.80	83.9	4.80	1932.9	3.41	60.8	3.51	1425.6	102.31	182.6	102.95	182.6	102.95	182.6	102.95	182.6
24	1749	4.80	83.9	4.80	2017.2	3.41	60.8	3.50	1486.4	102.31	182.6	102.87	182.6	102.87	182.6	102.87	182.6
25	1749	4.80	83.9	4.80	2101.5	3.41	60.8	3.50	1547.2	102.31	182.6	102.79	182.6	102.79	182.6	102.79	182.6
26	1749	4.80	83.9	4.80	2185.8	3.41	60.8	3.50	1608.0	102.31	182.6	102.71	182.6	102.71	182.6	102.71	182.6
27	1749	4.80	83.9	4.80	2270.1	3.41	60.8	3.50	1668.8	102.31	182.6	102.63	182.6	102.63	182.6	102.63	182.6
28	1749	4.80	83.9	4.80	2354.4	3.41	60.8	3.50	1729.6	102.31	182.6	102.55	182.6	102.55	182.6	102.55	182.6
29	1749	4.80	83.9	4.80	2438.7	3.41	60.8	3.50	1790.4	102.31	182.6	102.47	182.6	102.47	182.6	102.47	182.6
30	1749	4.80	83.9	4.80	2523.0	3.41	60.8	3.50	1851.2	102.31	182.6	102.39	182.6	102.39	182.6	102.39	182.6
31	1749	4.80	83.9	4.80	2607.3	3.41	60.8	3.50	1912.0	102.31	182.6	102.31	182.6	102.31	182.6	102.31	182.6

Sl. 4 — Operativni plan proizvodnje rude i metala za jamu X.

PLAN PROIZVODNJE RUDE I METALA

OTKOP	RUDNIK		VREDNOST RUDE /DIN/	TROSKOVI /DIN/	CCBIT /CIN/	PLANSKI PERIOD KTCBAR 1975 GCD.					
	REVIR	X				S A C R Z A J M E T A L A		SREBR			
	HORIZONT	B				CLOVC	CINK	/KG/	/GR/		
BROJ RACNIH DANA	PRCIZ- VODNJA /T/				/T/	/PR/	/T/	/PR/			
27 701											
28 702											
29 703											
30 704	13	52	443352	21385	421967	40.7	7.82	15.9	3.05	27.6	53.13
31 705											
32 706											
33 707	24	720	1209168	58656	1150512	71.3	9.90	57.6	8.00	89.6	124.50
34 708	24	1200	1921080	54288	1666792	146.6	12.22	34.6	2.88	430.3	358.56
35 709	24	1440	3800490	71280	3729120	149.3	10.37	134.4	9.33	600.8	556.10
36 710											
37 711	12	1200	784848	35868	748980	42.7	3.56	31.3	2.61	108.6	90.47
38 712											
39 713											
40 714	24	2400	1358136	102144	1255992	85.4	3.56	62.6	2.11	99.6	41.50
UKUPNO	24	7480	9516984	343621	9173363	536.0	7.17	336.4	4.50	1556.5	208.09

Sl. 5 — Plan proizvodnje rude i metala za horizont 7.

PLAN PROIZVODNJE RUDE I METALA

HORIZONT	RUDNIK		VREDNOST RUDE /DIN/	TROSKOVI /DIN/	CCBIT /CIN/	PLANSKI PERIOD KTCBAR 1975 GCD.					
	REVIR	X				S A C R Z A J M E T A L A		SREBR			
	BROJ RACNIH DANA	B				CLOVC	CINK	/KG/	/GR/		
BROJ	PRCIZ- VODNJA /T/				/T/	/PR/	/T/	/PR/			
BROJ 6	24	6240	3280176	269784	3010392	219.6	3.52	98.2	1.57	556.8	89.22
BROJ 7	24	7480	9516984	343621	9173363	536.0	7.17	336.4	4.50	1556.5	208.09
BRCJ 8	24	14160	12182160	466008	11716152	704.9	4.98	562.6	3.97	1060.5	74.90
BRCJ 9	24	5472	4837680	167040	4670640	237.8	4.35	223.7	4.09	536.6	58.05
UKUPNO	24	33352	29817000	1246453	28570547	1698.4	5.09	1220.6	3.66	3710.3	111.25

Sl. 6 — Plan proizvodnje rude i metala za revir B.

PLAN PROIZVODNJE RUDE I METALA

REVIR	RUDNIK		VREDNOST RUDE /DIN/	TROSKOVI /DIN/	CCBIT /CIN/	PLANSKI PERIOD KTCBAR 1975 GCD.					
	DANA	X				S A C R Z A J M E T A L A		SREBR			
	BROJ RACNIH DANA	B				CLOVC	CINK	/KG/	/GR/		
BROJ	PRCIZ- VODNJA /T/				/T/	/PR/	/T/	/PR/			
A	24	9070	5811473	346575	5464898	286.6	3.16	265.6	2.93	663.5	73.15
B	24	33352	29817000	1246453	28570547	1698.4	5.09	1220.8	3.66	3710.3	111.25
UKUPNO	24	42422	35628473	1593028	34035445	1985.0	4.68	1486.4	3.50	4373.8	103.10

Sl. 7 — Plan proizvodnje rude i metala za jamu X.

Zaključak

Ograničenost uobičajenih tradicionalnih tehnika planiranja u pogledu količine informacija koja se može prihvatiti i obraditi u fazi izrade plana uslovljava neophodnost primene savremenih elektronskih računara i odgovarajućih matematičkih modela i programa.

Analizirana je problematika planiranja jamske eksploatacije u rudnicima metaličnih mineralnih sirovina. Konstatovano je da se za racionalno planiranje mora uzeti u obzir veliki broj tehničko-tehnoloških, organizacionih i ekonomskih faktora.

Razrađena je originalna metodologija za operativno planiranje na bazi binarnog programiranja (0—1 programiranje). Program je napisan na jeziku FORTRAN IV, za računar IBM-360/44.

Program je adaptabilan za različite metode otkopavanja, pri čemu je moguća i njihova jednovremena primena u istoj jami. Program je fleksibilan u odnosu na tehničke, tehnološke, organizacione i ekonomske zahteve svake konkretne jame. Za svaki zadati skup ulaznih parametara (varijan-

ta plana) program daje optimalno rešenje, tj. dinamiku otkopavanja koja obezbeđuje najpovoljnije ekonomske efekte.

Ulazni podaci za program mogu da budu svi relevantni podaci o raspoloživim otkopima i njihovim aktivnostima, svi zahtevi i ograničenja, kao i podaci o ekonomskim pokazateljima. Kao rezultat obrade dobija se optimalan plan za željeni vremenski period, u vidu različitih izveštaja i to na bilo kom nivou hijerarhijske strukture i za bilo koju aktivnu tehnološku fazu.

Ulaznim podacima se definiše i opis svih izveštaja, što pruža mogućnost štampanja velikog broja različitih izveštaja, kako po formi tako i po sadržini.

Planiranje otkopavanja po predloženoj metodologiji omogućava da se, zahvaljujući velikoj brzini rada savremenih elektronskih računara, unapred procene posledice svakog zahteva i izvrši izbor najpovoljnije varijante plana. Osim toga, moguće je i brzo reaganje na sve iznenadne promene (tržište, radni uslovi, raspoloživi rešursi, itd.) čime se, u vrlo kratkom vremenu, mogu dobiti novi, korigovani elementi plana, prilagođeni novonastaloj situaciji.

SUMMARY

Production Scheduling in Underground Metal Mines by Application of Binary Programming

The paper deals with the problems of production scheduling in underground metal mines. It was determined that for rational planning considerable number of technical, technological, organisation and economic factors have to be considered. Limits of traditional techniques of planning with regard to quantity of information which may be accepted and processed is pointed out.

Original methodology for production scheduling on basis of binary programming is described, as well as the mathematical model and program possibilities. The computer program is written in FORTRAN IV.

Input data for the program may be all relevant data about stopes and their activities, all requirements and limits, as well as data on economic parameters. As the output data the optimal plan for required period of time in the form of various reports for each level of hierarchy structure and each active technological phase is obtained.

The paper is illustrated with a few different reports on an optimal monthly plan of production at one large lead and zinc mine, with four hierarchy levels (one underground mine, two level groups, nine levels and sixty one stopes).

ZUSAMMENFASSUNG

Operationsplanung der Grubenförderung in den Metallerzbergken durch anwendung der Binärmethode

In dem Aufsatz wird die Planungsproblematik der Grubenförderung in den Metallerzbergwerken behandelt. Es wurde festgestellt, dass für eine rationelle Planung eine grössere Anzahl von technisch-technologischen, Organisations- und Wirtschaftsfaktoren berücksichtigt werden muss. Es wurde die Begrenztheit der üblichen traditionellen Planungstechniken hinsichtlich der Informationsmenge, die erfasst und in der Planausarbeitungsphase bearbeitet werden kann, hervorgehoben.

Es wurde eine originelle Methodik für Operationsplanung der Förderung auf der Grundlage der Binärprogrammierung beschrieben. Ein mathematisches Modell ist dargestellt und die Programm-Möglichkeiten, geschrieben in der FORTRAN-IV-Sprache, hervorgehoben.

Eingangsdaten für das Programm können alle belangvolle Daten über Abbaupunkte und deren Betrieb, alle Forderungen und Begrenzungen sowie die Daten über Wirtschaftsfaktoren, sein. Als Programm-Endergebnis wird ein optimaler Plan für den Soll-Zeitabschnitt, in Form von verschiedenen Berichten, für jede hierarchische Ebene und für jede aktive technologische Phase, erhalten.

Der Aufsatz enthält einige verschiedene Berichte über optimale Operations- (Monats) — Planung der Förderung eines grösseren Blei- und Zinkbergwerks, mit vier hierarchischen Ebenen (1 Schacht, 2 Reviere, 9 Sohlen, 61 Abbaupunkte).

РЕЗЮМЕ

Оперативное планирование шахтного производства в рудниках металлического минерального сырья с применением бинарного программирования

В статье анализируется проблематика планирования шахтной эксплуатации в рудниках металлического минерального сырья. Утверждено что для рационального планирования надо принять во внимание большее число техническо — техноло-

Autor: dipl. ing. Dušan Vitorović, dipl. ing. Petar Tanasković, Biro za ekonomiku i kibernetiku — Rudarski institut, Beograd

dr ing. Ante Glušević, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

Recenzent: prof. dr ing. Mirko Perišić, Rudarski institut, Beograd.

гических, организационных и экономических факторов. Подчеркнуто ограничение обыкновенных традиционных технических планирований в отношении количества информации которые могут быть приняты и обработаны в фазе выработки плана.

Описана оригинальная методология для оперативного планирования производства на основании бинарного программирования. Показан математический модель и подчеркнуты возможности программы написанной на языке FORTRAN IV.

Входные данные для программы могут быть все релевантными данными о забоях и их активности, все требования и ограничения, так-же как и данные о экономических показателях. В результате работы программы получается оптимальный план для желательного периода времени в виде разных отчетов за каждый уровень иерархической структуры и каждую активную технологическую фазу.

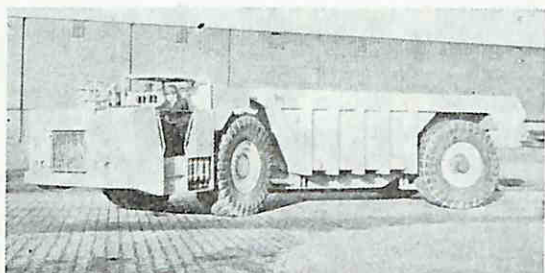
Статья иллюстрирована несколькими различными сообщениями из оптимального оперативного (месячного) плана производства одного большого рудника свинца и цинка, с четырьмя иерархическими уровнями (1 шахта, 2 участка шахты, 9 горизонтов и 61 забой).

Literatura

1. Abadie, J., 1970: Integer and Nonlinear Programming. — North-Holland P.C., Amsterdam.
2. Hu, T.C., Robinson, S.M., 1973: Mathematical Programming. — Academic Press, New York.
3. McMillan, C., 1975: Mathematical Programming. — John Willey, New York.
4. Perišić, M., 1973: Programiranje i optimiranje u rudarstvu. — Rudarski institut, Beograd.
5. Perišić, M., Vitorović, D., Tanasković, P., 1975: Matematički model optimalnog planiranja proizvodnje rude u kompleksnim jamskim uslovima. — XX stručno savetovanje rudarskih inženjera i tehničara, Ljubljana.
6. Plane, D.R., McMillan, C., 1971: Discrete Optimization. — Prentice Hall, Englewood.
7. Studija optimalnog planiranja tehnološkog procesa otkopavanja u rudnicima metala primenom linearnog programiranja, 1976. — Rudarski institut, Beograd.
8. Wilke, F.L., 1972: Unternehmensforschung im Bergbau. — Springer Verlag, Berlin.

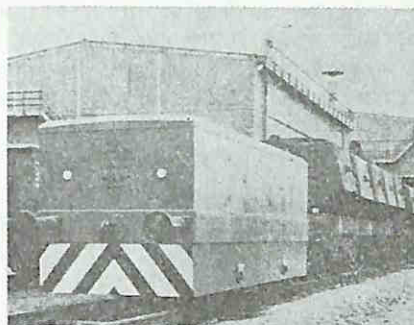
Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Koritasti kiper kamion velike nosivosti. — MK-V40, uzglobljeni koritasti kiper-kamion se isporučuje za podzemnu primenu u nemačkim rudnicima potaše. Vozilo je opremljeno koritastom karoserijom za stražnje kipovanje, a pogon se vrši preko dizel motora sa vazдушnim



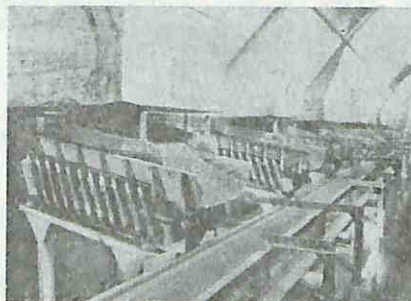
hlađenjem putem pretvarača obrtnog momenta i sinhronog menjača na prednjoj osovini. Maksimalna brzina je oko 21 km/čas. Tvrdi se da gumene valjkaste opruge na obema osovinaama obezbeđuju dobru vožnju na neravnim putevima u jami. Koritasta karoserija ima nosivost 32 m³; visina vozila je 2,55 m. Maksimalna nosivost MK-V40 je 45 tona. Koritasti kiper-kamion MK-A20 sa pogonom na sve točkove je izgrađen za podzemni rad na strmim usponima i nosi teret do 25 tona. Proizvođač tvrdi da je ovo vozilo dokazalo svoju vrednost u podzemnim rudnicima gvozdene rude u Francuskoj.

Daljinski upravljana manevarska lokomotiva. — Daljinski upravljane elektro-hidrauličke ili dizel-hidrauličke manevarske lokomotive se koriste za manevrisanje pojedinih vagona ili kompletnih vozova. Svaka lokomotiva ima dužinu od 7,34 m i vučnu snagu od 5 ili 8 Mp, a može da radi upravljanjem sa stacionarnih komandnih punktova ili putem radija. Dizel-hidrauličke lokomotive mogu da se koriste na dosta dugim deonicama koloseka, a mogu da manevrišu između punktova. Koloseci na kojima se kreću mogu da budu zaštićeni graničnim prekidačima tako da lokomotive ne mogu da napuste pro pisane deonice. Rade brzinom od 25 m/min i mogu da budu opremljene automatskim kvačilom. Prednost ovog tipa lokomotive nad siste-



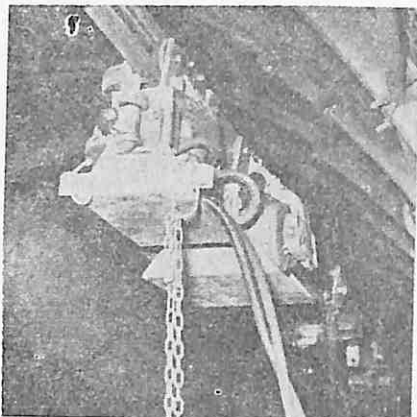
mima na vuču preko užeta je u tome, što ne zahteva lokalne fundacione radove na pogonskim i povratnim stanicama, te se utovarna — istovarna mesta mogu pomerati po želji.

Vibracioni transporter. — Postoje otvoreni ili laki modeli vibracionih transporterata na elektromagnetni pogon. Otvoreni model je predviđen za korišćenje pod teškim uslovima koji zahtevaju znatnu pogonsku snagu. Laki model je konstruisan za manje teške uslove i ima laku konstrukciju. Kapacitet ovih transporterata je kontinualno-promenljiv tako da su posebno po-



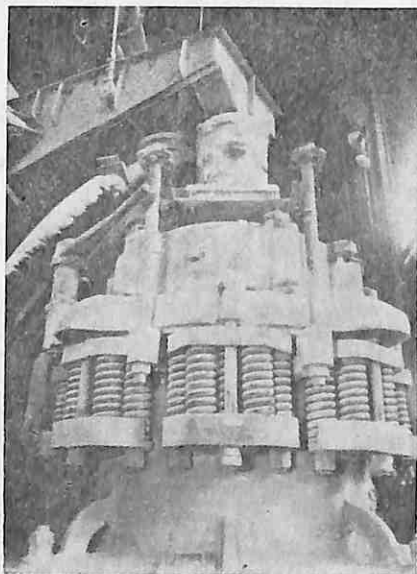
godni za regulaciju odvoženja i hranjenja pri homogenizaciji rasutih minerala. Proizvodni program proizvođača takođe obuhvata i istovarna korita za punjenje ili pražnjenje bunkera, hermetičke transportne sudove, sista sa istovremenim transportno-sejnim dejstvom, spiralne transportere za vertikalni uzlazni transport, klane stolove, bunkerske vibratore i kontrolne sisteme.

Manevarska trola za viseće monoraile. — Nova manevarska trola na komprimovani vazduh je namenjena za manevrisanje i prebacivanje materijala, kao i za utovar delova za monorail instalacije u izvozne koševe. Odlikuje se činjenicom da ima Vulkollan frikcionni točak



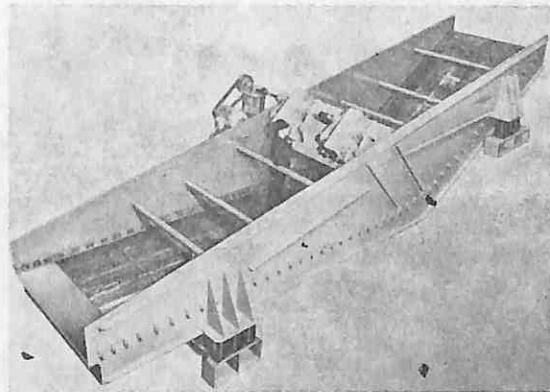
na jednoj strani i ovo omogućuje prelaz preko nosača valjka koji vode vučno uže monoraila Kardanski spoj vezuje pogonski uređaj sa kočnim sistemom koji se sastoji od kočnih klešta pneumatičkog tipa sa kočnom silom od 9 kN. Uređaj je težak ukupno 400 kg, dug 1,235 metara sa spojnicama na obe strane. Vučna sila je 6 kN sa brzinom kretanja, stalno-promenljivo, do 0,6 m/sek.

