

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9637

BROJ **3**
1977

RUDARSKI GLASNIK

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

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

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

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9637

BROJ **3**
1977

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

GLAVNI UREDNIK

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

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

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

ARITONOVSKI dipl. ing. UROŠ, Rudarski institut, Skopje

ČURČIĆ dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd

DRAŠKIĆ prof. dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

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

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

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

JOŠIĆ 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 mr 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 finansiranju izdavanja časopisa učestvuje Republička zajednica
za naučni rad — Beograd**

SADRŽAJ

INDEX

Eksploatacija mineralnih sirovina

Dipl. ing. RADMILO OBRADOVIC — dipl. ing. DRAGICA ILIC — dipl. ing.
ALEKSANDAR DUTINA — dipl. ing. ALEKSANDAR STAMATOVIĆ

Klizište zapadne završne kosine površinskog otkopa »Kosovo«-Belačevac —	5
Summary — — — — —	14
Zusammenfassung — — — — —	14
Резюме — — — — —	15

Dipl. ing. RADOSAV VESELINOVIC — dipl. ing. IJUBOMIR BLAŽEVIC

Prikaz izvoznog sistema u rudniku Novo Brdo — — — — —	16
Summary — — — — —	28
Zusammenfassung — — — — —	28
Резюме — — — — —	28

Dipl. ing. MILICA PIFAT

Ocena hidrogeoloških uslova otkopavanja u otkopnom polju Sibovac — ko-	
sovski ugljeni basen — — — — —	29
Summary — — — — —	35
Zusammenfassung — — — — —	36
Резюме — — — — —	36

Priprema mineralnih sirovina

Dr biol. DARINKA MARJANOVIC

Rasprostranjenost litotrofne bakterioflore u domaćim ležištima bakra i ok-	
sidacioni procesi u ležištu — — — — —	37
Summary — — — — —	46
Zusammenfassung — — — — —	46
Резюме — — — — —	46

Dipl. ing. LJILJANA JANKOVIC

Tehnološka istraživanja mogućnosti proizvodnje izolacionih materijala na	
bazi dijatomejske zemlje i azbesta — — — — —	48
Summary — — — — —	54
Zusammenfassung — — — — —	55
Резюме — — — — —	55

Ventilacija i tehnička zaštita

Dipl. ing. VLADIMIR IVANOVIC — dipl. ing. OBREN KOPRIVICA

Analiza ventilacionih karakteristika prirodnog provetravanja u površinskom	
otkopu rudnika bakra Majdanpek — — — — —	56
Summary — — — — —	65
Zusammenfassung — — — — —	66
Резюме — — — — —	66

Dipl. ing. DRAGOLJUB UROŠEVIC

Ergonomski pristup rešenju problema zaštite rudnika od agresivnog dejstva	
prašine u objektima pripreme mineralnih sirovina — — — — —	67
Summary — — — — —	71
Zusammenfassung — — — — —	71
Резюме — — — — —	71

Termotehnika

Mr ing. BORISLAV PERKOVIC

<i>Neki aspekti analize procesa u termoelektranama</i>	— — — — —	72
<i>Summary</i>	— — — — —	76
<i>Zusammenfassung</i>	— — — — —	76
<i>Резюме</i>	— — — — —	77

Projektovanje i konstruisanje

Dipl. ing. Marija Mihajlovic — dipl. ing. Ćedomir Stanojlovic

<i>Primena radioizotopskih merača gustine flotacijske pulpe i nivoa rude u bunkerima</i>	— — — — —	78
<i>Summary</i>	— — — — —	87
<i>Zusammenfassung</i>	— — — — —	87
<i>Резюме</i>	— — — — —	88

Doc. ing. Vlastimir Trajkovic — dipl. ing. Kostantin Stefanovic

<i>Prilog određivanju elemenata pri proračunu linije dvoužetne žičare</i>	— —	89
<i>Summary</i>	— — — — —	93
<i>Zusammenfassung</i>	— — — — —	94
<i>Резюме</i>	— — — — —	94

Istorija rudarstva

Dr Vasilije Simic

<i>Proizvodnja gvožđa iz magnetitskog peska između Južne Morave i reke Me- ste u Bugarskoj</i>	— — — — —	95
<i>Kongresi i savetovanja</i>	— — — — —	103
<i>Nova oprema i nova tehnička dostignuća</i>	— — — — —	104
<i>Prikazi iz literature</i>	— — — — —	105
<i>Bibliografija</i>	— — — — —	109
Mr ekon. Milan Žilic		
<i>Cena nekih primarnih proizvoda rudarstva u svetu</i>	— — — — —	120

Klizište zapadne završne kosine površinskog otkopa »Kosovo« — Belačevac

(sa 8 slika)

Dipl. ing. Radmilo Obradović — dipl. ing. Dragica Ilić — dipl. ing. Aleksandar Dutina — dipl. ing. Aleksandar Stamatović

Uvod

Deo Kosovskog basena koji obuhvata površinski otkop »Belačevac« karakteriše se jednostavnim stratigrafskim odnosima. Zapadni obod izgrađuju paleozojske tvorevine. U litološkom pogledu paleozojske tvorevine izgrađene su od kristalastih škriljaca, argilišista, glinenih i liskunovitih škriljaca i sivih kristalastih krečnjaka. U tektonskom pogledu oni su jako poremećeni i raseljenjem izlomljeni i grade blokovsku strukturu. Krečnjaci su, verovatno, (M. Atanacković) mlađi od kristalastih škriljaca, preko kojih konkordantno leže. Prema pojavljivanju ovih krečnjaka postoji verovatnoća da oni čine podlogu ugljenom sloju u izdaničnom području, a što nije istražnim radovima i utvrđeno.

Neposrednu podinu ugljene serije čine zelene peskovite gline mestimično sa sočivima peska, a u pojedinim rejonima mesto zelenih glina javljaju se žute karbonatne gline. Ova serija pripada donjem pontu.

Prelaznu seriju na ugljenom sloju čine ugljevit gline, tamnosive gline i glinoviti ugalj, koji kontinuirano prelaze u ugljeni sloj. U rejonu »Belačevac« moćnost ugljenog sloja se kreće od 50 do 90 m.

Na osnovu podataka istražnih bušenja i površinskih izdanaka utvrđena je geološka granica prostiranja ugljenog sloja koja nije oštra, već se postepeno raslojava i zaleže u

neproduktivne rejone. Severni, istočni i južni ivični delovi ugljonosnog polja karakteriše naizmenično smenjivanje uglja, glinovitog uglja, ugljevit gline i sivo-zelene masne i peskovite gline, dok se zapadni deo polja na liniji Slatina—Sibovac odlikuje veoma ostrim prelazom između ugljenog sloja i terena.

Granica između uglja i povlate je oštra. Najrasprostranjeniji litološki član povlatne serije je siva glina (pripada gornjem pontu) koja predstavlja homogenu masu, kod koje u vertikalnom preseku ne postoje neke izrazito litološke promene. Dosta je čvrsta, bez jasno izražene slojevitosti, ponegde je fino peskovita i slabije ili jače laporovita.

Siva glina je u svojim najvišim delovima i na otvorenim izdancima, pod uticajem atmosferilija, jako izmenjena, obogaćena oksidima gvožđa i sa veoma brojnim konkreijama kalcijum karbonata. Izmenjena siva glina nazvana je žutom glinom, koja zbog svoje rastresitosti, a, delimično, i peskovitosti u kišnim periodima postaje veoma plastična i zasićena vodom. Zbog toga, ovakve raskvašene mase često klize preko svoje podloge, odnosno preko vodonepropusne sive gline.

Na delu površinskog otkopa karakteristična je radijalna tektonika sa naglim iskl njenjem pliocenske serije prema zapadnom obodu. Raselinske linije imaju pravac pružanja sa obodnom raselinskom linijom (SSZ-

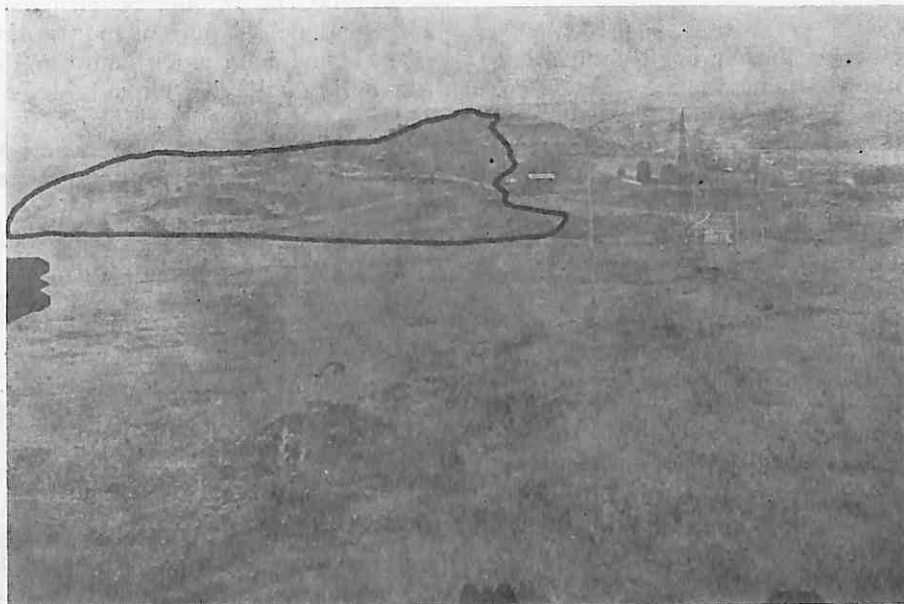
-JJI). Duž ovih skoro paralelnih raseda došlo je do stepenastog spuštavanja blokova, te se ugljeni sloj, idući od zapadne granice polja prema istoku javlja sve dublje počev od kote 569 (KD-016) do ispod kote 505. Na površinskom otkopu »Belačevac« nalaze se rasedi upravni na pomenute pravce, kao što je tektonski rov u središnjem delu otkopa, gde je ugalj spušten i ispod kote 500, zatim na jugu otkopa gde se u pravcu SI — JZ može videti niz paralelnih raseda, pri čemu se ugalj spušta od kote 550 do kote 504 (makazasti tip rasedanja).

U ugljenoj seriji izražena je i mikro tektonika, tako da se u pojedinim blokovima uočavaju vertikalna pomeranja (do nekoliko desetina santimetara) na vrlo kratkom rastojanju. U obodnom delu, a na vrlo kratkom rastojanju, ugljena serija ima različit položaj, od skoro horizontalnog, nagnutog, pa i do vertikalnog.

tektonikom zapadni deo je izdelfen na niz manjih i većih blokova različitog pružanja i pada. Tako na zapadnom krilu rova ima skoro vertikalnih ugljenih serija, a južno od rova naglo podizanje ugljene serije sa vrlo strmim padom.

O hidrogeološkim karakteristikama otkopa može se govoriti samo na osnovu geoloških i rudarskih radova, jer nisu vršena (do klizanja) skoro nikakva hidrogeološka istraživanja.

Dosadašnja iskustva pri izradi prostorija za odvodnjavanje otkopa ukazuju da se radi o statičkim vodama. U istražnim geološkim bušotinama u toku 1975. godine, konstatovan je vrlo visoki nivo podzemnih voda. Različiti nivo podzemnih voda, utvrđen u sondažnim bušotinama u zoni kliznog područja, objašnjava se blokovskom strukturom.



Sl. 1 — Opšta dispozicija klizišta Belačevac.

Novijim istražnim radovima, a i samim klizanjem terena, dokazuje se da pliocenska serija isklinjava i to vrlo naglo. U obodnom delu pored isklinjenja ugljene serije jako je izražena i sekundarna tektonika i to u zoni tektonskog rova (slika 1). Istražnim radovima na rastojanju 30—40 m u zoni tektonskog rova, razlike pojavljivanja uglja su do 40 m. U zoni postojećeg klizišta ovakvom

Analiza rezultata terensko-laboratorijskih ispitivanja

Koristeći svu postojeću dokumentaciju (1—4) sa lokacije površinskog otkopa »Belačevac«, kao i najnovija ispitivanja u zoni klizišta i van njega, izvršena je analiza i interpretacija pojedinih fizičko-mehaničkih osobina. Ranija geološka interpretacija ovog

P L I O C E N	MOĆ- NOST	PROFIL	PETROGRAFSKI TERCIJARNIH	IZGLED NASLAGA
B A Z A L N A	S E R I J A	POVLATNE NASLAGE	0-6 m	ŽUTA GLINA (gornji pont)
		UGLJENI SLOJ	15 m do 40 m	SIVA LAPOROVITA GLINA (gornji pont)
		UGLJENI SLOJ	2-10 m	UGLJENI SLOJ (donji i gornji pont)
		BAZALNA	do 300 m	ZONA RASLOJAVANJA zemljast ugalj pepela masa tamno siva glina zelena glina sa konkrecijama CaCO_3 ZELENA GLINA (pliocenska serija) mestimično fino peskovita glina (donji pont)

Sl. 2 — Geološki stub prema rezultatima novih istraživanja.

dela terena zbog nedostataka podataka bila je u pojedinim zonama slobodno interpretirana. Nove sondažne bušotine u telu klizišta, određene pre početka klizanja, dale su dovoljno podataka da se izvrši verifikacija postojećih geoloških profila terena. Na osnovu ovih radova i ispitivanja i novih geoloških profila izvršena je klasifikacija i identifikacija tla i podela litološke serije (pliocenske serije) na sledeće članove od podine prema povlati, što je prikazano na geološkom stubu — slika 2.

Na osnovu vrednosti granice tečenja i indeksa plastičnosti, pojedine vrste tla klasifikuju se u pogledu plastičnih osobina kao masne gline visoke plastičnosti ili organske prašine visoke plastičnosti, dok se prema indeksu konsistencije nalaze u stanju mekane plastičnosti $I_c = 0,50 - 0,75$ (pepelasta masa i ugljevit glina), zatim u stanju tvrde plastičnosti (siva glina i zelena glina).

Analizirani su mnogobrojni podaci laboratorijskih ispitivanja čvrstoće smicanja, te su usvajanjem jedinstvenog kriterijuma u pogledu uslova i vrste opita, statistički obrađeni — stepen zasićenja iznosio je $S_r = 0,89 - 0,99$. Primenom metode verovatno-

Tablica 1

Usvojene vrednosti elemenata unutrašnjeg otpora za proračun stabilnosti

Vrsta tla	φ	$\text{tg } \varphi$	$\frac{C}{\text{Mp.m}^{-2}}$	$\frac{\gamma}{\text{Mp.m}^{-3}}$
1. Zelena glina — peskovita podina	22°30'	0,414	3,10	2,28
2. Zona raslojavanja — tamno-siva glina — ugljevit glina — peskovita glina	10°50'	0,191	1,60	1,75
3. Ugljevit glina — ugalj — proslojci — zeljasti ugalj	24°00'	0,445	0,00	1,25
4. Siva laporovita glina — povlata	15°45'	0,82	2,20	2,39
5. Žuta glina — povlata	14°35'	0,260	2,00	2,27

će kod ocene karakteristika materijala tla, omogućeno je da se pri proračunu računskih karakteristika uzmu u obzir prirodne promenljivosti, broj određivanja i zadata pouzdanost od $P = 95\%$.

U cilju provere dobijenih računskih karakteristika izvršena su i dopunska ispitivanja rezidualne čvrstoće smicanja za sivu glinu, pepelastu masu i ugljevitlu glinu.

Takođe su, na osnovu geodetskih osmatranja pojedinih profila na klizištu (0—0 do 11—11), konstruisane klizne površine, te je metodom obrnutog proračuna utvrđena vrednost trajne čvrstoće materijala na kontaktu povlatne gline i uglja, kao i u zoni raslojavanja u podini.

Dobijene vrednosti ugla unutrašnjeg trenja metodom obrnutog proračuna, su sledeće: kontakt sive gline i uglja $\varphi = 15^{\circ}50'$ i $\varphi = 12^{\circ}50'$, a u zoni raslojavanja $\varphi = 10^{\circ}30'$ i $\varphi = 4^{\circ}30'$.

S obzirom na ispucalost kompleksa ugljene serije u završnim kosinama, koja je izložena uticaju atmosferilija, prvobitna čvrstoća umanjuje se za koeficijent strukturnog oslabljenja $\lambda = 0,47$ (za lignit).

Analiza stabilnosti

Na zapadnoj strani površinskog otkopa »Belačevac« obrazovano je klizište dužine oko 1000 m, širine od 250 do 450 m, dubine oko 40 m koje obuhvata završnu kosinu između kote 500 m i kote 584 m. Klizište ovih dimenzija čija je dispozicija data na slici 1, nastalo je između 17. i 19. juna 1975. godine.

Prva pojava klizanja (1969/70) malih razmera na ovom delu terena manifestovala se u vidu tečenja žute povlatne gline na koti 565—573. U periodu 1970/71. u završnoj kosini, došlo je do prvih pojava klizanja u ugljenoj etaži na dužini od oko 150 m. Tada je konstatovano da je do klizanja došlo po sistemu pukotina i prslina u uglju zapunjenih pepelnom masom i glinom, a koji su bili pod nagibom od 20° — 80° u pravcu napredovanja otkopanog fronta. Na severozapadnom delu otkopa došlo je (1971. godine) do pojave klizanja većih masa koje su obuhvatile povlatne serije i kompleks uglja od kote 554—536 m, dimenzije oko 180 m u gornjoj visini i 70 m u nožici ugljenih etaža (kota 26 m). Tom prilikom je utvrđeno u rasednoj zoni (koje sadašnje klizno telo

deli na dva dela) kretanje povlatnih naslaga i tečenje žute gline, čiji su uzrok bili prodor površinske vode i neadekvatna visina parcelalnih radnih etaža.

U toku 1972. godine na južnom delu otkopa došlo je do klizanja ugljene mase na kontaktu sa podinskom zelenom glinom, pri čemu je najverovatnije klizna zona bila u raslojenom delu uglja. Klizna površina (klizno ogledalo) je bila uočljiva na delu ispod završetka betonskog dela kanala. Krajem 1973. godine došlo je do klizanja završne kosine uglja iznad kote 500 na severnom delu, tj. ranije klizište se ponovo aktiviralo spuštanjem na kotu 500. Prodiranje površinskih voda kroz pukotine u ugljenoj masi, kao i neodvodnjavanje kote 500 bili su glavni uzrok ponovnog klizanja.

Tokom analize uzroka klizanja uočeno je da veliki deo ovog terena nije u geološkom smislu detaljno definisan, tj. nisu bili tačno utvrđeni položaj ugljenog sloja u ovom obodnom delu, položaj raseda i nivo podzemnih voda, odnosno da li postoji veza ugljenog sloja i paleozojskih serija (krečnjaka) u pogledu prehranjivanja vodom.

Postojeći sistemi odvodnjavanja na severu i jugu periodično su radili, i u kritičnom periodu u novom niskopu (na jugu) naglo je spušten nivo vode za 40 m, stvarajući depresionu zonu. U pomenutom periodu, dugotrajne padavine uticale su da se u ovoj zoni voda sa čitavog slivnog područja slije na najnižu otvorenu kotu u otkopu.

Nastankom pomenutog klizišta oformljene su pukotine širine više desetina santimetara, koje su poslužile za prodor vode, tako da su se u niskopu javila kolebanja nivoa vode 24.06.1975. godine za oko 20% većeg od normalnog, a 25.06.1975. za oko 50% većeg sa tendencijom stalnog porasta. U tom periodu došlo je i do vertikalnih i horizontalnih pomeranja, reda veličine i do 4 m/24 časa, koja su posle 4—5 dana pokazivale tendenciju opadanja sa pomeranjem od 25—30 cm/24 časa.

Na osnovu osmatranja repera proračunate veličine vektora pomeranja ukazala su na veoma intenzivno kretanje u periodu merenja (I. faza kretanja klizišta) i da iznosi od 6,06 do 14,61 m (od 20.07. do 14.11.1975. godine).

Programom sanacije predviđena su potrebna fotogrametrijska snimanja u cilju

utvrđivanja dimenzija i oblika kliznog tela; zatim geološki i terenski radovi, postavljanje repera za osmatranje, klizomera za definisanje dubine kliznog tela, pijeometri, laboratorijska ispitivanja i ugradnja hidrauličnih sonde u cilju utvrđivanja pritiska iz podine, a na trasi bagera SRs-470. 15/3,5, koji je vršio otkopavanje uglja u neposrednoj aktivnoj zoni klizišta.

Na osnovu geotehničkih merenja na klizomerima i geodetskih profila, izrađena je karta izolinije po podini kliznog tela (5).

Prema položaju i obliku klizne površine, na karti izolinija utvrđena su tri dela: severni, srednji i južni deo. Red veličina pomeranja ovim merenjem iznosi od 4,83 cm/dan u središnjem delu do 0,31 cm/dan na koti 500 u periodu merenja. Konstatovano je da se klizna površina formira u nožnim delovima ugljene serije, iznad kontakta sa podinskom serijom, ili ide po kontaktu. Pokrenute stenske mase najvećim delom pripadaju ugljenoj seriji, zatim povlatnoj i podinskoj seriji.

Ugao pada klizne površine na klizištu bio je blag i kreće se od 8° — 16° , dok su na kliznim šavovima uglovi pada klizne površine veliki i iznose između 60° i 85° .

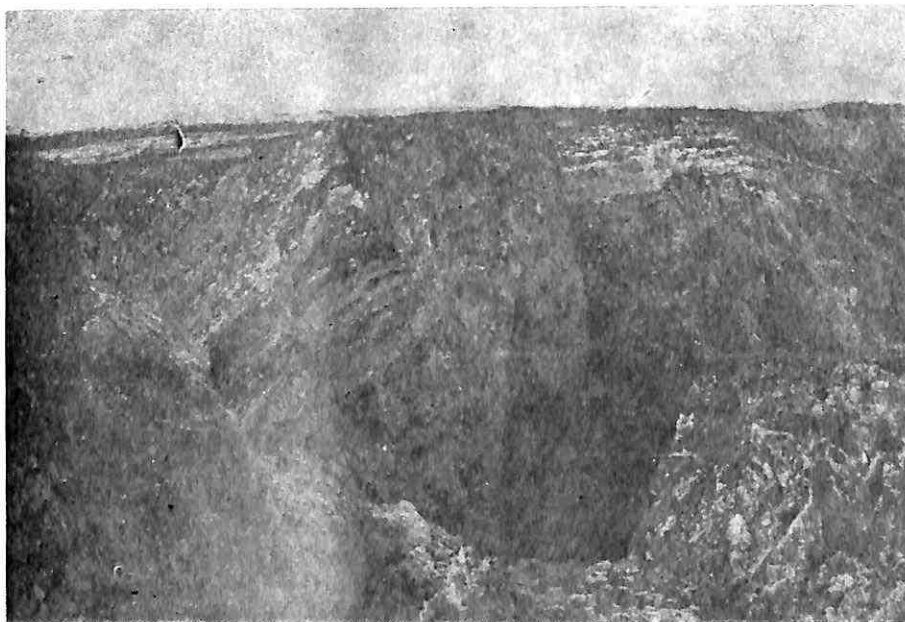
Analizirajući sve podatke: geološke, hidrogeološke, geotehničke, a naročito podatke iz bušotina u toku perioda 1970/75. godine, došlo se do saznanja da se primarna površina klizanja nalazi u zoni raslojavanja u kontaktu sa podinom, a da se ne isključuje mogućnost postojanja niza sekundarnih kliznih površina u ugljenoj seriji kao diskontinuiranoj sredini (što su potvrdili i rezultati merenja klizomerima).

U odnosu na stvaranje klizne površine u ugljenoj seriji mogu da postoje dva slučaja:

— da je ceo masiv uglja homogen, a lom nastaje u kliznoj ravni, koja zavisi samo od čvrstoće smicanja i od stanja napona u ugljenoj seriji. Ovaj slučaj samo je delimičan na tretiranom klizištu i

— lom nastaje po unapred predviđenoj geološkoj strukturi u raslojenoj sredini kontakta podine i ugljene serije.

Kombinacija ova dva slučaja je najverovatnije rešenje u našem slučaju. Pokrenuti deo terena kretao se translatorno niz kosinu (najčešće krivolinijski). Pomeranje mase u klizištu vršilo se po kontaktnoj zoni, bez odvajanja od nje, po uočljivoj kliznoj površini ili zoni klizanja (u gornjim delovima). Početni procesi kretanja masa bili su celoviti, uz manju ili veću povezanost celo-



Sl. 3 — Blokovsko spuštanje u ugljenoj masi.



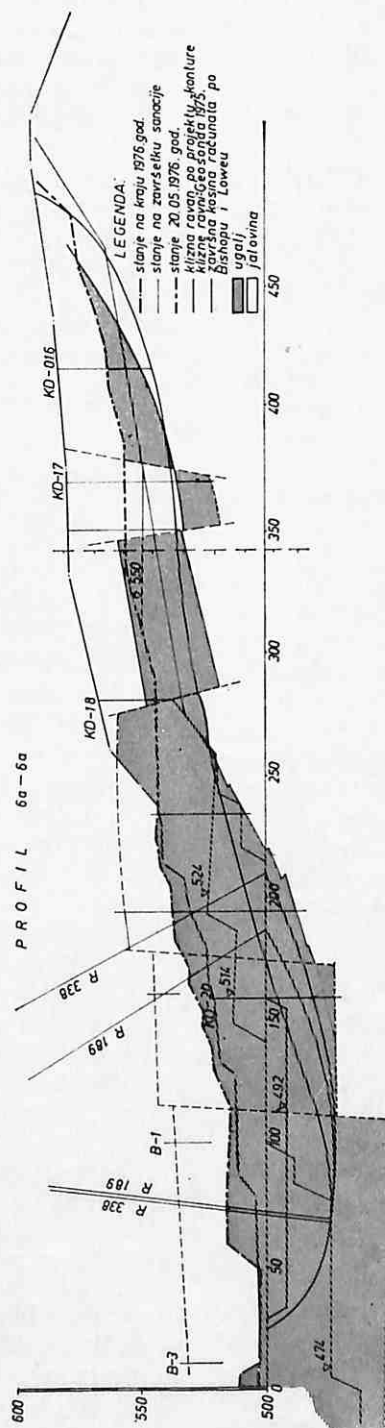
Sl. 4 — Pokretanje bloka
sa dispečerskom zgradom.

kupne pokrenute mase koja se kreće. U ugljenom sloju javljali su se diskontinuirani blokovi (slika 3) koji su »putovali« kao »neporemećeni« deo (slučaj dispečerske zgrade — slika 4), pri čemu je došlo do pokretanja zgrade više desetina santimetara bez stvaranja naprslina u njoj.

U kasnijoj fazi, posle prvih smirivanja naglih kretanja, dolazi do sekundarnog klizanja i pojedinačnog kretanja nejednakim brzinama i u različitim pravcima. Proces klizanja prenosi se zatim na nepokrenute mase

u dubljim delovima, u nožici kosine, što dovodi do loma ugljene serije i manifestuje se u izdizanju nožice ugljene etaže na koti 500 i do 12 m.

Proces klizanja odvijao se diskontinualno sve do kritičnog dana 19.06.75. god., kada je kontinuirano zahvatio celu masu i zatim veoma brzo u prvoj fazi dostigao maksimalno pokretanje po vertikali i horizontali. U periodu avgust—septembar 1975. god. došlo je do prividnog smirivanja kretanja masa.



Sl. 5 — Profil 6a — 6a.

Proračun stabilnosti izvršen je po metodi A. Bishop-a*). Zona klizišta, slika 1, bila je podeljena sa 14 inženjersko-geoloških profila na kojima je izvršena analiza stabilnosti. Ulazni podaci za proračun dati su u tablici 1.

Proračunom stabilnosti analizirana su sledeća stanja na terenu:

- postojeće stanje na dan 19.11.1975. g.
- stanje projektovano dopunskim rudarskim projektom
- novo projektovano stanje.

Osim toga razmotrene su još neke varijante koje su imale za cilj bar odgovarajuće tehnologije za sanaciju klizišta.

Kao završna varijanta analize stabilnosti smatrana je ona, koja se mogla prvo tehnološki sprovesti, a pokazala je stepen stabilnosti veći od 1,10.

Teren, na kome su sve dobijene vrednosti faktora sigurnosti ispod 1,10 do 1,0 smatra se uslovno stabilnim.

Na slici 5 prikazana je analizirana stabilnost, pri čemu je usvojena završna kosina sa koeficijentom sigurnosti većim od 1,10 za novo projektovanu varijantu. Granični slučaj veličine pornog pritiska za analizirane slučajeve je $r_u = 0,2 - 0,30$. Svi proračuni su potvrdili da ne treba očekivati veliku stabilnost terena, ako se ne preduzmu mere sanacije sa odvodnjavanjem do kote 485.

S obzirom na nagib podine i do 18°, analizirana je i stabilnost na pomenutim profilima i po grafičkoj metodi J. Lowe-a koja je programirana u Računskom centru Rudarskog instituta.

Rezultati proračuna po obema metodama su skoro identični, s tim što se dobijaju nešto veći faktori sigurnosti po metodi Lowe-a.

Proces kretanja masa se ne može zaustaviti delimičnim i parcijalnim rešenjima, već samo kombinacijom klasičnog rasterećenja tela klizišta u gornjem delu i tehnologijom otkopavanja sa odvodnjavanjem.

Tehnologija sanacije klizišta

Analiza stabilnosti završne kosine je pokazala da je za njeno dovođenje u stabilno stanje potrebno, pre svega, izvršiti rastere-

ćenje masa, a zatim skinuti ugulj na većini profila sve do podine.

Tehnološka zamisao sanacije je da se sanacija izvede diskontinualnom mehanizacijom, lako pokretljivom, za što je moguće kraći vremenski period, i to tako da ne ometa normalan tok proizvodnje u istočnom delu otkopa.

Kako su pokrenute mase dostizale vrednost od oko 5.530.000 tona uglja i oko 1.300.000 m³ jalovine, to se izvođenje sanacije nije moglo odvijati u jednom mahu, već je podeljeno na faze. Razgraničavanje pojedinih faza izvršeno je na osnovu tehnoloških uslova izvođenja sanacije i to na sledeći način:

»0« faza — skidanje jalovine do kote 560 m i odvoz na odlagalište »Bojatske njive«

»1« faza — skidanje jalovine do kote 550 m i niže, odvoz na odlagalište »Bojatske njive« i dovođenje klizišta na završnu kosinu na profilima 1—1 do 4—4

»2« faza — nastavak dovođenja klizišta na završnu kosinu na profilima 5—5' do 6—6', skidanje jalovine iz raseda na profilima 7—7' i 8—8' i odvoz na profile 1—1' do 5—5'.

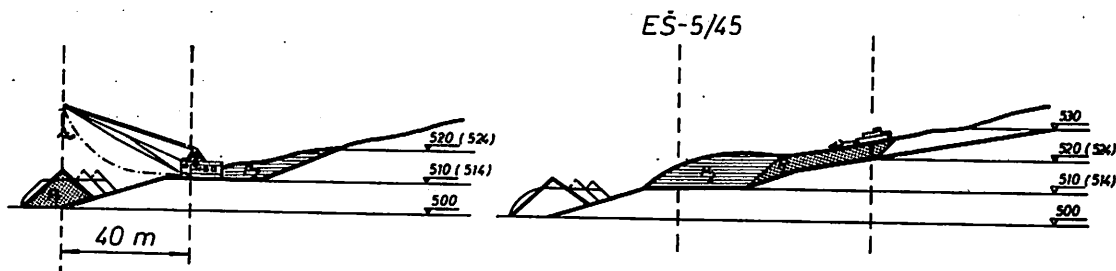
»3« faza — skidanje jalovine iz raseda na profilima 7—7' i 8—8', odlaganje na profile 5—5' do 6—6' i otkopavanje etaže 492 (487)

— završetak radova na izvođenju završne kosine, otkopavanje etaže 487.

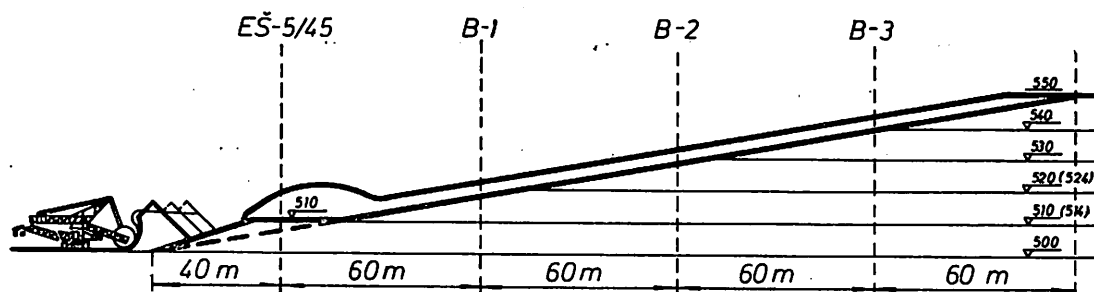
Za skidanje jalovine koja se nalazi iznad kote 550 m predviđenu mehanizaciju čine utovarivači i kamioni — autokiperi. Automobilski transport je izabran zbog izvanrednih manevarskih svojstava pri radu, velike nezavisnosti u radu, kao i mogućnosti iznajmljivanja. Orijentacija na ovakav način skidanja jalovine pokazala se sasvim ispravnom, jer je samo u toku 1975. godine skidano i odloženo na spoljnjem odlagalištu »Bojatske njive« oko 416.000 m³, a očekuje se da će ta cifra u 1976. godini biti znatno premeštena.

Odlaganje jalovine se vrši samo u letnjem periodu, zbog fizičko-mehaničkih osobina gline, čija lepljivost je 6,7 do 7,2 kp/cm².

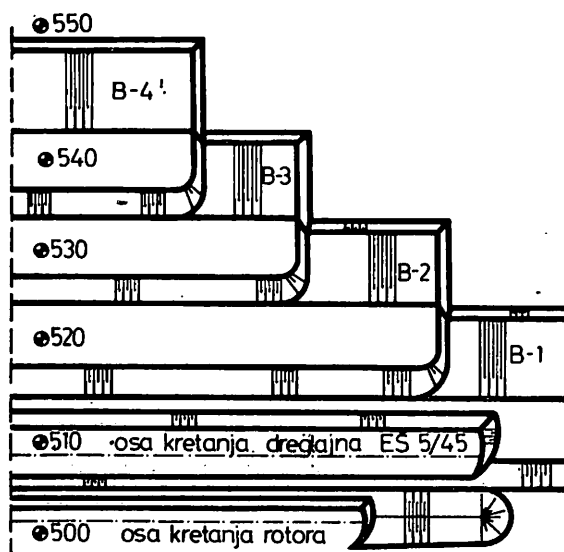
* Metoda proračuna programirana u Računskom centru RI — Beograd.



Sl. 6 — Rad bagera dreglajna i buldozera.



Sl. 7 — Bager SRs 470 15/3.5 i raspored ostalih buldozera.



Sl. 8 — Tehnologija rada na sanaciji klizišta.

Skidanje uglja vrši se buldozerom i bagerom dreglajnom, a kao utovarno sredstvo koristi se rotorni bager, koji uglj i tovari na etažnu transportnu traku. Sam način ra-

da sastoji se u sledećem: bager dreglajn se kreće na nivou 510—515 i radi plato, prebacujući uglj iznad nivelete trase po kojoj se kreće na kotu 500, gde mase prihvata bager SRs-470.15/3.5 i tovari ih na etažni transporter (sl. 6 i 7).

Uglj se na ovako izrađeni plato buldozerima dogura od granice izvođenja kosina i to na sledeći način:

— prvi buldozer gura mase do zahvata dreglajna, drugi buldozer će posle odmicanja prvog mase dogurati na mesto oslobođeno prvim buldozerom, a treći na mesto drugog (sl. 8).

Ovako odabranom tehnologijom u toku 6 meseci 1976. godine otkopano je i odvezeno oko 800.000 t uglja iz klizišta.

Za skidanje jalovine ispod uslovno usvojene kote 550 m predviđa se upotreba skrepera zbog mogućnosti objedinjavanja tri radna procesa: utovara, transporta i odlaganja,

tj. sa njim počinje i završava proces skidanja i odlaganja jalovine.

Da bi se izbegla upotreba gurača, predlaže se angažovanje skrepera koji bi radili u sistemu Puch-Pull.

Paralelno sa preduzimanjem sanacionih mera, razrađeni su programi detaljnog osma-

tranja i opažanja preko specijalizovanih službi, na osnovu kojih će se verifikovati rezultati usvojenih parametara u proračune. Zatim će se pre početka radova na otkopavanju etaže 490 izvršiti provera stabilnosti u novo nastalom stanju.

SUMMARY

Landslide of Opencast Mine »Kosovo« — Belačevac West End Slope

In Opencast Mine »Belačevac« sliding of the west end slope occurred between June 17 and 19, 1975.

This opencast mine section is characterized by radial tectonics with slight outcropping of the pliocene series towards the west ridge. The fault lines strike direction is parallel with the ridge throw line. New test boreholes in the landslide body gave sufficient data to verify the existing geological profiles, distribute the lithological series and make soil classification and identification.

The stability calculation was made by A. Bishop's method, as well as by J. Lowe's graphical method programmed in Rudarski institut Computer Center.

On the basis of the completed analysis of end slope stability in the landslide zone, the technology for landslide consolidation was selected.

The paper gives a description of the landslide, a summary of exploratory works, the results of completed geomechanical investigations, stability analysis, a description of landslide consolidation technology, as well as the measures to be applied for the purpose of detailed monitoring and observing further movement of the moved ground.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Rutschung der westlichen Endböschung des Tagebaues »Kosovo« — Belačevac

Im Tagebau Belačevac ist zu einer Rutschung der West-Endböschung zwischen dem 17. und 19. Juni gekommen.

Dieser Tagebauteil ist durch Radialtektonik mit geringer Auskeilung der Pliozän-Serie nach dem Westrand gekennzeichnet. Die Verwerfungslinien haben Streichrichtung wie die Randverwerfungslinie. Neue Erkundungsbohrlöcher im Rutschkörper haben genug Daten geliefert, dass eine Untersuchung der bestehenden geologischen Profile, der Einteilung der lithologischen Serie sowie die Klassifizierung und Identifizierung des Bodens durchgeführt werden kann.

Die Standfestigkeitsberechnung wurde nach dem Verfahren A. Bishop und danach nach dem graphischen Verfahren von J. Lowe, das auch im Rechenzentrum des Bergbauinstituts programmiert wurde, durchgeführt.

Auf Grund der durchgeführten Analyse der Endböschungsstandfestigkeit in der Rutschzone wurde die Technologie gewählt, mit der die Sanierung der Rutschung durchgeführt wird.

Im Artikel ist die Beschreibung der entstandenen Rutschung, eine Übersicht der Erkundungsarbeiten, Ergebnisse der durchgeführten geomechanischen Untersuchungen sowie die Massnahmen, die zu unternehmen sind zwecks einer eingehenden Beobachtung der weiteren Rutschung der in Bewegung befindlichen Massen, gegeben.

РЕЗЮМЕ

Оползень западного конечного откоса карьера „Косово” — Белачевац

В карьере „Белачевац” появился оползень на западном конечном откосе между 17 и 19 июня 1975 г.

Этот участок карьера характеризуется радиальной тектоникой с незначительным выклиниванием плиоценовой серии в направлении западного борта. Линии сбросов простираются в направлении линии сброса в борту. Новая разведка бурением в теле оползня дала достаточно данных чтобы провести верификацию существующих геологических профилей, классификацию литологической серии, а также классификацию и определение почвы.

Расчёт устойчивости проводился методом А. Бишопа, а также графическим методом, Лёве, который программирован в вычислительном центре Рударского института.

На основании результатов анализа устойчивости конечного откоса в зоне оползня, сделан выбор технологии, при помощи которой будет проводится санирование оползня.

В статье дано описание оползня, перечень исследовательских работ, результаты проведённых геомеханических исследований, результаты анализа устойчивости, описание технологии санирования оползня, а также мероприятия для подробного наблюдения и съёмки дальнейшего передвижения неустойчивых масс.

Literatura

1. Obradović, R., 1974: Određivanje generalnog nagiba kosina zapadnog i severnog dela otkopa. — Dokumentacija Rudarskog instituta, Beograd.
2. Obradović, R., 1973: Proračun stabilnosti zapadnog i severnog dela otkopa. — Dokumentacija Rudarskog instituta, Beograd.
3. Obradović, R., i Stamatović, A., - 1974: Proračun stabilnosti za dopunski rudarski projekat P. O. Belačevac. — Dokumentacija Rudarskog instituta Beograd.
4. Obradović, R. i Stamatović, A., 1974: Određivanje uzroka klizanja na površinskim otkopima Kosova. — Dokumentacija Rudarskog instituta, Beograd.
5. Stojadinović, P., 1975: Elaborat o utvrđivanju »Konture kliznog tela«. — Dokumentacija »Geosonde« — Beograd.
6. Obradović, R., Stamatović, A. i Ilić, D., 1976: Projekat sanacije klizišta P. O. Belačevac. — Dokumentacija Rudarskog instituta, Beograd.

Автори: дипл. инг. Радмилко Обрадовић — дипл. инг. Драгика Илић — дипл. инг. Александар Стаматовић, Завод за експлоатацију минералних сировина у Рударском институту — Београд.

дипл. инг. Александар Дутина. REMHK — Косово, Приштина.

Рецензент: проф. инг. Н. Најдановић, Рударско-геолошки факултет, Београд.

Prikaz izvoznog sistema u rudniku Novo Brdo

(sa 10 slika)

Dipl. ing. Radosav Veselinović — dipl. ing. Ljubomir Blažević

Uvod

Rudnik olova i cinka Novo Brdo je OOUR u RO Rudnici i flotacija »Kišnica i Novo Brdo« — Priština koja se nalazi u sastavu RMHK olova i cinka »Trepča« — Kosovska Mitrovica.

Ovaj rudnik se nalazi na oko 22 km istočno od Prištine sa kojom je povezan asfaltnim putem dužine 42 km.

Razvojni put rudnika

U području ovog rudnika rudarska aktivnost odvija se vekovima. To potvrđuju i mnogi pisani podaci, vidljivi stari rudarski radovi, oko 1.000.000 t šljake, ostaci starih naselja itd.

Rudarstvo u ovom rudniku doživelo je svoj procvat između XII i XV veka, od kada datira i prvi pisani srpski »Rudarski zakonik«.

Zbog velikog rudnog bogatstva Turci su ga nazvali »majka svih gradova«. Putopisac Evlija Čelebija nazvao ga je »grad srebreni al' uistinu zlatan«.

Zahvaljujući svom bogatstvu Novo Brdo je predstavljalo najveću tvrđavu u ondašnjoj Srbiji, pa ga Turci osvajaju tek 1441. godine, odnosno pedeset dve godine posle kosovske bitke. Posle toga, bogatstvo, značaj i slava Novog Brda opada, da bi krajem XVII veka rudarstvo, a i sam grad, zamrli.

Nova istraživanja počinju Englezi tek 1925. godine. Međutim, oni vrlo brzo svoju aktivnost prebacuju u rudno ležište »Trep-

ča« — Stari Trg. Ponovo istraživanje vrše u periodu 1933—1939. godine, kada je utvrđeno oko 300.000 t olovo-cinkove rude sa vrlo visokim sadržajem metala *Pb* i *Zn* kao i *Ag*.

Na osnovu ovih rudnih rezervi 1952. godine ponovo je otvoren rudnik Novo Brdo. Pored toga, u blizini rudnika, tj. u Krivoj Reci izgrađena je flotacija.

Zbog iscrpljenosti pomenutih rudnih rezervi 1960. godine rudnik se ponovo zatvara. U periodu 1952—1960. godine otkopano je 265.108 t rude sa 4,62% *Pb* i 8,78% *Zn*.

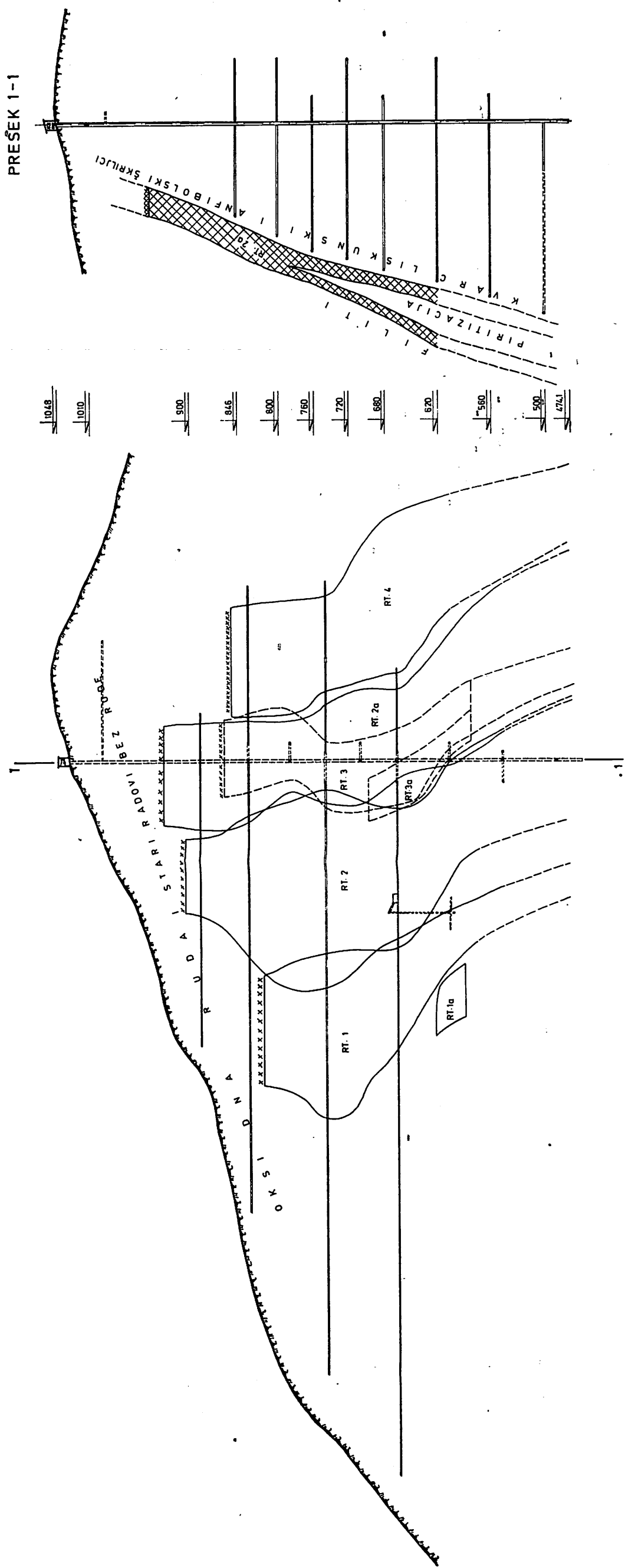
Od 1955. godine geološka služba RMHK »Trepča« — Kosovska Mitrovica izvodi istražne radove na potezu Kiseli Potok — Farbani Potok — Kriva Reka. Na osnovu vrlo povoljnih rezultata tih istraživanja 11. 04. 1963. godine počinje ponovna eksploatacija rudnog ležišta Farbani Potok. U isto vreme, ponovo se pušta u rad flotacija u Krivoj Reci.

Na osnovu novoutvrđenih rudnih rezervi u rudnom ležištu Farbani Potok, 1964. godine izrađen je investicioni program izgradnje rudnika i flotacije Novo Brdo za kapacitet četrnaest puta veći od tadašnjeg.

Ovaj investicioni program je, uglavnom, realizovan krajem 1976. godine. Od tada flotacija u Krivoj Reci više ne radi, jer se sada sada flotira u flotaciji Badovac.

Osnovni geološki podaci

Rudno ležište Farbani Potok čini centar novobrdskog rudnog područja.



Sl. 1 — Sema otvaranja rudnog ležišta Farbani Potok.

Najzastupljenije stene u rudnom ležištu i bližoj okolini su: filiti, gnajsevi, amfiboliti i amfibolitski škriljci, mermeri i andeziti.

Rudna tela nastala su, uglavnom, kao produkt metasomatskog potiskivanja krečnjaka i nešto andezita, a manjim delom zapunjavanjem slobodnih prostora u filitima.

Rudu izgrađuju pretežno pirit i pirotin sa relativno visokim sadržajem olova i cinka i pratećim elementima, tj. srebrom, kadmijumom, bizmutom, zlatom itd.

Sem sulfidnih rudnih tela javljaju se značajne količine sideritsko-smitsonitske rude i halojzita.

Orudnjenje je konstatovano u visinskom intervalu od oko 600 m.

Rudne rezerve olovo-cinkove rude nalaze se pretežno u tri rudna tela i to br. 1, 2 i 2^a. Pored pomenutih rudnih tela postoje i rudna tela br. 1^a, 3, 3^a i 4, koja su praktično apofize glavnih rudnih tela.

Ruda je razvrstana u tri vrste i to: bogata, piritna i »rudni zasip«.

Bogata ruda nalazi se u donjim delovima rudnih tela br. 1 i 2, a »rudni zasip« u gornjim, odnosno njihovim davno eksploatacijnim delovima. Piritna ruda, sa mestimično bogatim umecima galenita i stalerita, nalazi se u rudnom telu br. 2^a.

Opšti podaci o rudniku

Rudno ležište Farbani Potok otvoreno je u tri faze i to:

I faza — potkopima na horizontima: 900 m, 846 m, 760 m i 680 m. Pored toga, iz uskopa, otvoreni su međuhorizonti 800 m i 720 m

II faza — slepim istražnim oknom otvoren je dubinski horizont 620 m, a iz odgo-varajućih uskopa, u zoni rudnog tela br. 2, otvoren je međuhorizont 650 m

III faza — skip oknom povezani su svi već navedeni horizonti, sem horizonta 900 m i međuhorizonta 650 m, i izvršeno je otvaranje horizonta 560 m.

Na slici 1 prikazana je šema otvaranja rudnog ležišta Farbani Potok.

Razrada rudnog ležišta prilagođena je prostornom položaju pojedinih rudnih tela, kao i metodama otkopavanja.

Primenjuju se sledeće metode otkopavanja:

— komorno-stubna sa horizontalnim podsecanjem odozdo nagore sa zasipavanjem (za bogatu rudu u rudnim telima br. 1 i 2)

— podetažno zarušavanje (za »rudni zasip« u rudnom telu br. 2)

— kombinovana magacinska sa prinudnim obrušavanjem (za piritnu rudu u rudnom telu br. 2^a).

Utovar i odvoz rude vrši se samohodnim utovarno-transportnim mašinama tipa T2GH i Cavo.

Zasipavanje se vrši skreperima raznih fabrikata. Zasip se dobija na površinskom otkopu i iz istražno-pripremnih radova.

Transport rude i zasipa vrši se trolej i akumulatorskim lokomotivama težine 7 t i 4,5 t i Gramby vagonetima nosivosti 1,6 m³.

Prikaz izvoznog sistema

Na slici 2 prikazana je šema izvoznog sistema u rudniku Novo Brdo koji čine sledeći objekti:

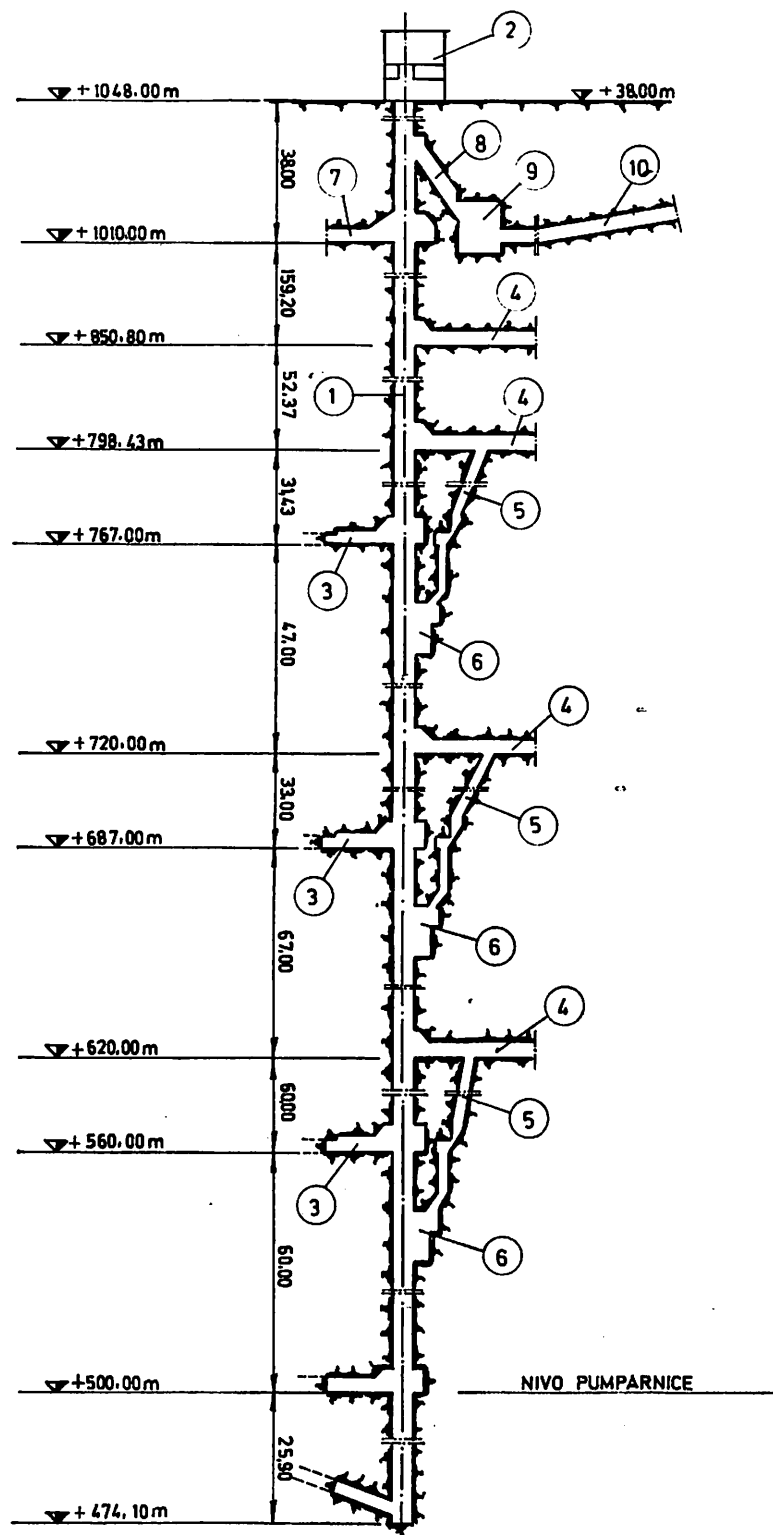
- skip okno (1)
- hala izvoznog stroja (2)
- dvostrana navozišta na horizontima 560 m, 680 m i 760 m (3)
- jednostrana navozišta na horizontima 620 m, 720 m, 800 m i 846 m (4)
- sabirne rudne sipke u intervalima (5):
 - 620—560 m (do puništa 560 m)
 - 720—680 m (do puništa 680 m)
 - 846—800 m (do puništa 760 m)
- puništa na horizontima 560 m, 680 m i 760 m (6)
- odvozište na nivou 1010 m (7)
- istovarni bunker (8)
- hala postrojenja primarnog drobljenja i uređaja za otprašivanje (9)
- uskop za traku od primarnog drobljenja do utovarnog bunkera žičare (10).

Izvozni stroj je tipa Koepe, montiran u hali koja se nalazi u vrhu podzemnog dela izvoznog tornja.

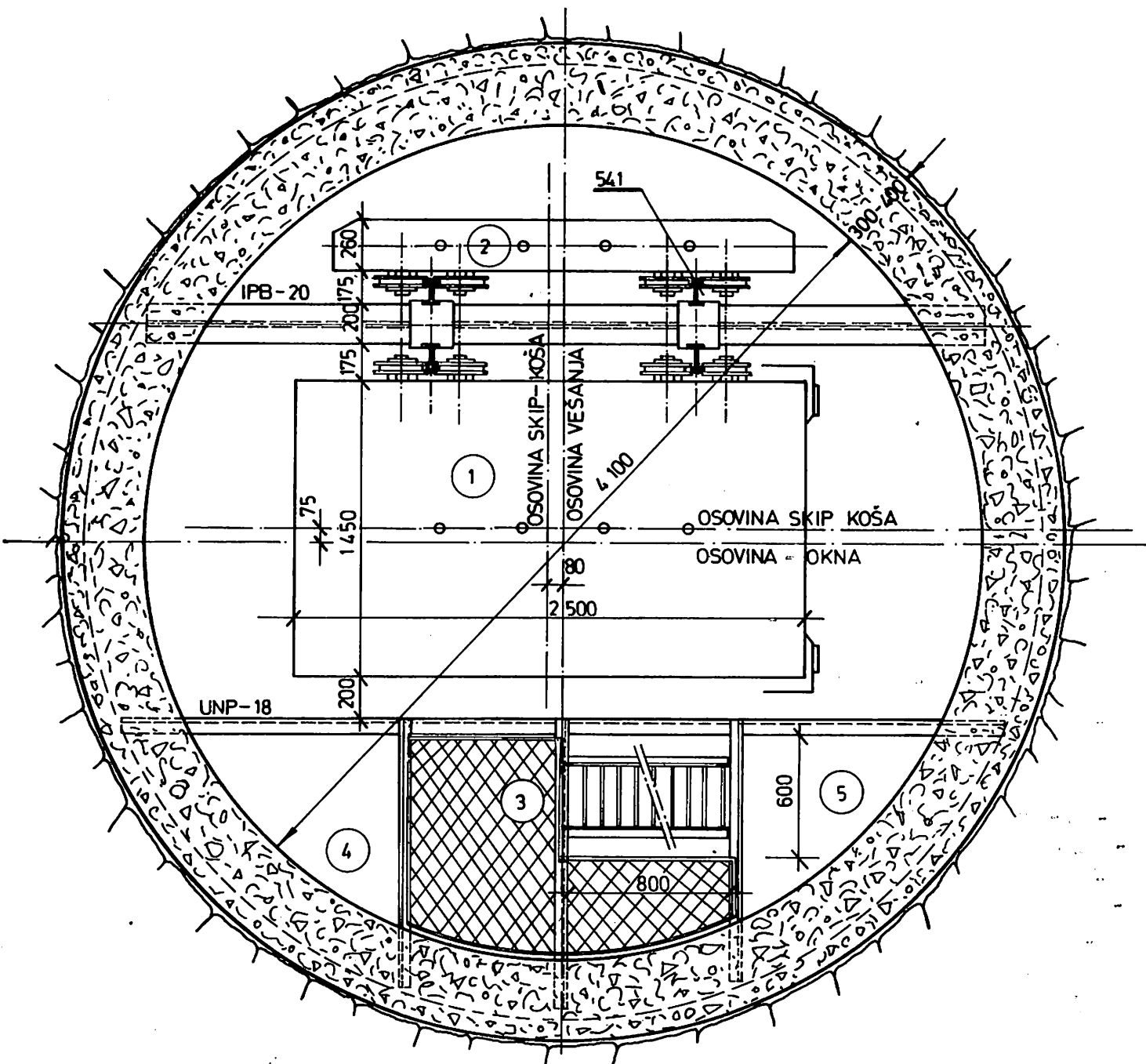
Izvozna posuda je skip-koš sa protivtegom.

Ovaj izvozni sistem omogućuje da se ruda iz jame izvozi do hale postrojenja primarnog drobljenja, a zatim se preko pomoćne i glavne trake transportuje do utovarnog bunkera žičare.

Žičarom dužine 18,6 km se primarno izdrobljena ruda transportuje do flotacije Badovac.



Sl. 2 — Šema izvoznog sistema u rudniku Novo Brdo. 1 — skip okno; 2 — hala izvoznog stroja; 3 — dvostrana navozišta; 4 — jednostrana navozišta; 5 — sabirne rudne sipke; 6 — puništa; 7 — odvozište; 8 — istovarni bunker; 9 — hala postrojenja primarnog drobljenja i uređaja za otprašivanje; 10 — uskop za traku od primarnog drobljenja do utovarnog bunkera žičare.



Sl. 3 — Presek izvoznog skip okna.

1 — dvoetažni skip — koš; 2 — protivteg; 3 — prolazno odeljenje; 4 — odeljenje cevovoda; 5 — odeljenje kablova.

Pomenuti izvozni sistem služi, takođe, za servisiranje jame i izvoz jalovine iz dubinskih horizonata 560 m i 620 m.

Skip okno

Skip okno ima kružni profil svetlog prečnika 4,1 m.

Na slici 3 dat je presek izvoznog okna. Njega čine tri segmenta i to:

- podzemni deo izvoznog tornja (*pt*)
- stablo skip okna (*so*)
- slobodna dubina (*sd*)

Ukupna dubina je

$$H = pt + so + sd = 38,0 + 510,0 + 25,9 = 573,9 \text{ m.}$$

Po čitavoj dubini okno je podgrađeno monolitnim betonom MB-200 do MB-300. Debljina betonske obloge različita je i kreće se u granicama 30 cm — 40 cm.

Sva armatura u oknu je metalna, uključujući i vođice za skip-koš i protivteg.

U odgovarajućim odeljenjima skip okna, pored skip-koša, protivtega i prolaza, smešteni su visoko-naponski, nisko-naponski i signalni kablovi, cevovodi za komprimirani vazduh i tehničku vodu.

U podzemnom delu izvoznog tornja postavljeni su svi zaštitni uređaji, a njegov detalj vidi se na slici 3.