Prstenasti cevni zaptivači otporni na habanje. — Dobro poznati snabdevači rudarstva su



zajednički izradili efikasne prstenaste cevne zaptivače otporne na habanje od Baypren hlora prenske gume za korišćenje u svim Symons konusnim drobilicama i granulatorima. Zaptivači se sastoje od cevi prečnika 50 mm sa debljinom zida od 6 mm koja je spojena da obrazuje prstenove sa prečnikom do 1100 mm zatim vulkanizirana u kalupu. Tokom vulkaniziranja prsten se održava pod natpritiskom od 6 bara. Ovi novi elastični prstenasto-cevni zaptivači zatvaraju uljno kolo ležajnih elemenata drobilice. Prvobitno je zaptivni prsten držan u mestu putem spiralnih opruga. Ove opruge su otkazivale pod dejstvom prašine koja prodire tako da je bio neophodan pregled i zamena delova u određenim intervalima. Proizvođači navode da je sintetički materijal Baypren odabran zbog svoje otpornosti prema svim vrstama na pada: abrazije dejstvom oštrih čestica prašine hemijskog dejstva ulja ili vlage, stalnog mehaničkog naprežanja usled dodirnog pritiska, promenljivog opterećenja usled vibracije i kretanja mašine. Posle više od godinu dana rada, ovi prstenasto cevni zaptivači su zamenjeni pri redovnom remontu i za to vreme su izdržali 65 miliona opteretnih ciklusa.

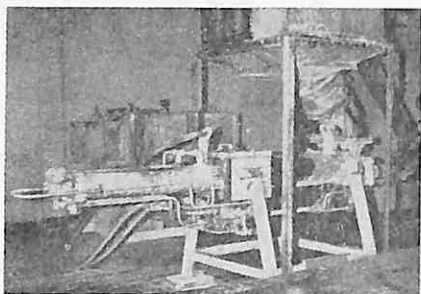
Veliko sito za prethodno sejanje. — Horizontalno sito HG 22/104,5- IQ je izrađeno za pogon pripreme jednog nemačkog rudnika uglja. Izrazita karakteristika ovog uređaja je sejna platforma koja se sastoji iz tri dela iskošena pod različitim uglovima. Na izlaznoj strani nalazi se sekcija od tri metra iskošena pod uglom od 34° i ona je sekcijom dužine 0,75 m iskošenom pod 12°, spojena za horizontalnu sekciju dužine 4,5 metara. Perforirane ploče V2A sači-



njavaju sejnu platformu. Sito širine 2,2 m × 10,45 m dužine je konstruisano za prethodno

sejanje 300 t/čas rovnog uglja do 80 mm u tri krupnoće: — 6 mm, 6 — 30 mm i + 30 mm. Udeo krupnoće — 6 mm je oko 50% ulaza težinski. Rovni ugalj prolazi kroz iskošeni deo platforme velikom brzinom u tankom sloju i na taj način se najveći deo krupnoće — 6 mm odstranjuje pre nego što struja materijala dospe na horizontalnu sekciju platforme. Ovim se omogućuje da relativno kratka mašina obavi funkciju dvaju uređaja za sejanje.

Dvo-cilindrične pumpe za pulpu. — Uljno-hidrauličke dvo-cilindrične pumpe za pulpu se mogu koristiti za transport ultra-finih suspenzija sa krupnoćom čestica do 20 mm, kao i filterskog mulja i flotacionog otpada. Ove pumpe se razlikuju od poznatih uljno-hidrauličkih betonskih pumpi po potpuno prerađenim elementima za kontrolu protoka koji su, kako se tvrdi,



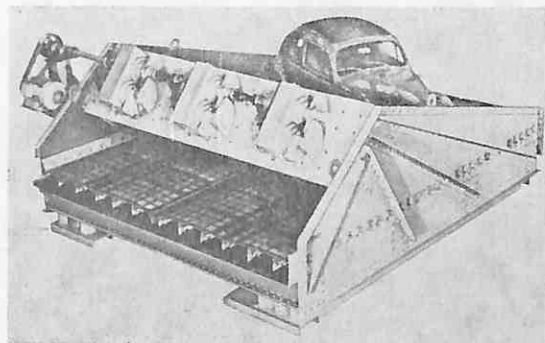
hermetički zaptiveni. Pumpa i pogonski uređaj mogu biti postavljeni na raznim mestima ako to zahtevaju lokalni uslovi. Pogon je kontinualno-promenljiv do maksimalnog kapaciteta, tako da se količina materijala nošena pumpom može precizno podesiti da zadovolji određene radne zahteve. Čak i kada se postojanost transportovanog materijala menja, održava se podešeni propusni kapacitet konstantnim. Usled toga su ove dvo-cilindrične suspenzione pumpe pogodne i za regulaciju hranjenja.

Računar kontroliše kvalitet kreča. — Računarski sistem se koristi za podešavanje količinskih protoka utovarnog postrojenja u Rheinische Kalksteinwerke, Wülfrath radi kontrole kvaliteta izlaznog kreča. Materijal se vadi u tri kamenoloma i zatim prolazi, prema potrebi, kroz pogon pripreme, devetnaest jamastih peći, četiri rotacione peći za kreč i razgranatu mrežu transportnih traka. Dnevni kapacitet je oko 40.000 tona. Mnogi različito isporučivani proizvodi se uzimaju iz preko 100 bunkera i preko

četiri merna šinska mosta otpremaju u sedam teretnih vozova, ili preko šest kamionskih mer-nih mostova u preko 1000 kamiona. Svi protoci i lagerovane količine se registruju u banci podataka koja može da bude povezana tako, da podatke prikazuju na televizijskim monitorima. Proizvođači navode da će uskoro zaključiti ugovor za isporuku računskog kontrolnog sistema za regulaciju protoka transportovanog materijala u jamama jednog rudnika uglja u Zapadnoj Nemačkoj.

Lamelarni separator za čišćenje gasa. — Lamelarni separatori služe za izdvajanje kapljica tečnosti, para, suspendovanih materijala i prašine iz procesnih ili otpadnih gasova industrijskih postrojenja. Do sada su izrađivani uređaji sa presekom od 9 m² za protoke gasa do 325.000 m³/čas. Ovi uređaji se, uglavnom, sastoje od dva ili više redova paralelnih vertikalnih ploča postavljenih u jednakim razmacima i raspoređenih nasuprot pravcu kretanja gasa. Donja ivica svake ploče obrazuje žljebastu prepreku u kojoj protičući gas stvara potpritisak. Kako se gasna struja odbacuje prolazom kroz lamele, unošene teže čestice pritiskuju deflekcione lamele. One prolaze duž istih u usisnu zonu žljebnog trapa. Tvrdi se da je efikasnost taloženja uglavnom oko 98%, a pod povoljnim uslovima dostiže i 99%. Veliki presek prolaza uslovljava da energetske potrebe lamelarnih separatora pri vrlo velikim brzinama gasa budu mnogo manje u poređenju sa sličnim separacionim procesima.

Velika sita za odvajanje mulja. — Veliki uređaj za sejanje, izrađen 1974. godine, horizontalno sito HG 45/526 IQ, predviđen je za odva-

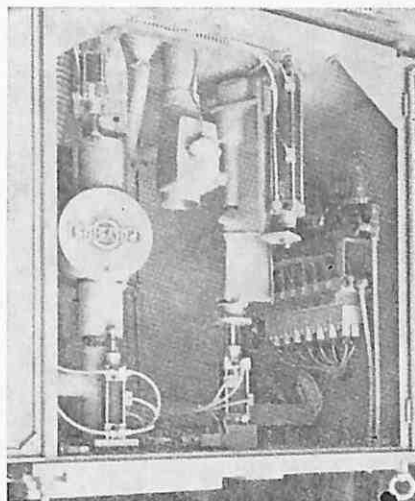


janje mulja iz krupnog uglja. Uređaj ima sito širine 4,5 m × 5,26 m iskošeno pod 8°. Sejna platforma je poprečno zategnuta. Forsiplat plo-

ča za sito izrađena je od veoma otpornog poli-
propilena sa kvadratnim otvorima od 11 mm.
Ovaj veliki uređaj za sejanje radi od januara
1974. u pogonu za pripremu jednog rudnika
uglja u Zapadnoj Nemačkoj, gde odvaja mulj
od 800 t/čas krupnog rovnog uglja klase 12—150
mm pre nego što se ubaci u taložnicu.

Postrojenje za pripremu i sinterovanje magnezita za Koreju. — Korejanski centralni organ za nabavku opreme iz zapadnih zemalja — Koreansko preduzeće za uvoz opreme, zaključio je ugovor sa jednim konzorcijumom za isporuku postrojenja za pripremu i sinterovanje magnezita sa godišnjim kapacitetom od 200.000 tona sinter-magnezita koje treba da bude pušteno u rad 1977. godine. Ovo postrojenje će se sastojati od dve slične struje, prerađujući godišnji kapacitet od 410.000 tona koncentrata magnezita. Flotacioni koncentrat, sa sadržajem čvrstog od 200 do 400 g/l biće odvodnjavao do 7% težinski otpadne vlage u devet centrifuga HZ 260. Sledeća faza je kalcinacija uz gubitak od 50% koja se odvija u četiri višestepene peći. Residualni gubitak kalciniranog magnezita se kreće od 0,3 — 1,0% težinski. Kalcinirani proizvod se melje na finoću 50% težinski ispod 10 μm u dva cevna sistema za mlevenje postavljena u kolu sa zatvorenim vazušnim i vazdušno-mlaznim otprašivačima. Zatim se briketira bez veziva u dve faze u prstenastim valjkastim presama. Sledi operacija sinterovanja u dve rotacione cevne peći dužine 110 metara na temperaturama od 1900° C. Suvi otpadni gasovi se otprašuju putem spiralnog slojnog filtra zbog velikog specifičnog električnog otpora magnezitne prašine. Pre uskladištenja, sinter može da se klasira u tri klase krupnoće vibracionim sitima. »Kalibrator« (drobilica finog materijala iz centrifuga) je dodat radi obezbeđenja dopunskog finog drobljenja.

Automatsko uzorkovanje. — Izrađen je specijalan uređaj koji omogućuje automatsko uzorkovanje radi dobijanja reprezentativnih uzoraka iz svih struja sprasjenih, sitnozrnih ili krupnih materijala i dopremanje istih brzo i sigurno u laboratoriju. Dvostruka spirala izvlači pojedine uzorke iz struje materijala u kratkim vremenskim razmacima i ubacuje ih u mešač uzoraka kapaciteta oko 40 dm³. Ako laboratorija — ili procesni računar — izda nalog za pripremu laboratorijskog uzorka, materijal skupljen u mešaču se automatski izbacuje i regulator ulaza odvaja laboratorijski uzorak od oko 0,2 dm³ za



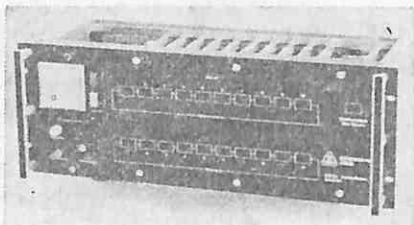
vreme izbacivanja. Uzorak se automatski dostavlja laboratoriji putem standardnog pneumatskog cevnog transportnog sistema koji je opremljen specijalno konstruisanom opremom na ulaznom i izlaznom kraju. Ovim uređajima može da se rukuje ručno ili automatski i da se obavljaju sledeće radnje: pune posudu, zatvaraju, otpremaju, primaju, otvaraju, prazne, čiste i vraćaju. Moguće je spajanje nekoliko glavnih struja materijala sa ovim sistemom za uzorkovanje i u tom slučaju cevni deflektori se koriste za povezivanje raznih mesta. Cela mreža se reguliše i prati iz centralne kontrolne stanice. Pored toga, izrađen je uređaj za uzorkovanje i pripremu krupnog materijala sa krupnoćama do 50 mm i sadržajem vlage do 15% težinski.

Rudarski zaštitni respirator gasa BG 174. — Zaštitni respirator BG 174 teži samo 12,8 kg i



predviđen je za četvoročasovno korišćenje. Aparat je opremljen sistemom za stalno snabdevanje kiseonikom kapaciteta 1,5 l/min sa automatskim ventilom za snabdevanje koji regulišu pluća i ručnim ventilom za dopunsko snabdevanje. Tvrdi se da obezbeđuje automatsko snabdevanje kiseonikom regulisano potrošnjom čak i pod maksimalnim opterećenjima sa velikim potrebama udisanja vazduha. Dovod kiseonika je prikazan na manometru i alarmni signal se aktivira kada je boca sa kiseonikom prazna ili nije otvorena. Rashladni uređaj koji može da se uključi u kolo kao dodatno sredstvo omogućuje sniženje temperature udisanog vazduha i do 20° C. Oklop od lake legure zaštićuje sve radne delove i vreću za disanje. Navojni spojevi se pritežu bez alata radi uprošćenja opsluživanja i održavanja.

Uređaj za pokazivanje gasa. — Ova konstrukcija pokazivača gasa meri sadržaj zapaljivih gasova i para u vazduhu u koncentracijama ispod granice eksplozivnosti i time obezbeđuje stalno praćenje područja podložnih velikoj opasnosti od eksplozije. Uređaj se sastoji od glavne



kontrolne jedinice i do deset mernih glava postavljenih na mernim tačkama. Aparat se postavlja na kontrolnoj tabli i pored pokazivača ima dva signalna praga — koji se mogu pojedinačno podešavati unutar mernog raspona — kao i sijalicu »uključenja« i sijalicu pokazivača kvara. Konstrukciju merne glave su odobrili za Ex kategoriju sigurnosti u svim slučajevima (Ex sd 3n G5) Savezni zavod za fiziku i tehniku i Ministarstvo socijalne politike Šlezvig — Holštajna, kao i primenu u područjima sa opasnostima od eksplozije.

Novo indikatorske cevi za sumpor dioksid. — Indikatorska cev »SO₂ 50/a« je izrađena radi obezbeđenja brzog i jednostavnog određivanja sadržaja sumpor dioksida u pogonskim parama sagorevanja. Radni princip je u tome, da se sumpor dioksid oksidiše u sumpornu kiselinu. Pokazivanje se ostvaruje plavo-sivim kiselin-

skim indikatorom koji dobija žutu boju. Merni raspon ovog novog pokazivača se kreće od 50 do 5000 ppm SO₂, šta odgovara sadržaju sumpor dioksida od 133 do 13.350 mg po kubnom metru dima.

EAR zaštitnici sluha. — EAR zaštitnik sluha, uspešno uveden u SAD, izrađuje se od polimer-ske pene i tvrdi se da se odlikuje lakoćom pri-



mene, velikim stepenom udobnosti i odsustva iritacionog dejstva na kožu. Proizvođači tvrde da EAR zaštitnici snižavaju nivo buke za 42 dB primljenog nivoa na 4000 Hz.

Toksimetar. — Elektronska indikatorska cevna ručna pumpa — toksimetar — služi za merenje otrovnih gasova i para u rasponu maksimalne koncentracije na radnom mestu (MAK) i niže zapaljive granice (UZG). Uređaj je nezapaljiv (kategorije (Sch i, s) i neeksplozivan (kategorije (Ex) i, s, G 5) i automatski



uvlači gas koji se uzorkuje. Toksimetar se može koristiti za povremeno merenje ili stalno praćenje vazduha. Aparat se sastoji od električno pogonjene pumpe i automatskog sistema koji kontroliše količinu opitnog vazduha. Snabdevanje energijom se vrši preko nikl-kadmijum baterije za punjenje sa ugrađenim punjačem. Zavisno od trajanja svakog merenja, mogu se izvršiti i do 800 očitavanja. Indikatorske cevi sadrže jedan ili više reakcionih slojeva u hermetički zatvorenim staklenim cevima i slojevi se sastoje od hemijskih proizvoda posebno odabranih za datu primenu zajedno sa granularnim

nosećim materijalom. Kada gas ili para koja se ispituje dođe u dodir sa indikatorskim slojem, dolazi do promene boje. Dužina stuba u kojoj se menja boja je pokazatelj koncentracije sastojaka u ispitivanom vazduhu.

Prigušivač cevnog ventilatora. — Cevni prigušivači ventilatora SDZ su konstruisani za suzbijanje ventilatorske buke. Prigušivači, dužine 1, 2 ili 0,6 m, sadrže nove cevne prigušne elemente od materijala sa staklenim vlaknima i



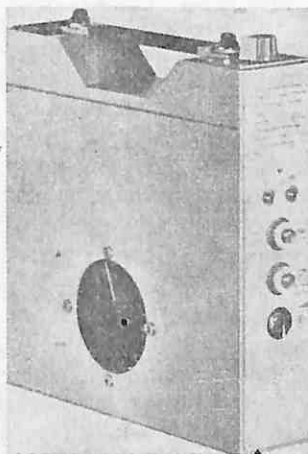
moгу se rastaviti radi transporta. Spoljni omotač je plastično crevo koje se može prikopčati za prednji kraj pomoću dve stezaljke. Cevni prigušni elementi se mogu okrenuti kada se zaprljaju tako da se izlažu čiste površine. Kada su prigušivači ugrađeni, elementi se mogu zameniti povlačenjem spoljnog plastičnog omotača. SDS prigušivač je model sa čvrstim spoljnim kućištem za koje se tvrdi da je veoma pogodno za stacionarno postavljanje na instalacijama i otprašivačima. Proizvođači tvrde da se nivo buke cevni ventilatora može smanjiti između 25 i 40 dB (A) pomoću dva prigušivača, jednim ispred a drugim iza.

Auster merač kiseonika. — Auster merač kiseonika radi na struju proizvedenu kombinacijom vodonika i kiseonika u gorivim ćelijama. Kiseonik iz ambijentnog vazduha ulazi u gorivu ćeliju. Protok se reguliše delimičnim pritiskom slobodnog kiseonika a time i procentualnim učešćem istog u vazduhu. Proizvedena struja je pokazatelj sadržaja kiseonika. Kabl dužine 2,5 m spaja mernu ćeliju i pokazivački uređaj »Morskog lava«. Uređaj Auster ima ugrađenu mernu ćeliju čiji je radni vek, kako se tvrdi, preko godinu dana, dimenzije su mu 111 × 54 × 35 mm i teži 200 grama. Za merni raspon do 25% O₂ proizvođač daje mernu tačnost od

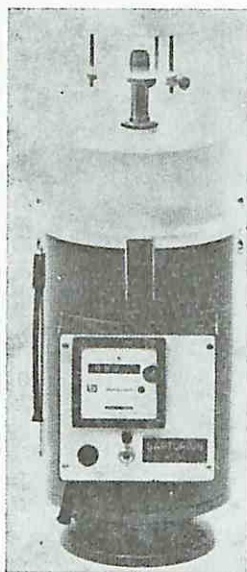


± 0,5% O₂. Uređaj Auster se ispituje u jami u rudnicima u Ruru i Saru i od strane rudarskih inspektorata u Hamu i Dortmundu. Odobrio ga je Rudarski inspektorat Severna Rajna — Vestfalija.

TM digitalni tindalometar. — TM digitalni tindalometar se može koristiti za pojedinačna i stalna merenja. Uređaj daje očitavanja koja odražavaju verovatnošću taloženja čestica prašine u plućnim ćelijama. Korišćeni merni princip isključuje potrebu prethodnog odvajanja krupne prašine, proces merenja ne zavisi od osvetljenja okoline i može da se vrši sa otvorenom



mernom komorom. TM digitalni tindalometar koji daje očitavanja koja nisu pod uticajem temperature u rasponu od 0 — 40° C ima dva merna raspona: 0 — 9,99 i 0 — 99,9 mg/m³ (sa gustinom opitne prašine 1 mg po cm³), najniži nivo otkrivanja je ispod 0,01 mg/m³. Digitalni i analogni izlazi omogućuju prikopčavanje ure-



đaja za registratore ili za telemetrijski sistem za podatke. Kod podzemne primene, TM digitalni tindalometar se napaja sigurnosnom baterijom za osmočasovni samostalni rad.

Hvatač fine prašine. — Tvrdi se da hvatač fine prašine VC 25 može da vrši rutinska merenja na radnim mestima gde je potrebna procena količine prašine koja se udiše radi određivanja MAK vrednosti. Može da obezbedi podatke za planiranje i konstrukciju opreme za odvajanje prašine na bazi sistematske analize prašine na radnim mestima. Ovaj uređaj može da odredi udeo — 5 μm prašine u ukupnoj prašini. Fine i krupne frakcije prašine se hvataju posebno na filtru i mogu se proceniti neposredno posle toga, čime se eliminiše svako oštećenje uzoraka kada se filter vadi.