U slobodnoj dubini skip okna izvršeno je zadebljanje vođica.

Hala izvoznog stroja

Položaj hale vidi se na slici 2.

Hala ima armirano-betonsku konstrukciju i njen izgled sa dispozicijom opreme prikazan je na slici 4.

U njoj je smešten izvozni stroj, pogonska užetnjača, otkloni koturi i ostali mehanički i elektro-uređaji.

Osnovne tehničke karakteristike izvoznog postrojenja:

- tip izvoznog stroja *Koepe*
- fabrikat *GHH* — Sterkrade i Siemens — Erlangen, SR Nemačka
- maksimalna sadašnja dubina izvoza 489,20 m
- brzina vožnje:
 - rude i materijala 10,0 m/sec
 - ljudi 10,0 m/sec

- snaga elektromotora $N = 730 \text{ kW}$
- gornje uže: 4 komada, $\varnothing 32 \text{ mm}$, $\sigma_c = 170 \text{ kg/mm}^2$, težina 4,26 kg/m
- donje uže: 1 komad, pljosnato $168 \times 28 \text{ mm}$; $\sigma_c = 140 \text{ kg/mm}^2$, težine 14,63 kg/m'
- izvozna posuda: tip skip-koš; nosivost 4,4 m³, tj. 8,8 t; sopstvena težina 12,2 t; spoljne dimenzije — širina 1450 mm, dužina 2500 mm i visina 9900 mm, korisna površina koša $2 \times 3,0 = 6,0 \text{ m}^2$, broj ljudi u košu $2 \times 20 = 40$
- protivteg: sopstvena težina 17,7 t; spoljne dimenzije — širina 240 mm, dužina 2270 mm i visina 9900 mm
- pogonska užetnjača: $\varnothing 3000 \text{ mm}$
- otkloni kotur: $\varnothing 3000 \text{ mm}$
- signalizacija: komandovanje izvoznom mašinom izvedeno je za ručno i polu-automatsko upravljanje.

Na komandnom pultu za instrumente, u hali izvozne mašine, nalaze se prekidači i automati za osvetljenje instrumenata, signalno zvono za smetnje, kao i svetlosni uređaj i signalna zvana i telefon za signalno postrojenje okna. Izvozno skip okno snabdeveno je na navozištima, odvozištu i u hali izvozne mašine svetlosnim, zvučnim (alarmne signalne trube) i telefonskim signalima. Na mestima punjenja i pražnjenja skipa postoje automatski zvučni i svetlosni signali koji pokazuju stanje uređaja za punjenje, odnosno pražnjenje. Takođe, iz izvoznog koša postoji telefonska veza sa mašinistom izvozne mašine, kao i uređaj udarnog čekića — gonga, koji se koristi pri reviziji izvoznog skip-koša i izvoznog okna.

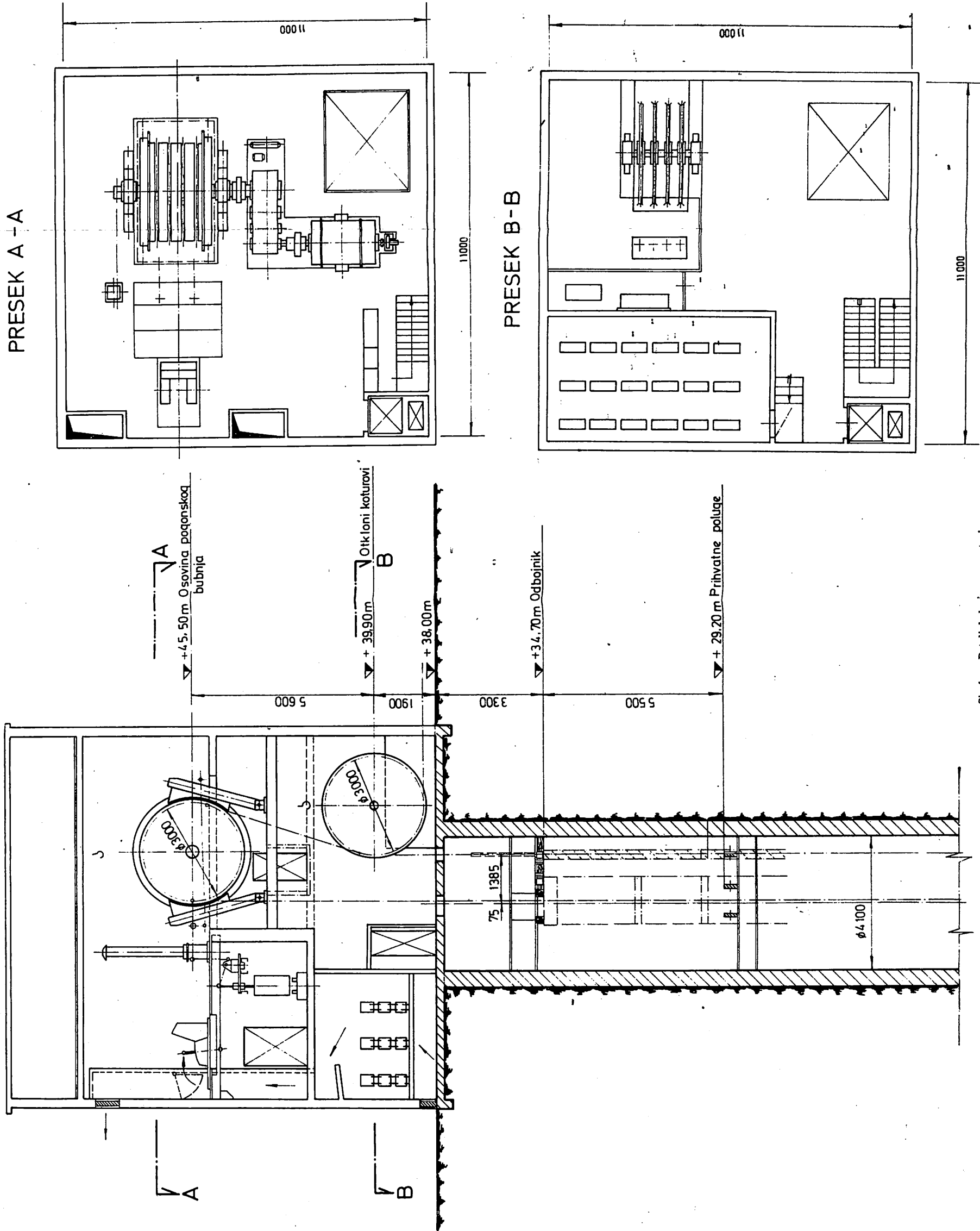
Dvostrana navozišta

Ova navozišta su tipska i izgrađena su samo na horizontima gde su puništa, tj. na horizontima 560 m, 680 m i 760 m.

Na njima je omogućen kružni transport, kao i pretakanje rude iz sabirnih rudnih sipki u bunker puništa.

Za istovremeni ulazak i izlazak ljudi na obe etaže skip-koša sa obe strane okna montirane su odgovarajuće platforme — bine.

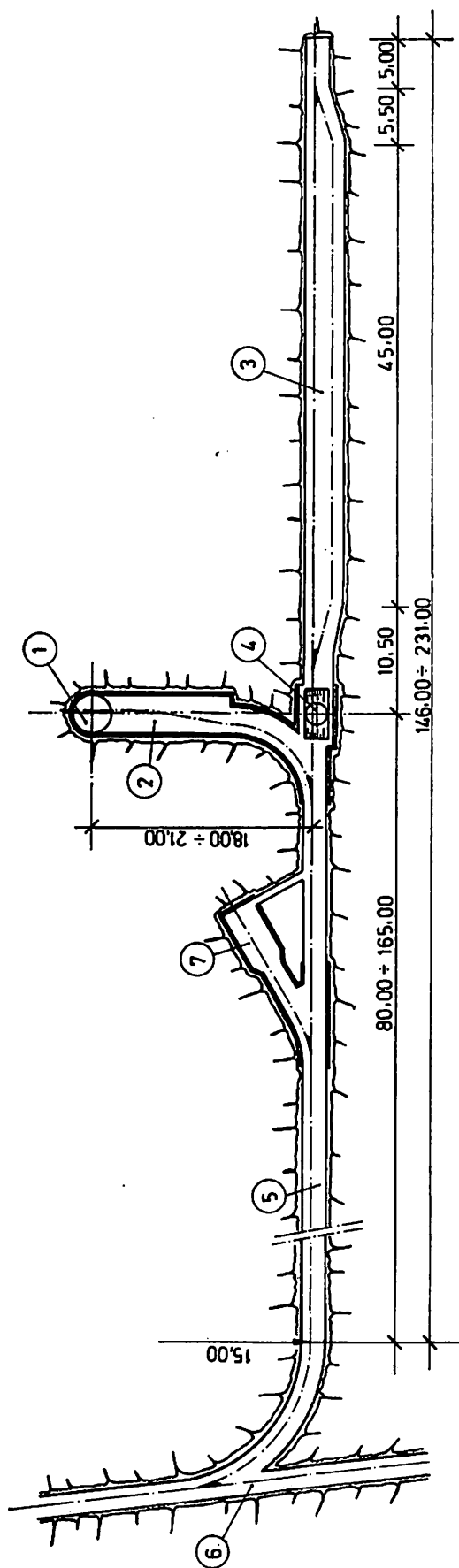
Detalj dvostranog navozišta prikazan je na slici 5.



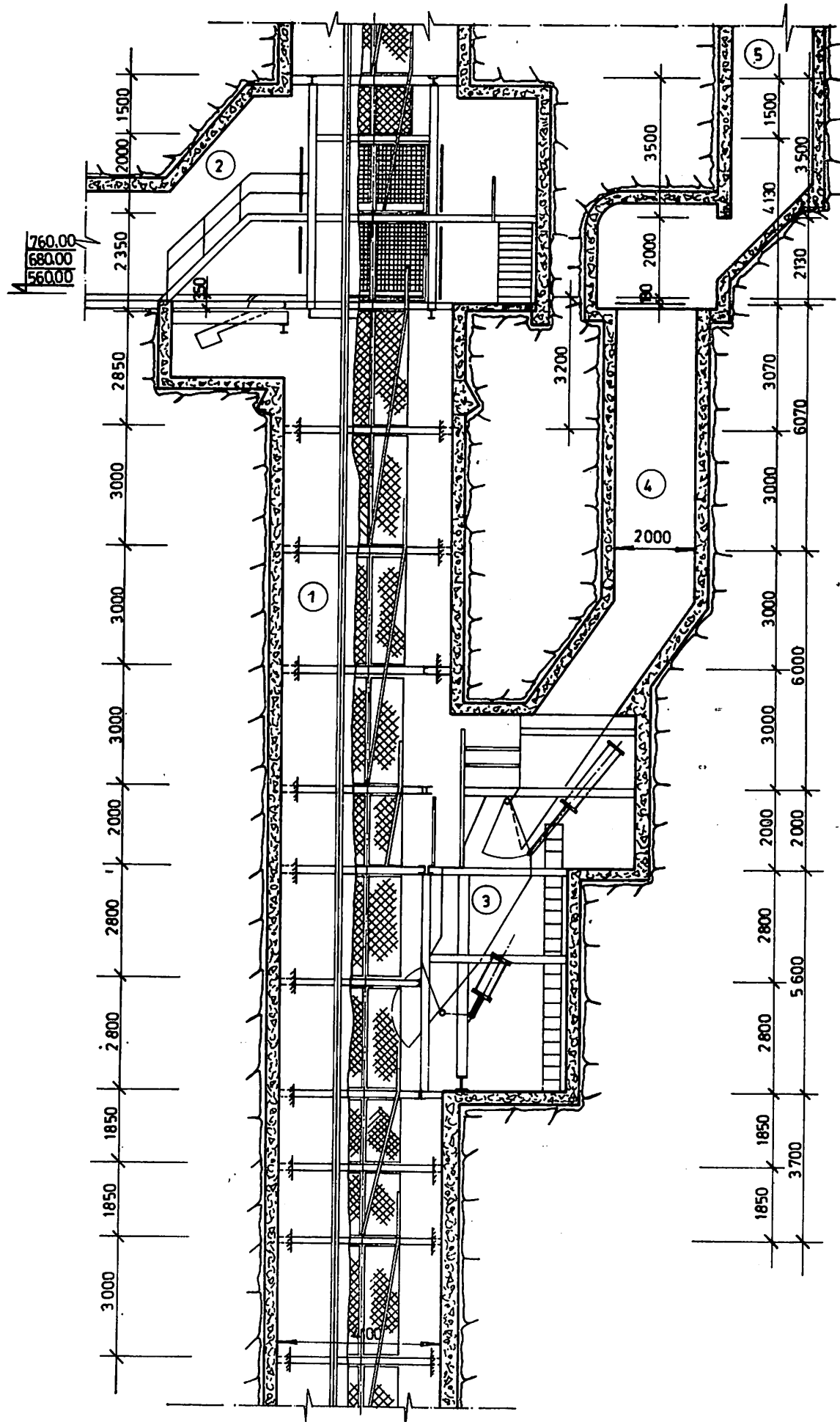
Sl. 4 — Detalj hale izvoznog stroja.



- 1 — izvozno skip okno; 2 — dvostrani priključak oknu; 3 — tranzitni deo navozišta; 4 — bunker puništa; 5 — sabirna rudna sipka; 6 — spojni hodnik; 7 — podinski izvozni hodnik; 8 — remize akulokomotive.

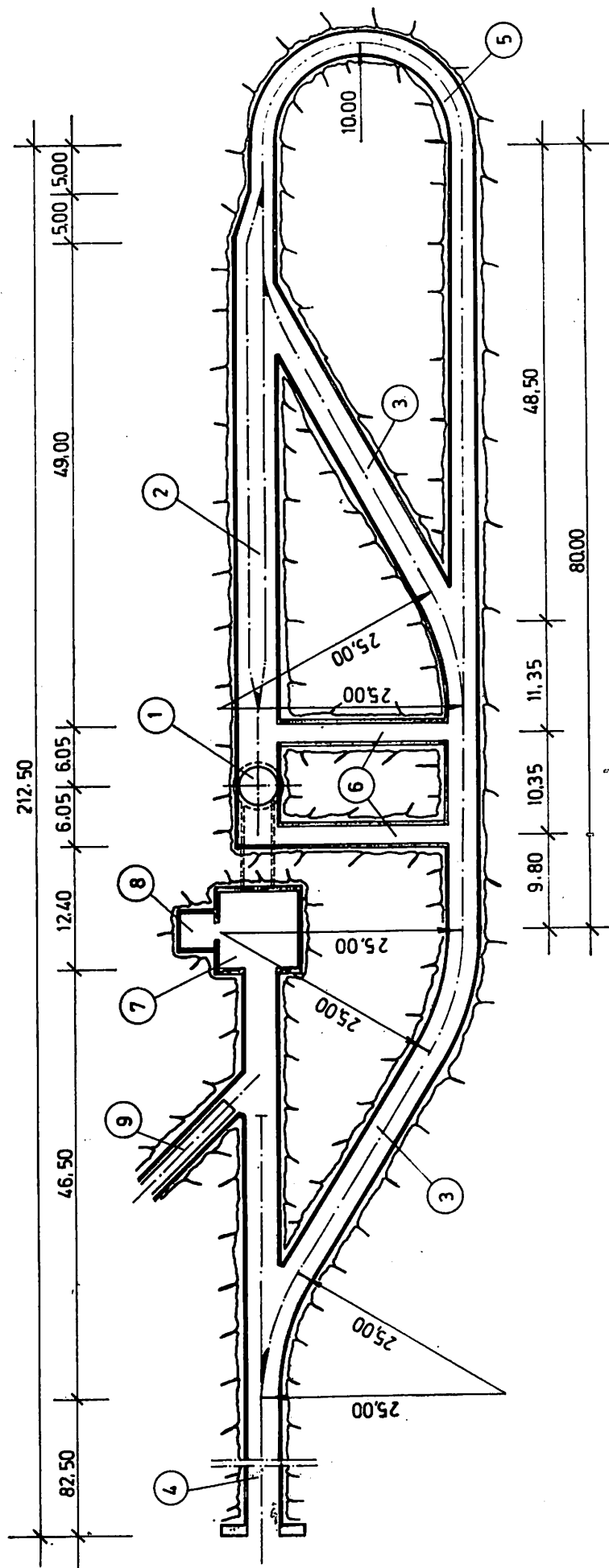


Sl. 6 — Detalj jednostranog navozišta.
 1 — izvozno skip okno; 2 — jednostrani priključak oknu; 3 — žanžirni deo navozišta; 4 — bunker puništa; 5 — spojni hodnik; 6 — podinski izvozni hodnik; 7 — remiza.



Sl. 7 — Detalj puništa.

1 — izvozno skip okno; 2 — navozište; 3 — dozer skipa; 4 — prijemni bunker; 5 — sabirna rudna sipka.



Sl. 8 — Detalj odvozišta.

1 — izvozno skip okno; 2 — dvokolosečni deo odvozišta (1010 m); 3 — prolazni hodnik; 4 — ulazni deo odvozišta; 5 — zaobilazni hodnik; 6 — hala primarne drobilice; 7 — prilazni hodnik; 8 — otprašivač; 9 — uskop za traku.

Jednostrana navozišta

Ova navozišta su, takođe, tipska i izgrađena su na horizontima 620 m i 846 m, kao i međuhorizontima 720 m i 800 m.

Dispozicija koloseka na njima omogućuje da lokomotiva sa čela punog voza pređe na čelo praznog voza.

I na ovim navozištima montirane su platforme — bine za istovremeni ulaz i izlaz ljudi u obe etaže skip-koša.

Na slici 6 prikazan je detalj jednostranog navozišta.

Sabirne rudne sipke

Položaj i nagib sabirnih rudnih sipki vidi se na slici 2. One su kvadratnog profila $P = 2,0 \times 2,0 = 4,0 \text{ m}^2$. U dnu istih postavljene su metalne ručne segmentne zatvarači.

Fizičko-mehanička svojstva stena radne sredine, svih sabirnih rudnih sipki, povoljne su, pa one nisu podgrađene.

Puništa

Na slici 2 vidi se položaj sva tri puništa koja su izgrađena na horizontima 560 m, 680 m i 760 m.

Detalj puništa, koja su tipska, dat je na slici 7.

Punište čini prijemni bunker i utovarni deo.

U vrhu bunkera, koji je obložen andezitskim kvadririma, postavljena je rešetka otvora $40 \times 40 \text{ cm}$.

U utovarnom delu montiran je uređaj za punjenje, tipski, fabrikata *GHH* — Sterkrade, SR Nemačka.

Odvozište na nivou 1010 m

Ovim odvozištem vrši se servisiranje jame, a preko njega se doprema i rezervni skip-koš. Takvoj univerzalnoj nameni prilagođena je konstrukcija ovog objekta, čiji je detalj dat na slici 8.

Na severnoj i južnoj strani skip okna postavljene su platforme — bine koje omogućuju istovremeni ulaz i izlaz u obe etaže skip-koša.

Istovarni bunker

Položaj ovog objekta vidi se na slici 2, a njegov detalj je dat na slici 9.

U njegovom vrhu nalazi se prostorija za pražnjenje skipa u kojoj su montirani odgovarajući uređaji fabrikata *GHH* — Sterkrade, SR Nemačka. Ispod ove prostorije nalazi se bunkerski deo koji je obložen andezitskim kvadririma.

U dnu istovarnog bunkera, a iznad primarne drobilice, postavljen je lančani dodavač, fabrikata »Italsvenska« — tipa »Ross«.

Zapremina istovarnog bunkera iznosi $65,0 \text{ m}^3$, odnosno njegova nosivost je $130,0 \text{ t}$ rone rude.

Hala postrojenja primarnog drobljenja i uređaja za otprašivanje

Na slici 2 vidi se položaj ovog objekta.

U ovoj hali montirana je čeljusna drobilica koja ima sledeće tehničke karakteristike:

— tip	<i>SM-16D</i>
— fabrikat	<i>SSSR</i>
— kapacitet	$35\text{--}120 \text{ m}^3/\text{h}$
— snaga motora	$N = 75 \text{ kW}$
— ggk rovne rude	500 mm
— otvor za pražnjenje	$75\text{--}200 \text{ mm}$
— sopstvena težina	$14,65 \text{ t}$

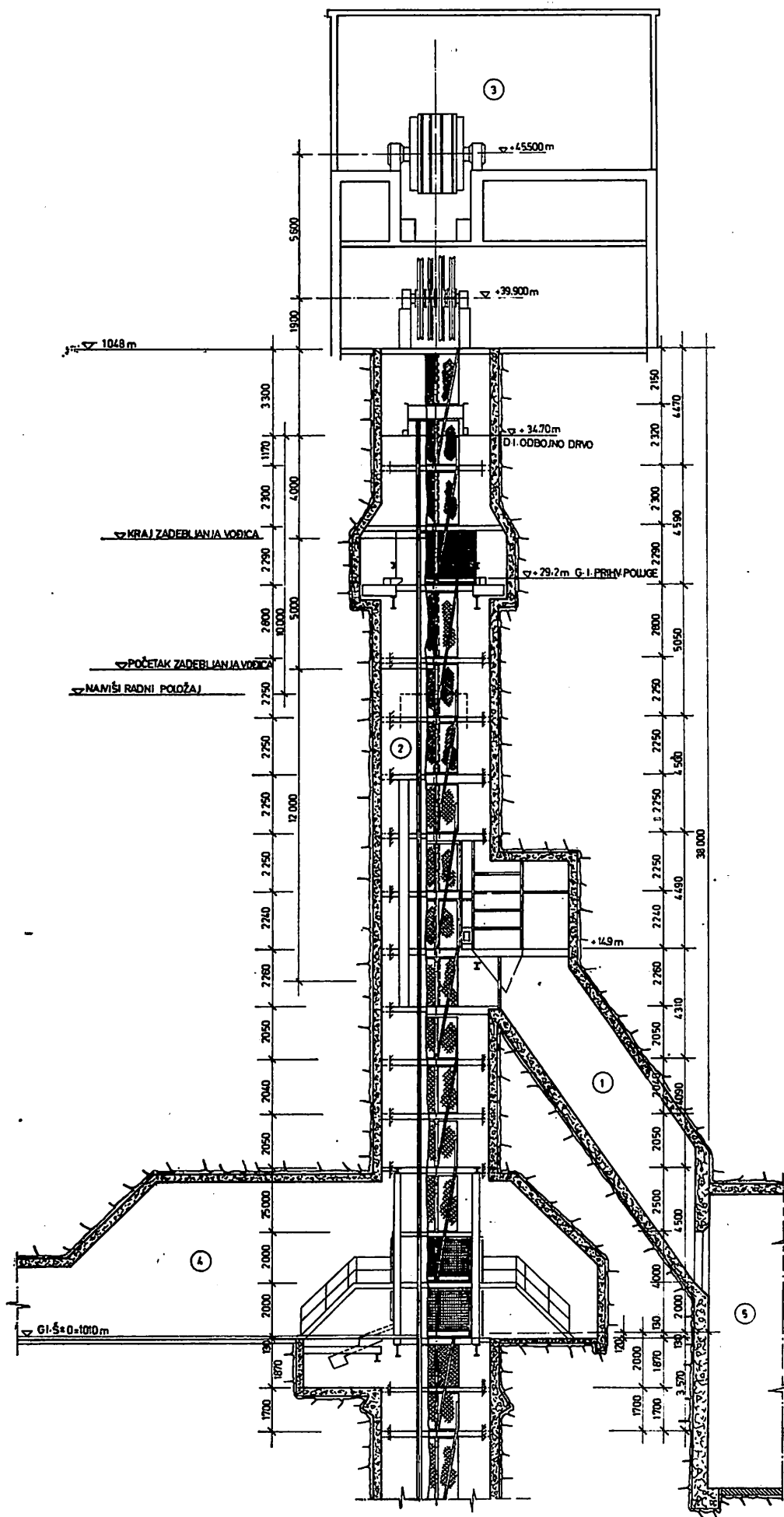
U niši se nalazi uređaj za otprašivanje sledećih tehničkih karakteristika:

— tip	»Rotoklone« — 4ND
— fabrikat	»American Aer Filter«

Primarno izdrobljena ruda sistemom dve trake (pomoćna i glavna traka) preko uskopa za traku i utovarnog mosta odvozi se do utovarnog bunkera žičare.

Pomoćna traka ima sledeće tehničke karakteristike:

— širina	650 mm
— dužina	$16,50 \text{ m}$
— nagib	$17^\circ 40'$
— brzina vožnje	$1,25 \text{ m/sec}$
— kapacitet	200 t/h
— snaga pogonskog motora	7 kW



Sl. 9 — Detalj istovarnog bunkera i podzemnog dela izvoznog tornja.
1 — istovarni bunker; 2 — slobodna visina okna; 3 — hala izvozne mašine; 4 — odvozište; 5 — hala primarnog drobljenja.

Tehničke karakteristike glavne trake su:

— širina	650 mm
— dužina	220,32 m
— nagib	8°40'
— brzina vožnje	1,25 m/sec
— kapacitet	200 t/h
— snaga pogonskog motora	75 kW

Ova hala podgrađena je armiranim betonom debljine 40—50 cm.

Uskop za traku od primarnog drobljenja do utovarnog bunkera žičare

Detalj ovog uskopa dat je na slici 10.

On povezuje halu postrojenja primarnog drobljenja, preko dela odvozišta, sa utovarnim bunkerom žičare. Tu je smeštena glavna traka kojom se transportuje primarno izdrobljena ruda do utovarnog bunkera žičare. Zapravo, on predstavlja poslednji objekat u ovom izvoznom sistemu.

Osvrt na izgradnju izvoznog sistema i korišćenje istog

Ovaj savremeni izvozni sistem projektovani su:

- Rudarski institut — Beograd (rudarsko-građevinski deo)
- GHH — Sterkrade, SR Nemačka (mašinski deo)
- Siemens — Erlangen, SR Nemačka (elektro deo).

Rudarske radove izveli su:

- Veb Mansfeld Kombinat Schachtbau Nordhausen, DR Nemačka

— RGP »Vrdnik« — Vrdnik

— operativna rudnika Novo Brdo.

Halu izvoznog stroja izgradilo je:

- Građevinsko preduzeće »Rad« — Beograd.

Montažne radove izveli su:

- Veb Mansfeld Kombinat Schachtbau Nordhausen, DR Nemačka

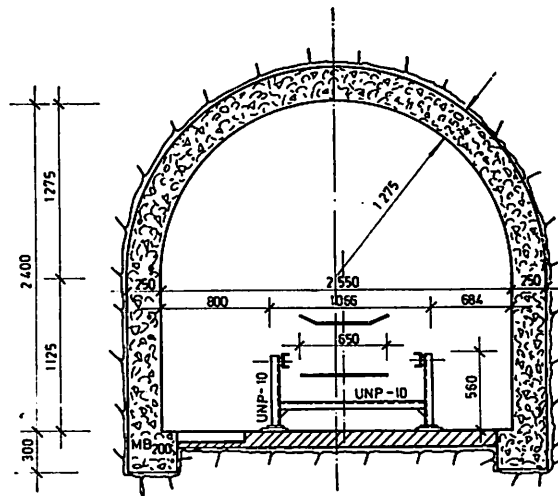
— GHH — Sterkrade, SR Nemačka

— Siemens — Erlangen, SR Nemačka

— operativna rudnika »Novo Brdo«

— RGP »Vrdnik« — Vrdnik

- Fabrika procesne opreme — Aleksinac.



Sl. 10 — Detalj uskopa za traku.

Izvozni sistem pušten je u normalan rad početkom 1977. godine i pored toga što svi objekti još nisu završeni. Naime, u toku je izrada sledećih objekata:

- navozišta na horizontima 560 m i 620 m
- punište na horizontu 560 m
- sabirne rudne sipke — segment 560 m — 620 m.

Ovaj izvozni sistem funkcioniše kratko vreme, pa je rano da se daje kritički osvrt. Međutim, sada već može da se konstatuje sledeće:

- sistem, u celini, dobro funkcioniše. To se naročito odnosi na izvozni stroj, signalizaciju, vođice i drugu armaturu u oknu, punište i izvoznu posudu;

— najveći problem u funkcionisanju izvoznog sistema predstavlja:

- lančani dodavač na istovarnom bunkeru skip okna koji dosta loše »seče« tok rude, što naročito dolazi do izražaja kada je istovarni bunker prazan
- ručni metalni segmenti zatvarači na sabirnim sipkama kojima se dosta teško rukuje.

Prvi nedostatak zasad je otklonjen postavljanjem odgovarajućeg pomoćnog valjka preko lančanog dodavača.

Drugi nedostatak biće otklonjen ugradnjom pneumatskih zatvarača na sabirnim rudnim sipkama.

SUMMARY

Review of Mine »Novo Brdo« Hoist System

The initial paper section gives the general data on lead and zinc Mine Novo Brdo. A specific note is made of the mine development sequence, where mining has been carried out, with some interruptions since the twelfth century. Basic geological data are supplied indicating that three different ores are mined from this deposit: rich ore, pyritic ore and »ore fill«. The method of ore deposit opening, completed in three stages is presented. It is emphasized that three mining methods are applied in the Mine:

- room-and-pillar with horizontal uphill culling and stowing
- sub-level caving
- combined shrinkage stoping with forced caving.

The paper second section supplies all the details connected with the Mine Novo Brdo hoist system. For a more clear presentation of this modern hoist system in operation from the beginning of 1977, ten photos are included, indicating also the organizations which participated in the design and construction of the hoist system.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Vorstellung des Fördersystems im Bergwerk »Novo Brdo«

Im ersten Teil wurden allgemeine Daten über das Blei- und Zinkerz-Bergwerk Novo Brdo gegeben. Dabei wurde insbesondere der Entwicklungsweg dieses Bergwerks dargestellt, dessen Ausbeutung seit dem 12. Jahrhundert mit Unterbrechungen umgeht. Aus den geologischen Grunddaten ist ersichtlich, dass in dieser Erzlagerstätte drei verschiedenartige Erze gewonnen werden: reiches Erz, Pyrit Erz und »Erzversatz«. Es wurde auch die Ausrichtung des Erzkörpers dargestellt, die in drei Phasen ausgeführt wurde. Speziell wurde hervorgehoben, dass in diesem Bergwerk drei Abbauverfahren eingesetzt werden und zwar:

- Kammer-pfeiler-Abbau mit Firstenbau mit Versatz
- Zwischensohlenbruchbau
- kombiniertes Magazin-Abbauverfahren mit Zwangsverbruch

Im zweiten Teil wurden alle an das Fördersystem im Bergwerk Novo Brdo gebundene Einzelheiten dargestellt. Damit möglichst klar dieses seit Anfang 1977 funktionierende System dargestellt wird, sind 10 Bilder beigelegt. Es wurden auch die Arbeitsorganisationen angeführt, die dieses System projektiert und ausgeführt haben.

РЕЗЮМЕ

Описание системы транспорта в подземном руднике „Ново Брдо“

В первой части статьи даны общие данные о руднике свинца и цинка Ново Брдо. При этом особое внимание уделено описанию пути развития этого рудника в котором эксплуатация с перерывами проводилась ещё с 12 века.

Даны основные геологические данные из которых видно, что в этом рудном месторождении разрабатывается три сорта руды: богатая руда, колчедан и „рудная закладка“. Описан способ вскрытия рудного месторождения которое проводилось в трёх фазах. Особо подчеркнуто что в этом руднике применяются три системы разработки и то:

- камерно-столбовая потолочно-уступная система разработки с закладкой
- система с поэтажным обрушением
- система разработки с магазинированием комбинированная с принудительным обрушением.

Во второй части даны подробности касающиеся системы транспорта в руднике Ново Брдо. Для лучшей наглядности эта система, которая внедрена в начале 1977 года, иллюстрируется 10-ю рис. и кроме того приводятся данные о организациях проектировавших и осуществивших эту транспортную систему.

Autori: dipl. ing. Radoslav Veselinović — dipl. ing. Ljubomir Blažević, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu — Beograd.

Recenzent: dr ing. Đ. Marunić, Rudarski institut — Beograd.

Ocena hidrogeoloških uslova otkopavanja u otkopnom polju Sibovac kosovski ugljeni basen

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Milica Pifat

Uvod

Ležište lignita Sibovac pripada severnom delu kosovskog ugljenog basena i nalazi se severno od aktivnog površinskog otkopa Belačevac i Dobro Selo.

U periodu od 1952. godine vršena su u nekoliko navrata strukturna geološka bušenja i postignuta je gustina mreže od 250×250 m.

Na prostoru otkopnog polja Sibovac vršena su hidrogeološka istraživanja, u periodu 1974—1975. godine. Ispitivanja su vršena da bi se dobili osnovni hidrogeološki i geomehanički podaci, jer ona nisu bila obuhvaćena strukturno-geološkim bušenjima. Podaci hidrogeoloških i geomehaničkih istraživanja služe za opšte sagledavanje prilika projektovanog otkopa i njihovog odraza na probleme odvodnjavanja, stabilnosti jalovinskih i ugljenih etaža, stabilnosti dna otkopa u prvoj fazi otkopavanja. Na sl. 1 prikazana je skica otkopnog polja Sibovac.

Opšte geološke karakteristike

U geološkom pogledu otkopno polje Sibovac, u glavnim crtama, zadržava geološku građu basena. Podaci strukturnih bušotina, kao i analogija sa geološkim prilikama površinskog otkopa Belačevac, daju osnovu za rekonstrukciju geološke građe. U ležištu lignita Sibovac razvijen je jedan sloj uglja,

kao i u aktivnim otkopima Belačevac i Dobro Selo.

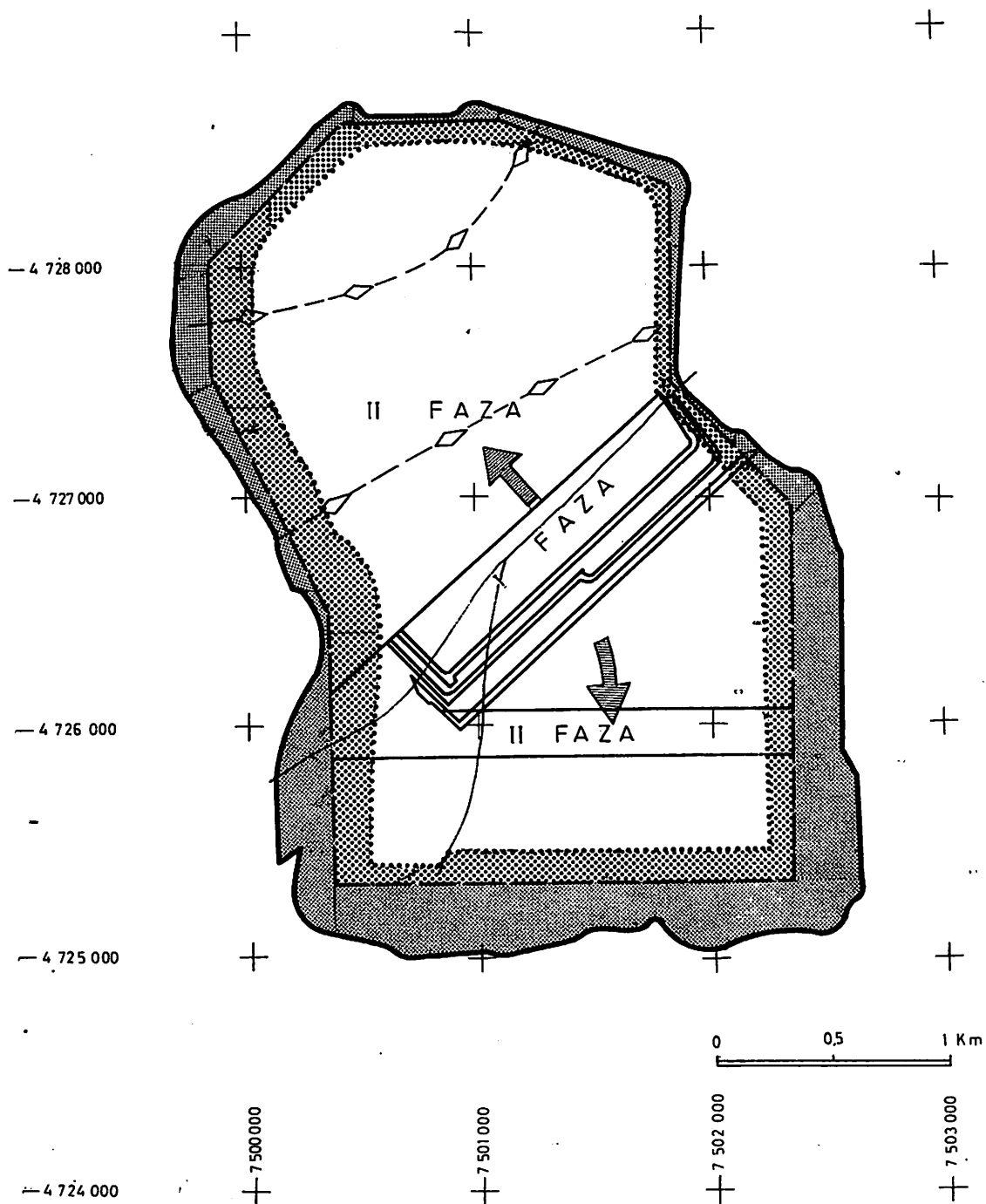
Podina ugljenog sloja izgrađena je od sivo-zelenih glina, peskovitih glina, karbonat-skih i ugljevitih glina.

Sivo-zelene i ugljevite gline javljaju se kao proslojci u donjim delovima ugljenog sloja. Debljina ugljenog sloja u ograničenom području je srazmerno ujednačena (57 m). Maksimalna debljina je na jugozapadnom delu polja, dok je u istočnom delu znatno redukovana zbog erozionog uticaja u zoni reke Sitnice, s tendencijom potpune redukcije sloja.

Granica ugljenog sloja prema povlatnim sedimentima, je oštro obeležena, dok je prema podinskim naslagama uslovna zbog pojavljivanja jalovih proslojaka. Ugljeni sloj je pretežno horizontalan ili blago nagnut za oko 5° prema zapadu ili istoku.

U zonama raseda, koji imaju dinarski pravac, može se očekivati lokalno povećanje nagiba sloja. U otkopnom polju Sibovac konstatovane su rasedne linije različite orijentacije, kojima je ugljeni sloj podeljen u blokove. Glavne rasedne linije su duž zapadne granice otkopnog polja i imaju generalno pružanje SZ-JI sa maksimalnim vertikalnim kretanjem oko 30 m.

Povlata ugljenog sloja je sastavljena od sivih laporovitih glina, žutih peskovitih glina i, za razliku od ostalog dela basena, glinovitih peskova. U polju Sibovac glinoviti peskovi su razvijeni u rejonu Sibovačkog



Sl. 1 — Skica otkopnog polja Sihovac.

potoka u izolovanim celinama na potezu do severne granice projektovanog otkopa. U nekim bušotinama peskovi su konstatovani neposredno ispod humusnog pokrivača.

Siva laporovita glina je najčešće direktno u povlati ugljenog sloja sa oštrim granicama prema uglju, a u prostoru severno od sibovačkog potoka glinoviti peskovi se pojavljuju kao direktna povlata u ugljenom sloju. Siva laporovita glina naviše prelazi postepeno u žutu, delimično peskovitu glinu, koja, u odnosu na sivu glinu, može da primi izvesnu količinu vode usled čega joj se pogoršavaju geomehaničke osobine. Debljina povlatnih sedimenata u granicama eksploatacionog polja Sibovac se kreće od 4,3 do 109,3 m sa prosečnom debljinom 45,6 m.

Promenljiva debljina povlatnih sedimenata je posledica razuđenog reljefa terena i spuštanja pojedinih blokova uglja duž pomenutih rasednih površina.

Hidrometeorološke prilike

Ograničeno eksploataciono polje presečeno je sa dva potoka koji imaju pravac zapad-istok, odnosno jugozapad-severoistok. Sibovački potok sabira sve površinske vode od vododelnice prema Sibovcu i od vododelnice sela Budžaka.

Nešto južnije nalazi se potok, koji odводи vode sa terena Smonice, Luga Mola, Luga Kovača, Međuanija i Leskovačkog Brega. Oba potoka se kod sela Sibovac spajaju u jedan koji teče prema severoistoku i uliva se u Sitnicu. Sem ovih potoka, na jugu postoji jedna uvala koja drenira vode sa područja Kodre, sela Šipitule, Rakite i Piljka.

Po meteorološkim odlikama ovo područje pripada delu ŠAP Kosova koje se karakteriše minimalnim prosečnim količinama padavina.

Područje Prištine ima srednju godišnju visinu od 567 mm atmosferskog taloga. Maksimalna jednomesečna visina atmosferskog taloga zabeležena je u dvadesetpetogodišnjem periodu u maju 1961. g. i iznosi 157 mm, a minimalna količina padavina je registrovana u julu i oktobru 1965. godine — bez merljivih padavina. Maksimalna godišnja visina atmosferskog taloga iznosi 953 mm i zabeležena je 1937. godine, a minimalna visina

atmosferskog taloga iznosi 371 mm i zabeležena je 1950. godine. Maksimalna dnevna visina atmosferskog taloga iznosi 64,1 mm i zabeležena je 5.12.1964. godine. Prema režimu padavina, učestanost dana sa jakim padavinama može se očekivati u maju i junu. Učestanost padavinskih dana u toku godine iznosi 124,5 dana. Maksimalna učestanost može se očekivati od 159, a minimalna od 96 dana godišnje.

Srednja godišnja temperatura vazduha kreće se u granicama od 8,6 do 10,7°C sa prosečnom srednjom godišnjom vrednošću od 8,9°C.

Srednje mesečne temperature колебају u granicama od -1°C do 20,8°C.

Najviše mesečne temperature su u avgustu, a najniže u januaru i februaru. Srednje mesečne temperature u aprilu i oktobru najpribližnije odgovaraju srednjim godišnjim temperaturama.

Prostorni raspored kolektorskih stena

U prostoru otkopnog polja Sibovac konstatovani su kolektorski materijali u krovini, samom ugljenom sloju i podini uglja.

U povlati ugljenog sloja u otkopnom polju Sibovac razvijene su sive laporovite gline, žute peskovite gline i različite kategorije prašinstih materijala i sitnozrnih peskova.

Sive laporovite gline su u direktnoj povlati ugljenog sloja u najvećem delu ograničenog otkopnog polja, naročito u području južno od Sibovačkog potoka.

Prema laboratorijskim ispitivanjima siva laporovita glina je praktično vodonepropustljiva sredina.

Žuta peskovita glina superpoziciono leži preko sive gline. U severoistočnim delovima ležišta žuta peskovita glina leži i u direktnoj povlati uglja. Opservacijama na terenu je utvrđeno da se u području rasprostranjenja žutih gline javljaju stalni izvori malog kapaciteta, koji po količini vode ne predstavljaju značajan činilac za dimenzionisanje pumpnih kapaciteta unutrašnjeg odvodnjavanja otkopa, ali će sigurno izazvati probleme u vezi sa stabilnošću jalovinskih etaža već u fazi otvaranja otkopa.

Slični problemi se očekuju i u području potoka Sibovac i području razvoja daljih

etapa, gde su često razvijeni sitnozrni peskovi sa promenljivom količinom glinovitih čestica. Dosadašnjim rezultatima istražnih radova došlo se do zaključka da peskovi ne čine kontinuirani sloj, već se po vertikali i lateralno brzo smanjuju sa prašinstim materijalima. U peskovima je formirana izdan sa slobodnim nivoom (bušotina V_7 — XXXIV₅).

Kapacitet ove izdani nije proveravan u ovoj fazi, ali se po rezultatima granulometrijskih ispitivanja pretpostavlja da nije veliki.

Kolektori podzemnih voda u povlatnim sedimentima otkopnog polja Sibovac su sitnozrni peskovi i tvorevine branda.

Prema raspoloživim podacima, najobilnije vodom su tvorevine branda, koji se povezuje sa sitnozrnim peskovima u krovini uglja. U prslinskom sistemu branda formirana je izdan sa slobodnim nivoom, malim oscilacijama u izdašnosti, ali i sa niskim kapacitetom. S obzirom na ukupnu zapreminu ovih tvorevina u polju Sibovac i na činjenicu da podzemna voda ispunjava samo prslinski sistem, ni u ovoj sredini ne treba očekivati značajne količine podzemne vode.

Ukupna zapremina otkrivke u ograničenju površinskog otkopa Sibovac iznosi $V_o = 316.530.000 \text{ m}^3$, od toga su peskoviti materijali zastupljeni sa $14.135.000 \text{ m}^3$, što od ukupne zapremine otkrivke čini 4,5 procenata.

Analizom hipsometrije utvrđeno je da su kolektori izdrenirani stalnim ili povremenim površinskim tokovima. Alternativno, pod uslovom maksimalne zasićenosti vodom, znači pod najnepovoljnijim uslovom, u peskovima može da se akumulira zapremina vode (maksimalne statičke rezerve): $V_{wo} = 4.947.000 \text{ m}^3$.

Ako usvojimo maksimalni koeficijent otpuštanja vode ($k = 0,35$) tada iz povlatnih kolektora dobijemo $1.731.520 \text{ m}^3$ vode.

Vrednost koeficijenta filtracije za brand kreće se, u zavisnosti od sadržaja gline, od $1,31 \text{ m/sec}$ do $3,53 \cdot 10^{-2} \text{ m/sec}$, a peskovito-glinovitih materijala od $1,13 \cdot 10^{-6} \text{ m/sec}$. (Ove vrednosti su dobijene preračunavanjem podataka iz granulometrijskih analiza po USBR metodu).

Podzemne vode u ugljenom sloju nalaze se u međuslojnoj jalovini, koja je predstav-

ljena peskovima. Ovo je konstatovano u svega četiri bušotine, a debljina peskova u njima se kreće od 0,4 do 5,2 m. Zapremina peskovitih materijala u ugljenom sloju iznosi 534.000 m^3 , odnosno, pod pretpostavkom maksimalne vodozasićenosti, može da akumulira zapreminu vode od 186.900 m^3 . Kod maksimalnog koeficijenta otpuštanja ($k = 0,35$) dobijamo 65.415 m^3 vode, koja može biti ocedena iz ovih tokova.

Akumulisanje vode u pukotinama i prslinama ugljenosnog sloja u sadašnjoj fazi ne može da se izračuna. Međutim, u toku istražnog bušenja 1976. godine registrovano je, da se u toku bušenja u ugljenom sloju gubi voda, izuzev u bušotinama G_3 , XXXIV i G_2 XXXIII₇.

Ovaj podatak ukazuje da ugljeni sloj u zoni ulaznog useka i I faze eksploatacije ne sadrži akumulisanu podzemnu vodu, ili, ako je i sadrži, te su količine male.

Podzemne vode u podini ugljenog sloja

U ograničenju polja prve faze eksploatacije otkopnog polja Sibovac u eksploataciji podini se uvek nalaze zelene gline koje lokalno sadrže i tanke slojeve uglja. Ispod ovih, praktično nepropusnih tvorevina, mestimično su razvijeni sitnozrni peskovi u kojima je formirana izdan pod pritiskom. Prema raspoloživim podacima istražnog bušenja, kolektorski peskovi u podini ugljenog sloja ne mogu se povezati u jedinstveni horizont.

Kolektori podzemnih voda u podini ugljenog sloja predstavljani su sitnozrnim i zaglinjenim peskovima. Debljina peska iznosi od 1,0 do 6,3 m. Ukupna zapremina peskova u podini iznosi 795.000 m^3 .

Proračun kritične debljine izolatorskih horizonata u podini ugljenog sloja

S obzirom da su podzemne vode u podinskim sedimentima pod pritiskom, po trebno je izračunati debljinu vodonepropusnog glinovitog horizonta. Tada nepropusni sloj služi kao zaštita dnu otkopnog polja od prodora podzemnih voda koje se nalaze pod pritiskom.

Površina na kojoj je računata kritična debljina izolatora obuhvata I fazu eksploatacije u području gde se ugljeni sloj otkopava do podine. U ovoj fazi razvoja otkopa ne formira se unutrašnje odlagalište, pa je usvojeno da je cela otkopna površina izložena pritisku koji ostvaruju podzemne vode iz podinskih kolektora.

Proračun je izveden pod sledećim uslovima:

— pretpostavlja se da je pritisak na izolatorski sloj rasprostranjen po čitavom otvorenom delu otkopa u prvoj fazi

— unutrašnje odlagalište se ne formira i nema protivtega pijezometarskom pritisku.

Neophodni polazni podaci za proračun su:

— rasprostranjenost, strukturni položaj i litološki sastav, kao i karakter deformacije vodonepropusnih stena u dnu otkopa

— debljina vodonepropusnih stena u različitim delovima prve faze otkopavanja

— fizičko-mehaničke osobine vodonepropusnih stena

— površina na koju deluje pijezometarski pritisak

— vreme za koje neće biti formirano unutrašnje odlagalište

— hidrostatički pritisak na podinu vodonepropusnog sloja.

1. U eksploatacionoj podini uglja nalaze se, prema raspoloživim podacima istražnih bušotina, zelene gline sa tankim proslojci-
ma uglja.

2. Debljina vodonepropusnih stena varira od bušotine do bušotine, u prostoru razvoja prve faze otkopa. Peskoviti horizont nije nabušen u svim bušotinama.

3. Fizičko-mehaničke osobine vodonepropusnih stena određene su kroz geomehanička ispitivanja. Za proračun se usvajaju sledeće statističke vrednosti:

— zapreminska težina gline s prirodnom vlažnošću

$$\gamma_{sr} = 1,95 \text{ kp/cm}^3$$

— čvrstoća na smicanje

$$\tau_{sr} = 0,538 \text{ kp/cm}^2$$

4. Usvaja se da pritisak deluje na površinu

$$F = 826.000 \text{ m}^2, \text{ sa obimom}$$

$$P = 4.000 \text{ m'}$$

5. Hidrostatički pritisak, prema rezultatima osmatranja na pijezometru G_{3XXXIV}, iznosi $H = 69,2 \text{ m}$.

Proračun se vrši po sledećoj formuli:

$$H = \frac{j}{j_0} \cdot m \cdot \cos \beta + \frac{\tau_{sr} \cdot m \cdot p}{j_0 \cdot F}$$

gde je:

m — debljina vodonepropusnog sloja

β — ugao pada vodonepropusnog sloja

F — površina na koju deluje pritisak

p — obim otvorenog dela otkopa

j_0 — zapreminska težina vode

j — zapreminska težina gline.

U ovoj relaciji nepoznata je samo debljina vodonepropusnog sloja koji može da izdrži pritisak od 6,92 atm.

Iz tog obrasca se dobija da je:

$$m = \frac{F \cdot H \cdot j_0}{F \cdot j \cdot \cos \beta + \tau_{sr} \cdot p}$$

Pad vodonepropusnog sloja je istovetan sa padom ugljenog sloja, pa se kao vrednost za proračun usvaja $\beta = 5^\circ$ i dobija kritična debljina:

$$m = \frac{826.000 \cdot 69,2 \cdot 1}{826.000 \cdot 1,95 \cdot 0,996 + 0,538 \cdot 4000} = 35,58$$

Prema tome, za pijezometarski pritisak 69,2 m debljina izolatorskih stena treba da iznosi 35,6 m, da bi se eliminisao prodor vode iz podinskog vodonosnog horizonta.

Na pijezometru G_{7XXXIV}, pijezometarski pritisak iznosi 21,1 m. Pijezometar nije lociran u okviru prve faze razvoja otkopa Sibovac, već se nalazi oko 100 m severno od tačke otvaranja otkopa.

Kritična debljina izolatorskih stena za ovaj primer iznosi sa aplikacijom na površinu I faze otkopa:

$$m = \frac{F \cdot H_1 \cdot j_0}{H \cdot j \cdot \cos \beta + \tau_{sr} \cdot F}$$

$$m = \frac{826.000 \cdot 21,10 \cdot 1}{826.000 \cdot 1,95 \cdot 0,996 + 0,538 \cdot 4000} = 10,85$$

Debljina izolatorskih stena na ovom pijezometru iznosi 11,5 m, što premašuje kritičnu debljinu za svega 0,65 m.

Upoređenjem debljine izolatora u bušotinama gde je konstatovan i kritične debljine kod koje ne dolazi do prodora vode iz podine u otkop može da se zaključi:

- bušotine su, uglavnom, nedovoljne dubine, jer su završene posle izlaska iz ugljenog sloja

- deo bušotina iz programa dopunskih istraživanja treba bušiti najmanje do 35 m ispod podine ugljenog sloja

- prema sadašnjem stepenu poznavanja ne isključuje se mogućnost prodora podzemnih voda iz podine u otkopni prostor I faze

- dopunska hidrogeološka ispitivanja za rešenje ovog važnog problema su neophodna i po redosledu treba da se navedu odmah po završetku geoloških strukturnih bušotina iz dopunskog programa istraživanja.

Prihranjivanje kolektora podzemnih voda

Projektovano otkopno polje Sibovac nalazi se u brdovitom međurečju reke Sitnice na istoku i njene pritoke Drenice na zapadu. Sa severne strane nalazi se leva pritoka Sitnice, koja protiče kroz naselje Streovce i Bivoljac, dok je južna granica otkopa u brežuljkastom reljefu južnih podina Leskovčica.

- Prihranjivanje kolektora podzemnih voda u povlatnim sedimentima projektovanog površinskog otkopa, prema sadašnjem poznavanju geološke građe i strukturnih odnosa u ležištu, obavlja se najvećim delom na bazi infiltracije atmosferskih voda, naročito u severnom delu otkopa, gde peskoviti kolektori izbijaju na površinu.

Zadržavanje podzemne vode u kolektorima je ograničeno, jer su kolektori razvijeni u hipsometrijski višim delovima sedimentne serije i drenirani povremenim ili stalnim površinskim tokovima.

Severno od površinskog otkopa protiče kroz naselje Streovce i Bivoljak stalni vodeni tok s podužnim padom od 28%, koji drenira povlatne kolektore u severnom delu otkopnog polja.

Južno od Sibovačkog potoka razvijeni su u površinskim delovima terena glinoviti se-

dimenti zbog čega je infiltracija padavina znatno redukovana.

Izuzetno, na uzvišenju Leskovčić, na površini su otvoreni žuti sitnozrni peskovi debljine preko 8 m, gde se padavine infiltriraju u dubinu u značajnoj meri.

Na zapadnoj granici otkopnog polja ugljeni sloj sa podinskim glinama leži preko paleoreljefa od paleozojskih škriljaca, a mestimično i kristalastih krečnjaka. Južnije, podinski sedimenti leže preko kristalastih krečnjaka.

Prihranjivanje kolektora u krovinskim sedimentima ugljenog sloja iz pravca Drenice nije moguće, jer je kota podine kolektora viša od kote nivoa reke u posmatranom profilu.

Prihranjivanje kolektora unutar ugljenog sloja ili kolektora u podinskim sedimentima ne može da se posmatra, jer su raspoloživi podaci nedovoljni.

Vode iz reke Sitnice i njenog aluviona ne utiču na prihranjivanje povlatnih kolektora. Kota nivoa Sitnice u području otkopa Sibovac koleba oko vrednosti 520 m, a najniža kota podine kolektora u povlatnim sedimentima je 558,0 m, što znači da Sitnica, zajedno sa razvijenim reljefom njenih pritoka, drenira povlatne kolektore podzemnih voda.

Ocena uticaja vode iz Sitnice i njenog aluviona na prihranjivanje kolektora unutar ugljenog sloja, kao i u podinskim kolektorima, moći će da se donese tek posle izvođenja dopunskih istražnih radova, jer u sadašnjoj fazi nema dovoljno podataka za razmatranje ovog problema.

Iz analize mogućnosti prihranjivanja kolektora mogu da se izvedu sledeći zaključci:

- prihranjivanje kolektora u krovini ugljenog sloja obavlja se, uglavnom, na bazi atmosferskih padavina, a u podređenoj meri iz površinskog toka Sibovačkog potoka

- prihranjivanje kolektora unutar ugljenog sloja nije određeno. Napominje se da je rasprostranjenost ovog kolektora sekundarnog značaja

- prihranjivanje kolektora u podinskim sedimentima takođe je neodređeno. Značaj ovog kolektora, naročito u fazi izrade ulaznog useka i I etape otkopavanja je takav, da su dopunski istražni radovi neophodni.

Zaključak o hidrogeološkim uslovima ležišta Sibovac

U području ležišta Sibovac nisu u fazi istraživanja ležišta vršeni hidrogeološki istražni radovi, tako da su sve ranije ocene o uticaju podzemnih voda na otvaranje površinskog otkopa proistekle iz fragmentnih podataka o nivou podzemnih voda, zapisanih u pisanim profilima bušotina, zabeleženih iskustava iz vremena podzemnog otkopavanja uglja u jami Sibovac, vrste i rasporeda krovinskih sedimenata i najzad, analogije sa aktivnim površinskim otkopima u Belačevcu i Dobrom Selu.

Dopunski istražni radovi u periodu 1973—1975. godine izvedeni su sa ciljem da se dobiju osnovni podaci o hidrogeološkim i geomehaničkim uslovima u otkopnom polju. Hidrogeološka istraživanja su se sastojala u izradi osmatračkih pijezometara u 8 bušotina i praćenjem oscilacija nivoa podzemnih voda. Uporedo su u svim bušotinama (8 hidrogeoloških i 10 geomehaničkih) izvršena uzorkovanja za hemijsko-tehnološka i geomehanička ispitivanja.

Prema tome, za krovinske naslage u polju Sibovac može da se donese prethodna ocena, da ne postoje prirodni uslovi za akumulisanje podzemnih voda u takvim razmerama koje bi bitno uticale na dimenzionisanje pumpnih agregata za odvodnjavanje otkopa. S druge strane, sigurno je da će podzemne vode bitno uticati na stabilnost jalovinskih etaža. Stoga su dopunska hidrogeološka istraživanja polja Sibovac neophodna i svakako ih treba koncentrisati u prostoru I faze otkopavanja.

Homogeni delovi ugljenog sloja, po analogiji sa situacijom u otkopu Belačevac, mogu da se generalno posmatraju kao izolatorska sredina za kretanje podzemnih voda. Međutim, u zonama tektonske deformisanosti sloja treba očekivati akumulisanje podzemnih voda pod pritiskom, što je zabeleženo u toku izvođenja jamskih radova Sibovac, a potvrđeno eruptiranjem vode za vreme bušenja bušotine D-XXXIV. Sigurni podaci o količinama akumulisanih podzemnih voda nisu dostupni.

Dopunskim istražnim radovima, izvedenim 1973—1974. godine, utvrđeno je da se u uglju formira izdan pod pritiskom reda 2—3 atm. Precizniji podaci o količinama vode akumulisanim u ugljenom sloju utvrdiće se dopunskim istražnim radovima u prostoru I faze otkopavanja.

U podini ugljenog sloja razvijene su različite vrste glina, a prema rezultatima dopunskih istražnih radova iz 1973—1974. godine i pojave sitnozrnih peskova i prašinstih peskova. U ovakvim materijalima voda je pod pritiskom od 7 atm (bušotina G₃-XXXIV₃) do 2 atm (bušotina G₇-XXXIV₅). Pojava sitnozrnih vodonosnih peskova u podini ugljenog sloja novo je saznanje za područje eksploatacionog polja Sibovac, tako da su, s obzirom na ovaj momenat, dopunski hidrogeološki radovi neophodni.

Opšta prethodna ocena hidrogeoloških uslova za otvaranje otkopa Sibovac je povoljna, jer ni u podinskim ni u krovinskim naslagama ne postoje prethodni uslovi za akumulisanje podzemnih voda u značajnim razmerama.

SUMMARY

Estimation of Hydrogeological Mining Conditions in Mining Field Sibovac — Kosovo Coal Basin

The lignite deposit Sibovac belongs to Kosovo Coal Basin north section. Hydrogeological investigations were carried out during the period 1973 — 1975. Data obtained by hydrogeological and geomechanical investigations serve as a base for gaining a general insight into the conditions of the designed mine, their reflection on drainage, bench stability and mining technology problems.

In lignite deposit Sibovac, a single coal seam is developed. The coal seam hanging-wall consists of marly clay, yellow sandy clay, clayey sands and brand products. The thickness of hanging-wall sediments within Sibovac mining field boundaries ranges from 4.3 to 109.3 m with an average thickness of 45.6 m.

The coal seam floor is composed of grayish-green clays, sandy clays, carbonate and carbonaceous clays.

Underground water collectors, i.e. the sands and brand products are located in the coal seam hanging-wall, as well as dirt bands in the coal and in the coal seam floor.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Bewertung der hydrogeologischen Gewinnungsverhältnisse im Abbau Feld Sibovac — Kohlenbassin Kosovo

Die Braunkohlenlagerstätte Sibovac gehört dem Nordteil des Kohlenbassins von Kosovo. Hydrogeologische Untersuchungen wurden in der Periode 1973-1975 ausgeführt. Die Daten der hydrogeologischen sowie der geomechanischen Untersuchungen dienen für die allgemeine Erfassung des projektierten Tagebaues und deren Auswirkung auf die Probleme der Entwässerung, Strossenstandfestigkeit sowie für die Abbautechnologie.

In der Braunkohlenlagerstätte Sibovac ist ein Kohlenflöz ausgebildet. Das Hangende des Kohlenflözes bilden graue merglige Tone, gelbe sandige Tone, tonige Sande und Brandschieferbildung. Die Mächtigkeit der Hangendablagerungen in den Abbaufeldgrenzen Sibovac bewegt sich von 4,3 bis 109,3 m mit einer Durchschnittsmächtigkeit von 45,6 m. Das Liegende des Kohlenflözes bilden grauegrüne Tone, sandige Tone, karbonatische und Tone mit Kohlen schmitzen.