Kongresi i savetovanja

Seminar o tehnologiji za korišćenje niskokaloričnih čvrstih goriva, Varna, 1976. godine.

Viši savetnici vlada za nauku i tehnologiju pri Evropskoj ekonomskoj komisiji, Zeneva, Ujedinjenih nacija su odlučili na svojoj četvrtoj sednici da se organizuje seminar o tehnologiji za korišćenje niskokaloričnih čvrstih goriva i prihvatili su poziv i gospodinstvo vlade Bugarske da se održi u Varni u vremenu od 20. do 22. aprila 1976. god.

Komiteta za uglj pri Evropskoj ekonomskoj komisiji je podržao ovu odluku i pozvao eksperte za uglj i industriju treseta da uzmu učešće na ovom seminaru i da podnesu nacionalne referate. Održavanje seminaru u Varni je prihvatilo i Komitet za električnu energiju.

Svrha organizovanja seminaru po ovoj problematici je bila da se stvore uslovi za razmenu internacionalnih informacija, iskustava i pogleda o tehnološkim aspektima korišćenja niskokaloričnih čvrstih goriva.

Predmet seminaru je bio:

— tehnološki procesi za ekstrakciju, pripremu i sagorevanje ovakvog goriva

— ekonomski efekti i uticaj korišćenja ovakvog goriva na životnu sredinu

— projektovanje, izgradnja, rad i automatizacija postrojenja za njegovo korišćenje.

Uz seminar je organizovano i trodnevno studentsko putovanje koje je obuhvatilo sledeće posete:

- Marica istok rudnik Trojanovo III
- Termoelektrana Bobov Dol.

Seminaru je prisustvovalo oko 140 stručnjaka iz 22 zemlje i to: Austrije, Bugarske, Belorusije SSR, Kanade, Čehoslovačke, Finske, Nemačke Demokratske Republike, Federalne Republike Nemačke, Grčke, Mađarske, Italije, Poljske, Rumunije, Španije, Turske, Ukrajine SSR, SSSR, Velike Britanije, Severne Irske, USA, Jugoslavije i Indije.

Za Seminar je napisano 29 referata. Referati su obrađivali sledeće tematske oblasti:

a. Karakteristike čvrstih goriva nisko kalorične vrednosti — metode za utvrđivanje i kontrolu osobina nisko kaloričnih čvrstih goriva

b. Metode korišćenja nisko kaloričnih čvrstih goriva i procenjivanje njihove efikasnosti sa tehničke i ekonomske tačke gledišta

c. Specijalna razmatranja pripreme nisko kaloričnih čvrstih goriva za sagorevanje (Tehnologija i oprema za sagorevanje)

d. Karakteristike procesa za sagorevanje i opreme koja se koristi uključiv i metode pomoću kojih se određuje funkcionisanje i izračunava randman grejnih površina

e. Razmatranje ekoloških faktora kod izgradnje i eksploatacije velikih termoelektrana u kojima se sagoreva nisko kalorično čvrsto gorivo.

Posle referata obavljene su i iscrpne diskusije.

Po završetku seminara učesnici su preporučili sledeće:

— Za produženje istraživačkih aktivnosti u pojedinim zemljama sa Evropskom ekonomskom komisijom na kompletnoj karakterizaciji nisko kvalitetnih čvrstih goriva, koja imaju visok sadržaj nečistoća, i na iznalaženju optimalnih uslova za njihovo korišćenje za proizvodnju energije i za druge svrhe neophodno je potrebna bolja koordinacija u saradnji između viših savetnika vlada za nauku i tehnologiju, Komiteta za električnu energiju, Komiteta za gas i Komiteta za ugalj. Ove aktivnosti bi trebalo intenzivirati u budućnosti i usmeriti na praktična ostvarenja potreba u pojedinim zemljama.

— Da Komitet za ugalj i Komitet za električnu energiju izvrše zajednički:

1 — usaglašavanje i razvoj internacionalnih definicija za sledeće termine:

- čvrsta goriva nižeg ranga
- čvrsta goriva niske kalorične vrednosti
- proizvode iz procesa za poboljšanje kvaliteta uglja
- mrki ugalj
- lignit
- treset
- škriljac, peščari i drugi slični materijali.

2 — da prostudiraju i izrade brze metode za kontrolu kvaliteta čvrstih goriva, niskog ranga, uključiv i primenu statističkih metoda za prikaz kvaliteta takvih goriva, sa aspekta sigurnosti i stabilnosti procesa sagorevanja kao i da prostudiraju metode i tehniku za brzu ili trenutnu ocenu njihovih karakteristika.

3 — da sprovedu studiju novih tehnoloških procesa za kompleksno korišćenje čvrstih goriva nisko kalorične vrednosti.

4 — da sačine spisak najvažnijih problema, koji sprečavaju upotrebu nisko kaloričnih čvrstih goriva, kao i istraživanja u zemljama članicama Evropske ekonomske komisije. Ovo bi bilo sprovedeno sa ciljem da se poveća saradnja između zemalja u kojima se radi na razrešavanju takvih problema. Mora biti pripremljen i izvod iz više značajnih istraživačkih projekata koji su u toku ili su planirani u regionu Evropske ekonomske komisije i ovaj izvod treba da se unese u navedeni »spisak problema«

5 — da sprovedu studije na problematici dobijanja gasovitih ili tečnih proizvoda iz čvrstih goriva, nižeg ranga.

— Da Komitet za ugalj i viši savetnici vlada pri Evropskoj ekonomskoj komisiji ispituju puteve za intenzifikacije istraživačke i razvojne delatnosti po pitanju metoda za poboljšanje osobina uglja koji se koristi za dobijanje energije i industrijskih proizvoda sa ciljem da se smanje izvori zagađivanja životne i radne sredine.

— Da Komitet za električnu energiju ispita način za intenziviranje istraživanja na metodama sagorevanja čvrstih goriva, nižeg ranga, kao i metoda za tretiranje ovih goriva u postupcima sa fluidiziranim slojem.

Dipl. ing. M. Mitrović

Prikazi iz literature

Jamski zasip (Mine Filling) — Proceedings of the Jubilee Symposium of the North West Queensland Branch, The Australian Institute of Mining and Metallurgy, avgusta 1973.

Zasip, koji je poslednjih 20 godina bio potisnut i kao tehničko sredstvo kod otkopavanja minerala izašao iz mode, uvodi se ponovo poslednjih nekoliko godina u velikoj meri. U me-

đuvremenu poraslo je opterećenje troškova, koje on zahteva pri eksploataciji minerala, usled opšteg porasta troškova. Zasip poskupljuje još više zbog dodavanja cementa i drugih do-dataka. Današnji razvoj može se sažeto obja-sniti, ako se kaže, da se iznos ličnih troškova koji sačinjavaju najveći deo troškova, daleko pozitivnije odražava preko dobro primenjenog zasipa kao veličina zavisna od učinka; na zasipu se može uštedeti, čak ako se on i u ekstrem-nom slučaju ne koristi.

U ovoj publikaciji je objavljen velik broj tablica, grafikona, šema na 280 strana, kroz 25 predavanja, koja su održana na simpozijumu u Mount Isa u avgustu 1973.

Autori su izneli naučne radove o tehnici za-sipanja, pre svega o uticanju na geomehaniku pomoću zasipa, kao i praktična iskustva iz rud-nika. Izneta iskustva potiču, uglavnom, iz Au-stralije, ali i iz SAD, Kanade, Afrike i Švedske.

Najviše je tretiran hidraulički zasip i to, pre svega, sa dodatkom cementa, što je lako objasniti, jer se kod tog procesa radi o zasipu, koji se mehanički unosi i optimalno smiruje gorski masiv. U pojedinim predavanjima se ra-di o posebnim detaljima kao što je dodavanje flokulanata, ubrzavanje ceđenja vibriranjem be-tonskog zasipa, bunkerovanje i transport zasip-nog materijala, optimalna raspodela zrna i udeo cementa ili se, pak, tretiraju generalna pitanja, kao što je ponašanje zasipa, reakcija gorskog masiva i dr. Broj tema je velik, a po-jedini članci su dobro obrađeni i ispunjeni podacima.

Ko se principijelno interesuje za zasip i hoće da se obavesti o njegovom značaju za geomehaniku, a takođe i o modernim metodama i radu sa njim, naći će sve podesno za praksu.

Luckner, Šestakov: **Simulacija geofil-tracije** (Simulation der Geofiltration). — VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leip-zig 358 strana sa 104 slike, 5 tablica i 11 digi-talnih računskih programa; porudžbina: Bestell.— Nr. 541 095 1, cena 60,— M.

U ovom delu sovjetskog i nemačkog autora tretiraju se prvo osnove simulacije podzemnih procesa strujanja, hidrodinamičke osnove kao i osnovne jednačine i marginalni uslovi razli-čitih strujanja u vodoprovodnim sistemima. Za-tim su obrađene metode izrade matematičkih modela, koji se mogu simulirati. Sledeća pog-lavlja bave se simulacijom pomoću elektron-

skih računara i metodama elektroanalogije za stacionarnu i nestacionarnu filtraciju. Delo je dopunjeno prikazom digitalne i hibridne simu-lacije i dati su interesantni primeri iz prakse, za koje postoje i računski programi.

Allen T.: **Merenje veličine čestica** (Particle size measurement) Chapman + Hall Ltd., Lon-don. Univ. of Bradford, drugo izdanje, 1975, go-dine, 451 strana.

Prvo izdanje ove knjige se pojavilo 1968. godine. Od tog doba nauka o merenju veličine čestica tako se brzo razvijala, da je bila pot-rebna potpuno nova obrada ove knjige. Poglavl-je o uzimanju proba prošireno je na tri pog-lavlja. Slična proširivanja bila su potrebna i na drugim mestima.

Knjiga sadrži ukupno 18 poglavlja. U prva tri poglavlja je obrađeno uzimanje proba pod različitim uslovima. To je uzimanje probe pra-ha kod tehničkih procesa (npr. transportnih tra-ka), kod gasova sa prašinom u strujama gasova (npr. u dimnjacima) i iz atmosfere. Poslednje poglavlje sadrži metode merenja, koje su poz-nate stručnjacima za održavanje čistoće vazdu-ha (impaktori, centrifuge, termalni precipita-tori, aparati za merenje rasipanja svetlosti itd.), od kojih se većina može uzeti istovremeno za klasiranje po veličini.

Zatim sledi poglavlje o veličini čestice i ob-liku, kao i o različitim funkcijama raspodele. Zatim se tretira sejanje. Poglavlje o mikrosko-piji sadrži kako svetlosnu tako i elektronsku mikroskopiju, a osim toga još funkciju anali-zatora veličine čestice Zeiss-Endtera.

Poglavlje 7. tretira naizmenično dejstvo iz-među čestica i medijuma strujanja u gravita-cionom polju (zakon padanja prema Stoksu, uticaj turbulencije, uticaj krajnjeg istežanja sedimentacione posude itd.). U 8. poglavlju do dirnuti su fizikalni problemi pri izradi suspen-zija. Potom dolazi veće poglavlje o diferenci-jalnim metodama analize veličine sedimentacije (metoda pipete, fotosedimentacija, rentgenska sedimentacija itd.). Kao dopuna, obrađene su u sledećem poglavlju kumulativne metode ana-lize veličine sedimentacije (npr. sedimentacio-na vaga).

U 11. poglavlju »Fluid classification« opisa-no je odvajanje prema veličini čestice u teku-ćim medijumima (tečni ili gasoviti). Ovde su obrađeni i separatori. Skuplje i efikasnije kod

odvajanja su centrifuge, koje su obrađene u sledećem poglavlju.

Celo 13. poglavlje je posvećeno Coulter-Counter, odnosno njegovom principu merenja. Taj instrument se često koristi, a njegovo nesavršenstvo se toleriše zbog atraktivnosti principa merenja.

Poglavlje 17. daje kratak pregled metoda rasute svetlosti za merenje veličine čestica pod različitim fizikalnim uslovima. Sledeće poglavlje se bavi permeametrijom (merenje viskoznih strujanja kroz posteljicu od praha) i difuzijom gasa kroz prah. Zatim je sasvim detaljno obrađena difuzija gasa. Mada je njena metoda u međuvremenu normirana, postoje još različita mišljenja u pogledu interpretacije rezultata, naročito za porozne čvrste materije.

U pretposljednem poglavlju su još obrađene dalje metode za određivanje specifične površine (npr. adsorpcija toplote). Poslednje poglavlje govori o određivanju veličine pora (porozometrija žive itd.).

Oplemenjivanje lignita — istraživanje i razvoj (Braunkohlenveredelung — Forschung und Entwicklung). »Rheinische Braunkohlenwerke«, Verlag »Die Braunkohle«, filijala Droste Verlag GmbH, Düsseldorf 1976, strana 204 sa brojnim slikama (cena DM 49,50).

U prošlosti lignit je služio za izradu briketa, a naročito za proizvodnju električne energije. Budućnost je okarakterisana diverzifikacijom kod izrade proizvoda iz lignita.

U opširnim člancima se govori o oplemenjivanju lignita putem pretvaranja u električnu energiju, o preradi u humus, proizvodnji koksa, mogućnosti primene lignita u metalurgiji, konvencionalnoj gasifikaciji i gasifikaciji uz primenu nuklearne toplote, o lignitu kao sirovini za hemijsku industriju i, osim toga, o nuklearnoj energiji.

Ova knjiga, napisana na nemačkom i engleskom jeziku ukazuje na nastojanja, da se u budućnosti, osigura korišćenje nemačkog lignita, po povoljnoj ceni, za snabdevanje energijom i sirovinama.

Schilling, H. D., Bonn B., Krauss U. **Gasifikacija uglja** (Kohlenvergasung — Rohstoffwirtschaft intern.) sveska 4; Verlag Glückauf 1976, Essen — cena 65 DM, strana 284.

Pored uvoda od 16 strana, autori su raščlanili procese na 13 tehnički i komercijalno isprobanih procesa, 9 poluindustrijski isprobanih procesa, koji se nalaze u stadijumu opita, 9 procesa gasifikovanja uglja u stadijumu planiranja, kao i mali opit i 4 procesa, koji mogu koristiti toplotu nuklearnog procesa. Pogonski uslovi, radni rezultati i posebna karakteristična obeležja su data jedinstveno i pregledno, tako da sam čitalac može praviti poređenja. Dato je 45 razvijenih šema i dijagrama i literatura do kraja 1974. godine.

Istraživanje u području sigurnosti na radu i zdravlja — Internacionalni komitet za istražne laboratorije i organizaciju za sigurnost na radu i zdravlje (Research in Occupational Safety and Health — International directory of research laboratories and organizations for occupational safety and health); 2. izdanje; Inst. Nat. derecherche et de securité, Paris Cedex 14.

U tom internacionalnom spisku instituta, koji rade na području zaštite na radu i profesionalnih oboljenja i iznose sopstvene radove u većem obimu i opštem interesu, navodi se 230 instituta iz 35 zemalja. Pri tom se, u glavnom delu, raspoređeni po zemljama, opisuju pojedini instituti, pri čemu se navodi svaki put pored imena, adresa i telefon, zvanični status instituta, njegovi ciljevi, imena rukovodilaca, podaci o naučnom osoblju, kojim se raspolaze, ukupan broj zaposlenih i glavna područja direktne naučne delatnosti, sadašnja i buduća istraživanja, oprema instituta, publikacije. Ova publikacija je interesantna i zbog toga, što se iz nje može sagledati istraživačka delatnost u inostranstvu. Ona je sastavljena prema područjima istraživanja pojedinih industrijskih grana, kao i prema područjima opasnosti sa ukazivanjem na institute, koji rade u tom pravcu, popisom istraživačkih tema, radnih područja i budućih istražnih radova.

Bibliografija

Eksploatacija mineralnih sirovina

Skvorcov, I. S.: **Normativno planiranje fonda plata u industriji uglja** (Normativnoe planirovanie fonda zabratnoj platy v ugol'noj promyšlennosti)

»Naučn. tr. CNII ekon. i nauč.-tehn. inform. ugol'n. prom-sti«, 1975, sb. 22, str. 92—97, (rus.)

Žumabaeva, M. K., Titarenko, M. A.: **Pitanje opravdanosti kvantitativnih ocena promene produktivnosti rada** (K voprosu obosnovannosti količestvennyh ocenok izmenenija proizvoditel'nosti truda)

»Naučn. tr. Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. ugol'n. in-t«, 1974, vyp. 49, str. 241—245, (rus.)

Minevič, A. S. i Kičaeva, G. K.: **Nova metodika integracionog planiranja produktivnosti rada** (Novaja metodika ukрупnennogo planirovanija proizvoditel'nosti truda)

»Naučn. tr. CNII ekon. i nauč.-tehn. inform. ugol'n. prom-sti«, 1975, sb. 22, str. 87—91, (rus.)

Ignat'eva, M. N., Musina, K. G. i Kremer, Ju. I.: **Uticao organizacionih faktora na nivo produktivnosti rada** (Vlijanie organizacionykh faktorov na uroven' proizvoditel'nosti truda)

»IVUZ. Gornyj ž.«, (1975)8, str. 31—34, (rus.)

Morduhovič, M. V.: **Statističke metode ekonomske ocene kvaliteta proizvodnje u rudarstvu** (Statističeskie metody ekonomičeskoj ocenki kačestva produkcii gornoj promyšlennosti)

»Zap. Leningr. gorn. in-ta«, 56(1975)3, str. 58—63, (rus.)

Pens, I. Š. i Lešukova, N. V.: **Usavršavanje planiranja investicionih ulaganja u industriju uglja** (Soveršenstvovanie planirovanija kapital'nyh vloženij v ugol'noj promyšlennosti)

»Naučn. tr. CNII ekon. i nauč.-tehn. inform. ugol'n. prom-sti«, 1975, sv. 22, str. 83—87, (rus.)

Vasi'kovskij, S. N. i Spir'kov, V. L.: **Proračun naponskog stanja blokova stena pri dejstvu toplote** (Rasčet naprjaženno go sosto-

janija blokov gornoj porodj pri teplovom vozdejstvii)

U sb. »Analit. metody i vyčisl. tehn. v meh. gorn. porod«, Novosibirsk, 1975, str. 77—82, (rus.)

Markina, E. A. i Sergeev, O. V.: **Prime-na elektrometrije za prognoziranje oslabljenih zona u krovini sloja uglja ispred radilišta** (Primenenie elektrometrii dlja prognozirovanija oslablennyh zon v krovle ugol'nogo plasta vperedj očistnogo zaboja)

»Tr. VNII gorn. geomeh. i markšejd. dela«, 1974, sb. 94, str. 57—64, (rus.)

Duduškina, K. I. i Šumskij, T. P.: **Perspektive korišćenja statističkog prilaza proučavanju osobina stena dubokih horizonata Kuzbasa** (Perspektivy ispol'zovanija statističeskogo podhoda dlja izučenija svojstv porod glubokih gorizontov Kuzbassa) U sb. »Analit. metody i vyčisl. tehn. v meh. gorn. porod«, Novosibirsk, 1975, str. 165—167, (rus.)

Vacek, J.: **Uticao veličine i oblika uzoraka stena na njihovu čvrstoću pri jednoosnom sabijanju** (Faktor mčritka a faktor tvaru vzorku a jejich vliv na pevnost v prostém tlaku)

»Rudy«, 23(1975)8, 241—244, (češ.)

Štumpf, G. G. i Gumenik, S. G.: **Ispitivanje uticaja slojevitosti na brzinu rasprostiranja elastičnih talasa i čvrstoću stena Kuzneckog basena** (Issledovanie vlijanija sloistosti na skrost' rasprostranenija uprugih voln i pročnost' gornyh porod Kuzneckogo bassejna)

»Sb. nauč. tr. Kuzbas. politehn. in-t«, (1975)78, str. 56—66, (rus.)

Gricko, G. I. i Vlasenko, B. V.: **Opšti principi ocene naponskog stanja masiva eksperimentalno-analitičkom metodom mehanike stena** (Obščie principy ocenki naprjaženno go sostojanija massiva eksperimental'no-analitičeskim metodom mehaniki gornyh porod)

U sb. »Analit. metody i vyčisl. tehn. v meh. gorn. porod«, Novosibirsk, 1975, str. 109—116, (rus.)

Selivanov, A. S.: **Razvoj energetske teorije jamskog pritiska** (Razvitie energetičeskoj teorii gornogo davlenija)

U sb. »Analit. metod i vyčisl. tehn. v mež. gorn. porod«, Novosibirsk, 1975, str. 53—56, (rus.)

Žukov, V. V.: **Primena računskih metoda za ocenu naponskog stanja masiva složene strukture** (Primenenie čislennyh metodov dlja ocenki naprjaženno sostojanija massivov složnogo stroenija)

U sb. »Analit. metody i vyčisl. tehn. i meh. gorn. porod«, Novosibirsk, 1975, str. 89—93, (rus.)

Strel'nikov, V. I., Lobanov, A. I. i Smačnoj, N. I.: **Metodika modeliranja pojave jamskog pritiska u zapreminskim modelima od ekvivalentnih materijala** (Metodika modelirovanija projavlenij gornogo davlenija na obemnyh modeljah iz ekvivalentnyh materijalov)

»Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. nauč.-tehn. sb.«, 1975, vyp. 12, str. 12—14, (rus.)

Levin, A. V., Akimovič, P. V. i Sagindykov, K. M.: **Pitanje određivanja naponsko-deformacionog stanja krovine otkopa koji se kontroliše zasipom** (K voprosu opredelenija naprjaženno-deformirovanogo sostojanija krovli očistnogo zaboja, upravljajemogo zakladkoj)

U sb. »Analit. metody i vyčisl. tehn. v meh. gorn. porod«, Novosibirsk, 1975, str. 28—33, (rus.)

Vloš, N. P. i Šuplecov, Ju. P.: **Proračun napona oko otkopanog prostora pri podzemnom otkopavanju nagnutih rudnih tela velike dužine prostiranja** (Rasčet naprjaženij vo krug vyrabotannogo prostranstva pri podzemnoj otrabotke naklonnyh rudnyh tel bol'šoj protjažennosti)

U sb. »Analit. metody i vyčisl. tehn. v meh. gorn. porod«, Novosibirsk, 1975, str. 83—88 (rus.)

Sinel'nikov, L. M., Vojonova, N. A. i dr.: **Ispitivanje postupka obrušavanja krovine miniranjem pri otkopavanju moćnih strmih slojeva** (Issledovanie vzryvnogo sposoba obrušavanja krovli pri razrabotke moćnyh krutyh plastov)

»(Nauč. tr.) Vses. n.i. i proekt.-konstruk. ugoľ'n. prom-sti«, (1975)26, str. 76—83, (rus.)

Solodovnikov, V. F.: **Pojava jamskog pritiska u strmom sloju pri zasipavanju otkopanog prostora** (Projavlenie gornogo davlenija na krutom plaste pri zakladke vyrabotannogo prostranstva) »Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. nauč.-tehn. sb.«, 1975, sb. 42, str. 37—41, (rus.)

Gajko, E. I., Kancan, P. M. i Smačnoj, N. I.: **Karakteristike pojave jamskog pritiska pri otkopavanju strmih slojeva sa hidrozaspavanjem** (Osobennosti projavlenij gornogo davlenija pri otrabotke krutyh plastov s gidrozakladkoj)

»Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. nauč.-tehn. sb.«, 1975, vyp. 42, str. 34—37, (rus.)

Štele, V. I., Gahova, L. N. i Ostanin, A. A.: **Ispitivanje parametara sistema otkopavanja sa zasipavanjem otkopanog prostora** (Issledovanie parametrov sistem razrabotki s zakladkoj vyrabotannogo prostranstva)

U sb. »Ekon.-mat. modelir. i planir. gorn. rabot na ugoľ'n. šahtah Kuzbassa«, Novosibirsk, 1974, str. 161—164, (rus.)

Voss, K. H.: **Pneumozaspavanje pri meh. zovanom kontinualnom sistemu otkopavanja** (Die Anpassung des Blasversatzes an den vollmechanischen Strebbau)

»Glückauf«, 111(1975)16, str. 780—781, (nem.)

Komarov, A. I., Konev, I. I. i Kuz'menko, N. S.: **Individualna sredstva podgrađivanja radilišta kod uskozahvatnog otkopavanja uglja** (Intividual'nije sredstva krepljenja lav pri uskozahvatnoj vyemke uglja)

»(Tr.) Doneck. n.-i. ugoľ'n. in-ta«, 1974(1975), sb. 54, str. 53—65, (rus.)

Mehanizovane podgrade za rudnike uglja države Illinois (Old Coal Ben and Bureau in long wall mine project) »Skill. Mining Rev.«, 64(1975)32, str. 9, (engl.)

Allen, A. D.: **Nova mehanizovana podgrada firme Gullick-Dobson** (Improvements in or relating to mine roof support systems) (Gullick Dobson Ltd)

Engleski patent, kl. E 1 P, (E 21 d'23/04), Nr. 1394675, prijav. 16.07.71, objav. 21.05.75.

- Kazakov, N. N.: Sedmo svesavezno naučno-tehničko svetovanje o radovima na bušenju i miniranju (Sed'moe vsesojuznoe naučnotehničeskoe soveščanie po buru-vzryvnym rabotam) »Gornyj ž.«, (1975)10, str. 75, (rus.)
- Međunarodni simpozijum o bušenju bušotina i miniranju etaža (Bench drilling days)**
»Mining Mag.«, 133(1975)2, str. 109, (engl.)
- Bergmann, O. R. i Coursen, D. L.: **Bušenje i miniranje stena (Drilling-and-blast process)** (E. J. du Pont de Nemours and Co.)
Patent SAD, kl. 102—23, (F 42 d 3/04), Nr. 3877373, prijav. 7.12.73, objav. 15.04.75.
- Dassonville, J. i Guilbert, J. P.: **Novi eksploziv Nitrorock povećane sigurnosti. Minska punjenja »Perforoc« i »Ruptachaine« koja koriste ovaj eksploziv (Nouveaux explosifs »Nitroroc« auto-stérilisables de très grande sécurité d'emploi. Charges »Perforoc« et »Ruptachaine« utilisant ces explosifs)**
»2e Collog. int. exploit. océans. Vordeaux, 1974, Vol. 2«, Paris, s.a., Bx 118, 1—10, (franc.)
- Champion, M. M.: **Mere sigurnosti pri korišćenju eksploziva. Deo 3. (Know the facts on blasting safety. Part 3)**
»Rock Prod.«, 78(1975)7, str. 104—105, (engl.)
- Giltaire, M.: **Merenje sposobnosti inicijiranja detonatora metodom Servan (Mesure du pouvoird d'amorçage des détonateurs par la méthode »Servan«)**
»Explosifs«, 1974—1975, oct.-mart, str. 140—143, (franc.)
- Moreau, A. i Grosborne, P.: **Ispitivanja sposobnosti inicijiranja detonatora mađarskom metodikom (Essais de mesure de la puissance d'amorçage des détonateurs par la méthode hongroise)**
»Explosifs«, 1974—1975, oct.-mart, str. 137—139, (franc.)
- Rion, R. i Dupont, G.: **Električni detonator, Deo 2. Električni upaljač (Le détonateur électrique. Deuxième partie: le dispositif électrique)**
»Explosifs«, 1974—1975, oct.-mart, str. 96—102, (franc.)
- Gudz', A. G.: **O proračunu minskih punjenja za konturno miniranje kod probijanja vertikalnih jamskih hodnika (O rasčete zarjadov konturnogo vzryvanija dlja prohodki vertikal'nyh šahtnyh stvolov)**
»Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. nauč.-tehn. sb.«, 1975, vyp. 42, str. 150—154, (rus.)
- Bondarenko, N. M. i Kul'bida, P. B.: **Praksa kompleksne mehanizacije minerskih radova na površinskim otkopima Krivbasa (Opyt kompleksnoj mehanizaciji vzryvnyh rabot na kar'erah Krivbassa)**
»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1975)8, str. 24—27, (rus.)
- Sdobnikov, P. V. i Kiselev, Ju. G.: **Metodika izbora sredstava mehanizacije na pripremim radovima pomoću elektronskog računara (Metodika vybora sredstv mehanizaciji podgotovitel'nyh rabot s pomošč'ju EVM)**
»Sb. tr. Kuzbas. politehn. in-t«, (1975)78, str. 106—115, (rus.)
- Ubrzati usavršavanje rudarskih pripremnih radova (Uskorit' soveršenstvovanie gornopodgotovitel'nyh rabot)**
»Šaht. str-vo«, (1975)9, str. 2—4, (rus.)
- Džaparidze, L. A.: **Proračun metalne podgrade jamskih prostorija (Rasčet metaličeskoj krepki gornyh vyrabotok)**
M., »Nedra«, 1975, 192 str., il., (knjiga na rus.)
- Narusević, V. S., Akimočkin, P. V. i Zorikova, L. T.: **Stanje podgrade pripremnih hodnika (Sostojanie krepjenja podgotovitel'nyh vyrabotok)**
»Nauč. tr. Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. ugo'l'n. in-ta«, 1974, vyp. 49, str. 66—69, (rus.)
- Habberstad, J. L. i Corwine, J.: **Automatizacija procesa podgrađivanja krovine jamskih prostorija (Automated continuous roof support)**
»Coal Age«, 80(1975)8, str. 115—117, (engl.)
- Il'in, V. I., Majtak, I. I. i Vdovičenko, N. Ja.: **Izbor racionalnih varijanata šema otvaranja i pripremanja jamskih polja kod otkopavanja strmih slojeva uglja u Kuzbasu**

(Vybor racional'nyh variantov shem vskrytija i podgotovki šahtnyh polej pri razrabotke krutyh plastov uglja v Kuzbasse)

»(Nauč. tr.) Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. ugol'n. in-t«, (1975)26, str. 25—31, (rus.)

Štumpf, G. G., Karlov, K. G. i Svitov, A. Z.: **Usavršavanje pripremanja otkopnih polja u jamama Kuzbasa kojima se otkopavaju blago nagnuti slojevi** (Soveršenstvovanie podgotovki vyemočnyh polej na šahtah Kuzbassa, razrabatyvajuščih počlogie plasty)

»Ugol'«, (1975)10, str. 22—25, (rus.)

Palowitch, E. R. i Corwin, J.: **Automatizacija dobijanja uglja u dugačkim širokim čelima u SAD** (The Bureau's program to automate longwall mining)

»Coal Age«, 80(1975)8, str. 122—124, (engl.)

Ponomarev, V. T., Stepanenko, G. G. i Tihomirov, V. G.: **Ispitivanje uticaja rudarsko-geoloških faktora na efikasnost mehanizacije otkopavanja kosih slojeva** (Issledovanie vlijanija gorno-geologičeskih faktorov na effektivnost' mehanizacii vyemki naklonnyh plastov)

»Nauč. tr. Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. ugol'n. in-t«, 1974, vyp. 49, str. 32—34, (rus.)

Hoždaev, R. Š., Mizger, N. V. i Ten. N. V.: **Pokazatelj ocene koncentracije otkopanih radova** (Pokazatel' ocenki koncentracii očistnyh rabot)

»Nauč. tr. Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. ugol'n. in-t«, 1974, vyp. 49, str. 240—241, (rus.)

Gricko, G. I. i Štele, V. I.: **Algoritam kalendarskog planiranja otkopnih radova za bližu budućnost pri otkopavanju strmih stešnjih slojeva** (Algoritm kalendarsnogo planirovanija očistnyh rabot na blizkuju perspektivu pri otrabotke krutyh sblizennyh plastov)

U sb. »Ekon.-mat. modelir. i planir. gorn. rabot na ugol'n. šahtah Kuzbassa«, Novosibirsk, 1974, str. 101—115, (rus.)

Homylov, G. S., Nysin, A. V. i Kozlovčunas, E. F.: **Klasifikacija postupaka otkopavanja uglja bez prisustva ljudi u otkopima** (Klasifikacija sposobov vyemki uglja bez prisustvii ljudej v očistnyh zabojah)

»Ugol' Ukrainy«, (1975)9, str. 5, (rus.)

Kundel, H.: **Rudarske mašine u industriji kamenog uglja SR Nemačke** (Bergbaumaschinen in Steinkohlenbergbau der Bundesrepublik Deutschland)

»VDI-Z«, 117(1975)15—16, str. 723—731, X, (nem.)

Lunev, N. S., Kulakovskij, V. N. i Ivanov, Ju. P.: **Otkopavanje slojeva uglja opasnih na izboj uskozahvatnim kombajnama po jednostranoj šemi** (Vyemka vybrosopasnyh ugol'nyh plastov uzkozahvatnymi kombajnamy po odnostoronnej sheme)

»Ugol' Ukrainy«, (1975)9, str. 6—7, (rus.)

Černoj, I. E., Sologub, V. P. i Afans'ev, E. P.: **Efikasno korišćenje kombajna pri otkopavanju nižih podslojeva moćnih blago nagnutih slojeva primenom sredstava učvršćivanja obrušenihi stena u Čeljabinskom basenu** (Effektivnoe ispol'zovanie kombajnov pri vyemke nižnih sloev moščnyh pologih plastov s primeneniem sredstv uplotnenija obrušennyh porod v Čeljabinskom bassejne)

»IVUZ. Gornyj ž. (1975)8, str. 12—14, (rus.)

Scott-Owen, W. S. i Tebbs, R.: **Usavršavanje konstrukcije kompleksa za otkopavanje za dugačka široka čela** (Improvementis in mining apparatus for long wall mining) (Joy Manufacturing Co. U.K. Ltd)

Engleski patent, kl. B8B, (B 65 h 59/34), Nr. 1389736, prijav. 9.05.72, objav. 9.04.75.

Kuz'min, A. P., Šelehova, R. M.: **Matematičko modeliranje na elektronskom računaru slojeva uglja i šema jamskih prostorija** (Matematičeskoe modelirovanie na EVM plastov uglja i shem gornyh vyrabotok)

U sb. »Ekon.-mat. modelir. i planir. gorn. rabot na ugol'n. šahtah Kuzbassa«, Novosibirsk, 1974, str. 59—71, (rus.)

Rack, P.: **Neke mere u oblasti otvaranja ležišta za rešenje problema koncentracije otkopnih radova** (Einige Beiträge auf dem Gebier der Lagerstättenbearbeitung zur Lösung von Problemen der Abbaukonzentration)

»Braunkohle«, 27(1975)8, str. 250—252, A2, A4. (nem.)

Kariman, S. A. i Šramko, V. M.: **Si-gurnost proizvodnih procesa pri podzemnom**

otkopavanju uglja (Nadežnost' proizvodstvennyh processov pri podzemnoj dobyče uglja)

M., »Nauka«, 1975, 160 str., il., (knjiga na rus.)

Usavršavanje tehnologije i povećanje efikasnosti otkopavanja slojeva uglja Karagandinskog basena (Soveršenstvovanie tehnologii i povyšenie effektivnosti razrabotki ugol'nyh plastov Karagandinskogo bassejna)

(Naučn. tr. Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. ugol'n. in-t, vyp. 49), Karaganda, 1974, 281, str., il., (knjiga na rus.)

Soltenko, A. V., Pahtusov, G. A. i dr.: Postupak otkopavanja moćnih blagonagnutih slojeva (Sposob razrabotki moščnyh pologih plastov)

(Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. in-t dobyči uglja gidravl. sposobami)

Avt. sv. SSSR, kl. E 21 c 41/04, Nr. 459598, prijav. 13.06.72, objav. 18.03.75.

Dyrka, K.: Model procesa eksploatacije u rudnicima rude bakra (Model procesu eksploataciji zlota w górnictwie podzemnym rud miedzi)

»Pr. nauk. Inst. górn. PWr«, (1975)18, str. 77—86, (polj.)

S'rbinski, V. i Stojanov, D.: Produktivnost rada u preduzećima GOK »Gorubso« (Proizvoditel'nosta na truda v MOK »Gorubso«)

»Rudodobiv«, 30(1975)6, str. 34—36, (bugar.)

Kazikaev, D. M.: Pitanje podzemnog otkopavanja ležišta ruda sa obrušavanjem odvođenih stena koje naležu (K voprosu podzemnoj razrabotki rudnyh mestoroždenij s obrušeniem obvodnennyh nalegajuščih porod)

U sb. »Novye metody i tehn. sredstva proi-va markšejder. rabot«, Belgorod, 1975, str. 122—126, (rus.)

Kavtas'kin, A. A., Ivanov, V. I. i dr.: Kompleksna optimizacija parametara sistema otkopavanja sa obrušavanjem u rudnicima Hrustal'nenskog GOKa (Kompleksnaja optimizacija parametrov sistem razrabotki s obrušeniem na rudnikah Hrustal'nenskogo GOKa)

»Gornyj ž.«, (1975)9, str. 43—47, (rus.)

Hristoskov, T., Angelov, D. i dr.: Tehnologija dobijanja i sistemi otkopavanja na GOKu

»Gorubso« (Tehnologija na dobiva i sistemi na razrabotvane v MOK »Gorubso«)

»Rudodobiv«, 30(1975)6, str. 10—20, (bugar.)

Mathews, K. E. i Meek, J. L.: Modeliranje sistema očvršćavanja stena pri otkopavanju sa zasipavanjem (Modelling of rock reinforcement systems in cut and fill mining)

»2nd Austral.-N. Z. Conf. Geomech. Brisbanem 1975«, Sydney, 1975, str. 42—47, (engl.)

Površinski otkopi mrkog uglja basena Matra (Bemutatjuk a Mátraaljai Szénbányákat)

»Bányász. és kohász. lapok. Bányász.«, 108(1975)7, str. 425—433, (mađ.)

Tarján, G.: O mogućnosti primene hidrauličke tehnologije na površinskom otkopu Bükkdbrányi (Javaslat hidraulikus (úszódereglyés) technológia alkalmazására a bükkábrányi külfeltésben)

»Bányász és kohász. lapok. Bányász.«, 108(1975)8, str. 508—515, (mađ.)

Novickij, V. V.: Usavršavanje tehnologije dobijanja i homogenizacije bogatih ruda gvožđa unutar površinskog otkopa na ležištima Kurseske magnetne anomalije (Soveršenstvovanie tehnologii dobyči i vnutrikar'ernogo usrednenija bogatyh železnyh rud mestoroždenij KMA)

U sb. »Effektivn. i bezopasn. razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh«, Vyp. 4, M., »Nedra«, 1975, str. 131—137, (rus.)

Novickij, V. V.: Matematičko modeliranje na elektronskom računaru homogenizacije kvalitativnog sastava ruda (Matematičeskoe modelirovanie na EVM usrednenija kačestvennogo sostava rud)

U sb. »Effektivn. i bezopasn. razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh«, Vyp. 4, M., »Nedra«, 1975, str. 137—141, (rus.)

Jaroslavcev, N. A., Samojlov, V. N. i Baškurov, O. A.: Rešenje pitanja transporta pri projektovanju površinskih otkopa uglja (Rešenje voprosov transporta pri preoektirovanii ugol'nyh razrezov)

U sb. »Proektir. i tehn. progress v ugol'n. prom-sti Vost Sibiri«, Irkutsk, 1975, str. 105—111, (rus.)