Die Grundwasserleiter, und das sind Sande und Brandschiefer, finden sich im Hangenden des Kohlenflözes, dann als Floözzwischenmittel und im Liegenden des Kohlenflözes.

РЕЗЮМЕ

Оценка гидрологических условий разработки на карьерном поле Сибовац — Косовский угольный бассейн

Месторождение лигнита Сибовац является северной областью косовского угольного бассейна. Гидрологические исследования проводились в периоде 1973—1975 гг.

Данные, полученные в течение гидрогеологических и геомеханических исследований, служат для общего обзора условий в проектированном карьере и их влияния на проблемы водоотлива, на устойчивость уступов, а также на технологию разработки.

В месторождении лигнита Сибовац развит только один угольный слой. Кровлю угольного слоя составляют глинистые мергели, жёлтые песчаные глины, глинистые пески и формации пожара. Мощность кровельных осадочных пород в границах эксплуатационного поля Сибовац изменяется от 4,3 до 109,3 м, а в среднем равна 45,6 м.

Почва угольного слоя составлена из серо-зелёных глин, песчаных глин, карбонатных и углистых глин.

Коллекторы грунтовых вод, которыми являются пески и формации пожара, находятся в кровле угольного слоя, затем в составе прослоечных пустых пород и в почве угольного слоя.

Autor: dipl. ing. Milica Pifat, Odeljenje za ekonomiku i kibernetiku u Rudarskom institutu — Beograd.

Recenzent: dr ing. M. Simić, Rudarski institut — Beograd.

Rasprostranjenost litotrofne bakterioflore u domaćim ležištima bakra i oksidacioni procesi u ležištu

(sa 2 slike)

Dr biol. Darinka Marjanović

U domaćim ležištima bakra lokaliteta Bor, Majdanpek, Bučim prirodno su zastupljene litotrofne bakterije. Rasprostranjenost ovih mikroorganizama stoji u odgovarajućoj korelaciji sa abiotičkim faktorima rudnog ležišta i postaje indikator oksidno-redukcionog procesa u sulfidnim ležištima bakra.

Intenzivna ispitivanja u oblasti geologije, rudarstva i mikrobiologije su dovela do naglog razvoja ovih nauka i do razvoja nove naučne discipline — geološko-rudarske mikrobiologije, odnosno litobiologije. Već danas se može reći, da je ova naučna interdisciplina afirmisana ne samo kao fundamentalna nego i primenjena na mnogim rudnim ležištima i pogonima za preradu rude (Marjanović, 1973). Međutim, mnogobrojne pojave i mehanizmi nisu još u potpunosti objašnjeni i zahtevaju dalje izučavanje. U tom smislu i izučavanje rasprostranjenosti litotrofne bakterioflore u domaćim ležištima bakra ima određeni interes, doprinoseći saznanjima o mikroflori rudnih ležišta i njenoj geohemijskoj delatnosti, tj. mehanizmu oksido-redukcionih procesa u sulfidnim ležištima bakra.

Mikrobiološka ispitivanja ležišta bakra pokazuju da litotrofne bakterije prirodno naseljavaju ove sredine kao svoje biotop. Isto tako, dokazana je međusobna zavisnost oksidacionih pojava u ležištima bakra od zastupljenosti određene autotrofne bakterioflore ležišta (Marjanović, 1973, 1975).

Upoznavanje domaćih ležišta bakra sa aspekta rasprostranjenosti autohtone bakterioflore ima važnosti za primenu ovih mikro-

organizama u obogaćivanju rude, posebno u luženju domaćih sirovina bakra. Zbog toga se rasprostranjenosti bakterija, kao jednom od pokazatelja delatnosti ovih mikroorganizama, poklanja posebna pažnja. Sa druge strane, upoznavanje geologije ležišta, sastava sirovine i rudničke vode, ekoloških uslova u našim ležištima bakra, kvalitativnog i kvantitativnog sastava bakterioflore, doprinosi objašnjenju fenomena rasprostranjenosti određenih specifičnih i specijalizovanih vrsta mikroorganizama u sredinama kao što su rudna ležišta.

Materijal i metodika

Ispitivana su odlagališta bakronosne sirovine i ležišta bakra i to: Veliki planir, Tilva Mika, Tilva Roš, Čoka Dulkan, Brezonik u Boru; zatim: Veliki Krivelj — u Krivelju, Markov potok, Severni revir, Južni revir, Stacion u Majdanpeku, Bučim, Vršnik i Čukar u Bučimu.

Po načinu obrazovanja ova ležišta pripadaju hidrotermalnom tipu. Najčešće zastupljeni minerali su sulfidi bakra: halkopirit ($CuFeS_2$), kovelin (CuS), halkozin (Cu_2S), dok se bornit (Cu_5FeS_4) i enargit ($3Cu_2S \cdot As_2S_5$)

sreću ređe i u manjim količinama. Bakarno orudnjenje ovih ležišta se nalazi u hidrotermalno izmenjenim andezitskim stenama, a hidrotermalne promene se manifestuju u procesima biotizacije, silifikacije, sericitizacije, hloritizacije, piritizacije, a u površinskim delovima i kaolinizacije (Đorđević, 1968).

Pored ovih osnovnih karakteristika andezitskog masiva istočne Srbije, ležište Majdanpek se odlikuje i prisustvom znatne količine karbonata (oko 10%). Isto tako, ruda ležišta Bučim se izdvaja od ostalih ispitivanih sirovina, što potiče iz cementacione zone sa osnovnim rudnim mineralima, halkozinom, piritom i halkopiritom.

U rudama bakra često je prisutan pirit, čija oksidacija do ferisulfata i sumporne kiseline može da dovede do različitih promena ležišta i rudničke vode. Prisustvo ovog sulfida gvožđa ima značaja i za egzistenciju određene grupe hemotrofnih bakterija, kojima je pirit jedan od važnih izvora energije.

Polazni materijal za naša ispitivanja bile su bakronosne sirovine navedenih ležišta, uzete sa različitih mesta u jami i sa odlagališta izvan jame, kao i rudnička voda, takođe uzeta sa različitih lokalnosti. Odabiranje karakterističnih mesta za uzimanje uzoraka vršeno je u saradnji sa geologom, a probe su uzimane iz zona oksidacije, iz rudničke vode koja kaplje iz rudnog tela, iz vode koja prolazi kroz jalovinu, iz vodosa-birnika na nižim horizontima, iz kompaktne, rastresite i druge rude i jalovine.

Na mestu uzimanja uzoraka vršeno je orijentaciono merenje reakcije sredine (pH) i temperature, spremanje i fiksiranje mikroskopskih preparata, kao i zasejavanje uzoraka na određene hranljive podloge. U laboratoriji su vršena merenja vrednosti pH na pH -metru, merenja oksido-redukcionog potencijala (mV) pomoću pH -metra s platinskom i kalomelovom elektrodom, hemijske i mikrobiološke analize i manipulacije. Detaljniji opis načina rada je prikazan u našem ranijem radu, pri izdvajanju litotrofnih bakterija iz ovih rudnih ležišta (Marjanović, 1977).

Rezultati ispitivanja i komentar

Izučavanje mikroflora ležišta bakra u Boru, Majdanpeku i Bučimu je pokazalo da

su ista »inficirana« autotrofnim sulfifikacionim i ferifikacionim bakterijama roda *Thiobacillus*, kao i određenim predstavnicima heterotrofnih mikroorganizama (tablice 1, 2, sl. 1). Uočava se da su bakterije, uglavnom, rasprostranjene po vlažnim delovima ležišta, u sitnoj rudi, na mestima sa pukotinama, u zonama orudnjenja, na mestima napuštenih starih radova, na mestima sa sumporom, gvožđem, piritom, sulfidima bakra, u rudničkoj vodi, mada su konstatovane i na drugim mestima u ležištu, koja nemaju posebne karakteristike (tab. 1). Ova konstatacija govori da rasprostranjenost bakterija zavisi od hemijsko-mineraloškog sastava pojedinih mesta, tj. određenih ekoloških uslova u ležištu (tab. 2). Tako je na mestima koja karakteriše prisustvo pirita ili, pak, sulfida bakra pretežno zastupljen *Th. ferrooxidans* (Colmer et Hinkle, 1947), dok je na mestima i rudama sa sumporom, uglavnom zastupljen *Th. thiooxidans* (Waksman et Joffe, 1922), tablica 1.

Ovakva rasprostranjenost bakterioflora, u odnosu na disperznost rudnog materijala, ima i praktičan značaj, s obzirom na ulogu pirita kao jednog od izvora sumporne kiseline i ferisulfata i na sposobnost *Th. ferrooxidans* da intenzivno oksidiše ovaj sulfid. Isto tako, od značaja je i prisustvo *Th. ferrooxidans* na sulfidima bakra, s obzirom na sposobnost ovog organizma da raste na ovim supstratima oksidišući ih. Rasprostranjenost *Th. thiooxidans* na rudama sa sumporom, takođe, ima praktičan značaj, s obzirom na mogućnost korišćenja sumpora kao izvora energije i intenzivno biogeno stvaranje sumporne kiseline.

Prilikom izučavanja ležišta sumpora Karavajko (1961) je našao da vlažna mesta sa sumporom pretežno naseljava *Th. thiooxidans*, pa se, u pogledu rasprostranjenosti ovog organizma, naši rezultati slažu sa rezultatima ovog autora.

U odnosu na kompaktnost sirovine kao ekološki faktor bakterioflora rudnih ležišta, zapaža se da bakterije nisu zastupljene u kompaktnim rudama, ali da su prisutne u rudi koja ima pukotine, tj. u rastresitijem materijalu, najverovatnije zbog bolje dostupnosti izvoru energije (tab. 1). S druge strane, neposrednom oksidacijom pirita, sulfida, sumpora, gvožđa ili, pak, preko produkata ovih oksidacija, bakterije utiču

Redni broj	Ležište i opis uzorka	pH	Eh mV	B a k t e r i j e N a z i v	Brojnost (ćel./ml)
1	2	3	4	5	6
1	Bor — Veliki planir, izlazni rastvor halde	3,00	0	Th. ferrooxidans Th. thiooxidans	$0,6 \cdot 10^2$ $0,5 \cdot 10^2$
2	Bor — Veliki planir, jalovina sa halde	2,80	360	Th. ferrooxidans Th. thiooxidans Th. denitrificans Th. thiocyanoxidans D. desulfuricans	$1,3 \cdot 10^2$ $1,2 \cdot 10^2$ $0,5 \cdot 10^2$ $0,5 \cdot 10^2$ $0,6 \cdot 10^2$
3	Bor — Veliki planir, izlazni rastvor cementacije	3,25	250	Th. ferrooxidans Th. thiooxidans Th. denitrificans D. desulfuricans	$0,9 \cdot 10^2$ $0,6 \cdot 10^2$ $0,5 \cdot 10^2$ $0,5 \cdot 10^2$
4	Bor — Tilva Mika, prolazni hodnik, kapljice sa zida, boja rđe	3,00	410	Th. ferrooxidans	$1,1 \cdot 10^4$
5	Bor — Tilva Mika, skupna voda iz kanala	2,98	400	Th. ferrooxidans Th. thiooxidans	$2,0 \cdot 10^4$ $0,9 \cdot 10^2$
6	Bor — Tilva Roš, horizonts, kanal, boja rđe	3,00	400	Th. ferrooxidans	$5,0 \cdot 10^3$
7	Bor — Tilva Roš, horizonts, kanal plave boje	2,80	366	Th. ferrooxidans Th. thiooxidans	$5,0 \cdot 10^2$ $2,0 \cdot 10^2$
8	Bor — Tilva Roš, srednji otkop, kapljice sa zida, iz pukotine	2,80	410	Th. thiooxidans	$3,0 \cdot 10^2$
9	Bor — Tilva Roš, skupna voda iz gornjih horizonata	2,60	349	Th. ferrooxidans Th. thiooxidans	$70,0 \cdot 10^4$ $1,2 \cdot 10^2$
10	Bor — Tilva Roš, stari radovi, pirritizovana ruda sa zonom oksidacije	2,80	328	Th. ferrooxidans	$5,0 \cdot 10^4$
11	Bor — Tilva Roš, stari radovi, pirritizovana ruda u početnoj fazi oksidacije	2,95	405	Th. ferrooxidans	$70,0 \cdot 10^3$
12	Bor — Čoka Dulkan, hodnik 9—37, voda iz kanala	3,66	412	Th. ferrooxidans	$6,0 \cdot 10^3$
13	Bor — Čoka Dulkan, izlaz Čoke Dulkana, topla plava voda	2,80	311	Th. concretivorus Th. thiooxidans Th. ferrooxidans	$3,5 \cdot 10^3$ $1,3 \cdot 10^3$ $2,0 \cdot 10^2$
14	Bar — Čoka Dulkan + Tilva Roš skupna voda, plava	3,55	360	Th. thiooxidans Th. concretivorus Th. ferrooxidans	$3,5 \cdot 10^3$ $2,0 \cdot 10^3$ $1,1 \cdot 10^3$
15	Bor — Brezonik voda iz kanala sveže otkopane rude	8,20	198	Heterotrofne bakterije	$1,3 \cdot 10^2$
16	Bor — skupna voda cele jame	3,50	402	Th. ferrooxidans Th. thiooxidans Th. concretivorus	$70,0 \cdot 10^3$ $2,0 \cdot 10^2$ $1,3 \cdot 10^2$
17	Veliki Krivelj, kompaktna ruda sa retkim tankim pukotinama i kapljicama boje rđe	5,00	0	Th. ferrooxidans	$0,9 \cdot 10^2$

1	2	3	4	5	6
18	Veliki Krivelj, kompaktna ruda, sive boje	5,00	0	ϕ	ϕ
19	Veliki Krivelj, raskršće HP, i S ₁ , kapljice iz pukotine, boja rđe	2,30	0	Th. ferrooxidans	$5,0 \cdot 10^4$
20	Veliki Krivelj, raskršće HP, L i S ₁ , sveže otkopana ruda	5,50	0	ϕ	ϕ
21	Veliki Krivelj, HP, D, piriti-zovana ruda	3,20	0	Th. ferrooxidans	$6,0 \cdot 10^3$
22	Veliki Krivelj, ruda sa piritom i sumpornim cvetom	2,00	0	Th. ferrooxidans Th. concretivorus	$3,0 \cdot 10^4$ $1,3 \cdot 10^3$
23	Veliki Krivelj, HS ₂ , voda iz kanala	5,50	0	Th. ferrooxidans	$0,5 \cdot 10^3$
24	Veliki Krivelj, vodosabirnik iz zapadnog dela	5,50	0	Heterotrofne bakterije Th. ferrooxidans Th. thiooxidans	$3,0 \cdot 10^3$ $1,3 \cdot 10^3$ $0,9 \cdot 10^2$
25	Veliki Krivelj, vodosabirnik cele jame	5,50	0	Heterotrofne bakterije Th. ferrooxidans Th. thiooxidans	$6,0 \cdot 10^3$ $13,0 \cdot 10^3$ $0,9 \cdot 10^2$
26	Veliki Krivelj, halda izvan jame, starost oko 1 godine	4,00	0	Th. ferrooxidans	$3,0 \cdot 10^3$
27	Veliki Krivelj, halda izvan jame, starost oko 1,5 godina	4,00	0	Th. ferrooxidans	$70,0 \cdot 10$
28	Veliki Krivelj, halda izvan jame, starost oko 5 godina	3,20	0	Th. ferrooxidans Th. thiooxidans	$25,0 \cdot 10^3$ $110,0 \cdot 10$
29	Majdanpek — Severni revir, skupna rudnička voda	8,70	88	Heterotrofne bakterije Th. thioparus Th. ferrooxidans Th. thiooxidans	$0,9 \cdot 10$ $2,0 \cdot 10^3$ $1,2 \cdot 10^2$ $1,2 \cdot 10^2$
30	Majdanpek — Severni revir, kanal izvan jame, boja rđe	4,10	490	Th. ferrooxidans	$70,0 \cdot 10^3$
31	Majdanpek — Južni revir, skupna rudnička voda	8,45	109	Th. denitrificans Th. ferrooxidans Th. thiocyanoxidans Th. thiooxidans Heterotrofne bakterije	$3,0 \cdot 10^3$ $1,2 \cdot 10^2$ $2,0 \cdot 10^2$ $0,9 \cdot 10^2$ $2,0 \cdot 10^2$
32	Majdanpek — Markov potok, jalovina sa halde, zona oksidacije	3,60	460	Th. ferrooxidans	$13,0 \cdot 10^4$
33	Majdanpek — Markov potok, jalovina sa halde, sumporni cvet i limonit	4,40	417	Th. ferrooxidans Th. thiooxidans	$5,0 \cdot 10^3$ $11,2 \cdot 10^3$
34	Majdanpek — Markov potok, jalovina sa halde, zona oksidacije	3,50	520	Th. ferrooxidans	$70,0 \cdot 10^4$
35	Majdanpek — Stacion, kota 200, sveže otkopana siva ruda	7,70	270	ϕ	ϕ
36	Bučim, cementaciona zona, ruda za ogleda luženja, sadržaj Cu = 0,09%	6,20	0	Heterotrofne bakterije, Th. ferrooxidans Th. thioparus	$5,0 \cdot 10^3$ $2,0 \cdot 10^2$ $1,2 \cdot 10^2$
37	Bučim, cementaciona zona, ruda sa Cu = 0,61%	5,70	0	Th. ferrooxidans	$25,0 \cdot 10^3$

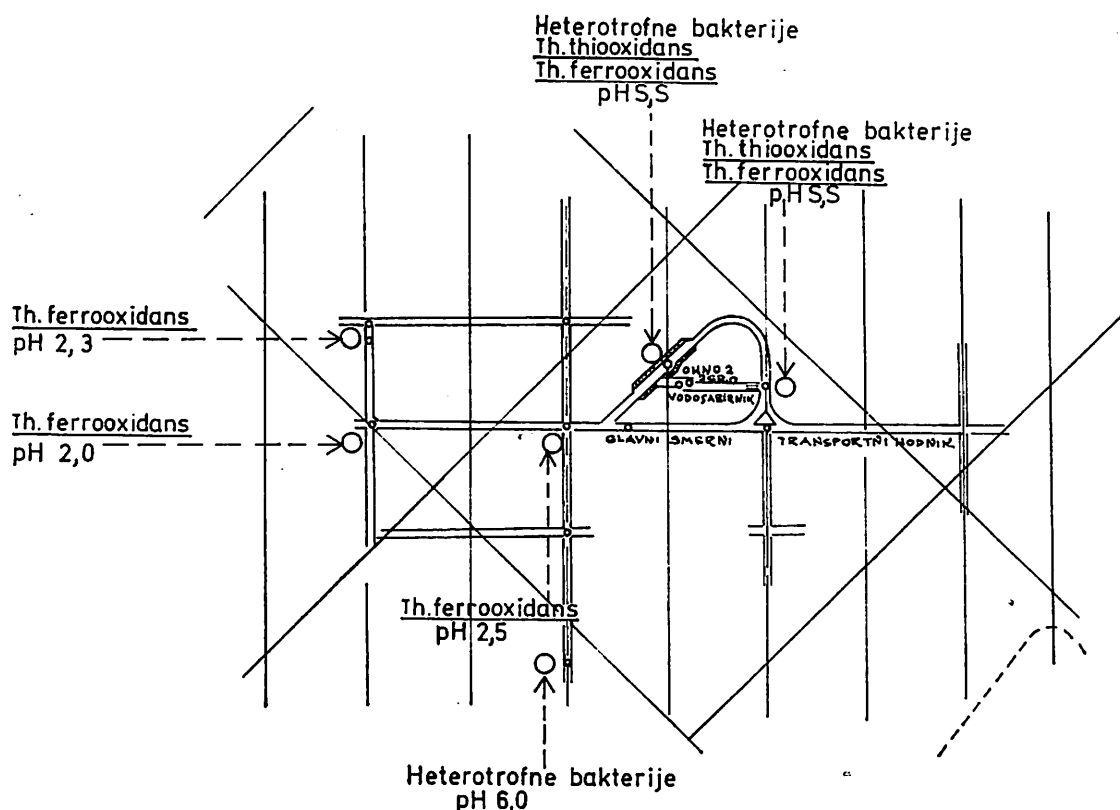
ZNAK »O« ANALIZA NIJE RAĐENA

Rudnička voda — osnovne karakteristike

Tablica 2

LEŽIŠTE	Vrsta uzorka	T(°C)	O ₂ (mg/l)	pH	Eh (V)	Sadržaj Fe (g/l)		Cu (g/l)	NH ₄ NO ₃ SO ₄ PO ₄ Mg (g/l)				BAKTERIOLOGIJA
						Fe ³⁺	Fe ²⁺ ΣFe						
Bor — Tilva Mika	skupna voda	20	9,05	2,98	400	1,47	2,70	4,17	2,000	○	○	○	Thiobacillus ferrooxidans Thiobacillus thiooxidans
Bor — Tilva Roš	skupna voda	20	9,46	2,60	349	10,50	8,80	19,30	4,594	○	○	○	Th. ferrooxidans Th. thiooxidans
Bor — Čoka Dulkan	skupna voda	30	9,25	2,80	311	0,42	4,40	4,82	1,750	○	○	○	Th. ferrooxidans Th. thiooxidans Th. concretivorus
Bor — Tilva Roš + Čoka Dulkan	skupna voda	25	9,50	3,55	360	1,11	3,76	4,87	5,219	○	○	○	Th. ferrooxidans Th. thiooxidans Th. concretivorus
Bor — Brezonik	skupna voda	15	8,00	8,20	198	φ	φ	φ	<0,063	○	○	○	Heterotrofne bakterije
Bor	skupna voda cele jame	15	9,40	3,50	402	0,64	1,04	1,68	0,791	0,005	0,005	6,912	0,004 0,142 Th. ferrooxidans Th. thiooxidans Th. concretivorus
Bor — Veliki planir, postrojenje za luženje jalovine bakra	izlazni rastvor halde	30	9,35	2,80	360	1,00	1,50	2,50	0,300	0,005	0,005	12,000	0,010 3,080 Th. ferrooxidans Th. thiooxidans Th. thiocyanoxidans Th. denitrificans D. desulfuricans
Bor — Veliki planir, postrojenje za luženje jalovine bakra	izlazni rastvor cementacije	20	9,00	3,25	250	0,50	4,02	4,52	0,04	0,004	0,005	26,160	0,005 3,075 Th. ferrooxidans Th. thiooxidans Th. denitrificans D. desulfuricans
Veliki Krivelj	skupna voda	15	8,65	5,50	210	0,106	φ	0,106	0,090	○	0,003	1,689	0,010 0,112 Th. ferrooxidans Th. thiocyanoxidans Heterotrofne bakterije
Majdanpek — Severni Revir	skupna voda	12	8,45	8,70	88	0,07	φ	0,07	<0,020	φ	0,002	0,378	0,002 0,030 Th. thioparus Th. ferrooxidans Th. thiooxidans Heterotrofne bakterije
Majdanpek — Južni revir	skupna voda	12	8,35	8,45	109	φ	0,11	0,11	<0,006	○	○	○	○ Th. denitrificans Th. ferrooxidans Th. thiocyanoxidans Th. thiooxidans Heterotrofne bakterije

○ — analiza nije rađena
φ — ne sadrži



Sl. 1 — Ležište Veliki Krivelj, horizont 260 — rasprostranjenost bakterioflore.

na kompaktnost sirovine, povećavajući njenu rastresitost (Marjanović, 1973).

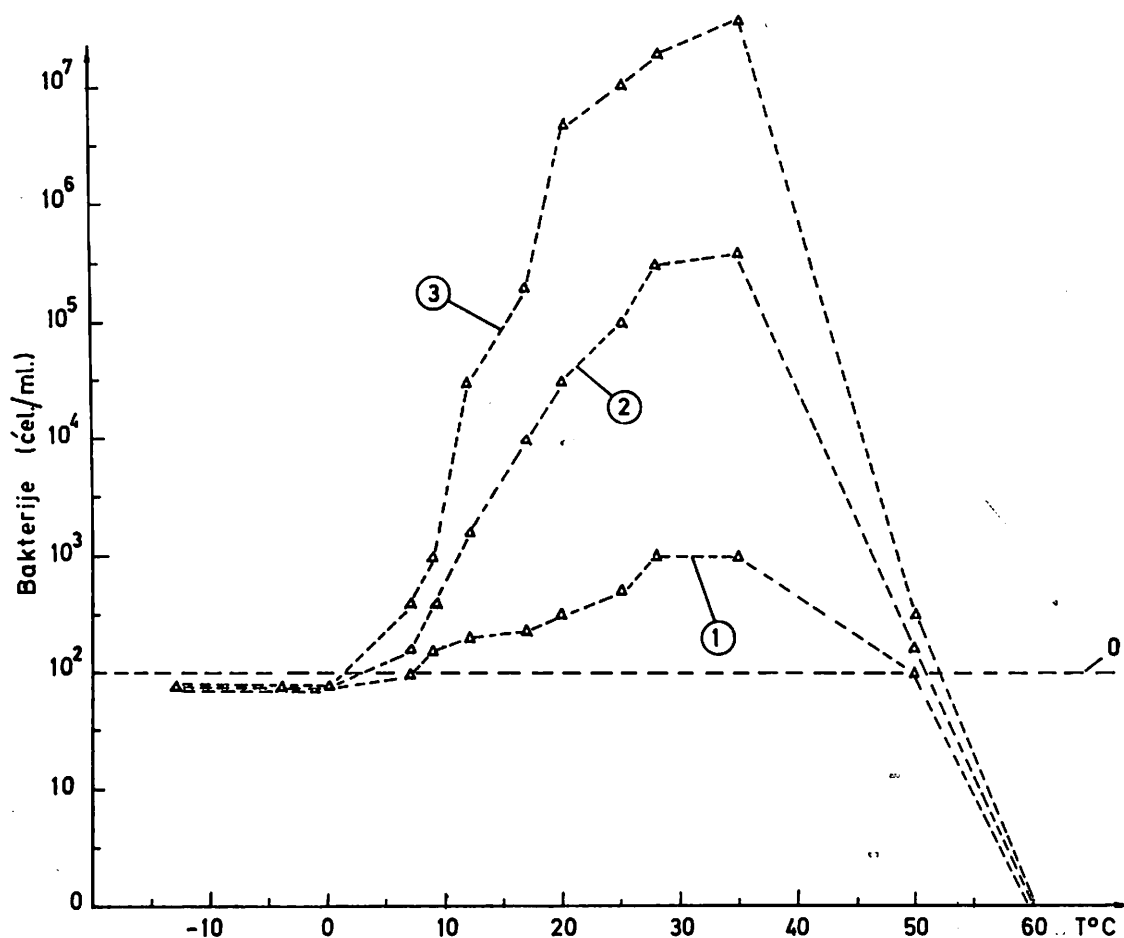
- Od ekoloških uslova u ležištu zavisi i brojnost bakterioflore, pa je najveća gustina litotrofnih bakterija konstatovana na vlažnim mestima s pukotinama, na mestima s piritom, sumporom, na mestima starih napuštenih radova, u rastresitom rudnom materijalu i odlagalištima starim nekoliko godina, dok ove mikroorganizme nismo našli u sveže otkopanoj rudi (tab. 1).

Kada se razmatraju ovi rezultati, može se konstatovati da se razvije bakterija u ležištima odvija pretežno po mikrozona, koje su ekološke niše određenih bakterijskih biocenoza. S obzirom da je rudno ležište veoma heterogen sistem, to bakterije u njemu nalaze odgovarajuća mesta, u okviru kojih je moguće odvijanje njihovih životnih funkcija.

Jedan od ekoloških činilaca, koji utiče na rasprostranjenost bakterioflore je i

temperatura. Našim ispitivanjima je pokazano da se ona u domaćim ležištima bakra pretežno kreće od 12—30°C (tab. 2).

Pri analizi rezultata prikazanih u tablicama 1 i 2 i na sl. 1, zapaža se, da kvalitativni i kvantitativni sastav bakterioflore može biti različit pri istoj temperaturi, kao što može biti sličan pri različitoj vrednosti ovog činioca. To pokazuje da temperatura u našim ležištima bakra i na jalovištima nije od presudne važnosti za rasprostranjenost bakterioflore u ovim sredinama, odnosno da temperatura ima uticaj na intenzitet bakterijskih procesa, a manje na rasprostranjenost litotrofnih bakterija. U prilog ovoj konstataciji govore i laboratorijska ispitivanja uticaja temperature od -13° do +60°C na rast *Th. ferrooxidans* izdvojenog iz ležišta u Boru (sl. 2). Ovi rezultati su potvrdili da pomenuta kultura bakterija raste pri širokim intervalima temperature. To istovremeno znači, da se bakterijski procesi u ležištima i posebno na jalovištima u određenoj



Sl. 2 — Rast *Th. ferrooxidans* u zavisnosti od temperature — 0, 1, 2, 3 dani inkubacije.

meri održavaju tokom svih godišnjih doba, najverovatnije zahvaljujući adaptivnim svojstvima ovih organizama stečenim tokom života u prirodi.

Može se reći da rasprostranjenost litotrofnih bakterija u rudnim ležištima ima karakter adaptacije u prirodnim uslovima, pa tako nastaju prirodni mutanti *Th. ferrooxidans* i drugih mikroorganizama, koji podnose više i niže temperature, koncentracije metala, kiseline i dr., na koje su adaptirani u različitim ekološkim nišama ležišta i odlagališta.

Tokom vremena iz mikrozona koje naseljavaju litotrofne bakterije nastaju zone oksidacije, a zatim zone luženja, koje se obrazuju ispiranjem elemenata rastvorenih u zoni oksidacije. Na taj način u

ležištu i na jalovištima protiču prirodni — spontani procesi luženja u kojima učestvuje i autohtona bakterioflora. Intenzitet ovih pojava i procesa zavisi kako od abiotičnih faktora, tako i od kvalitativnog sastava bakterioflore i gustine bakterijskih populacija. Prilikom izučavanja sumpornih ležišta Kuznecov i dr. (1962) su pokazali da u oksidacionim procesima ovih ležišta pored abiotičkih faktora značajnu ulogu igra i biogeni faktor, tj. prisustvo određenih hemotrofnih bakterija. Isto tako Karavajko (1961) je konstatovao da *Th. thiooxidans* rasprostranjen u mikrozonama sumpornih ležišta stvara kiselost, koja je izrazito veća od prosečne kiselosti ležišta, pa je na osnovu toga zaključio o biogenom proticanju procesa oksidacije.

Reakcija sredine u ležištu je jedan od važnih činilaca rasprostranjenosti bakterija. Rasprostranjenost bakterioflore po mikrozonama je doprinela da različita mesta u ležištu imaju i različite reakcije sredine, kako se vidi iz tab. 1.

Ovim se mogu potpunije objasniti velike razlike u pH vrednosti pojedinih mesta u ležištu, a istovremeno i veoma velika raznolikost bakterioflore jednog ležišta u kome je na prvi pogled nelogično očekivati prisustvo pojedinih vrsta bakterija.