- Žajceva, I. N., Novomlincev, A. M. i Vazillo, E. N.: **Racionalna organizacija radova na otkrivanju i dobijanju u uslovima Nikolaevskog ležišta opasnog na požar** (Racionalna organizacija vskryšnyh i dobyčnyh rabot v uslovijah požaroopasnogo Nikolaevskogo mestoroždenija)
»Tr. Ural'sk. n.-i. i proekt. in-ta med. prom-sti«, 1975, vyp. 18, str. 35—38, (rus.)
- Petrov, V. M.: **Pitanje osvajanja novih ležišta i tehnologije njihovog otkopavanja** (K voprosu osvoenija novyh mestoroždenij i tehnologii ih razrabotki)
U sb. »Proektir. i tehn. progress v ugol'n. prom-sti Vost. Sibiri«, Irkutsk, 1975, str. 27—37, (rus.)
- Groškov, G. Ja.: **Razvoj površinskog postupka dobijanja uglja u Minusinskom basenu Krasnojarskog kraja** (Razvitie otkrytogo sposobu dobyči uglja v Minusinskom bassejne Krasnojarskog kraja)
U sb. »Proektir. i tehn. progress v ugol'n. prom-sti Vost. Sibiri«, Irkutsk, 1975, str. 15—22, (rus.)
- Satovskij, B. I., Raskin, V. L. i Skobelev, L. S.: **Novi snažni koračajući bager ES-40-85** (Novyj moščnyj šagajuščij ekskavator EŠ-40-85)
»Gornyj ž.«, (1975)9, str. 60—61, (rus.)
- Petrov, V. M., Kusman, M. A. i Mašukov, I. F.: **Određivanje racionalnih granica primene bagera EVG-35/65 i EŠ-40/85 u uslovima naknadno priključenog polja Safronovskog površinskog otkopa** (Opređenje racional'nyh granice primenenija ekskavatorov EVG-35/65 i EŠ-40/85 v uslovijah prirezaemogo polja Safronovskog razreza)
U sb. »Proektir. i tehn. progress v ugol'n. prom-sti Vost. Sibiri«, Irkutsk, 1975, str. 86—95, (rus.)
- Sajkiewicz, J. i Simič, R.: **Metoda optimalnog izbora bagera vedričara za otkopavanje ležišta** (Metoda doboru optymalnych zestawów wielonacyniowych koparek do eksploataciji złóz)
»Pr. nauk. Inst. górn. PWr.«, (1975)18, str. 165—178, (polj.)
- Fedorjakin, N. I. i Fedotov, I. P.: **Otkopavanje slojeva uglja složene strukture rotornim bagerima** (Razrabotka složnostroktur'nyh ugol'nyh plastov rotornymi ekskavatorami)
»Ugol'«, (1975)10, str. 36—37, (rus.)
- Irinkov, S. t.: **Metoda ocene efikasnosti automatizacije procesa kopanja kod korišćenja rotornih bagera** (Metod za ocenka na efekta ot avtomatizacijata na procesa kopaene pri rotornite bageri)
»V'glišča«, (1975)8—9, str. 62—64, (bugar.)
- Barlow, Ch.: **Utovarač MF 55C** (55C loader has plenty of power)
»Constr. Plant and Equip.«, 4(1975)1, str. 42—43, 45, 47, (engl.)
- Barlow, Ch.: **Utovarač Volvo MB sa povratnom kašikom** (Volvo BM backhoe loader)
»Constr. Plant and Equip.«, 4(1975)1, str. 71, (engl.)
- Petrov, R. M., Graf, A. E. i Kiselev, A. G.: **Ispitivanje ripera D-652AS na površinskom otkopu škriljca** (Ispytanija ryhlitelja D-6524S na slancevom razreze)
»Ugol'«, (1975)10, str. 38—40, (rus.)
- Volotkovskij, V. S., Koren'kov, Ju. V. i dr.: **Praksa eksploatacije transportera sa trakom na površinskim otkopima u zimskim uslovima** (Opyt eksploatacii lentočnyh konvejerov na kar'erah v zimnih uslovijah)
»Gornyj ž.«, (1975)9, str. 30—33, (rus.)
- Spivakovskij, A. O.: **Stanje i tendencije razvoja visokoproduktivne tehnike konvejera na površinskim otkopima mrkog uglja SR Nemačke** (Sostojanije i tendencii razvitija vysokoproduktivnoj konvejernej tehniki na burougol'nyh razrezah FRG)
»Ugol'«, (1975)10, str. 70—73, (rus.)
- Samcjan, F. G., Saakjan, A. M. i dr.: **O karakteristici odlagališta Kadžaranskog ležišta** (K harakteristike otvalov Kadžaranskogo mestoroždenija)
»Naučn. soobšč. N.-i. i proekt. in-t cvet. met. »Armnsprocvetmet«, 1975, vyp. 1—2, str. 49—52, (rus.)
- Tartakovskij, B. N., Erohov, V. I. i dr.: **Transportno-odlagački most** (Transportno-otval'nyj most)

(In-t geotehn. meh. AN USSR)

Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 13/00. B 65 g 41/00, Nr. 457805, prijav. 3.05.73, publ. 24.02.75

Gegov, E. M., Irinkov, St. i Nikolov, N.: **Matematički model odlagača kao objekta automatskog upravljanja** (Matematičen model na nesipobrazovatelja kato obekt za avtomatično upravljenie)

»V'glišča«, 30(1975)6, str. 13—15, (bugar.)

Alekseev, G. M., Gulivec, A. A. i dr.: **Utovarno-transportna mašina** (Pogruzočno-transportna mašina)

(Gos. in-t po proektir. i konstruir. mašin dlja gornorudn. prom-sti)

Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 13/00, Nr. 343172, prijav. 25.12.72, objav. 29.11.74.

Bialik, S. i Rak, N.: **Problemi automatizacije podzemnog transporta** (Problemy automatizaciji przenosników dol'owych i zal'adowni odział'owych w kopalnicah gazowych wegla kamiennego)

»Zesz. nauk. PSI«, (1974)406, str. 161—169, (polj.)

Priprema mineralnih sirovina

Selenow, P. I., Alejkov, N. A.: **Klasiranje i obogaćivanje magnetitnih minerala u magnetnim separatorima sa slabim magnetnim poljem** (Soertiernuf und Anreicherung magneter Mineraler in Schachfeld-Magnetischeidern)

»Aufbereitungs Techn.«, 16(1975)6, str. 315—317, (nem.)

Kolm, H. H., Marston, P. G.: **Visokogradijentna magnetna separacija — novi principi** (Hohgradient Magnetscheidung — Ein neue Prinzip)

»Aufbereitungs Technik«, 16(1975)6, str. 296—300, (nem.)

Davydov, Ju. V.: **Korišćenje magnetnih polja pri obogaćivanju u teškim suspenzijama** (Primenenie magnitnyh polej pri obogašćenii v tjaželyh suspenzijah)

U sb. »Tehnoł. processy na gorn. predpriyatijah«, Apatity, 1975, str. 98—105, (rus.)

Bahr, A. i Wasmuth, H. D.: **Klasifikacija ruda gvožđa na velikim postrojenjima za obogaćivanje** (Klasierung von Eisenerzen in grossen Aufbereitungsanlagen)

»Aufbereitungs Technik«, (1975)7, str. 342—352, (nem.)

Vinogradov, N. N., Schochin, V. N. i dr.: **Proučavanje kinetike i tehnologije gravitacionog obogaćivanja mineralnih sirovina u mineralnim suspenzijama** (Research on the separation kinetics of gravity processing in mineral suspensions) 11th Int. Miner. Process. Congr., Cagliari, 1975, Nr. 12. Cagliari, 1975, 18 str., il., (engl.)

Kirby, R. C., Barclay, J.: **Procesi izdvajanja metala iz siromašnih ruda** (Extraction process for low-grade ores)

»Mining Eng«, 27(1956)6, str. 42—47, (engl.)

Boketova, S. A., Kourov, V. A. i dr.: **Rezultati industrijskih ispitivanja postupaka homogenizacije ruda** (Rezul'taty promyšlennyh ispytanij sposoba usrednenija rud)

»Tr. Ural'sk. n.-i. i proekt. in-ta medn. prom-sti«, 1975, vyp. 18, str. 223—225, (rus.)

Eropkin, Ju. I., Jašin, V. P. i dr.: **O pripremanju ruda kasiterita za gravitaciono obogaćivanje** (O podgotovke kassiteritovyh rud k gravitacionnomu obogašćeniju)

»Cvetn. metally«, (1975)9, str. 73—78, (rus.)

Rajvič, I. D.: **Metodologija ispitivanja polimetaličnih ruda na obogaćivanje taloženjem** (Metodika opredelenija issledovanija polimetaličeskoj rudy na obogatimost' itsadkoj)

U sb. »Metallurgija i metallovedenie«, Alma-Ata, 1975, vyp. 2, str. 90—92, (rus.)

Selektivno flotiranje metalnih sulfida (Differential flotation of metallic sulphides)

»Mining J.«, 284(1975)7289, str. 339—340, (engl.)

Tihonov, A. S. i Popova, P. M.: **Uticao viskoziteta apolarnih reagenata na flotaciju minerala i ruda** (Vlijanie vjazkosti apoljarnyh reagentov na flotaciju mineralov u rud)

»Obogašćenie polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. nauč.-tehn. sb.«, 1975, vyp. 17, str. 30—35, (rus.)

Il'kovskaja, Z. E., Okolovič, A. M. i dr.: **Uticao nekih parametara jonskog sastava tečne faze rudne pulpe na tehnološke pokazate-**

Ije flotacije rude Noriljskog ležišta (Vlijanje nekih parametara ionnog sastava židke faze pulpe na tehnološke pokazatelje flotacije rudi Noriljskog mestorođenja)

U sb. »Flotacion, sistemy, processy i apparaty pri pererab. mineral'n. syr'ja«, M., 1974, str. 31—37, (rus.)

Solnceva, D. P.: Uticaj dužine i strukture ugljovodoničnog radikala kolektora pri jonskoj flotaciji molibdena (Vlijanje dužine i strukture ugljovodoničnog radikala sobiratelja pri ionnoj flotaciji molibdena)

U sb. »Tehnoł. processy na gorn. predpriyatijah«, Apatity, 1975, str. 120—122, (rus.)

Lekki, J. i Jaskowski, J.: Nova vrsta reagenata — penušača (A new concept of frothing in flotation systems and general classification of flotation frothers)

11th Int. Miner. Proces. Congress, Cagliari, 1975, Nr. 15, Cagliari, 1975, str. 22, il., (engl.)

Du Rietz, C.: Hemsorpcija kolektora u procesu flotacije (Chemisorption of collectors in flotation)

11th Int. Miner. Proces. Congr. Cagliari, 1975, Nr. 13, Cagliari, 1975, str. 29, il., (engl.)

Tjurnikova, V. I., Hačaturijan, L. S. i dr.: O industrijskoj flotaciji bakar-molibdenovih ruda primenom etilen oksida u kolektivnom ciklusu (O promyšlennoj flotaciji medno-molibdenovih rud s primeneniem oksii etilena v kolektivnom ciklu)

»Naučn. soobšč.N.-i. i proektn. in-t cvet, met. »Armnioprocvetmet«, 1975, vyp. 1—2, str. 19—21, (rus.)

Nikolaeva, T. I., Kuznecova, E. N. i dr.: Regeneracija kolektora pri jonskoj flotaciji molibdenita reagentom ANP (Regeneracija kolektora pri ionnoj flotaciji molibdena reagentom ANP)

U sb. »Tehnoł. razrabotki i obogašč. polezn. iskopaemyh«, M., 1975, str. 83—85, (rus.)

Shirley, J. F., Caropreso, E. F. i dr.: Flotacionni metod izdvajanja molibdenita (Flotation recovery of molibdenite)

Patent SAD, kl. 209—167, (B 03 b 1/06), Nr. 3811569, prijav. 7.06.71, objav. 21.05.74.

Veliki mlin sa kuglama za Meksiko (Large ball mill for Mexico)

»Mining J.«, 284(1975)7296, str. 478, (engl.)

Sadler, L. Y. i Stanley, D.: Karakteristike rada mlinova koji usitnjavaju trljanjem (Attrition mill operating characteristics)

»Powder Technol.«, 12(1975)1, str. 19—28, (engl.)

Mokken, A. H., Blendulf, G. K.: Uređaj za dodavanje pulpe u mlin sa kuglama i njegov uticaj na kapacitet mlina (A study of the arrangement for pulp discharge on pebble mills, and their influence on mill performance)

»J. S. Afr. Inst. Mining and Met.«, 75(1975)10, str. 257—280, diskus. 280—289, (engl.)

Mihajljuk, B. Z.: O selektivnosti mlevenja minerala bakar-niklovih ruda ždanovskog ležišta (Ob izboratel'nosti izmel'čeniya mineralov medno-niklevykh rud Ždanovskogo mestoroždeniya)

U sb. »Tehnoł. processy na gorn. predpriyatijah«, Apatity, 1975, str. 115—119, (rus.)

Baumgardt, S., Buss, B. i dr.: Proučavanje drobljenja jediničnog zrna pri različitim oblicima opterećenja (On the comparison of results in single grain crusher under different kinds of load)

11th Int. Miner. Process, Congr. Cagliari, 1975, Nr. 1, Cagliari, 1975, 30 str., (engl.)

Evstignejev, V. L., Sokolova, L. V. i dr.: Automatsko upravljanje tehnološkim procesima na postrojenjima za drobljenje i klasiranje (Avtomatičeskoe upravlenie tehnološkimimi processami drobil'no-sortirovočnykh zavodov)

»Tr. Sverdl. gorn. in-ta«, 1974, vyp. 114, str. 86—89, (engl.)

Ventilacija i tehnička zaštita

Murphy, J. N.: Moderni uređaji za merenje sadržaja različitih gasova u jamskoj atmosferi (Evaluation of present instruments and new developments expected in monitoring contaminants in mine atmospheres)

»Inform. Circ., Bur. Mines. U.S. Dep. Inter«, 1975, Nr. 8666, str. 232—266, diskus. 267—275, (engl.)

Stefanko, R. i Ramani, R. V.: Uticaj dizel opreme na sisteme jamskog provetravanja (Effect of equipment on mine ventilation systems)

»Inform. Circ. Bur. Mines. U. S. Dep. Inter.«, 1975, Nr. 8666, str. 324—340, diskus. 341, (engl.)

Projavkin, E. T., Vozijanov, A. F. i dr.: Predlozi za usavršavanje ventilacije jama i šema pripremanja jamskih polja (Predloženija po sovršenstvovaniju ventilaciji šaht i shem podgotovki šahtnyh polej)

»Tr. Doneck. n.-i. ugol'n. in-ta«, 1975, sb. 55, str. 110—116, (rus.)

Swift, R. A.: Ventilacija rudnika uglja — danas i ubuduće (Moder ventilation. Its future evolution)

»Colliery Guard«, 223(1975)8, Annu. Rev. the Coal Ind., str. 322—325, (engl.)

Kil'man, A. Š., Leonenko, V. S. i dr.: Usavršavanje postupka i sredstava sigurnog provetravanja sleplih hodnika jama opasnih na gas (Soveršenstvovanie sposobov i sredstv bezopasnogo provetrivaniija tupikovyh vyrabotok gazovyh šaht)

»(Nauč. tr.) Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. ugol'n. i-ta«, (1975)26, str. 233—256, (rus.)

Boneckij, V. A., Bogatyrev, V. D. i dr.: Ocena odvođenja vazduha filtracijom u prostor oko otkopnih prostorija u stešnjenim slojevima (Ocena fil'tracionnyh prososov vozduha vokrug očistnyh vyrabotok na sblizennyh plastah) U sb. »Analit. metody i vyčislit. tehn. v meh. gorn. porod«, Novosibirsk, 1975, str. 71, (rus.)

Model jamske ventilacione mreže (Mine ventilation analogue)

»Mining Mag.«, 133(1975)1, str. 55, (engl.)

Podcjuk, A. P., Romanenko, A. F. i dr.: Metoda izračunavanja na elektronskom računaru prirodne raspodele vazduha u jamskoj ventilacionoj mreži (Metod račeta na EVSM estestvennogo vozduhoraspredelenija v šahtnoj ventilacionnoj seti)

»Gornyj ž.«, (1975)10, str. 62—66, (rus.)

Patrušev, M. A., Belyj, V. I. i Dranicy, E. S.: Određivanje gubitaka vazduha i

depresije hodnika otkopne zone sa dve sveže struje koje dolaze sa strane masiva uglja (Opredelenie uteček i depressii vyrabotok vymočnogo učastka svežimi strujami, postupajuščimi so storony massiva uglja)

»Tr. Doneck. n.-i. ugol'n. in-ta«, 1975, sb. 55, str. 152—157, (rus.)

Kalita, J.: Postupak učvršćivanja ventilacionih pregrada u prostorijama za konvejerima (Sposób uszczelniania tam wentylacyjnych w wyrobiskach z taśmociagami)

»Wiad. górn.«, 26(1975)7—8, str. 221—224, (polj.)

Boyd, N.: Prenosna rudnička pregrada (Portable mine stopping) Patent SAD, kl. 98—50, (F 21 f 17/00), Nr. 38663554, prijav. 5. 09. 73, publ. 4. 02. 75.

Frejdmann, S. L.: O određivanju nekih aerodinamičkih parametara pri povratnoj šemi provetravanja (K opredeleniju nekotoryh aerodinamičeskih parametrov pri vozvratnotočnoj sheme provetrivaniija)

»Tr. Doneck. n.-i. ugol'n. in-ta«, 1975, sb. 55, str. 175—178, (rus.)

Korkin, Ju. M., Filatov, S. S. i dr.: Uređaj za provetravanje površinskih otkopa (Ustanovka dlja provetrivaniija kar'erov) Avt. sv. SSSR, kl. E 21 c 47/00, E 21 f 1/08, Nr. 459599, prijav. 7. 02. 72, objav. 18. 03. 75.

Ščerban', A. N., Černjak, V. P. i Brajčeva, N. A.: Rešenje sistema diferencijalnih jednačina sa promenljivim koeficijentima za proračun temperature rudničkog vazduha (Rešenje sistemy differencial'nyh uravnenij s peremennymi koeficijentami dlja račeta temperature rudničkog vozduha)

»Dokl. AN USSR«, (1975)9, str. 843—847, (rus.)

Borowski, J.: Ispitivanje gasonosnosti slojeva uglja primenom novih metoda (Badanie gazonośności pokładów weglowych z zastosowaniem nowych metod)

»Pr. Gł. inst. górn.«, (1975)645, 44 str. il., (polj.)

Fisekci, M. Y. i Barron, K.: Merenje pritiska metana i izdvajanja gasa iz uglja i okolnih stena (Methane pressure and flow measurements in coal and surrounding strata)

»Canad. Mining and Met. Bull.«, 68(1975)762, str. 91—98, (engl.)

Safronjuk, A. I.: Ispitivanje dinamike zaprašenosti ventilacionih struja rudnika uglja (Issledovanie dinamiki zapylennosti ventilacionnyh potokov ugol'noj šahty)

U sb. »Effektivn. i bezopasn. razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh«, 4, M., »Nedra«, 1975, str. 42—45, (rus.)

Glodek, E.: Koeficijent prenosa toplote i sniženje produktivnosti uređaja za hlađenje pri taloženju prašine (Wärmedurchgangszahl und Leistungsverlust eines Wetterkühlers bei Staubbelastung)

»Glückauf — Forschungsh.«, 36(1975)5, str. 180—184, (nem.)

Horhordin, N. I.: Pitanje automatizovane kontrole zaprašenosti rudničke atmosfere (K voprosu ob avtomatizirovannom kontrole zapylennosti rudničnoj atmosfery)

U sb. »Effektivn. i bezopasn. razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh«, Vyp. 4, M., »Nedra«, 1975, str. 51—54 (rus.)

Golovkin, G. V.: Ispitivanje zaprašenosti vazduha u mehanizovanim otkopima (Issledovanie zapylennosti vozduha v mehanizirovannyh očistnyh zabožah)

U sb. »Effektivn. i bezopasn. razrabotka mestoroždenij poleznih iskopaemyh«, Vyp 4, M., »Nedra«, 1975, str. 47—51, (rus.)

Medvedev, I. I. i Smetanin, M. M.: Pribor za određivanje težinske koncentracije prašine soli u vazduhu (Pribor dlja opredelenija vesovoj koncentracii soljanoj pyli v vozduhe)

»Gornyj ž.«, (1975)10, str. 69—71, (rus.)

Krzystolik, P. i Lebecki, K.: Moderna aparatura i metode za određivanje opasnosti od prašine (Nowoczesna aparatura i metody okrešlania zagrožen połowych)

»Wiad. górń.«, 26(1975)7—8, str. 228—234, (polj.)

Beben, A., Burnat, B. i Mordalski, J.: Metoda merenja količine i frakcionog sastava čestica prašine koje dolaze u jamsku atmosferu pri udarnom bušenju minskih bušotina (Meto-

da pomiaru ilości i składu zairnowego pyłow emitowanych do atmosfery kopalnianej przy udarowym wierceniu otworów strzałowych)

»Arch. górń.«, 20(1975)3, str. 347—366, (polj.)

Petrov, V. M., Broner, R. I. i dr.: Projektovanje uređaja za obaranje prašine u rudarskim preduzećima u uslovima višegodišnjih mrazeva (Proektirovanie pylepodavljajuščih kompleksov gornih predpriyatij v uslovijah mnogoletnej merzloty)

U sb. »Proektir. i tehn. progress v ugol'n. prom-sti Vost. Sibiri«, Irkutsk, 1975, str. 125—133, (rus.)

Walkenhorst, W.: Ispitivanja inercionog taloženja prašine (Untersuchungen zur Staubabscheidung durch Trägheitskräfte)

»Ber. Silik.-Forschunsinst. Bergbau-Berufsgenossensch.«, 1974, str. 72—89, (nem.)

Heimann, M.: Praksa primene rotorno-ventilatorskih uređaja za hvatanje prašine (Roto-Vent-Entstauben) u zapadnonemačkoj industriji uglja (Erfahrungen beim Einsatz von Roto-Vent,Entstaubern in westdeutschen Steinkohlenbergbau)

»Ber. Silik.-Forschunsinst. Bergbau-Berufsgenossensch.«, 1974, str. 26—40, (nem.)

Preat, B., Vanstralen, M.: Borba protiv prašine u belgijskim rudnicima uglja. Stanje na početku 1974. g. (La lutte contre les poussières dans les charbonnages belges. Situation au début de L'année 1974)

»Rev. Inst. hyg. mines«, 29(1974)4, str. 175—189, (franc.)

Šangin, N. F., Zotov, V. P. i dr.: Sredstva i postupci za otprašivanje pri radu kompleksa SDSK-300 na Turgojaskom površinskom otkopu (Sredstva i sposoby obespylivanija pri rabote kompleksa SDSK-300 na Turgojaskom kar'ere).

»Gornyj ž.«, (1975)9, str. 38—40, (rus.)

Legkoduh, I. G. i Bikmulin, A. A.: Uređaj za hvatanje prašine (Ustrojstvo dlja pyleulavlivanija)

(Vost. NII po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti) Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 5/00, Nr. 451856, prijav. 10.10.73, objav. 20.12.74.

Žuravlev, V. P., Gel'fand, F. M. i dr.: Proračun parametara generatorskog uređaja pena za borbu protiv prašine pri probijanju rudarskih hodnika (Rasčet parametrov penogeneratornyh ustanovok dlja borby s pyl'ju pri provedenii gornyh vyrabotok)

»Nauč. tr. Vses. n-i. i proektn.-konstruk. ugol'n. in-t«, 1974, vyp. 49, str. 115—119, (rus.)

Klebanov, F. S., Koršunov, A. P.: Ventilacioni uređaji za hvatanje prašine (Ventilacionnoe pyleulavlivajušće ustrojstvo) (In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo)

Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 5/20, Nr. 459602, prijav. 23.11.73, objav. 18.03.75.

Cene nekih primarnih proizvoda rudarstva u svetu*)

Mr Milan Žilić, dipl. ekon.

Prosečne cene kamenog uglja i koksa nekih karakterističnih zemalja u 1971, 1972, 1973, 1974, 1975. g. i junu i decembru 1975. godine u izvornim vrednostima i težinskim jedinicama)**

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine						
		1971.	1972.	1973.	1974.	1975.	1975. juni decembar	
Kamenit uglj								
— Rurski, orah III, spec. sagorlj. fco Rurski revir, SR Nemačka	DM/t	88,29	93,00	96,92	119,73	145,50	145,50	145,50
— Mesni orah, 50/80 m/m, fco Sever. revir, Francuska	FF/t	118,21	118,50	125,91	186,60	...	...	...
— Gasno plam. polj. 40/80 m/m, fco vagon, Italija	Lit/t	22.526	21.567	20,850	32.995	43.900	43.650	45.150
Koks								
— Topionički, fco peći Koneksvile	\$/200 lib.	24,61	23,10	24,96	60,88	88,00	88,00	88,00
— Rur III, 90—40 m/m, fco Rur. revir	DM/t	132,50	138,75	143,79	182,92	215,50	212,50	218,50
— Topionički, 60—90, fco Sever. revir, Francuska	FF/t	195,83	201,00	203,98	291,79	...	375,00	...
— Topionički 40—70, fco utov. u vagon	Lit/t	34.783	34.069	36.458	73.829	96.858	98.375	88.375

*) S obzirom na vrlo česte izmene međusobnih odnosa valuta, iznete dolarske cene, sem dolarskog područja, samo su približno tačne.

***) Preise Löhne Wirtschaftsrechnungen, fachserie M Statistisches Bundesamt Wiesbaden — sveske iz 1971. — 1976. god.

Cene nekih ruda i koncentrata obojenih metala ili njihove prerade polovinom januara 1974, 1975, i 1976. kao i aprila 1976. god. u Evropi*)

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	April 1976.
a) Cena ruda ili koncentrata				
Antimon				
komad sulfid, rude ili koncentrat, 50—55% Sb, cif	16,50—18,00	24—27	17—19	\$ po m. t. jedinice Sb 2,50—22,50
komad, sulfid. ruda od 60% Sb, cif nerafinisan (topljeni sulfid), 70%, komad	18,00—20,00	28—30	20—22	\$ po m. t. 23,75—25,00
nerafinisan, 70%, crni prah	1,942 2,051	3,966 4,108	2842 2964	2608 2720
Bizmut				
koncentrat, oksid, min. 60% Bi, cif	nom.	nom.	nom.	\$ po kg sadržajnog metala (Bi) nom.
Hrom				
ruski, komad, min. 48% Cr ₂ O ₃ , 3,5 : 1, cif pakistanski, drobitv, komad, 48% Cr ₂ O ₃ , 3 : 1, fob	48—52	100—140	150—170	\$ po m. toni 150—170
iranski, tvrdi komad, 48/50%, 3 : 1, cif turski, komad, 48%, 3 : 1 baza (skala 90 centi) fob	nom. nom.	nom. nom.	nom. nom.	nom. nom.
turski koncent. 48%, 3 : 1 baza (ista skala) fob	36—41	90—105	130—140	130—140
transvalski drobitv komad., baza 44% cif	34—39 nom.	70—80 55—65	90—110 55—65	90—110 55—65
Mangan				
48/50% Mn, maks. 0,1% P, cif 38/40% Mn, cif	0,86—0,92 nom.	1,35—1,45 nom.	1,35—1,45 nom.	1,35—1,45 nom.
70/85% MnO ₂ , komad, cif	56—62	111—125	95—108	elektro sortirani \$ po m. toni 88—99
70/75% MnO ₂ , mleven, mešavina, cif	86—97	153—177	132—152	121—140
Molibden				
koncentrat. fob Klimaks, min. 85% MoS ₂	3,792	5,720	5776	\$ po toni Mo u MoS ₂ 6393
koncentrat nekih drugih porekla, cif	3,748—3,858	5,650—5,767	5732—5842	5732—5842
Tantal				
ruda min. 60% Ta ₂ O ₅ cif	19,841—22,046	35,274—39,683	33069—37478	\$ po toni Ta ₂ O ₅ 35274—38580
25/40% baza 30% Ta ₂ O ₅ cif	16,534—18,739	28,660—33,069	31967—35274	31967—35270
*) Odnos \$: £ računat u:				
	— januar 74.	2,182 : 1	— januar 76.	2,030 : 1
	— januar 75.	2,354 : 1	— april 76.	1,863 : 1

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	April 1976.
Titan rude				A \$ po m. t
Rutile konc. 95/97% TiO ₂ , pakovan. fob/Fid	140—148	290—330	290—330	290—330
Ilmenite konc, malajski 52/54% TiO ₂ cif a od juna 74, min. 54% TiO ₂ , fob	20—25	13—15	15—18	15—18
Uranijum				\$ po kg U ₃ O ₈
kon., ugovorne osnovne, fob rudnik heksafluorid	13—18 13—18	22—29 20—26	24—33 22—29	44—66 49—71
Vanadijum				\$ po kg V ₂ O ₅
pentaoksid, topiv, min. 98% V ₂ O ₅ , cif	3,7—3,9	4,5	4,8	4,8
ostali izvori	—	4,4—5,5	4,7—5,5	4,7—5,5
b) Cene prerade ili koncentrata u Evropi				
Olovo				\$ po m. toni
ruda i kon., 70—80% Pb, baza £ 160, cif Evropa	90—100	90—100	90—100	90—100
Cink koncentrat				\$ po m. suvoj toni
sulfid, 52/55% Zn baza £ 36,0 cif	125—143	115—135	133—143	133—143
Kalaj koncentrat				\$ po m. toni
70/75% Sn (odbitak 1 jedinice)	55	58	nom.	nom.
40/65% Sn (odbitak 1,6 jedinice)	11—122	120—132	416—507	382—466
20/30% Sn (uključivo odbitak)	251—284	412—447	447—528	410—484

Cene nekih primarnih proizvoda obojenih metala na međunarodnom tržištu polovinom januara 1974, 1975, 1976. i aprila 1976. god. *)

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	April 1976.	\$ po m. toni ili kg
— Bakar					
Australija baza vajerbar, cif gl. austral. luke (A. \$)	1.714	940	940	1.220	
Belgija, elektrolitni, fco fabrika	2.224	1.234	1.215	1.523	
Kanada, fob Toronto Montreal (kan. \$)	1.631	1.502	1.389	1.487	
Francuska, W/B (GIRM), fot. isključ. takse	3.213	1.223	1.235	1.523	
Zapadna Nemačka, elektrolitni (cene isporuke)	2.207—2.230	1.241—1.253	1.239—1.251	1.502—1.517	
katode	2.212—2.244	1.175—1.216	1.189—1.200	1.508—1.512	
Italija, W/B 99,9%, fco fabrika	2.235	1.272—1.332	1.259—1.317	1.581—1.637	
Japan, fco. robna kuća-zvanična cena	2.078	1.299	1.284	1.606	
-tržišna cena	2.078	1.236	1.218	1.505	
Južna Afrika, W/B (elektro vajerbar)	2.919	1.262	1.523	1.722	
— Olovo					
Australija, fob. luka Pirie (A. \$)	410	385	290	290	
Kanada, isporučeno (kan. \$)	386	474	406	459	
Francuska, fot. isključ. takse 99,9%	938	532	350	510	
Zapadna Nemačka, primarno olovo	609—621	aproks. 536	344—355	426—445	
Italija, 99,9% fco fabrika	636	590—643	389—417	437—467	
Japan, elektrolitni — zvanične cene	663	600	395	485	
fco rob. kuća — tržišne cene	753	566	379	488	
— Cink					
Australija, HG (A. \$)	647	647	644	644	
Kanada, isporučeno PW (kan. \$)	683	816	811	829	
Francuska, fot. isklj. takse, 99,95% oko 99,75%	1.094	863	826	846	
Zapadna Nemačka, primarni rafinisani 99,99%	1.120	845	808	829	
oko 99,75%	788—1.553	882	799—803	783—795	
Italija, elektrolitički, 99,95%, fco fabrika	796—1.745	891	799—803	783—798	
primarni ingoti 98,25% fco fabrika	701	908—984	784—820	850—884	
	697	904—984	780—820	846—884	

*) Odnos \$: £ računat u:

— januar 74. 2,182 : 1
— januar 75. 2,354 : 1— januar 76. 2,030 : 1
— april 76. 1,863 : 1

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	April 1976.
Japan, fco, robna kuća — zvanične cene	767	886	846	850
— tržišne cene	1.765	766	810	820
Vel. Britanija, ingoti, GOB proizvod. osnovna	— premija	11	9	8
Velika Britanija — ingoti min. 99,95% — određeni dobavljači — premija	17	28	0	772
min. 99,99% — premija	...	19	16	15
određeni dobavljači — premija	...	38	0-8	0-7
— Kalaj				
Belgija, rafinisani, fco robne kuće	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
Francuska, fot. isključ. takse	10.202	7.601	nerasp.	7733
Zapadna Nemačka 99,9%	—	7.149-7.220	6762-6832	7547-7620
Italija, fco fabrika	7.504	8.100-8.478	7341-7629	8441-8894
Japan, elektrolitni, fco robna kuća	7.525	7.828	6816	7660
— Aluminijum				
primarni ingoti, svetska cena				
Kanada, cif sve glavne luke izuzev SAD,	933	860	860	948
Kanade, V. Britanije, Lat. Amerike	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
Toronto-Montreal				
Lat. Amerika, ingoti 99,5% bazne cene	nerasp.	893	893	981
cif. sve luke Lat. Amerike				
Određene ostale transakcije:				
min. 99,5%, ingoti, cif Evropa	829-840	636-671	690-710	848-846
min. 99,7% ingoti, cif Evropa	851-862	671-718	721-741	866-894
Australija, ingoti 99,5% fco rob. kuća (A. \$)	707	707	754	754
Francuska, 99,6% fot. isključ. takse	1.055	890	921	921
Zapadna Nemačka, 99,5%	873-912	1.031	965	969
Italija, 99,5%, fco fabrika	669	1.075-1.120	835-878	889-935
Japan, fco robna kuća	1.111	916	905	937
SAD, 99,5%, fob kupac	639	860	904	904-970
Velika Britanija, kan. am. i engleske objavlj. cene, min. 99,5% ispor.	595-595	892	852	850
objavlj. cene, min. 99,8% ispor.	1.106-1.016	922	865	874

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	April 1976.
— Antimon				
Evrop. slob. trž. regulus 99,6%, cif Evropa	3.055—3.382	2.236—3.060	3146—3349	3726—3912
Francuska, 99%, fob isključ. takse	6.142	3.510	3671	3781
Italija, 99,6% fco fabrika	3.467	3.785—4.239	3455—3742	3739—3965
Japan-Tokio, fco robna kuća	3.942	5.330	3622	3947
Velika Britanija, 99%, isporuke od 5 tona	1.887	3.766	2943	2916
99,3%, isporuke od 5 tona	1.942	3.966	2994	2962
SAD, 99,5%, fob Laredo	2.028	4.916	3483	3483
— Bizmut				
Evropsko slob. tržište. lot od tone, cif	16.755—17.086	13.889—16.007	10472—11197	14550—14771
Velika Britanija, proizv. prodaja 99,99%, fot	14.330	19.841	16534	16534
Francuska, 99,95%, fot, isključ. takse	25.563	20.747	17514	16708
— Kadmijum				
Evropske referencne cene 99,95% šipke cif/fco fabrika, lot od tone	7.353—7.855	9.110—9.298	4263—4425	5105—5254
Evropsko slobodno tržište, cif Evropa	7.892—8.003	4.960—5.291	3527—3638	5952—6173
šipke	7.959—8.069	5.071—5.401	3571—3682	5997—6217
ingoti	11.645	8.940	4412	5366
Francuska (Komora sindikata) fot	7.993	8.933—9.690	4318—5038	5592—6458
Italija, fco fabrika 99,95%, šipke	8.600	9.660	7572	7693
Japan, fco robna kuća zvanična cena	9.854	9.993	6914	7359
tržišna cena	8.267	9.370—9.480	4409	5511—6063
SAD, 99,95%, šipke, lotovi od tone	8.267	9.370	4409	5511
Velika Britanija—Komonvelt šipke 99,95%, cif	7.937—7.589	6.227—6.487	4028—4699	6366—6777
— slob. trž. ingoti i šipke				
— Kalcijum				
Vel. Britanija, šipke i dr. isporučeno	4.810—7.216	5.190—7.784	4475—6713	4107—6161
— Hrom				
Vel. Britanija, komad. min. 99%, 5—100 t lot	2.251	3.437—4.002	3958—4364	3633—4005

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	April 1976.
— Kobalt				
Velika Britanija, proizvođač. cena, cif	6.579	8.267	8818	8818
potrošačka ugovorna cena ispor.	6.834	8.510	8556	9781
Francuska, fot, isključ. takse 100 kg nadalje	9.555	8.716	8791	8386
Japan, fco robna kuća	5.017	4.663	4609	nerasp.
— Germanijum				
Velika Britanija zona raf. 300 oma/cm, dažb. plaćene, \$ po kg	190	285	246	225
— Magnezijum				
Evrop. slob. tržište ingoti min 99,8%, cif	1.047—1.102	1.813—1.883	1807—1857	1919—1956
Francuska, čist, fot isključ. takse	1.569	2.123	2066	1971
Italija, 99,9%, fco fabrika	1.109	2.120—2.195	1943—2015	2054—1869
Velika Britanija, elektro min. 99,8%, isključ. dažb.	1.047	2.472	2131	...
ingoti od 8 kg, min 99,8%	1.060	2.163	1969—1999	1900—1919
ingoti od 4 kg, elektro 99,8%	1.813	2.177	1981	1911—1930
prah, klasa 4, fco fabrika	1.270	2.328	2008	1843
»Raspings« isporuke u Engleskoj		2.131	1838	1687
— Mangan				
Velika Britanija, elektro min. 99,9% isključ. takse	807—873 930	1.354—1.401 1.665—2.120	1167—1208 1295—1583	1062 1133—1360
Italija, 96/97%, fco fabrika				
— Molibden				
Velika Britanija, prah	8.401—8.728	12.241—12.534	11876—12280	12016—12389
— Nikl				
Slob. tržište, rafinisani, cif Evropa	3.197—3.395	3.858—4.299	4145—4497	4586—4828
Kanada 99,9% fob rob. kuća	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
Toronto/Montreal	5.274	4.541	5018	5034
Francuska, rafinisani, fot isključ. takse				

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	April 1976.
Italija, katode i zrna 99,5%, fco fabrika	3.997	5.299—5.753	4.894—5.110	5.098—5.552
Holandija — Amax, briketi fob Rotterdam	—	—	4.950	10.913
Japan, Tokio, fco robna kuća	4.300	4.663	5.977	5.686
Velika Britanija, rafinisani, isp. od 5 i više t	3.393	4.230	4.915	4.565
»F« kugle isp. od 5 i više t	3.198	4.363	4.980	4.626
sinter 90 (sadržaj nikla)	3.209	nerasp.	nerasp.	nerasp.
sinter 75 (sadržaj nikla)	3.198	3.963	4.633	4.303
feronikl—Falconbridge	—	—	4.910	4.910
SMLN—FNC. \$/t Ni	—	—	—	—
SAD, 99,9%, fob proizvod. rob. kuće,	3.373—3.571	4.431—4.519	4.850	4.894
uklj. uvoz. car.	—	—	4.850	4.850
Amax, briketi, fob luke	—	—	—	—
— Platina	—	—	—	—
Italija 99,98%	5.302	5.481—6.540	4.750—5.182	\$ po kg
Velika Britanija, empirički rafinisana	4.946	6.282—6.584	5.058	4.815—5.325
SAD, fob Njujork	5.079—5.240	6.109—6.430	4.983—5.305	5.001
— Renijum	—	—	1.421	1.304
engl. prah, min. 99,99	—	—	—	—
— Živa	—	—	—	—
Evropsko slob. trž. min. 99,99% cif gl. evr. luke	265—270	175—190	78—83	\$ po flaši od 34,5 kg
Japan, Tokio, fco robna kuća	357	305	198	97—102
SAD (MW Njujork)	280—288	190—225	116—122	183
— Selen	—	—	—	—
Velika Britanija, 99,5% komad lotovi od 100 lb	24	40	40	\$ po kg
Evropsko slobodno tržište, cif	36—37	22—24	19—20	40
— Silicijum	—	—	—	—
Evropsko slob. trž. norm. kval. 98,5% Si cif	1.135—1.309	1.150—1.250	795—820	1.000—1.050
Italija, fco fabrika	571	1.317—1.665	907—993	793—850
Velika Britanija, min. 98%, lot 10—20 tona	567—589	1.318—1.354	934—964	922—950
— Srebro	—	—	—	—
Japan, fco robna kuća	123	144	146	150
— Telur	—	—	—	—
Velika Britanija, komad. i prah 99/99,5%	12.026	22.046	22.046	22.046
šipke min. 99,5%	12.026	22.046	22.046	22.046
— Titan	—	—	—	—
Velika Britanija, biljeti, 400—100 m/m	...	7.086—10.311	6.110—8.891	5.608—8.160