U ležištu Majdanpek, koje ima slabo alkalnu reakciju sredine, konstatovali smo acidofilne bakterije *Th. ferrooxidans* i *Th. thiooxidans*, kao i bakterije čije se optimalno razviće odvija pri neutralnoj i alkalnoj reakciji sredine. Na odlagalištu Markov potok u Majdanpeku, koje se karakteriše po neutralnoj i alkalnoj reakciji sredine, konstatovali smo mesta čiji je pH 3—4, a koja su naseljavala acidofilne bakterije (tab. 1).

Razlike u reakciji sredine ležišta i njegovih pojedinih mesta — mikrozona konstatovali smo i u ležištima Bor i Veliki Krivelj, gde se prirodna reakcija sredine sirovine ovih ležišta kreće oko pH 5,0, dok pojedina mesta u ležištu imaju izrazito kiselu reakciju sredine — oko pH 2—3 (tab. 1), što je jedan od pokazatelja oksidativnog procesa u rudnom ležištu.

Na osnovu rezultata ovih ispitivanja, možemo konstatovati da su rasprostranjenost litotrofne bakterioflore domaćih ležišta bakra, reakcija sredine i oksidacioni procesi u ležištu usko povezani. S jedne strane, zastupljenost ovih bakterija može biti jedan od pokazatelja oksidacionih procesa i reakcije sredine u ležištima, dok s druge strane, reakcija sredine u ležištu može biti jedan od pokazatelja zastupljenosti i rasprostranjenosti hemotrofne-litotrofne bakterioflore.

Tako su u kiselim rudničkim vodama, kakva je u ležištu Bor (tab. 2), i u rudama kisele reakcije sredine (tab. 1) pretežno zastupljeni *Th. ferrooxidans*, *Th. thiooxidans* i *Th. concretivorus*, kao ekološka varijanta *Th. thiooxidans*. Istovremeno, u izrazito kiselim sredinama prisutni su samo strogi autotrofi, dok se u ležištima slabo kisele, neutralne i slabo alkalne reakcije sredine su-

sreću različite vrste bakterija: u slabo kiseloj reakciji sredine ležišta Veliki Krivelj i Bučim konstatovali smo autotrofne acidofilne, kao i heterotrofne bakterije (tab. 1, 2, sl. 1), dok smo iz slabo alkalne reakcije sredine ležišta Majdanpek izdvojili acidofilne bakterije, zatim bakterije koje rastu pri višim vrednostima pH i heterotrofne bakterije (tab. 1, 2).

Pored aerobnih litotrofnih bakterija, u domaćim ležištima bakra smo konstatovali i fakultativno autotrofnu, anaerobnu sulfatredukujuću bakteriju *Desulfovibrio desulfuricans* (Beijerinok, 1895) — tab. 1, 2. Prisustvo ovog organizma ukazuje na proces obrazovanja sumporvodonika na račun redukcije sulfata. Međutim, u našim ležištima bakra nije zapažen aktivan proces sulfatredukcije; obrnuto-konstantovan je oksidacioni proces, koji se na prvi pogled može poznati po sniženju vrednosti pH rude i rudničke vode, pojavi gvožđa, bakra i drugih metala u rudničkoj vodi (tab. 2). Autohtona litotrofna bakterioflora rasprostranjena u rudnim ležištima doprinosi odvijanju i katalizi oksidacionih procesa u ležištu, što govori da je bakterijska oksidacija sulfidnih minerala važan biogeohemijski proces u prirodi. Isto tako, ispitivanja pokazuju da prisustvo obligatnih acidofila *Th. ferrooxidans* i *Th. thiooxidans* u određenoj koncentraciji (tab. 1) ili pak prisustvo njihovih metabolita u vidu slobodne kiseline, ferisulfata, bakarsulfata i dr., povećana oksidativnost sredine (tab. 1, 2), postaje pokazatelj intenziteta oksidacionog procesa u rudnom ležištu.

U domaćim ležištima bakra najčešće rasprostranjene bakterije su *Th. ferrooxidans* i *Th. thiooxidans*, od kojih *Th. ferrooxidans* ima posebno važnu ulogu u biogeohemijskim procesima rudnih ležišta, s obzirom na prisutne mehanizme koji razrušavaju kristalnu rešetku sulfida, kao i širok spektar sposobnosti oksidacije različitih minerala, jedinjenja, elemenata. Ispitivanja pokazuju da je bakterijska oksidacija sulfida uz obrazovanje kiseline, uglavnom, mikrozonalnog karaktera i da se pretežno odvija pod uticajem *Th. ferrooxidans* i *Th. thiooxidans*. Pretpostavlja se da pre ovih mikroorganizama u oksidaciji minerala mogu da imaju udela *Th. Y* (Ljalikova, 1967), denitrifikacione bakterije, *Th. thioparus*, a kasnije kada se stvo-

re odgovarajući ekološki uslovi oksidativni proces protiče, uglavnom, pod uticajem acidofilnih vrsta u prvom redu *Th. ferrooxidans*.

Izučavanje rasprostranjenosti bakterioflore domaćih ležišta bakra pokazuje da rudničke vode i pojedina mesta u ležištima i odlagalištima imaju aktivnu litotrofnu bakteriofloru. Ukupan broj ovih mikroorganizama reda veličine 10^6 ćel./ml., oksidativnost i kiselost mikrozona i rudničke vode u kojima smo konstatovali litotrofne tionske bakterije, kao i korelacija sastava izvora izdvajanja i bakterijske populacije, govori o višestrukoj važnosti fenomena rasprostranjenosti bakterija u rudnim ležištima, o širokoj adaptivnoj sposobnosti ovih organizama i mogućnosti njihovog korišćenja u mnogim procesima rudarske industrije.

Rasprostranjenost *Th. thioparus* takođe je značajna, s obzirom na sposobnost ove bakterije da oksidiše elementarni sumpor i politionate, koji mogu da se obrazuju pri hemijskoj oksidaciji sulfida u uslovima neutralne i slaboalkalne reakcije sredine. Isto tako, zastupljenost *Th. denitrificans* i *Th. thiocyanoxidans*, kao i *D. desulfuricans* u domaćim ležištima bakra predstavlja određenu važnost, naročito ako se ima u vidu biokataliza energetskih procesa za ove bakterije, a čije odvijanje istovremeno može da doprinosi zaštiti čovekove sredine od određenih zagađivača iz rudarske industrije.

Prisustvo heterotrofa kao i anaerobnih sulfatredukujućih bakterija ima interesa za dalja proučavanja. Pomoću produkata svog metabolizma i ovi mikroorganizmi doprinose raspadanju ruda ili, pak, dovode do nastajanja novih mineralnih spojeva. Isto tako, pojava heterotrofa zajedno sa autotrofima zaslužuje posebna izučavanja, naročito sa stanovišta ekologije, s obzirom da združene kulture ovih mikroorganizama pokazuju veću aktivnost nego u pojedinačnim kulturama (Pan et Umbreit, 1971).

Rasprostranjenost litotrofnih bakterija u rudnim ležištima može da ima značaja i za odvijanje oksidacionih procesa u zonama bez kiseonika, s obzirom na sposobnost ovih mikroorganizama da svojim metabolizmom dovode do nastajanja kiselog ferisulfata, koji zatim iz oksidacionih zona dospeva u redukcione zone i oksidiše sulfide do rastvorljivih sulfata i sumpora. Tako biogeni fak-

tor postaje jedan od indikatora oksido-redukcionih procesa u ležištu i važan parametar pri geološko-rudarsko-tehnološkim izučavanjima domaćih ležišta bakra.

Zaključak

U domaćim ležištima bakra: Tilva Mika, Tilva Roš, Čoka Dulkan u Boru; Veliki Krivelj u Velikom Krivelju; Severni revir, Južni revir, Markov potok, Stacion u Majdanpeku i u ležištima Bučim, Čukar i Vršnik u Bučimu rasprostranjene su autotrofne, litotrofne bakterije roda *Thiobacillus*: *Th. ferrooxidans* (Colmer et Hinkle, 1947), *Th. thiooxidans* (Waksman et Joffe, 1922), *Th. concretivorus* (Parker, 1945), *Th. thioparus* (Beijerinck, 1904), *Th. denitrificans* (Beijerinck, 1904), *Th. thiocyanoxidans* (Hapold et Key, 1937), od kojih su *Th. concretivorus* ekološka varijanta *Th. thiooxidans*, a *Th. denitrificans* i *Th. thiocyanoxidans* — ekološke varijante *Th. thioparus*. Pored striktnih autotrofa, u domaćim ležištima bakra su rasprostranjene i fakultativno autotrofne sumpor redukujuće bakterije *Desulfovibrio desulfuricans*, kao i heterotrofne bakterije.

Gustina litotrofnih bakterija se kreće od $0,5 \cdot 10^2$ do $7,0 \cdot 10^5$ ćel./ml.

Najrasprostranjenije vrste litotrofnih bakterija su njihovi acidofilni predstavnici *Th. ferrooxidans* i *Th. thiooxidans*. Istovremeno, ove bakterije su glavni uzročnici biogenog nastajanja ferisulfata i sumporne kiseline, tj. bioloških oksidacija u rudnom ležištu.

Rasprostranjenost *Th. thioparus*, *Th. denitrificans* i *Th. thiocyanoxidans* pretežno u slabo kiseloj, neutralnoj i alkalnoj sredini može da ima značaja za luženje odgovarajućih ruda, kao i važnost u procesima očišćavanja sredine od zagađivača iz rudarske industrije.

Rasprostranjenost *D. desulfuricans* kao i heterotrofa nije karakteristična za domaća ležišta bakra, ali ima interesa za dalja izučavanja.

U rudnim ležištima litotrofna bakterioflora je rasprostranjena po mikrozonom, gde obrazuje odgovarajuće ekološke niše iz kojih mogu da nastanu zone oksidacije, zatim zone luženja, što pokazuje da ovi mikro-

organizmi imaju udela u geohemijskim procesima ležišta i izluživanju metala u prirodi.

Zastupljenost bakterioflore stoji u određenoj korelaciji sa abiotilnim faktorima ležišta tako da rasprostranjenost bakterija zavisi od određenih ekoloških uslova, dok, sa druge strane, bakterije utiču na okolnu sre-

dinu doprinoseći njenim izmenama. Na taj način rasprostranjenost bakterioflore postaje indikator određenih oksido-redukcionih procesa u ležištu, pa je za kompletno proučavanje ležišta neophodno uzeti u obzir i prisustvo biogenog faktora u ovim sredinama, na šta ukazuju i ova ispitivanja domaćih ležišta bakra.

SUMMARY

Dissemination of Lithotrophic Bacterioflora in Domestic Copper Deposits and Deposit Oxidative Processes

In domestic copper deposits Bor, Majdanpek, Bučim lithotrophic bacteria are naturally present. Dissemination of above microorganisms is in appropriate colleration with ore deposit abiotic factors, representing an indicator of oxido-reduction process in sulphide copper deposits.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Verbreitung der lithotrophischen Bakterienflora in den einheimischen Kupfererzlagertstätten und die Oxdationsprozesse in denselben

In den einheimischen Kupfererzlagertstätten Bor, Majdanpek, Bučim befinden sich lithotrophische Bakterien. Die Verbreitung dieser Mikroorganismen steht in einer gewissen Korrelation mit abiotischen Faktoren der Erzlagertstätte und wird ein Indikator des Oxi-Reduktionsprozesses in Kupfersulfidlagertstätten.

РЕЗЮМЕ

Распространенность литотрофной бактериофлоры в месных местах рождения меди и окислительные процессы в месте рождения

В месных местах рождения в местах Бора, Майданпека, Бучима, природно представлены литотрофные бактерии. Распространенность этих микроорганизмов находится в соответствующей соотношении с абиетическими факторами месторождения руды и делается показателем окислительно-редукционного процесса в сульфидных местах рождения меди.

Literatura

- Đorđević, G., 1968: Prilog proučavanju strukturnih karakteristika rude Veliki Krivelj u vezi sa oplemenjivanjem. — Zbornik radova Rud. met. fak., Bor, 7.
- Karavajko, G. I., 1961: O mikrozonalom rasprostranjenju oksidativnih procesova u sernoj rude razdol'skoga mestorođenja. — Mikrobiologija, 30, (2), 286.
- Kuznecov, S. I., Ivanov, M. V. i Ljalkova N. N., 1962: Vvedenie v geologičeskiju mikrobiologiju. — Izd. — vo AN SSSR, Moskva.
- Marjanović, D., 1973: Bakterioflora domaćih ležišta bakra i njena uloga u luženju bakronosnih sirovina. — doktorska disertacija PMF, Beograd.
- Marjanović, D., 1973: Mikrobiološka ispitivanja rudnih ležišta i bakterijsko izluživanje bakra iz njegovih sirovina. — Mikrobiologija 10, (2), 249—262.
- Marjanović, D., i Tešić, Ž., 1975: Application des bacteries thioniques dans le procede de lessivage du cuivre de ses mineraux. — Mikrobiologija, 12, (1), 37—46.
- Marjanović, D., 1977: Litotrofna bakterioflora domaćih ležišta bakra. — Mikrobiologija, (u štampi).
- Pan, P. et Umbreit, W. W., 1971: Growth of mixed cultures of autotrophic and heterotrophic organisms. — Canad. J. Microbiol., 18, 153.

Autor: dr biol. Darinka Marjanović, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu — Beograd.

Recenzent: dr ing. M. Jošić, Rudarski institut — Beograd.

Tehnološka istraživanja mogućnosti proizvodnje izolacionih materijala na bazi dijatomejske zemlje i azbesta

(sa 6 slika)

Dipl. ing. Ljiljana Janković

Nagli razvoj nauke u oblasti hidrotermalnih faznih sistema stvorio je široke uslove za industrijsku sintezu raznih sintetičkih veoma vrednih hidratnih materijala, koji se sa uspehom koriste u procesnoj industriji i građevinarstvu kao izolacioni materijali. U vezi ove problematike obrađivana je tema: »Tehnološka istraživanja mogućnosti proizvodnje izolacionih materijala na bazi dijatomejske zemlje i azbesta«.

U okviru realizacije ove teme izvršena su sledeća ispitivanja:

- izvršena je kategorizacija sirovina
- utvrđena je optimalna krupnoća zrna materijala koji ulazi u recepturu za 6 vrsti izolacionih ploča.

Izveden je veliki broj eksperimenata u cilju iznalaženja optimuma odnosa CaO/SiO_2 i ostalih komponenata. Komponente su homogenizovane u suspenziji uz intenzivno mešanje propelerskom mešalicom sa ostrim perajima. Ovo je naročito važno za varijantu u kojoj se koristi amozitni azbest, jer je neophodno dopunsko raščešljavanje »snopova« azbestnih vlakana. Homogeni raspored azbestnih vlakana (monovlakana) obezbeđuje dobro armiranje i nisku zapreminsku težinu gotovog proizvoda, odnosno direktno utiče na toplotne karakteristike.

Odnos suve materije prema vodi kretao se u suspenziji između 1:10 do 1:11.

Suspenzija je izrazito bazna sa pH vrednosti od oko 13. Ceđenje se izvodi pod vakuumom od 0,5 atm.

Ploče su sušene oko 48 časova na 80 — 90°C. Za to vreme je odstranjena najveća količina vlage i izvršena primarna sinteza CSH faze u sistemu $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$. Uzorci su zatim sušeni 4 sata na 150°C, a zatim još po 2 sata na 180 i 200°C. Sigurno je, da će se u kontinualnom sistemu sa dinamičkim odvođenjem vlage postići intenzivnije sušenje i sinteza kako primarnih na 80—90°C tako i sekundarnih CSH faza na 180°C.

Odabrani su sastavi u kojima se odnos CaO/SiO_2 kretao od 0,5 do 1, jer se ovim odnosima obezbeđuje sasvim dovoljna mehanička čvrstoća, zapreminska težina i toplotna provodljivost. Odabrani sastavi sa odgovarajućim C/S odnosima i učešćima armirajućih komponenata i punilaca dati su u sledećem redosledu.

Izolacione ploče oznake C_1 . — U okviru ovog sastava vršena je primena učešća amozitnog azbesta i azbesta Stragari klase 6—7. Odnos dijatomejske zemlje i kreča bio je konstantan ($\text{C}/\text{S} = 0,5$).

Konačno je zadržano učešće 10% amozitnog azbesta, 30% azbesta Stragari klase 7 sa C/S odnosom 0,5.

Amozitni azbest je prethodno raščešljan intenzivnim mešanjem u vodi. Naknadno su dodate ostale komponente. Suspenzija, odnos čvrste prema tečnoj fazi je 1:11 i pH vrednost 13. Ceđenje je pri vakuumu od 0,5 atm. Sušenje i sinteza vršena je na već opisani način.

Izolacione ploče oznake A_3 . — U sastavu ovih ploča učešće azbesta Stragari klase 7 zadržano je na 30%, učešće mineralne vune određeno je iz različitih proba na 15%, odnos C/S je uslovno povećan učešćem mineralne vune na 0,83.

Proces pripreme suspenzije, ceđenja i sušenja je isti kao i ranije.

Izolacione ploče A_4 . — Pošto su u slučaju sastava A_3 dobijene ploče visoke pritiskne čvrstoće, povećano je učešće mineralne vune na 20%, a smanjen odnos C/S na 0,66.

Izolacione ploče A_5 . — Ploče oznake A_4 su vrlo niske zapreminske težine, pa je smanjeno učešće mineralne vune na 17% uz zadržavanje odnosa C/S na 0,65.

Izolacione ploče A_1 . — Povećan je odnos C/S na 1 učešćem bazaltne vune od 25% i azbesta Stragari na 25%.

Izolacione ploče L_B . — U ovom slučaju izvršeno je značajno povećanje učešća bazaltne vune na 30%. Odnos C/S je zadržan na 1. Takođe je učešće azbesta Stragari zadržano na 30%.

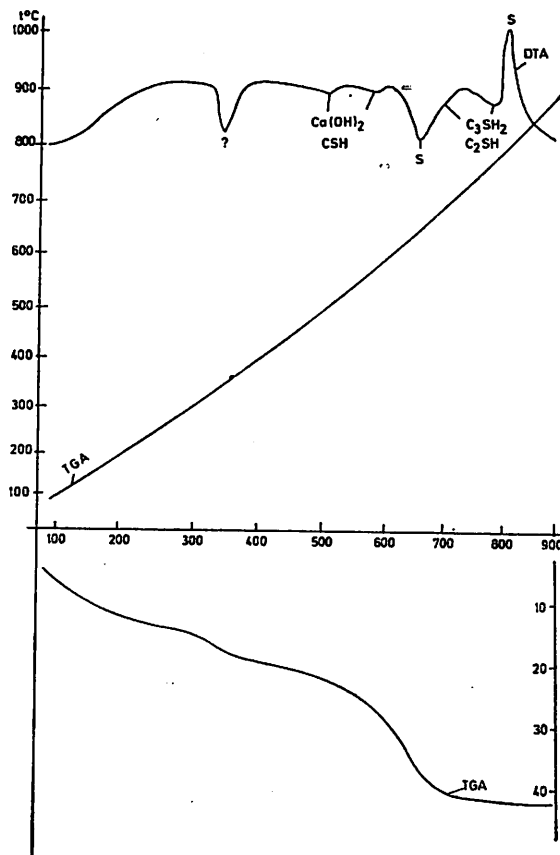
Strukturne i fizičko-hemijske osobine sintetizovanih kalcijumhidrosilikatnih ploča

Mineraloška ispitivanja

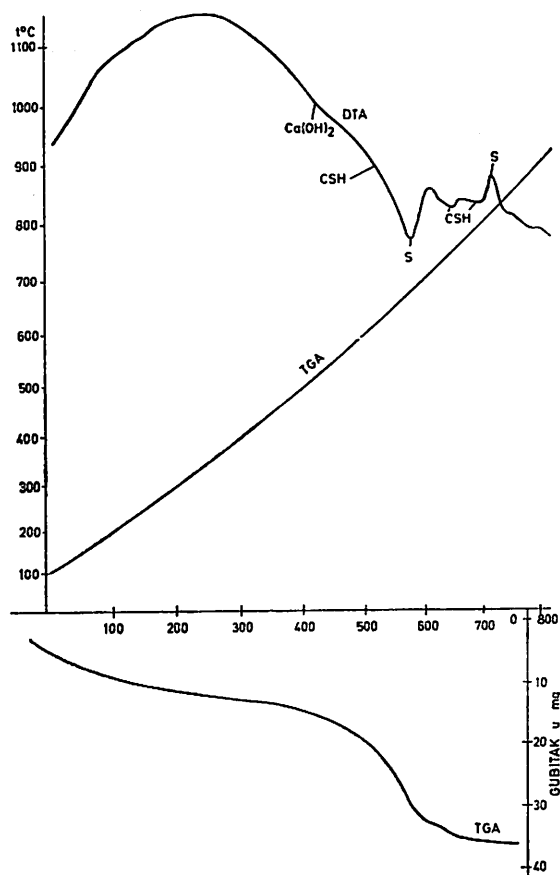
Za instrumentalno mineraloško proučavanje odabrana su dva uzorka izolacionih ploča sa radnim oznakama C_1 i A_3 . Ova dva uzorka su proučena rendgenskom difrakcijom, diferencijalno termičkom i termogravimetrijskom analizom u infracrvenom delu spektra od 2,5 do 25,0 mikrona talasnih dužina. Rendgenska difraktometrijska analiza pokazala je da se radi o prisustvu skoro istovetnih mineralnih faza u oba uzorka. Prisustvo kristalnih faza mono i dihidratiranih silikata kalcijuma je značajno i, praktično, istovetno sa karakterističnom refleksijom 3,0.

Upoređujući rezultate proučavanja ova dva uzorka konstatovano je, da uzorak C_1 sadrži više različitih hidratiranih kalcijum-silikatnih faza kao što su CSH , C_3SH_2 i C_2SH , dok uzorak A_3 , na bazi refleksije 3,30, pretpostavlja nešto veću zastupljenost dikalcijumhidrata.

DTA i TGA krive potvrđuju rezultate rendgenskog proučavanja preko određenih endotermnih efekata koji se javljaju na temperaturama od oko 500, 580, 710 i 780°C koji odgovaraju dehidraciji silikata — mono i dihidratiranih silikata kalcijuma, kao i dikalcijum silikata — hidrata. Pored toga, ovi efekti odgovaraju i jednim delom dehidraciji kalcijum hidroksida. Prisustvo serpentinskih minerala u ovom slučaju azbesta manifestuje se preko endotermnog efekta na 660° i egzotermnog efekta na 820°C. Ovde je potrebno istaći činjenicu, da je endotermna reakcija azbesta oko 100 stepeni posledica prisustva kalcijum silikata koji su oborili temperaturu dehidracije azbesta. Ovim analitičkim ispitivanjem, a preko DTA i TGA krivih, može se konstatovati da je prisustvo azbesta u uzorku A_3 manje, a veće prisustvo kalcijum silikata, dok je u uzorku C_1 obrnut slučaj. Međutim, dok kod uzorka C_1 postoji veoma jasna endotermna reakcija na temperaturi od 350 stepeni sa



Sl. 1 — Kriva DTA i TGA za uzorak C_1 .



Sl. 2 — Krive DTA i TGA za uzorak A₃.

karakterističnim gubitkom i na TGA krivi. Međutim, ova endotermna reakcija nije mogla da se identifikuje. Krive DTA i TGA date su na sl. 1 i 2.

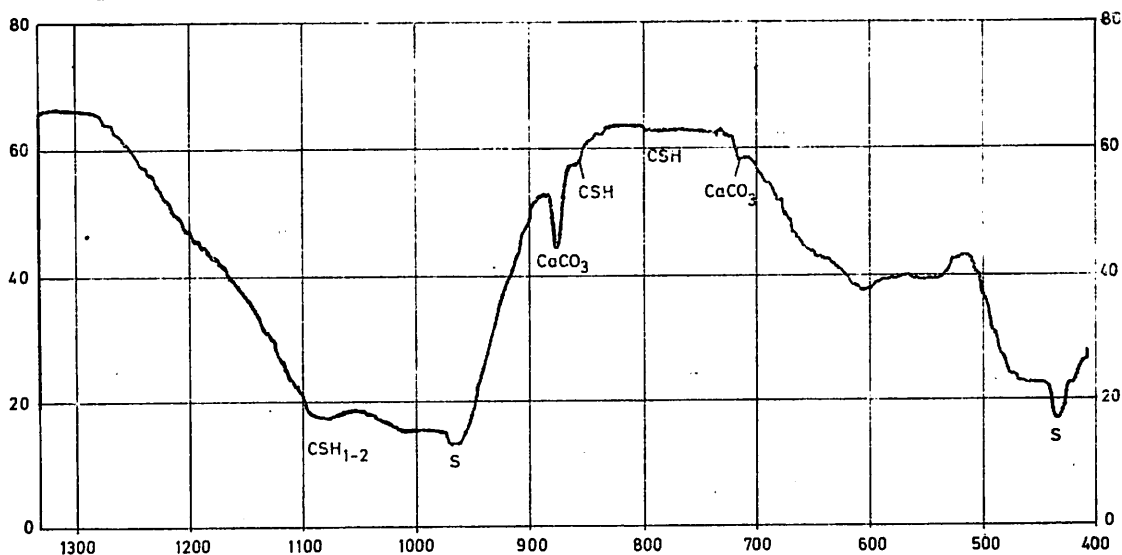
Proučavanja izvršena u infracrvenom delu spektra pokazala su, da postoji prisustvo hidratanih silikata kalcijuma, kao i hidrata kalcijum silikata, pored prisustva serpentinskog minerala — hrizotil azbesta. Za ove minerale karakteristični su obeleženi pikovi apsorpcije u intervalu od 3800 do 3000 cm^{-1} . Prisustvo kalcijum karbonata — kalcita sa dva karakteristična apsorpciona maksimuma i to na 880 i 715 cm^{-1} . Prisustvo kalcijum karbonata je nešto veće u uzorku A₃ nego u uzorku C₁.

Dijagrami za uzorke C₁ i A₃ dati su na sl. 3, 4, 5 i 6.

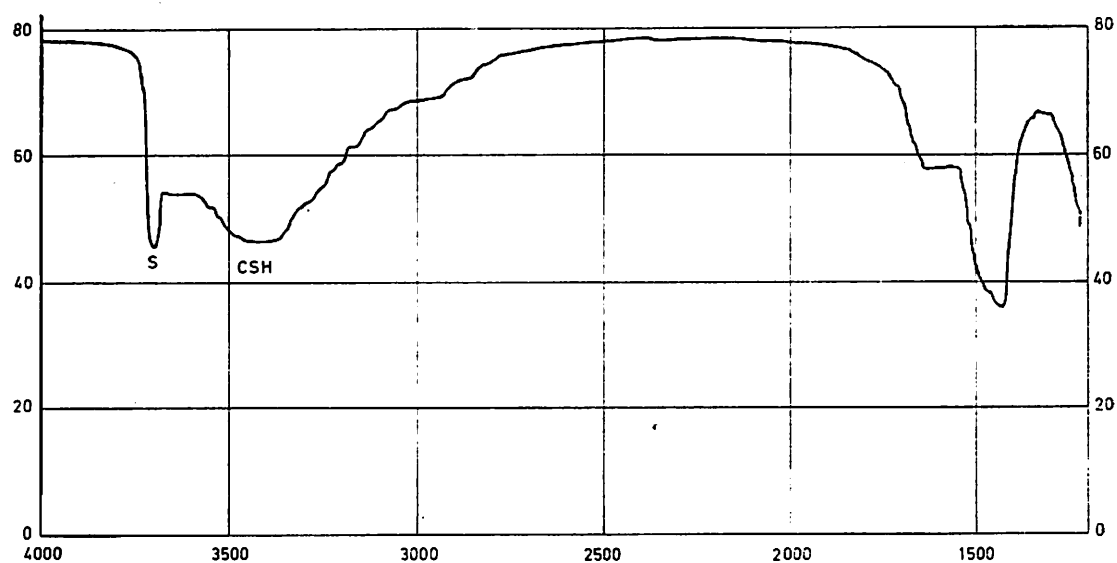
Termička ispitivanja

Ispitivanje toplotne provodljivosti. — Ispitivanje toplotne provodljivosti λ vršeno je metodom sa zaštićenom pločom.

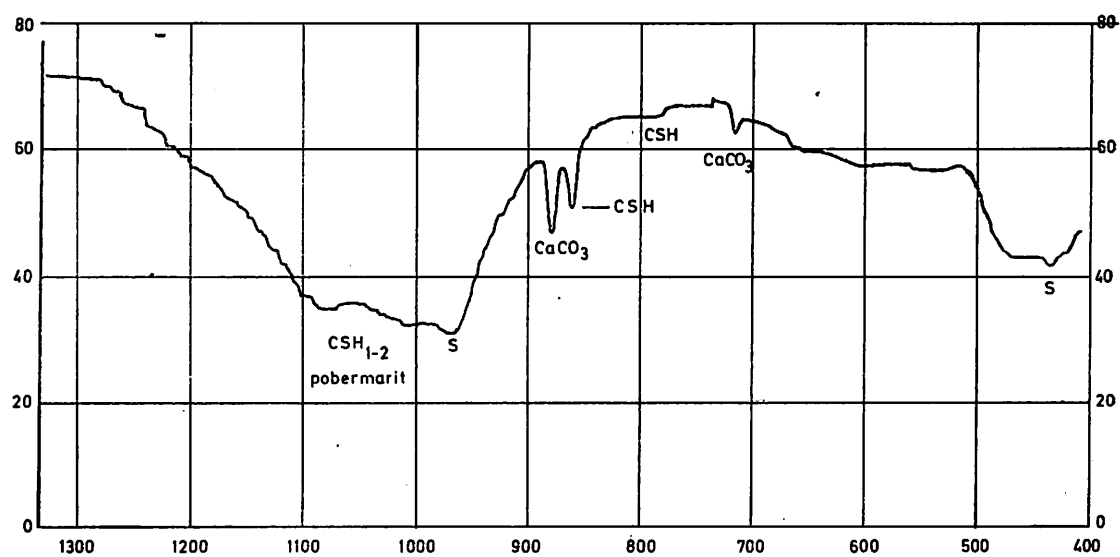
Rezultati ovih ispitivanja prikazani su u tablici 1.