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala (LME) i engleskom tržištu (MB) u 1975. i januar-mart 1976. god.)*

\$ po m. toni, kg i flaši

O p i s	1975.			1976. god.		
	najviše	najniže	prosek	januar-mart najviše	mart najniže	mart prosek
Bakar (LME)						
— cash vajerbar	1.389	1.105	1.235	1.400	1.118	1.326
— cash katode	1.360	1.083	1.209	1.382	1.096	1.308
— tromes. vajerbar	1.440	1.145	1.279	1.439	1.155	1.364
— tromes. katode	1.409	1.190	1.253	1.422	1.134	1.346
— settlem. vajerbar	1.390	1.106	1.280	1.401	1.119	1.327
— settlem. katode	1.361	1.083	1.210	1.383	1.096	1.309
— bakar. cif Evropa			1.245			
Olovo (LME)						
— cash	509	317	412	408	318	382
— tromesečno	488	325	414	422	331	395
— settlement	509	319	412	408	319	383
Cink (LME)						
— cash	805	674	744	771	647	725
— tromesečno	834	645	743	797	666	747
— settlement	806	675	745	772	647	725
Kalaj (LME)						
— cash	7.581	6.569	6.862	7.256	5.922	6.891
— tromesečno	7.345	6.477	6.903	7.251	6.059	6.963
— settlement	7.592	6.571	6.865	7.265	5.923	6.896
Aluminijum (MB)						
— min 99,5%, određ. ostale transak., cif Evropa	777	599	...	788	754	...
Antimon (MB)						
— evrop. slob. tržiš. 99,6% cif	3.691	2.386	...	3.314	3.232	...
Živa (MB)						
— min 99,99% cif. glav. evr. luke, \$ po flaši od 76 lb	200	77,5	...	102	96,4	...
Bizmut						
— evrop. slob. tržiš., cif	15.873	11.023	...	5.572	5.422	...
Kadmijum (MB)						
— 99,95%, cif/ex fabr.	8.680	4.751	...	4.920	4.765	...
— 99,95%, Komonvelt cif	9.370	4.409	...	—	—	4.960
— slob. tržiš., ingoti i šipke						
— plać. carina	6.607	4.894	...	5.393	5.038	...
— ingoti, slob. tržiš. cif	5.787	3.649	...	4.969	4.786	...
— šipke, slob. tržiš. cif	5.897	3.693	...	5.031	4.848	...
Zlato-London (MB)						
— prepod. kotacija	5.281	5.273	5.172	...	...	4.266
Srebro (LME)						
— cash	177	119	143	...	...	135
— tromesečno	183	123	147	...	...	138
— settlement	178	119	143	...	...	135
Selen (MB) \$/kg						
— ostali izvori, cif	28	18	...	29	27	...

*) Odnos \$: £ računat u 1975. god. 2,22 : 1, a za prosek mart 1976. god. 1,94 : 1.

Promet osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala u 1971, 1972, 1973, 1974, 1975. i januar—mart 1976. god. *)

Vrsta proizvoda	Godine				
	1972.	1973.	1974.	1975.	1976. januar—mart
Bakar	2.509.750	4.676.125	3.171.025	3.500.000	1.204.650
Olovo	901.800	1.341.325	974.425	931.250	276.050
Cink	941.375	1.324.575	1.205.075	1.158.525	291.500
Kalaj	170.110	169.260	242.375	205.184	59.315

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala u decembru 1974. i 1975. i u aprilu 1976. god. *)

O p i s	Januar-december 74.		Decembar 74.		Januar-december 75.		Decembar 75.		Januar-april 76.		April 76. prosek
	najviše	najniža	prosek	najviše	najniža	prosek	najviše	najniža	prosek		
Bakar	cash — vajerbar	3.256	1.232	1.280	1.389	1.105	1.150	1.634	1.066	1.513	
	— katode	3.094	1.219	1.271	1.360	1.085	1.124	1.624	1.045	1.501	
	tromesečno										
	settlement										
Olovo	cash	754	504	534	509	317	333	519	304	455	
	tromesečno	765	279	503	488	325	348	541	316	472	
	settlement	755	506	534	509	319	333	520	304	456	
	— standard										
Cink	cash	2.035	700	771	805	674	685	832	617	790	
	tromesečno	1.867	682	763	834	645	709	860	635	816	
	settlement	2.039	701	772	806	675	686	832	617	791	
	— standard										
Kalaj	cash	9.774	6.157	7.174	7.581	6.569	6.179	7.280	5.647	7.120	
	tromesečno	9.662	7.061	7.061	7.345	6.477	6.312	7.497	5.778	7.230	
	settlement	9.785	7.182	7.182	7.592	6.571	6.180	7.289	5.648	7.124	
	— visokog stepena										
Srebro	cash	—	—	—	7.592	6.569	6.179	7.280	5.648	7.138	
	tromesečno	—	—	—	7.345	5.914	6.312	7.497	5.785	7.251	
	settlement	—	—	—	7.615	6.571	6.180	7.289	5.650	7.146	
	— standard										
Srebro	cash	210	166	142	177	119	131	150	113	140	
	tromesečno	218	169	146	183	123	135	154	115	144	
	settlement	212	166	142	178	119	132	150	113	140	
	— standard										

* Izvor: Metal Bulletin, No. 5954, 6020, 6058, 6088.

** Napomena: pri pretvaranju eng. funte u am. dolare (korišćeni su odnosi.

— decembar 74: 2,33\$ za 1 f (M. Bulletin, zvanični odnos)

— decembar 75: 2,022 za 1 f (M. Bulletin, zvanični odnos)

— april 76: 1,85 za 1 f (M. Bulletin, zvanični odnos)

Najviše, najniže ili proseci cena ostalih obojenih metala na Londonskom tržištu u decembru 1974. i 1975. i u aprilu 1976. god. *)

O p i s	Decembar 1974.		Decembar 1975.		April 1976.	
	najviše	najniže	najviše	najniže	najviše	najniže
Aluminijum						
— primarni ingoti, određene ostale transakcije, min 99,5% cif Evropa	753	711	694	674	836	808
Antimon						
— regulus, uvozni 99,6%, cif Evropa	4.633	3.138	3.286	3.121	3.660	3.555
Bizmut						
— određene ostale transakcije, cif	—	—	11.451	11.257	6.663	6.556
Kadmijum						
— UK, cif 99,95%, šipke evrop. referent. cena cif/ex-fabrike	9.262	90.064	4.661	4.499	5.217	5.069
— Komonvelti, cif, 99,95%, šipke	7.417	6.904	4.903	4.569	6.477	6.171
— Slobodno tržište, ingoti i šipke UK	5.567	5.346	3.975	3.823	6.016	5.809
— Ingoti, slobodno tržište, cif	5.609	5.388	4.019	3.867	6.085	5.877
— Blokovi, slobodno tržište, cif						
Živa						
— min. 99,90% cif, glavne evropske luke (\$/flaši)	204	191	80,5	76	103	98
Zlato						
— prepodnevne prodaje (\$/kg)	5.906	5.906	4.478	4.478	4.112	4.112
Srebro						
— promptne prodaje (\$/kg)	Prosek	142	Prosek	131	Prosek	140
— tromesečne prodaje (\$/kg)		146		135		144
— šestomesečne prodaje (\$/kg)		151		139		147
— godišnje prodaje (\$/kg)		161		148		156
Selen						
— ostali izvori, cif	32	29	21	20	38	38

*) Izvor: Metal Bulletin No. 5946, 5954, 6020, 6058 i 6088.

Cene nekih nemetala u I kvartalu 1972, 1973, 1974, 1975, 1976. i krajem IV kvartala 1975. i početkom I kvartala 1976. god. *)
(Cene su obično cif glavne evropske luke) \$ po m. toni

Proizvodi	I kvartal 1972.	I kvartal 1973.	I kvartal 1974.	I kvartal 1975. i početak I kvartala 1976.	I kvartal 1975. i početak I kvartala 1976.
Glinica i boksit					
glinica-kalc. 98,5—99,5% Al ₂ O ₃	141	156	159	228	245—256
fco fabrika, pakovanje uključeno	192	194	197	252—264	272—282
glinica, kalc. srednje sadr. sode	50	46	54—59	57—62	79
boksiti za abrazive i alum. min.	64	61	91	96—120	109
86% Al ₂ O ₃					85—99
boksiti grubo sortirani min. 86% Al ₂ O ₃					125
Abrazivi					
korund. prirodni abraz. sir., komad., cif	40—56	45—52	54—61	58—65	nom. 88—136
korund. krupnozrnasti, cif	91—90	84—89	92—97	96—192	nom. 154—164
srednje i fino zrnasti, cif	91—104	84—96	92—103	96—216	nom. 164—184
ukrasni kamen (Idaho) 8—220					
meša, fob Fernwood	103—172	103—172	103—172	105—175	88—136
topljeni al. oksid (braun) min. 94%					
Al ₂ O ₃ , 8—220 meša cif	269—290	248—267	317—340	420—504	383—424
topljen al. oksid (beo) min. 99,5%					
Al ₂ O ₃ , 8—220 meša, cif	321—372	295—343	362—407	492—600	474—504
slikon karbidi, 8—220 meša, cif					
— crni oko 99% SiO		409—480	444—543	732—1.152	757—767
— zeleni preko 99,5% SiO					958—968
Azbest (kanadski), fco Kvibek					
krudum № 1	1.780	1.780	2.212	2.677	Kan. \$ za m. tonu 3.854
krudum № 2	965	965	1.198	1.455	2.093
grupa № 3	454—744	454—744	564—926	682—1.455	982—1.613
grupa № 4	250—422	250—423	304—354	377—635	542—914
grupa № 5	181—215	181—215	225—345	273—320	306—420
grupa № 6	132	132	164	198	290
grupa № 7	57—110	57—110	68—133	77—145	98—188
Bariti					
mleveni, beo, sortiran po bojama					
96—98% BaSO ₄ , 99% finoća	76—83	69—76	101—113	106—165	141—161
350 meša, Engl.	107	97	125—129	130—236	182—222
mikronizirani min. 99% fini Engl.					
nemleveni, min. 92% BaSO ₄ , cif	21—29	19—26	23—27	35—50	36—42
sortirani bušenjem, mleven, pakov.	35—40	35—40	41—50	57—68	52—56

*) S obzirom da se izvorom materijal koristi iz Industrial Minerals, to se i njihov odnos prema f koristi iz ovih izvora i on je u prvom kvartalu 1973. \$ 2,40 : 1 f, u prvom kvartalu 1974. god. \$ 2,30 : 1 f, u prvom kvartalu 1975. god. \$ 2,40 : 1 f, a krajem IV kvartala 1975. i u I kvartalu 1976. godine \$ 2,05 : 1 f.

Proizvodni	I kvartal 1972.	I kvartal 1973.	I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	kraj IV kvart. 1975 i počet. I kvart. 1976	I kvartal 1976*)
Bentoniti						
drobina (shredded) vazd. osuš.	13—15	12—14	11—14	12—33	10—30	10—30
mleven, vazdušno flotiran, pakovan	23—26	21—24	20—23	21—71	30—81	30—81
Vajoming, livački sortiran, 85% kroz 200 meša, u vrećama	62—67	57—61	77—81	80—120	97—103	97—103
Flint ilovača, kalcinirana, cif	46—51	45—50	43—48	45—94	61—81	61—81
Fulerova zemlja, prir. ilovač. sort. Engl.	38—41	40—47	34—38	35—40	61—71	61—71
Fulerova zemlja, aktivirani bentonit	41—48	43—53	38—45	40—47	73—77	73—77
Feldspat						
keramički prah 200 meša, pakovan u vreće, fco magacin	51—56	47—52.	23—27	35—42	67—71	71—77
pesak 2—3 m/m keramički/staklarski, cif	26—31	24—28	23—27	35—42	46—54	40—54
Fluorit						
Metalur., min 70% Ca F ₂ , fco eng. rud. za hem. svrhe, suv 97% CaF ₂ , pak keramički, mliven, 93—95% CaF ₂ cif	38—51 82—97 69—80	35—47 76—90 64—73	34—45 72—86 61—70	35—47 76—90 64—73	30—61 81—111 61—81	30—61 81—111 61—81
Fosfat						
Florida, kval. 66—68% TCP, fob	6	6	22	41	43	36
70—72% TCP, fob	8	8	26	53	53	45
74—75% TCP, fob	9	9	30	62	61	52
76—77% TCP, fob	10	10	33	70	68	58
Maroko, kval. 75—77% TCP, fas Kasablanka	21—25	19—23	42	63	68	48,5 46
Maroko, kval. 70—72%, TCP, fas Kasablanka	15—16	14—16	35—36	52	52	—
Tunis 65—68% TCP, fas Sfax	12—14	12—14	12—14	30—31	30—31	30—32
Naura, kval. 83% TCP, fob						

*) Važi primedba sa strane 168.

Proizvodi	I kvartal 1972.		I kvartal 1973.		I kvartal 1974.		I kvartal 1975.		kraj IV kvartala 1975. i početak I kvartala 1976.*)		I kvartal 1976.*)	
	5—	6	4—	5	4—	5	4—	5	4—	5	4—	5
Gips												
krudum, fco rudnik ili cif	5—	6	4—	5	4—	5	4—	5	4—	5	4—	5
Grafit (Cejlton)												
razni asortimani, 50—90% C, fob Kolombo, upakovan	91—	325	83—	295	79—	283	87—	356	71—	404	71—	404
Hromit												
Transval, droбив. hem. sortimani, baza 46% Cr ₂ O ₃ cif	23—	26	23—	26	23—	26	59—	64	64—	69	64—	69
Filipini, grubo sortirani, min 30% Cr ₂ O ₃ cif	42—	45	33—	43	54—	63	57—	66	77—	81	77—	81
u obliku peska, u kalupima, 93% finoće 30 meša, isp. Engl.	54—	58	54—	59	68—	79	71—	153	125—	131	125—	131
Kvarc												
mlevena silika, 99,5% SiO ₂ — 120 meša	17—	22	15—	20	15—	19	15—	20	40		42	
mlevena silika, 95,5% SiO ₂ — 300 meša	10—	13	9—	12	9—	11	9—	12	73		50	
mlevena silika 90% < 10 mikrona	—	—	—	—	—	—	—	—	—		119	
Kriolit												
prir. Grenland 94/98,5%, pakov. fob Denmark	256—	315	236—	291	226—	278	500—	550	500—	550	500—	550
Liskun u prahu												
suvo mleven, fco proizvođač	123—	149	118—	142	122—	145	212—	260	192—	262	192—	262
mokro mleven, fco proizvođač	205—	246	191—	238	186—	249	260—	472	343—	404	343—	404
rudarski otpaci, muskovit, bez stranih primesa, cif	59—	67	67—	74	72—	79	130—	153	111—	131	111—	131
mikroniziran	—	—	—	—	—	—	—	—	242—	323	242—	323
Magnezit												
Grčki nekalc., komad, cif	33—	46	31—	43	43—	57	57—	68	77—	91	77—	91
kalcinirani, poljopr. stepen, cif	—	—	—	—	—	—	—	—	101—	121	101—	121
kalcinirani, indust. stepen, cif	49—	67	45—	61	59—	81	94—	106	131—	262	131—	262
dobro pečen, sortirani, cif	51—	69	47—	64	59—	81	83—	106	131—	141	131—	141
Engl. sirov. magnezit, komad	72—	85	66—	78	79—	91	118—	142	141—	155	141—	155

*) Vazi primedba sa strane 168.

Proizvodni	I kvartal 1972.	I kvartal 1973.	I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	kraj IV kvartala 1975. i početak I karvata 1976.	I kvartal 1976. *)
Nitrat						
čilearski nitrat sode, oko 98%	96	89	115	191	157	147
Pirit, baza 48% S						
španski (Rio Tinto i Tharsis) fob Huelva portugalski (Aljustreal i Louzal) fot Setubal	9	8 nom.	nom.	nom.	nom.	nom.
ostali (Kipar, Norveka i dr.) cif	9	8 nom.	12— 15	12— 15	nom. nom.	nom. nom.
Potaša						
Muriata, 60% K ₂ O cif, cena po m. t materijala	38— 46	38— 45	43— 52	59— 71	91— .93	91— 93
Sumpor						
SAD, freš, tečan, sjajan (bistar) terminal Tampa	20	20	23	39— 71	67	67
SAD, freš, tečan, sjajan (bistar) cif S. Evropa	26	26	30	73	74	74
Meksički, kanadski, francuski, poljski, tečan, cif. S. Evropa	26	26	27— 29	35— 73	74	74
Kanadski, suve trake, cif S. Evropa	20— 22	20— 22	27— 29	34— 82	79— 84	79— 84
Talk						
norveški, francuski i dr., cif	29— 118	7— 109	26— 104	71— 260	61— 222	61— 222
Volastonit						
izvožno-izvozni kval. pakovan, cif	95— 108	87— 99	84— 95	87— 165	121— 141	161— 182

*) Važi primedba sa strane 168.

Izvori osnovnih podataka

Metal Statistics, 1973, 1974, 1975.
Preise Löhne Wirtschaftstrechnungen, 1973, 1974, 1975. i 1976.
Metal Bulletin — bilteni 1970—1976.
Metals Week — bilteni 1970—1976.
Industrial Minerals — bilteni 1970—1976.
World Mining — bilteni 1970—1976.
Engineering and Mining Journal 1970—1976.
Un Quarterly Bulletin — bilteni 1970—1976.
Metalstatistik 1963—1974., Frankfurt A/M,
Statistisches Bundesamt, Düsseldorf
Metal Bulletin (Monthly), 1973—1976.
South African Mining Engineering Journal, 1973, 1974, 1975. i 1976.
Bergbau, 1973—1975. i 1976.
Erzmetall, 1973—1975. i 1976.
Braunkohle, 1973—1975. i 1976.
Glückauf, 1973—1975. i 1976.
Canadian Mining Journal, 1973—1975. i 1976.
Mining Magazine, 1973—1975. i 1976.

NARUDŽBENICA

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujem na časopis za 1976. godinu

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 800,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

(mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa _____

M P

NARUDŽBENICA

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujem na časopis za 1976. godinu

N. dinara

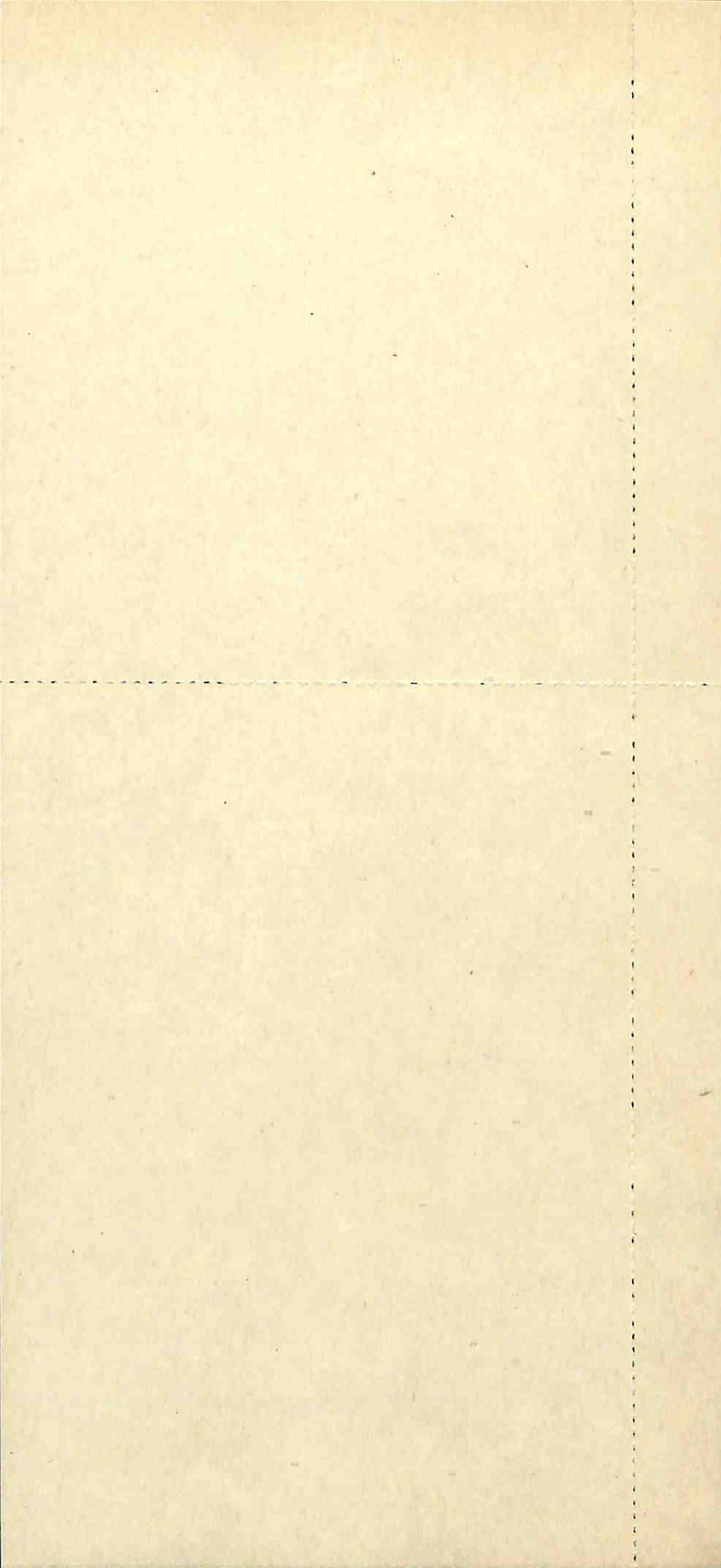
RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 160,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

(mesto i datum)

(Ime naručioca)
(adresa)

Overava preduzeće — ustanova



RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

izdaje časopis:

„RUDARSKI GLASNIK“

(izlazi 4 puta godišnje)

- Saradujte u njemu! Odaberite rubriku koja vas najviše interesuje i pošaljite svoj prilog
- Postavite pitanja — na njih će odgovoriti najeminentniji stručnjaci iz rudarstva, srodnih oblasti i službe zaštite na radu!
- Oglašavajte vaše proizvode u časopisu

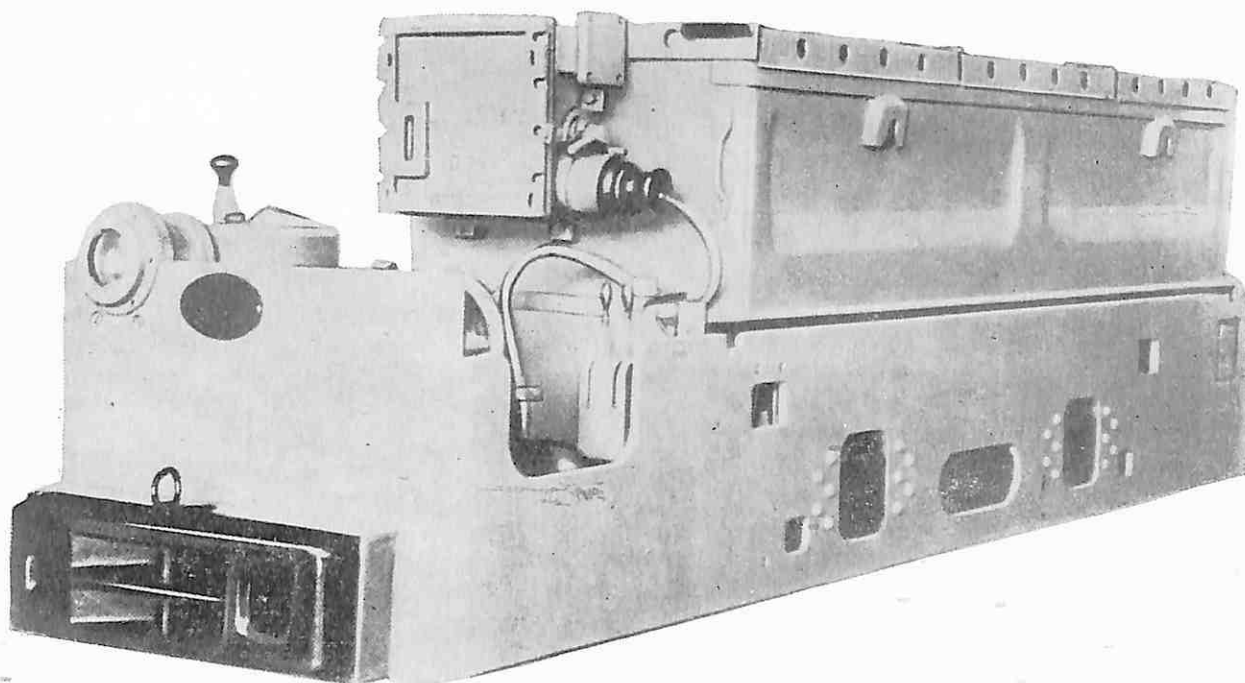
Cene:

1/1 strana u crno-beloj tehnici	2.000,00.- d.
1/2 strane u crno-beloj tehnici	1.500,00.- d.

Redakcija



ENERGOMACHEXPORT



V/O ENERGOMACHEXPORT VAM NUDI

široki asortiman kontaktnih i akumulatorskih električnih lokomotiva za prevoz rude i osoblja u ugljenokopima i rudnicima različite snage i gabarita. Jedna od osnovnih njihovih prednosti je potpuna bezbednost u radu, neophodna u teškim uslovima vađenja rude.

Kod ovih lokomotiva ojačana konstrukcija garantuje njihovu dugu eksploataciju bez generalne opravke, a pojavu nezgoda svodi na minimum. Sklopovi, mehanizmi i električni deo zaštićeni su od spoljnih uticaja.

Akumulatorske električne lokomotive, opremljene električnom instalacijom osiguranom protiv eksplozije, nezamenljive su u ugljenokopima i rudnicima, naročito opasnim zbog gasa i prašine. Kontaktne električne lokomotive jednosmerne struje za napon 250 V produktivnije su i imaju veću vučnu snagu.

Rudničke električne lokomotive su sigurne, jednostavne za rukovanje i održavanje. I akumulatorske i kontaktne lokomotive dobile su priznanje za rad u rudnicima i ugljenokopima ne samo u Sovjetskom Savezu već i u mnogim zemljama sveta.

Izvoznik:

V/O ENERGOEXPORT

Moskva, 117330

Mosfilmovskaja 35

Telefon: 143-89-82, 147-21-77

Teleks: 7565

Zastupnik za SFRJ:

JUGOKOMERC

71000 Sarajevo

Vojvode Putnika 18a

Telefon: 25-250

NOVO!

NOVO!

NOVO!

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 16.500 termina

U radu na rečniku učestvovali su najeminentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik ima format pogodan za upotrebu.

O-113
odlagalište, hidromonitorno visinsko

flushing dump above level
décharge (f) à chasse d'eau au
dessus du niveau
Hochspülkippe (f)
ВЪСОКОСМЫВНОЙ ОТВАЛ

O-114
odlagalište, klizanje

stockpile sliding; depot sliding
glissement (m) du remblai
kippenseitig
ОТВАЛЬНЫЙ ОПОЛЗЕНЬ

O-115
odlaganje, mesto

depot position; storage position
position (f) du dépôt
Kippstelle (f)
ОТВАЛЬНОЕ МЕСТО

O-116
odlagalište, napredovanje

advance of waste dump
avancement (m) du dépôt
Kippenfortschritt (m)
ПОДВИГАНИЕ ОТВАЛА

O-117
odlagalište, odbacivačko

stacker dump
dépôt (m) formé par l'engin de rejet
Absetzerkippe (f)
ЭКСКАВАТОРНЫЙ (АБЗЕТЦЕРНЫЙ) ОТВАЛ

O-118
odlagalište, okrenut ka

facing the stockpile; facing the depot
face (f) vers de dépôt; face (f) vers
le remblai
Kippenrutschung
СО СТОРОНЫ ОТВАЛА

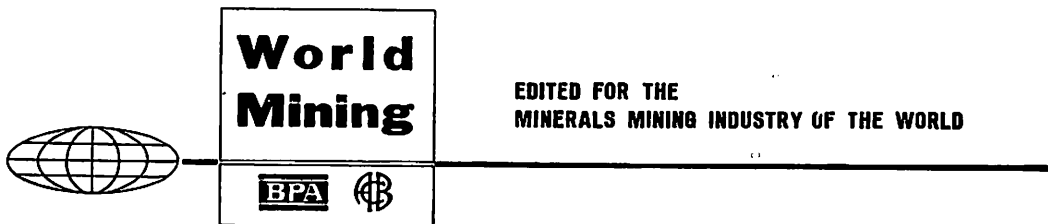


BECORIT GRUBENAUSBAU G.m.b.H.RECKLINGHAUSEN

... und wir möchten Ihnen mitteilen, dass Ihnen mit mehrsprachigem Fachwörterbuch ein ganz grosser Wurf gelungen ist. Obwohl die Bergleute in der ganzen Welt eine Sprache sprechen, die Sprache der Technik, verbunden mit den gemeinsamen Problemen und den alle Bergleute verbindenden Sorgen, ist ein derartiges Wörterbuch eine grosse Hilfe zur Überbrückung von reinen Sprachschwierigkeiten.

Wir können Ihnen zu diesem Fachwörterbuch nur gratulieren und hoffen, dass es zur weiteren Werständigkeit in der grossen Völkerfamilie beitragen wird.

... želeli bismo da Vam saopštimo da ste tim višejezičnim stručnim rečnikom napravili veliki potez. Mada rudari celog sveta, povezani zajedničkim problemima i brigama, govore istim jezikom — jezikom tehnike, ovaj rečnik je velika pomoć za savlađivanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



Thank you very much for sending me your excellent Mining Dictionary. I shall be pleased to publish a review of it in World Mining ... congratulations on your publication of this very useful reference work

Zahvaljujem se na slanju vašeg odličnog Rudarskog rečnika. Biće mi zadovoljstvo da objavim njegov prikaz u World Mining-u... primite čestitanja za publikovanje ovog veoma korisnog priručnika.

**SCHWERSCHMIEDEN HEUER
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN HAMMER 5868 LETMATHE — UNTERGRÜNE**

SEIT  1893

... teilen wir Ihnen mit, dass wir das Bergbauwörterbuch, das Sie uns zugesandt haben, ausgezeichnet finden. Das grosse Stichwortverzeichnis in 5 Sprachen hat uns bisher gute Dienste geleistet und wird es auch in Zukunft tun.

... saopštavamo Vam, da nalazimo da je Vaš Rudarski rečnik koji ste nam poslali odličan. Veliki registar na pet jezika učinio nam je do sada dobre usluge, a činiće to i ubuduće.

BERGAKADEMIE FREIBERG



Die Auswahl der Begriffe erfolgte sehr zweckmässig und nach neuesten Erkenntnissen, so dass auch alle modernen Termini im Wörterbuch enthalten sind... so dass dieses Wörterbuch für Übersetzungen bergbaulicher, aufbereitungstechnischer, geophysikalischer und geologischer Arbeiten von grossem Nutzen sein wird.

Die solide Aufmachung des sehr umfangreichen Wörterbuches und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleibenden Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

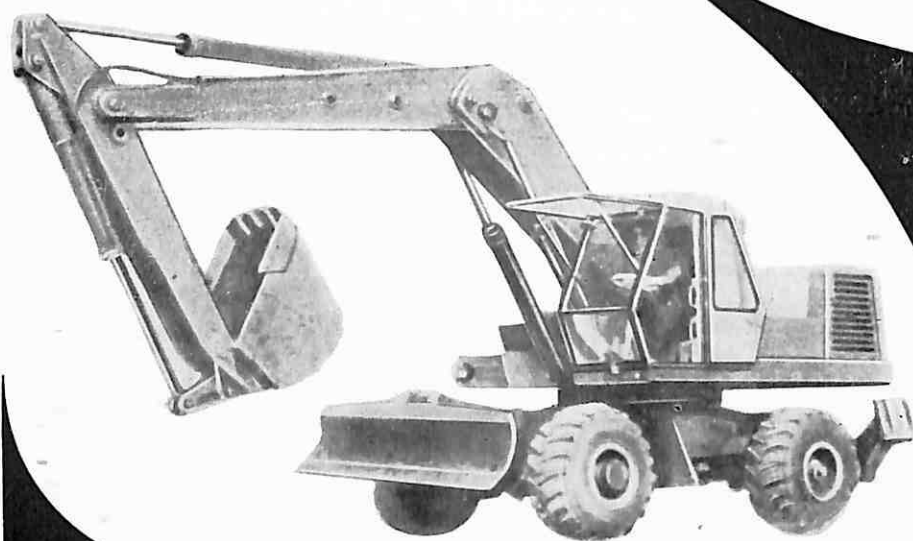
Izbor pojmova je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim saznanjima tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevođenje radova iz rudarstva, PDS, geofizike i geologije.

Solidna oprema vrlo obimnog rečnika i besprekorna štampa učiniće da će ova knjiga postati vrlo popularan priručnik. Rečnik se preporučuje svim institucijama koje se koriste stranom literaturom i njenim obrađivanjem.

ERZMETALL

Dieses Bergbauwörterbuch ist des Ergebnis jahrelanger Arbeit. Das ansprechend hergestellte und handliche Nachschlagewerk enthält mehr als 16.500 Fachausdrücke aus dem Bergbau, dem Hüttenwesen... Das erstaunlich vollständige Fachbuch enthält Begriffe wie »Abbaufont, stempelfreie«,... Übersichtliche Sachwortregister in den vier nicht-serbo-kroatischen Sprachen führen schnell über Kennzeichen zu der jeweiligen fünfsprachigen Wortzusammensetzung. Die Übersetzungen der einzelnen Zusammenstellungen sind knapp aber gut durchgeführt. Das »Bergbauwörterbuch« darf wohl als international anspruchsvoll bezeichnet und zur Anschaffung, nicht nur für Bibliotheken und Übersetzer, empfohlen werden.

Ovaj Rudarski rečnik je rezultat dugogodišnjeg rada. Dobro izrađen i za rukovanje spretan priručnik sadrži više od 16.500 stručnih izraza iz rudarstva, metalurgije... Zadivljujuće kompletna stručna knjiga sadrži izraze kao »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletnog termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.



MACHINOEXPORT

izlaže na Međunarodnom jesenjem Zagrebačkom velesajmu pored paviljona SSSR-a

HIDRAULIČNE BAGERE — TOČKAŠE I GUSENIČARE —

sledećih modela:

BAGER EO-3322 A sa vedrom zapremine 0,5 m³

BAGER EO-4321 sa vedrom zapremine 0,8 m³

BAGER EO-4121 sa vedrom zapremine 1,0 m³

Zastupnik za Jugoslaviju:

JUGOKOMERC

71000 Sarajevo

Vojvode Putnika 18/a

Izvoznik:

V/O MASHINOEXPORT

Moskva, 117330

Mosfilmovskaja ul. 35

Telefon: 147-15-42

Teleks: 7207



MACHINOEXPORT

☎ 14715-42 ☉ SSSR MOSKVA 117330 ⚡ MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT Ⓜ 7207

Izašao je iz štampe

Godišnjak o radu rudnika uglja u 1975. godini

Cena knjige je 1.700,00.— dinara.

Zainteresovani je mogu poručiti ili odmah uplatiti na račun 60805-506-6228 SDK Zemun, a Redakciji »Rudarskog glasnika« dostaviti tačnu adresu, na koju će knjiga biti upućena.

Knjiga se pre uplate ne dostavlja!

Redakcija

PROIZVOĐAČI OPREME

Dostavite nam prikaze Vaših najnovijih proizvoda koje ćemo objaviti **BESPLATNO** u rubrici »Nova oprema i nova tehnička dostignuća«.

Članak treba da obuhvati najviše 5 kucanih stranica sa 2—3 fotografije.

Prikaze dostaviti na adresu:

RUDARSKI INSTITUT

Redakcija »Rudarskog glasnika«
Zemun, Batajnički put br. 2.

Redakcija

POSEBNA IZDANJA RUDARSKOG INSTITUTA

	Cena po primerku
— Dr ing. Mira Manojlović-Gifing: »TEORETSKE OSNOVE FLOTIRANJA«	40,00
INFORMACIJA C₁ Informacija o proizvodnji, zalihama i tržištu uglja koja izlazi mesečno i daje sliku momentalnog stanja, godišnja pretplata	1.000,00
10 GODINA RUDARSKOG INSTITUTA Publikacija u kojoj su objavljeni radovi saradnika Rudarskog instituta po temama koje je obrađivao Institut u toku protek- lih deset godina — jubilarna publikacija	70,00
— Dr ing. Branislav Genčić: »TEHNOLOŠKI PROCESI PODZEMNE EKSPLOATACIJE SLOJEVIH LEŽIŠTA« (I deo)	50,00
— Prof. dr Velimir Milutinović: »KOMPLEKSNA METODOLOGIJA EKONOMSKE OCENE LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA«	100,00
»INFORMACIJE B« (po pregledu od 1—56)	25,00

Ri RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

Na principu inženjeringa, samostalno i u saradnji sa domacim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
- IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
- IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA

- površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
- oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
- miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromašinske delatnosti i tehničke zaštite

- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVOĐENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
- REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA
- VRŠI OPTIMIZACIJU KAPACITETA I IZBOR NAJPOVOLJNIJIH VARIJANTI KORIŠĆENJEM SAVREMENIH METODA I MATEMATIČKIH MODELA

Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svetske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti.

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje kvartalni časopis:

RUDARSKI GLASNIK

- veliki broj stručnjaka
- visok naučni i stručni nivo
- ostvareni naučno-istraživački rezultati primenjeni u praksi
- iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
- savremena oprema garantuju: BRZE

SAVREMENE
KVALITETNE

usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na:

POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE
I INŽENJERING U RUDARSTVU

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2.
Telefon 691-223 (Teleks 11830 YU RI)
Poštanski fah 116.

Ri

- large number of experts
- high scientific and specialized level
- realized scientific-research results applied in practice
- experience and following of scientific — technical achievements throughout the world
- up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-scale plants

guarantee:

FAST
CONTEMPORARY
HIGH QUALITY

services in above activities

For the arrangement of complete engineering in the field of mining, refer to the:

CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE OF MINING

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2
 tel. 691-223 — telex 11830 YU RI

Ri

Ri RUDARSKI INSTITUT
BEOGRAD — ZEMUN
 Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR

- open-cast and underground exploitation of mineral ores
- mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
- blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection

- CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS, SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
- RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES

Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.

The Institute of Mines editorial activities include the quarterly periodical:

RUDARSKI GLASNIK

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