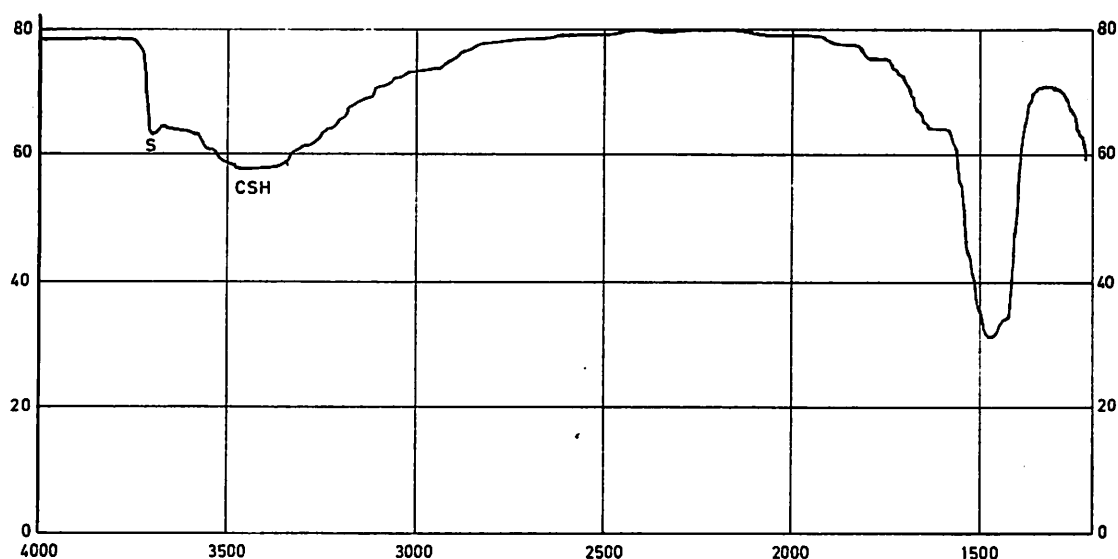
Sl. 3 — Infracrveni spektar za uzorak C₁ od 400 · 1300 (cm^{-1}).



Sl. 4 — Infracrveni spektar za uzorak C₁ od 1500 — 4000 (cm⁻¹).



Sl. 5 — Infracrveni spektar za uzorak A₂ od 400 — 1300 (cm⁻¹).



Sl. 6 — Infracrveni spektar za uzorak A₃ od 1500 — 4000 (cm⁻¹).

Tablica 1

Vrednost koeficijenta toplotne provodljivosti λ — Kcal/mh°C

O z n a k a p l o č a											
C ₁		A ₃		A ₄		A ₅		A _L		A _B	
T°C	λ	T°C	λ	T°C	λ	T°C	λ	T°C	λ	T°C	λ
240	0,108	250	0,104	240	0,106	255	0,124	267	0,092	277	0,092
440	0,119	360	0,111	450	0,131	465	0,133	475	0,110	480	0,107
552	0,125	482	0,113	575	0,143	570	0,143	570	0,122	555	0,117

Ispitivanje specifične toplote. — Ispitivanje specifične toplote vršeno je metodom ledenog termostata.

Vrednosti specifične toplote C_p Kcal/kg°C pri srednjoj temperaturi od 40°C:

— vrednost C_p za uzorak ploče koja nosi oznaku C₁ iznosi 0,263 Kcal/kg°C

— vrednost C_p za uzorak ploče koja nosi oznaku A₄ iznosi 0,244 Kcal/kg°C

Vrednosti specifične toplote su saglasne sa vrednostima toplotne provodljivosti i zajednički ukazuju da su ostvareni željeni ciljevi kompozicija uzoraka izolacionih ploča.

Ispitivanje uticaja toplote na dimenzione promene uzorka izolacionih ploča. — Rezultati ovih ispitivanja prikazani su u tablici 2.

Pored ispitivanja dimenzionalnih promena vršeno je i ispitivanje zapreminskih težina ploča na temperaturama na kojima dolazi do dimenzionalnih promena.

U tablici 3 dati su rezultati samo za promene koje nastaju na temperaturama na 900 i 1100°C.

Tablica 2

Linearno skupljanje ploča pri raznim temperaturama

Oznaka ploča	Linearno skupljanje ploča u %			
	300°C	600°C	900°C	1100°C
Uzorak C-1	0	0	2,4	4,6
Uzorak A-3	0	0	1,4	3
Uzorak A-4	0	0	0	0
Uzorak A-5	0	0	2	4
Uzorak A-L	0	0	0,65	1
Uzorak L-B	0	0	0,75	1,3

Tablica 4

Mehaničke čvrstoće izolacionih ploča, kg/cm²

Oznaka ploče	Čvrstoća, kg/cm ²	
	savijanje	pritisak
C-1	30	125
A-3	18	230
A-4	25	130
A-5	16	85
A-L	22	104
L-B	24	89

Tablica 3

Zapreminske težine izolacionih ploča pri različitim temperaturama

Oznaka ploče	Zapreminska težina, g/cm ³		
	20°C	900°C	1100°C
Uzorak C-1	0,41	0,43	0,46
Uzorak A-3	0,55	0,61	0,63
Uzorak A-4	0,31	0,31	0,32
Uzorak A-5	0,41	0,45	0,47
Uzorak A-L	0,49	0,51	0,53
Uzorak L-B	0,42	0,48	0,50

Iz rezultata datih na tablici 3 vidi se, da do promene zapreminske težine dolazi usled skupljanja ploča, mada su ploče i dalje ostajale čvrste i kompaktne.

Mehanička otpornost izolacionih ploča

Mehanička otpornost izolacionih ploča merena je tri dana nakon ležanja uzoraka. Iz sačinjenih ploča odrezane su opitne epruvete dimenzije 40 × 40 × 160 mm i ispitivane na savijanje i pritisak. Ispitivanja na savijanje vršena su na Michaelisovoj vagi, a ispitivanja na pritisak na presi Federrer. Rezultati ovih ispitivanja su dati u tablici 4, s tim što je vrednost savijanja data kao srednja vrednost od tri uzastopna merenja, dok je vrednost za pritisak srednja vrednost od 6 merenja.

Izolacione ploče pokazale su dobru mehaničku otpornost.

Diskusija rezultata

Upoređenjem dobijenih rezultata u eksperimentalnom delu sa navodima literaturne obrade može se konstatovati sledeće:

— pripremljene sirovine, pomešane u odgovarajućim odnosima međusobno i u navedenom odnosu C/T , homogenizovane su u suspenziji intenzivnim mešanjem, tako da i relativno visoko učešće punilaca i armirajuće komponente, posle ceđenja i sušenja već na 90°C, obezbeđuju optimalnu sintezu CSH faze i relativno visoke vrednosti pritiskne čvrstoće. Prema učešću armirajuće komponente, vršena je promena odnosa C/S sa odgovarajućom proporcionalnošću, da bi se ostvarila sinteza željenih mineralnih oblika hidratizanih silikata kalcijuma.

— Odabrani odnosi aktivnih komponenta (C/S) kreča i infuzorijske zemlje u intervalu od 0,5 — 1, i pored visokog učešća neaktivnih komponenta, daju neuobičajeno visoke rezultate pritiskne i savojne čvrstoće.

Samo ovi parametri čine važnu potvrdu ispravnosti primene infuzorijske zemlje Kolubarskog bazena za ovakvu vrstu proizvoda.

— Posebno je važno, da se bez primene autoklavske tehnike, sušenjem u uslovima relativno visoke vlažnosti, prvobitno vremenski nešto duže od 90°C, a zatim nešto kraće od 200°C, vrši višestruka sinteza CSH faza, što je potvrđeno mineraloškim ispitivanjem i prikazano rendgenskim, DTA i TGA dijagramima.

Relativno lako i jednostavno obrazovanje CSH faza uslovljeno je visokom aktivnošću infuzorijske zemlje i kreča, koji u zavisnosti

od C/S odnosa grade više ili niže hidratizirane silikate kalcijuma.

Hidratizirani polisilikati kalcijuma su glavni nosioci termofizičkih karakteristika izolacionih ploča, tako da količinska zastupljenost sintetizovanih polisilikata, na primer u uzorku izolacionih ploča C₁, uglavnom, odgovara visokim vrednostima savojne i pritisne čvrstoće.

— Visoka aktivnost upotrebljenih materijala uslovljava je, takođe, niske zapreminske težine, koje se sistematizacijom učešća neaktivnih u C/S odnosu aktivnih komponenta, mogu menjati u širokom spektru, prema zahtevima primene, odnosno tržišta. Težnja se, u ovom smislu, može nazreti u odabranim uzorcima izolacionih ploča (C₁, A₃, A₄, A₅...); međutim, za potpuniju sistematizaciju potrebno je izvršiti više proba sa višestrukom promenom odnosa pojedinih komponenata.

Obuhvaćeni raspon zapreminske težine 300—500 kg/m³ je sasvim zadovoljavajući, u okvirima polaznih komponenata, s obzirom na njihovu cenu, hemijsku čistoću i fizičke karakteristike.

Analizom rezultata zapreminske težine, pritisne i savojne čvrstoće i toplotne provodljivosti može se konstatovati da su dobijene vrednosti saglasne, ali bi se u daljem radu mogle ostvariti i niže vrednosti zapreminske težine, s obzirom na visoke

vrednosti pritisne čvrstoće, čime bi se dobile još bolje osobine izolacionih ploča.

— Vatrostalnost izolacionih ploča je, takođe, iznad očekivanja, pogotovu kada se posmatra u odnosu na dimenzionalne promene na različitim temperaturama i čvrstoću posle zagrevanja na 1100°C.

— Imajući u vidu vrednosti koeficijenta toplotne provodljivosti, specifične toplote i vatrostalnosti, može se konstatovati, da je većina uzoraka izolacionih ploča vrlo pogodna za gradnju izolacionih slojeva ozida u raznim vrstama termičkih objekata.

Uzorci sa većim vrednostima zapreminske težine i pritisne čvrstoće imaju, takođe, dobre vrednosti koeficijenta toplotne provodljivosti, pa se mogu koristiti u građevinarstvu.

Zaključak

Na osnovu literaturnih postavki, izloženim tehnološkim postupkom, saglasnim za odabrane domaće sirovine, proizvedeni su uzorci izolacionih ploča u širokom rasponu odnosa pojedinih aktivnih i neaktivnih komponenata.

Karakteristike izolacionih ploča su ostvarene u okviru parametara koji odgovaraju kalcijumhidrosilikatnim materijalima, imajući u vidu odgovarajuće specifičnosti veza ne za karakteristike polaznih sirovina.

SUMMARY

Technological Investigations into the Possibility of Producing Insulation Materials from Diatomaceous Earth and Asbestos

The paper deals with the possibility of producing insulating materials on diatomaceous earth and asbestos basis. Ratios are given for six different insulating materials, and insulating panels were made according to the recipes and tested regarding their thermic and mechanical resistance. The production technology of the insulating materials is new, since insulating material synthesis does not develop in autoclaves, but in special treatment of the materials in driers. Photos of TGA, DTA and infrared spectrum of the newly formed minerals in synthesized panels are also given.

ZUSAMMENFASSUNG

Technologische Untersuchungen der Produktionsmöglichkeiten von Isolierungsmaterialien auf der Grundlage der Kieselgur und Asbest

Der Artikel behandelt die Möglichkeit der Produktion von Isolierungsmaterialien auf der Basis von Kieselgur und Asbest. Es wurden Verhältnisse für sechs verschiedene Isolierungsmaterialien gegeben, die auf ihre thermischen und mechanischen Widerstand untersucht wurden. Die Produktionstechnologie dieser Isolierungsmaterialie ist neu, weil die Erzeugung bzw. die Synthese der Isolationsmaterialie sich nicht in Autoklaven abspielt, sondern durch besondere Behandlung in den Trockenöfen. Es wurden auch Aufnahmen TGA, DTA und des infraroten Spektrums der neu entstandenen Minerale in den synthetisierten Platten gegeben.

РЕЗЮМЕ

Технологические исследования о возможности производства изоляционных материалов на основе инфузорной земли и асбеста

В статье обсуждается возможность производства изоляционных материалов на основе инфузорной земли и асбеста. Даны соотношения компонентов для шести различных изоляционных материалов и на основании этих рецептов изготовлены изоляционные плиты, которые исследованы на термическую и механическую стойкость. Технология изготовления этих изоляционных материалов является новостью, так как финишная обработка, вернее синтез изоляционного материала не происходит в автоклавах, а при помощи особой обработке материала в сушильнях. Даны снимки ТГА, ДТА и снимки инфракрасного спектра новых минералов, создавшихся в синтезированных плитах.

Literatura

1. Babuškin, V. I., Matvejev, T. M., 1965: Termodinamika silikatov. — Izd. lit. po stroidel, Moskva.
2. Ailer P., 1959: Koloidnaja hemija kremnezema i silikatov. — Prom. stroj izdat.
3. Ved E. I., Baklanov G. M., 1966: Fiziko-himičeskie osnovy tehnologij avtoklavnyh stroitel'nyh materijalov. — Izd. Budivelnik—Kijev.
4. Greemberg S. A., Copeland L. E., 1960: J. Phys. Chem. 64, 8.
5. Flint E. P., Wells L. S., 1934: J. Res. NBS, 12, 6.
6. Mamedov H. S., Belov H. V., 1956: Zap. Vses. miner. obšč. 4. 85, 1, 13.
7. Mamedov H. S., Belov N. V., 1955: Dan SSSR, 104, 4.
8. Butt Ju. M., Raškovič L. N., 1961: Tverdenie vjažuščih pri povyšennyh temperaturah. — Goss trojizdat.
9. Mc Connell J. D., 1955, 1958: C. A. Min. 40.
10. Stoinour H. H., 1947: Chem. Rev. 40.
11. Taylor H. F., 1950: W. J. Chem. Soc.
12. Flint E. P., Mc Murdie H. F., Wells L. S., 1938: J. Res. NBS 21, 5.
13. Peppler R. B., 1955: NBS, Res H, 54, 4.
14. Kalousek G. L., 1954: J. Am. Ceram. Soc. 37, 1.
15. Butt Ju, i dr., 1959: Doklady mežduszavodskoj konferencii po izučeniju avtoklavnyh materijalov, Moskva.

Autor: dipl. ing. Ljiljana Janković, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu — Beograd.

Recenzent: dr ing. M. Jošić, Rudarski institut — Beograd.

Analiza ventilacionih karakteristika prirodnog provetravanja u površinskom otkopu rudnika bakra Majdanpek

(sa 10 slika)

Dipl. ing. Vladimir Ivanović — dipl. ing. Obren Koprivica

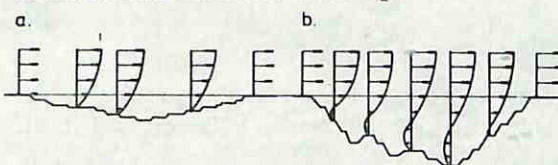
Svi površinski otkopi sa dubljim zaleganjem ležišta u osnovi prolaze kroz dve faze provetravanja. Pri otkopavanju gornjih delova ležišta postoji intenzivno prirodno provetravanje energijom vetra. Silaženjem otkopa u niže delove ležišta efekti prirodnog provetravanja slabe, tako da razređivanje i odnošenje izdvojene agresivne prašine postaje sve teže. Uticaj na provetravanje ostalih prirodnih faktora, kao što su reljef i pošumljenost okolnog terena, radijacija sunca, geotermiski i temperaturni režim, takođe, zavisi od dubine na kojoj se izvode radovi.

Površinski otkop rudnika Majdanpek se zasada nalazi na dubini koja omogućava da se energijom vetra stvore dovoljna strujanja vazduha za efikasno prirodno provetravanje.

U članku je izvršena analiza ventilacionih karakteristika prirodnog provetravanja u ovom otkopu primenom geometrijskih konstrukcija i matematičkih relacija poznatih u literaturi, a na osnovu snimljenih podataka o brzinama i pravcima vetrova. Pre toga, dat je osvrt na neke karakteristične elemente strujanja vazduha, a posebno recirkulacionu šemu, koja je najviše zastupljena u površinskom otkopu rudnika Majdanpek.

Brzina strujanja

Na sl. 1 šematski je prikazana struktura vazdušne struje na otkopu kod različitih etapa provetravanja. Silaženjem u dubinu sve više preovlađuju recirkulacioni tokovi sa manjim brzinama. Brzina vetra u recirkulacionoj šemi provetravanja dostiže u svom maksimumu od 20—30% (max. 35%) od početne brzine na ulazu u otkop.



Sl. 1 — Profil vazdušne struje kod različitih etapa provetravanja.
a — kod protočne šeme provetravanja; b — kod recirkulacione šeme provetravanja.

Efekat provetravanja površinskog otkopa karakteriše relativna brzina (ΔU), koja predstavlja odnos apsolutne brzine u otkopu (U_a) i početne brzine na površini (U_o)

$$\Delta U = \frac{U_a}{U_o} \quad (1)$$

Promena relativne brzine vetra u vremenu pokazuje koliko ona zavisi od grupe faktora, koji objašnjavaju prirodu i mehanizam njenog kolebanja. U toku dana ona se menja po određenoj zakonitosti. Maksimalne vrednosti nastaju danju, a minimalne prvenstveno uveče, noću i rano ujutro. Takvu zakonitost potvrđuje i zavisnost relativne br-

zine od intenziteta radijacije sunca, koja, takođe, ima pravilan dnevni hod i formira određeno temperaturno polje. Maksimalni protok toplote je u dnevnim satima na severnoj strani otkopa, što povlači za sobom formiranje lokalnih strujanja, prvenstveno južnog pravca.

Uticaj lokalnih kretanja na brzinu strujanja u otkopu menja se u zavisnosti od brzine vetra na površini. Kod velikih početnih brzina nastaje brzo rasturanje toplote, temperaturno polje se izjednačuje, tako da brzina strujanja u otkopu manje zavisi od energije lokalnih kretanja.

Amplituda promene relativne brzine vetra u toku zime nije velika i dnevni maksimum je slabo izražen. To se objašnjava slabljenjem lokalnih strujanja, koje nastaje kao rezultat smanjenja intenziteta radijacije sunca, manjeg broja sunčanih dana i smanjenja pritoka toplote usled snežnog pokrivača.

Za prolećne mesece je karakterističan maksimum priraštaja relativne brzine vetra. U letnjim mesecima lokalna strujanja najduže traju, a prisutna su ponekad i u noćnim časovima.

U jesenjim mesecima je relativna brzina vetra najneravnomernija. Prisutna je neravnomernost zagrevanja pojedinih strana i delova otkopa, a smanjuje se radijacija sunca po apsolutnoj veličini zbog većeg broja oblačnih dana. U celini posmatrano, kod jesenjih meseci postoji tendencija ka skraćivanju amplitude promene relativne brzine vetra do vrednosti karakteristične za zimski period.

Pravci vazdušnog strujanja

Faktori koji određuju kretanje vazduha formiraju ne samo brzinu, već i pravac vetra. Kod protočne šeme provetravanja pravci vetra u otkopu se poklapaju sa opštim vektorom vetra na površini. Recirkulaciona šema provetravanja formira pravce strujanja suprotne pravcima vetra na površini. Takve zakonitosti su u funkciji delovanja dinamičkih sila, nastalih energijom vetra na površini.

Rasprostiranje prašine

Pri određivanju nivoa zaprašenosti vazduha na radnim mestima i rešavanju drugih

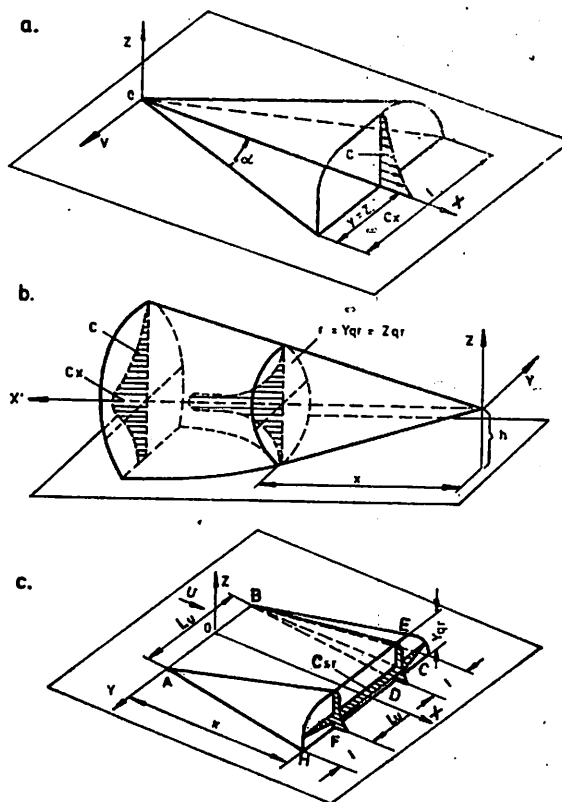
praktičnih zadataka, radne šeme usmerenog toka rasprostiranja prašine se prikazuju pravolinijskim spoljnim granicama (sl. 2).

U tom slučaju je parametar koji karakteriše uticaj turbulentnosti vazdušne struje na rasprostiranje prašine (Ψ_{gr}) brojno jednak tangensu bočnog ugla usmerenog toka prostiranja prašine.

$$\psi_{gr} = \frac{Y_{gr}}{x} = \frac{Z_{gr}}{x} = \operatorname{tg} \alpha \quad (2)$$

gde su:

Ψ_{gr} , Z_{gr} — koordinate granice zone rasprostiranja u odgovarajućoj horizontalnoj i vertikalnoj ravni poprečnog preseka, postavljenog na rastojanju x od izvora izdvajanja prašine.

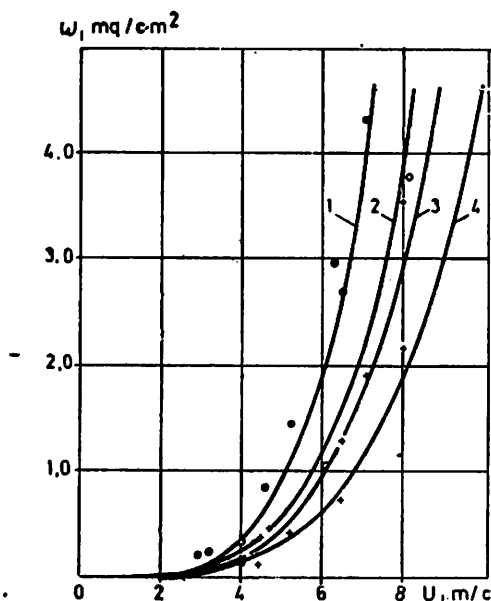


Sl. 2 — Šema usmerenog toka rasprostiranja prašine.

a — tačkasti izvor neposredno na površini radne etaže; b — tačkasti izvor iznad površine radne etaže; c — linijski izvor; x — horizontalno rastojanje od izvora do posmatranog preseka; u — brzina vazdušne struje na izvoru prašine; h — visina izvora iznad tla; L — dužina linijskog izvora; l — širina usmerenog toka vazdušne struje u posmatranom preseku; C — koncentracija prašine u nekoj tački posmatranog poprečnog preseka; C_x — koncentracija prašine na osi usmerenog toka u posmatranom poprečnom preseku; C_{sr} — srednja koncentracija prašine u posmatranom preseku usmerenog toka.

Karakteristično je, da su dimenzije usmerenog toka vazdušne struje i polja koncentracije prašine u svakom preseku u pravcu ose y i z jednake, a u različitim presecima slične. To dokazuje da je intenzivnost turbulentnosti vazdušne struje, iako se razlikuje po apsolutnoj veličini kod protočne i recirkulacione šeme, jednaka u horizontalnom i vertikalnom pravcu u svakoj aerodinamičkoj zoni.

Proces zduvavanja prašine je veoma složen i njegov intenzitet zavisi od niza faktora: disperznog sastava prašine i oblika čestica, mineraloškog i hemijskog sastava, specifične težine, fizičko-hemijskog sastava, sile atehzije, brzine vazdušne struje, nivoa zadržavanja i dr. Pri tome glavni uticaj ima brzina vazdušne struje, pošto zduvavanje prašine nastaje samo u slučaju kada delovanje aerodinamičkih sila na prašinu prevazilazi delovanja svih ostalih sila.



Sl. 3 — Zavisnost uzvrtavanja prašine od brzine vazdušne struje.

1 — prašina mrkog uglja, 2 — prašina krečnjaka, 3 — prašina rude bakra, 4 — kvarcit gvoždeviti.

Iz kriva, datih na sl. 3, izlazi da za prašinu mrkog uglja, krečnjaka, bakarne rude i kvarcita kritična brzina zduvavanja iznosi 1,5 — 2,5 m/s, a intenzitet zduvavanja brzo raste pri brzinama većim od 4 — 5 m/s.

Pri konstantnom intenzitetu izdvajanja prašine nivo lokalnog zagađenja atmosfere

je funkcija brzine vazduha na mestu izvora, pravca vazdušnog strujanja, stepena njegove turbulentnosti, rastojanja od jezgra izvora prašine i nivoa zagađenja vazduha koji dolazi na radilišta.

Način prirodnog provetravanja otkopa određuje aerodinamičke parametre vazdušnog toka, kretanje primesa, stepen i karakter zadržavanja.

U zavisnosti od toga kako deluju prirodne ventilacione sile, a, takođe, i od veličine uglova kosina otkopa, kao što je poznato, mogu postojati četiri osnovna kvalitativno i kvantitativno različita načina prirodnog provetravanja: konvektivno, inverziono, protočno i recirkulaciono. Prva dva načina nastaju nezavisno od geometrije otkopa, pod uticajem termičkog faktora ili vetra. Moguć je, takođe, i kombinovani inverziono-konvektivni način kretanja vazduha.

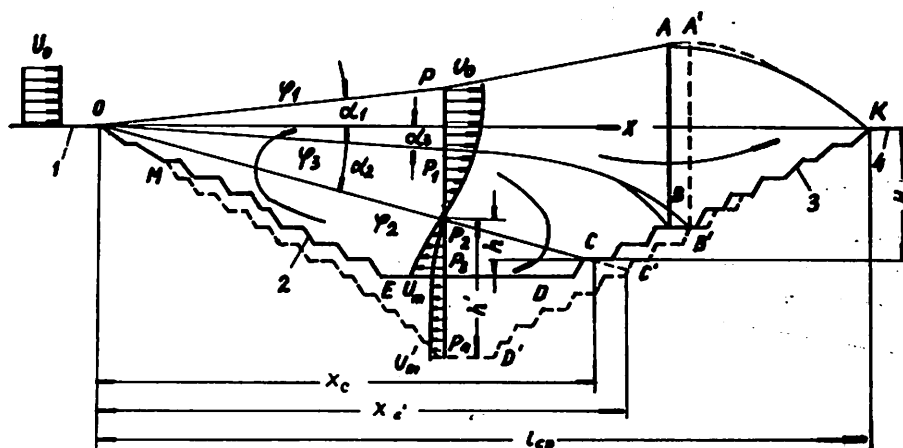
Predmet analize u ovom članku je recirkulaciona šema provetravanja, koja dominira u prirodnom provetravanju površinskog otkopa Majdanpek i za koju postoje uporedni podaci.

Recirkulaciona šema provetravanja

Poznato je iz literature da recirkulaciona šema provetravanja nastaje kada je ugao kosine otkopa $\alpha = 15^\circ$. Struktura vazdušnog toka recirkulacione šeme prirodnog provetravanja u profilu otkopa, normalno na pravac vetra prikazana je na sl. 4.

Kada vazdušna struja uđe u otkop, deformiše se u pravcu kretanja i obrazuje pogranični sloj između linija OP i OP_2 . Granica deformacije brzinskog polja ide po liniji OAK na kojoj je horizontalna komponenta brzine vazduha U jednaka brzini vetra U_0 .

Spoljna granica pograničnog sloja (linija OC), na kojoj je horizontalna komponenta jednaka nuli, ima ugao $\alpha = 15^\circ$. Deo primarne mase vazdušne struje (zapremina između linija OPA i OP_1B) iznosi sve štetne prime. Deo struje (između linija OP_1B i OP_2C) iz preseka PP_3 do dužine apscise $x = 0,5$ xo zaokreće za 180° i kreće se suprotno od pravca vetra i na graničnoj liniji OP_2 vraća se u osnovni tok.



Sl. 4 — Recirkulaciona šema provetravanja.

1 — navetrena strana otkopa, 2 — podvetrena strana etaža, 3 — navetrena strana etaža, 4 — podvetrena strana otkopa.

Na taj način se formira kruženje vazduha po zatvorenoj konturi. Sa tim delom vazdušne struje iznose se sve štetne prime-se iz dubljeg dela otkopa BCDE i na pod-vetrenoj strani EO u pograničnom sloju.

Raspored brzine u poprečnom preseku pograničnog sloja prikazuje se jednačinom (3):

$$U = U_0 \left[0,076 e^{-\varphi} + 0,662 e^{\frac{\varphi}{2}} \cos \left(\frac{3}{2} \varphi \right) + 0,228 e^{\frac{\varphi}{2}} \sin \left(\frac{3}{2} \varphi \right) \right] \text{ m/s} \quad (3)$$

pri čemu je:

$$\varphi = 7,64 \frac{y}{x} = \frac{\tan \alpha 2}{a} \quad (4)$$

U_0 = brzina vetra, m/sec

φ = bezdimenzioni parametar struje prvog reda

x, y = koordinate tačke u kojoj se određuje uzdužna komponenta brzine U , m

a = koeficijent strukture struje, koji se određuje opitnim putem

Iz preseka PP_1 u smeru kretanja struje nastaje dopunska deformacija brzinskog polja u oblasti pograničnog sloja. Rasporeda brzine u zoni delovanja pravaca stru-

janja, na navetrenoj strani otkopa (deo BK), razlikuje se od raspodele brzine prikazane u jednačini (3). Na tom delu navetrene strane otkopa brzina vazduha se menja od $U = (0,10-0,15) U_0$ do $U = U_0$ i može se odrediti po jednačini (5).

$$U = U_0 (1 + 1,14\varphi + 0,36\varphi^2), \text{ m/sec} \quad (5)$$

koja se primenjuje kod promene φ u granicama — $1,3 \leq \varphi \leq 0$.

Suštinska deformacija brzinskog polja pograničnog sloja nastaje iza preseka AB po kretanju toka. Iznošenje prašine iz dubokih delova otkopa sa odseka BC na navetrenoj strani i podvetrenoj strani u pogranični sloj (sl. 4) ostvaruje se turbulentnom strujom drugog reda, koja deluje u zapremini OBO.

Brzina vazdušne struje na površini radnih etaža otkopa, lociranih u zoni delovanja obrtnih tokova, koji nisu ograničeni kosinama određuje se iz jednačine (6).

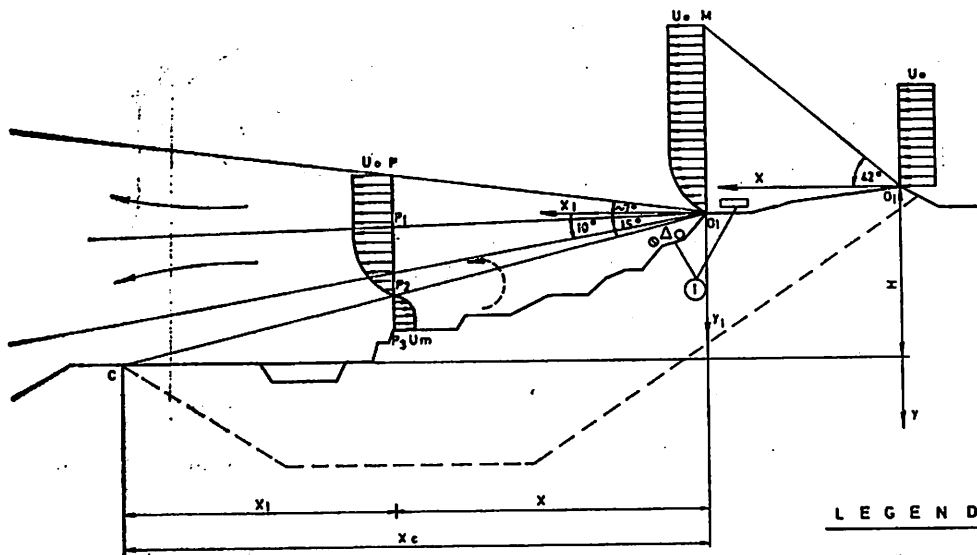
$$U_m = 0,35 U_0 \left(\frac{3,73 H - x_1}{x_1} \right) \quad (6)$$

gde je:

H — dubina prostiranja ose struje drugog reda u datom profilu

x_1 — apscisa polaznog preseka u koordinatama struje drugog reda, m'

PROFIL 3-3

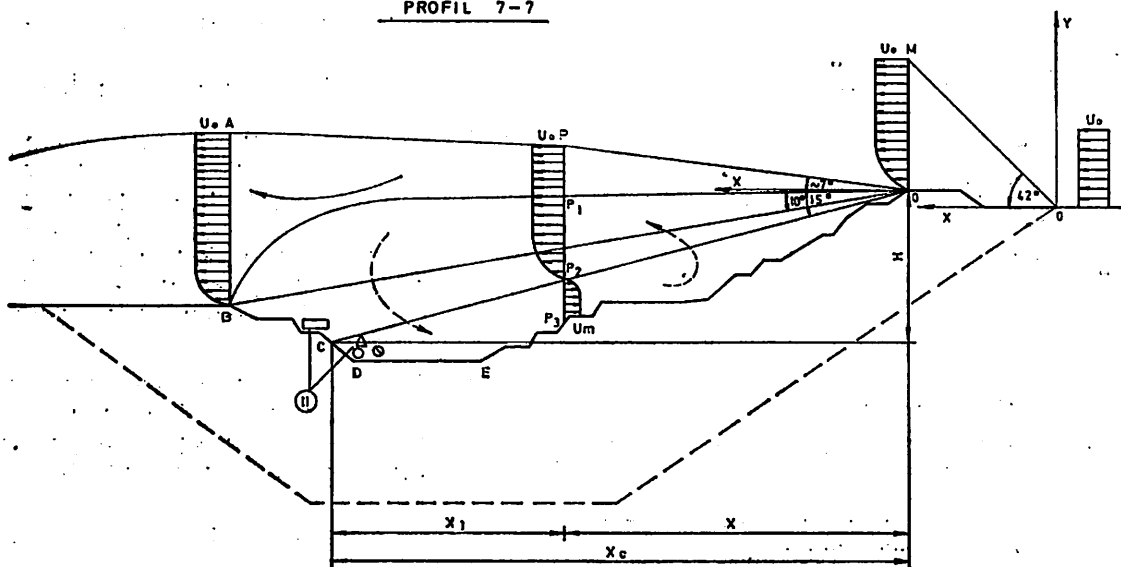


Sl. 5 — Protočna-recirkulaciona šema provetravanja površinskog otkopa Majdanpek u sadašnjoj fazi otkopavanja kod istočnog vetra.

LEGENDA :

- BUŠILICA
- BAGER
- KAMION
- BULDOZER
- PROTOČNA VAZDUŠNA STRUJA
- RECIRKULACIONA VAZDUŠNA STRUJA

PROFIL 7-7

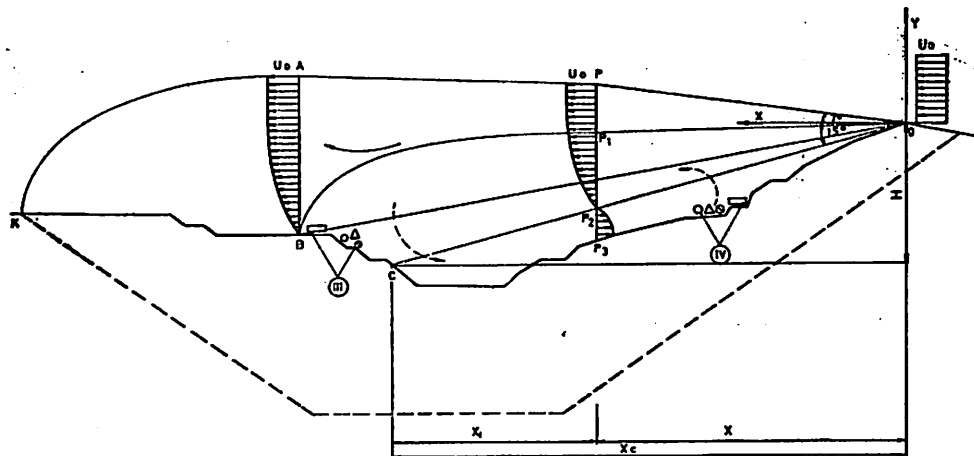


Sl. 6 — Protočna-recirkulaciona šema provetravanja površinskog otkopa Majdanpek u sadašnjoj fazi otkopavanja kod istočnog vetra.

LEGENDA :

- BUŠILICA
- BAGER
- KAMION
- BULDOZER
- PROTOČNA VAZDUŠNA STRUJA
- RECIRKULACIONA VAZDUŠNA STRUJA

PROFIL 9-9

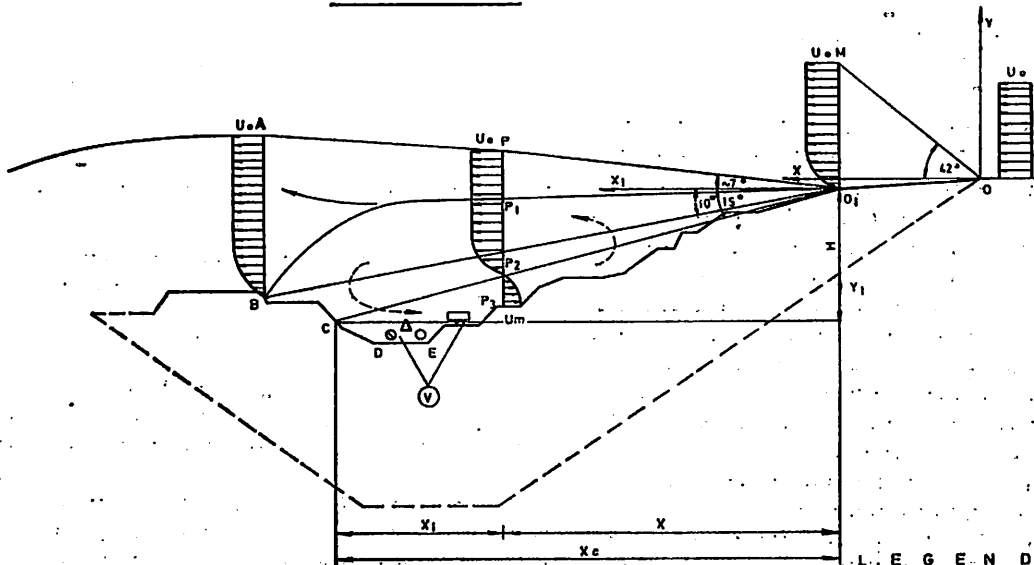


Sl. 7 — Recirkulaciona šema provetravanja površinskog otkopa Majdanpek u sadašnjoj fazi otkopavanja kod istočnog vetra.

LEGENDA:

- BUŠILICA
- BAGER
- △ KAMION
- ⊙ BULDOZER
- PROTOČNA VAZDUŠNA STRUJA
- - - RECIRKULACIONA VAZDUŠNA STRUJA

PROFIL 13-13

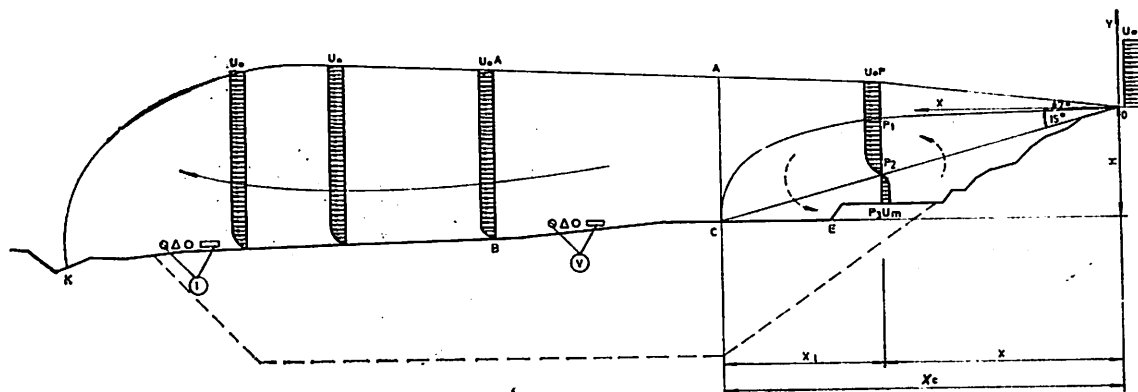


Sl. 8 — Protočna-recirkulaciona šema provetravanja površinskog otkopa Majdanpek u sadašnjoj fazi otkopavanja kod istočnog vetra.

LEGENDA:

- BUŠILICA
- BAGER
- △ KAMION
- ⊙ BULDOZER
- PROTOČNA VAZDUŠNA STRUJA
- - - RECIRKULACIONA VAZDUŠNA STRUJA

UZDUŽNI PROFIL



Sl. 9 — Racionalno — protočna šema provetrevanja površinskog otkopa Majdanpek u sadašnjoj fazi otkopavanja kod južnog vetra.

LEGENDA:

- BUŠILICA
- BAGER
- △ KAMION
- ⊙ BULDOZER
- PROTOKNA VAZDUŠNA STRUJA
- ↔ RECIRKULACIJA VAZDUŠNA STRUJA

Brzina vazdušne struje na površini podvetrene strane:

$$U_f = 0,38 \frac{U_o}{h} (H - 0,27 x_1) \text{ m/s} \quad (7)$$

gde je:

h — visina poprečnog preseka struje drugog reda koja prolazi kroz datu tačku.

Kod produbljivanja otkopa (sl. 4, tačkasta linija) ispod horizonta koji prolazi kroz tačku spoljne granice pograničnog sloja OC navetrenom stranom otkopa, brzina vazdušne struje na površini etaža odseka $B'C'D'P_4 M$, kod konstantne brzine vazdušne struje, opada. Efikasnost prirodnog provetrevanja dubljih delova otkopa je smanjena. Količina vazduha, koja prolazi kroz presek P_2P_3 , raspoređuje se i po čitavom preseku P_2P_4 , što izaziva odgovarajuću raspodelu brzine i njen pad.

Brzina vazduha na površini etaže menja se u obrnutoj proporciji sa izmenom datog preseka struje drugog reda, tj.

$$\frac{Um}{Um'} = \frac{h'}{h} \quad (8)$$

Zamenom vrednosti Um iz jednačine (6) u jednačini (8) dobija se jednačina za odre-

đivanje brzine vazdušne struje na površini etaže posle produbljivanja otkopa ispod ose struje drugog reda.

$$Um = 0,353 \frac{U_o \cdot h}{h'} \left(\frac{3,73H - x_1}{x_1} \right) \text{ m/sec} \quad (9)$$

gde je:

h' — visina struje drugog reda u istom preseku posle produbljivanja otkopa.

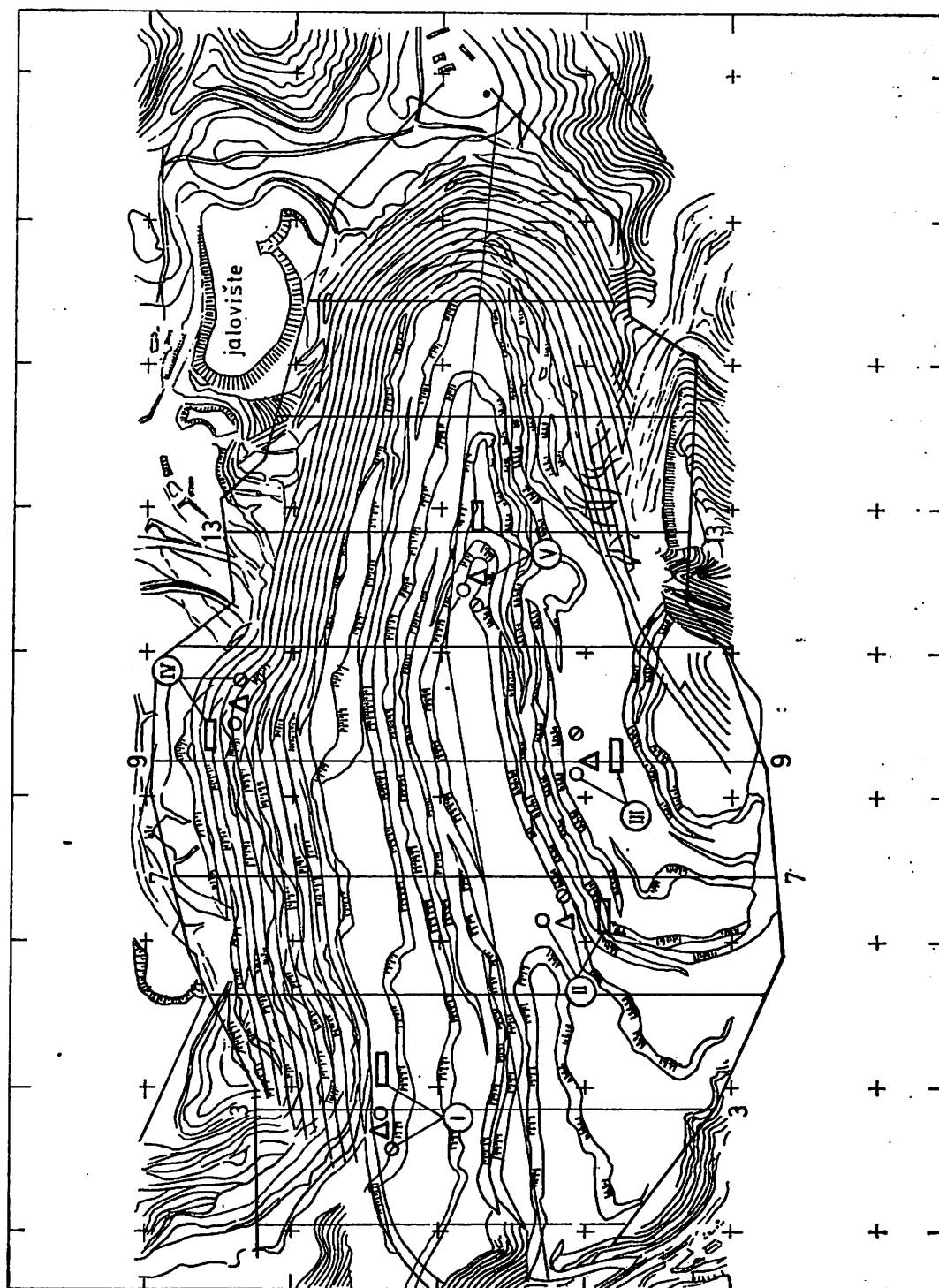
Jednačine (6), (7) i (9) su primenjive kod promene x_1 u granicama nejednakosti:

$$0,4 x_c \leq x_1 \leq x_c$$

Iznošenje štetnih primesa iz radne okoline, a s tim i provetrevanje otkopa, ostvaruje se količinom vazduha koja prolazi kroz presek PP_1 primarnog toka vazdušne struje i dalje kroz presek AB , koji se nalazi na granici primarnog i recirkulacionog toka. Pri tom, kroz presek PP_1 i AB prolaze iste količine štetnih primesa.

Potrebna količina vazduha za provetrevanje površinskog otkopa kod recirkulacione šeme određuje se iz jednačine (10).

$$Q_{kp} = 0,077 X_{scr} U_o L \text{ (m}^3/\text{sec)} \quad (10)$$



Sl. 10 — Situacioni plan površinskog otkopa Majdanpek sa rasporedom mehanizacije.

Tablica 1

Redni broj	Izvor prašine i lokacija na otkopu	P R A V C I V E T R O V A															
		I s t o k				Z a p a d				S e v e r				J u g			
		U ₀₁	U ₁	U ₀₂	U ₂	U ₀₁	U ₁	U ₀₂	U ₂	U ₀₁	U ₁	U ₀₂	U ₂	U ₀₁	U ₁	U ₀₂	U ₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	17	18
1	Bušilica I		6,5		4,8		9,0		6,6		6,5		4,8		2,1		1,5
2	Bager I	9,0	1,5	6,6	1,1	9,0	9,0	6,6	6,6	9,0	6,5	6,6	4,8	9,0	2,5	6,6	1,8
3	Buldozer I		1,5		1,1		9,0		6,6		6,5		4,8		2,5		1,8
4	Kamion I		1,5		1,1		9,0		6,6		6,5		4,8		2,5		1,8
5	Bušilica II		2,7		2,0		2,6		1,9		6,5		4,8		4,4		3,2
6	Bager II		4,5		3,3		3,6		2,6		6,5		4,8		3,7		2,7
7	Buldozer II	9,0		6,6		9,0		6,6		9,0		6,6		9,0		6,6	
			4,5		3,3		3,6		2,6		6,5		4,8		3,7		2,7
8	Kamion II		4,5		3,3		3,6		2,6		6,5		4,8		3,7		2,7
9	Bušilica II		4,5		3,3		9,0		6,6		6,5		4,8		4,8		3,5
10	Bager III		4,8		3,6		9,0		6,6		6,5		4,8		4,8		3,5
11	Buldozer III	9,0		6,6		9,0		6,6		9,0		6,6		9,0		6,6	
			4,8		3,6		9,0		6,6		6,5		4,8		4,8		3,5
12	Kamion III		4,8		3,6		9,0		6,6		6,5		4,8		4,8		3,5
13	Bušilica IV		2,1		1,5		9,0		6,6		6,5		4,8		5,7		4,2
14	Bager IV		2,7		2,0		9,0		6,6		6,5		4,8		5,7		4,2
15	Buldozer IV	9,0		6,6		9,0		6,6		9,0		6,6		9,0		6,6	
			2,7		2,0		9,0		6,6		6,5		4,8		5,7		4,2
16	Kamion IV		2,7		2,0		9,0		6,6		6,5		4,8		5,7		4,2
17	Bušilica V		4,1		3,0		4,6		3,4		6,5		4,8		6,3		4,7
18	Bager V		4,1		3,0		4,6		3,4		6,5		4,8		6,3		4,7
19	Buldozer V	6,6		9,0		6,6		6,5		4,8		5,7		4,2		6,3	
			4,1		3,0		4,6		3,4		6,5		4,8		6,3		4,7
20	Kamion V		4,1		3,0		4,6		3,4		6,5		4,8		6,3		4,7

U₀₁ — prosečna početna brzina vetra na ulazu u otkop u zimskom periodu (novembar—mart)

U₁ — izračunate brzine vazdušne struje na posmatranim punktovima eksploatacije u otkopu prema početnoj brzini U₀₁

U₀₂ — prosečna početna brzina vetra na ulazu u otkop u letnjem periodu (april—oktobar)

U₂ — izračunate brzine vazdušne struje na posmatranim punktovima eksploatacije u otkopu prema početnoj brzini U₀₂

gde je:

X_{csr} — srednja veličina apscise odsečka spoljne granice pograničnog sloja OC za niz karakterističnih profila otkopa, koji se poklapaju sa smerom vetra, m

L — dužina otkopa u smeru normalnom na smer vetra, m.

Na bazi prethodno datih teoretskih postavki i prikupljenih mernih podataka o karakteristikama vetra na području površinskog otkopa Majdanpek izvršena je grafička analiza geometrijskih karakteristika vazдушnih struja u otkopu. Posmatrani raspored mehanizacije prikazan je na situacionom planu otkopa. Usvojeno je, sa stanovišta aerozagađenja, da jedan eksploatacioni punkt sačinjavaju tri mašine: bušilica, bager i buldozer.

Njihov položaj je dat i u profilima otkopa sa grafičkim prikazom prostorne raspodele vazdušne struje za istočni, odnosno južni pravac vetra. Strukture vazдушnih struja kod zapadnog i severnog vetra su slične prethodnim. Na profilima je ucrtan orijentacioni izgled otkopa posle petogodišnje eksploatacije, pri čemu je usvojeno da se postojeći raspored oruđa za rad spušta za određenu visinu.

U sadašnjoj fazi eksploatacije na otkopu postoje protočna i recirkulaciona šema provetravanja s tim što recirkulaciona šema obuhvata znatno veći prostor.

Proračun ventilacionih karakteristika vazdušne struje u otkopu za četiri osnovna

pravca vetra i sadašnju fazu eksploatacije izvršen je pomoću matematičkog modela na računaru. Dobijeni rezultati su prikazani u tablici 1.

Izvršen proračun brzine pokazuje da se energijom vetra postižu zadovoljavajući efekti prirodnog provetravanja otkopa u sadašnjoj fazi eksploatacije, razumljivo u granicama koje se objektivno mogu postići u okviru kompleksne zaštite od prašine. Minimalne brzine iznose 1,5 m/s, odnosno 1,1 m/s. Sa njima se još uvek postiže efikasno odnošenje i razređivanje izdvojene štetne prašine. Dobijeni rezultati, takođe, navode na zaključak da energija vetra prevladuje nad lokalnim uticajem termičkih faktora, tako da oni ne mogu bitno uticati na izmenu ventilacione šeme u sadašnjoj situaciji. Karakteristično je da se često smenjuju protočna i recirkulaciona šema u zavisnosti od pravca vetra.

U narednoj fazi eksploatacije sa silaženjem otkopa u dubinu situacija će se znatno izmeniti. Tada će dominirati recirkulaciona šema provetravanja bez obzira na pravac vetra, brzine vazdušne struje u otkopu će biti manje, a uticaj termičkih faktora na provetravanje veći.

Za analizu i definisanje ventilacionih parametara u takvoj znatno složenijoj ventilacionoj situaciji biće potrebno da se, pored meteoroloških podataka, vrši stalno praćenje temperaturnih i geotermičkih parametara na više karakterističnih ventilacionih stanica u otkopu.

SUMMARY

Analysis of Natural Ventilation System Ventilation Properties in Majdanpek Mine Open Pit

The analysis was made of ventilation properties of natural ventilation of Majdanpek open pit by use of geometrical constructions and mathematical relations known in literature on the basis of recorded data on wind velocities and directions.

The calculation of pit air stream ventilation characteristics was made by use of a mathematical model. The achieved results indicate that wind power yields satisfactory effects of natural ventilation in the present stage of exploitation, naturally regarding complex protection against dust. Wind power is superior to local effects of thermal factors, so they have no essential influence on the change of the ventilation scheme in current situation.

Deepening of the pit will, naturally, cause major changes of the ventilation situation.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Analyse der Wetterführungskenngrößen der Naturzugbewetterung im Tagebau von Majdanpek

Es wurde eine Analyse der Wetterführungskenngrößen der Naturzugbewetterung des Tagebaues Majdanpek durch Einsatz geometrischer Konstruktionen und in der Literatur bekannter Beziehungen, und auf Grund der augenommenen Daten über die Windgeschwindigkeit und Windrichtungen, durchgeführt.

Die Berechnung der Wetterführungskenngrößen des Luftstroms im Tagebau wurde über ein mathematisches Modell durchgeführt. Die gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass mit der Windenergie zufriedenstellende Wirkung der Naturzugbewetterung in der heutigen Gewinnungsphase, selbstverständlich im Rahmen eines komplexen Staubschutzes, erzielt wird. Die Windenergie hat grössere Wirkung als die örtlichen Einflüsse der thermischen Faktoren, so dass sie nicht das Wetterführungsschema in der heutigen Situation beeinflussen können.

Mit der Vergrößerung der Tagebauteufe wird sich die Bewetterungssituation im Tagebau Majdanpek wesentlich verändern.

РЕЗЮМЕ

Анализ вентиляционных характеристик естественного проветривания карьера в руднике Майданпек

Сделан анализ вентиляционных характеристик естественного проветривания открытых разработок в Майданпек при помощи геометрических конструкций и математических выражений известных в литературе, а на основании проведенных съёмок скорости и направлений ветра.

Расчёт вентиляционных характеристик воздушной струи в карьере сделан при помощи математической модели. Полученные результаты указывают, что при помощи энергии ветра постигаются удовлетворительные эффекты естественного проветривания в существующих условиях эксплуатации, разумеется в рамках комплексной защиты от пыли. Энергия ветра преобладает над местными влияниями термических факторов, так что они не могут влиять на изменение вентиляционной схемы в существующих условиях.

-При дальнейшем углублении карьера условия вентиляции значительно изменятся.

Literatura

1. Ušakov, K. Z., Mihailov, V. A.: Aerologija kar'ero.
2. Nikitin, V. S., Bitkolov, N. Z.: Provetrivanie kar'ero.
3. Studija otprašivanja površinskog otkopa rudnika Majdanpek, RI 1976. god.

Autori: dipl. ing. Vladimir Ivanović — dipl. ing. Obren Koprivica, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu — Beograd.

Recenzent: dr ing. I. Ahel, Rudarski institut — Beograd.

Ergonomski pristup rešenju problema zaštite radnika od agresivnog dejstva prašine u objektima pripreme mineralnih sirovina

Dipl. ing. Dragoljub Urošević

Pri rešavanju problema zaštite radnika od agresivnog dejstva prašine postavlja se osnovno pitanje: od čega ova zaštita zavisi i da li je moguće upravljanje parametrima koji određuju posmatrane funkcionalne odnose.

Ako se sa T označe godine radnog veka radnika i koriste danas već ustanovljeni odnosi da je (2):

$$T = f(R, t, N, P);$$

ili

$$T = \frac{A}{tRN(P+B)}$$

$T \rightarrow 32$ godine za rudarske radnike gde su: -

R — radno opterećenje izraženo kroz plućnu ventilaciju (m^3/h)

t — vreme eksponiranja radnika štetnim koncentracijama prašine (h/dan)

N — koncentracija prašine na radnom mestu (mg/m^3)

P — učešće šetnog agensa u mineralnoj prašini (npr. % SiO_2)

A i B — konstante za različite šetnosti
 $A = 3200$, $B = 2$

može se zaključiti, da se obezbeđenje normalnog radnog veka radnika omogućuje kroz višestruke prilaze. Ako se koristi jednovremeno delovanje na sve parametre, ovakav postupak se zove »kompleksne mere zaštite«. Ako se koristi uticaj na promenu parcijalnih elemenata, pružaju se kao mogućnosti sledeće alternative:

— uvođenjem modernizacije i automatizacije radnik se oslobađa svih većih fizičkih napora. Plućna ventilacija dobija vrednosti $R = (1,0-1,3)$ (m^3/h), što je, u odnosu na teški fizički rad $R = (3,0-4,0)$ (m^3/h) znatno povoljnije. Radnik praktično unese u pluća 3—4 puta manju količinu prašine. Ovo je vrlo efikasan metod i treba ga maksimalno koristiti;

— smanjenje vremena eksponiranja radnika (t) koncentracijama prašine (N) moguće je postići sistemom automatske i daljinske kontrole procesa, čime se radnik za određeni vremenski interval Δt_1 izdvaja iz zagađene radne atmosfere. Isti efekat se može postići i organizacionim merama tako da se jednoj grupi radnika daju kombinovani zadaci koji predviđaju rad u zagađenoj i nezagađenoj atmosferi, te je izlaganje prašini za Δt_2 manje;

— smanjenjem koncentracija prašine u radnoj atmosferi (N).

Promena sadržaja šetne komponente (P) nije moguća, te uticanje na parametar (P) ne pruža mogućnost upravljačke akcije sa ciljem obezbeđenja radnog veka radnika. Moguće je korišćenje alternative koja se odnosi na vreme (t), s tim da se u radnom veku radnika obezbedi mogućnost rada u uslovima gde (P) nema visoku negativnu vrednost. Ovaj princip primenjuje se kroz metodu prebacivanja radnika na »lakše radno mesto«, koje je jednovremeno i radno mesto sa manje opasnim sadržajem (P) i manjom koncentracijom (N).

Moguć pristup rešenja problema vezan je za svesno prihvatanje smanjenja godina radnog staža (T), s tim da se radnicima obezbedi beneficirani radni staž, koji će sprečiti biološko oštećenje takvih razmera da radnika prevodi u invalidsku penziju.

Ovaj metod, pre svega, ne sadrži potrebnu humanost, a verovatno i ekonomski nije opravdan, jer obavezuje zajednicu da isplaćuje dohodak radniku bez njegovog učešća u stvaranju viška vrednosti. Radnik se praktično nagrađuje za svesno uništavanje svojih zdravstvenih potencijala.

Rešenje problema prevođenjem radnika u invalidsku penziju u momentu oboljenja, ne može se smatrati metodom u sklopu kompleksnih mera, iako se ovaj postupak najčešće primenjuje. Troškovno, ova metoda je najskuplja (lečenje, penzija, smanjena produktivnost, obrazovanje novih radnika, neučestvovanje u stvaranju viška vrednosti i druga socijalna davanja). Humano, postupak je apsolutno nedopustiv, jer organizatori rada nemaju pravo da ovako koriste biološke funkcije radnika.

Primena ličnih zaštitnih sredstava ne može se smatrati potpunom tehničkom merom. Savremeni respiratori pružaju otpor disanju od 3—5 mm VS u početku smene do 10 mm VS na kraju smene. Kod duže upotrebe bez kontrolisane zamene početni i krajnji otpori se povećavaju. Dopunski rad nametnut respiratornom sistemu izuzetno je velik, te može oštetiti njegove funkcije u težem stepenu nego sama agresivna prašina. Primena ovog postupka moguća je samo kao kombinovana metoda za kraća eksponiranja.

U ove svrhe predlaže se upotreba jednosmenskih filtara vrlo male težine i otpora.

Dopunske mere zaštite vezane za periodične i specijalističke preglede radnika, pojačanu ishranu, duži godišnji odmor, specijalne rekreativne boravke u planini korisna su profilaktična sredstva i, u sklopu drugih mera, pozitivno deluju na sprečavanje pojave patogenih stanja usled agresivnog dejstva prašine.

Pri projektovanju novih tehnoloških procesa moguće je delovanje na sve parametre, odnosno moguća je primena kompleksnih mera. U postojećim tehnologijama ovakav postupak nije uvek moguć, te se naj-

češće insistira na »dogradnji sistema otprašivanja«, podrazumevajući pri tom razmatranju varijantu smanjenja koncentracije prašine (N) odnosno stvaranja uslova:

$$N \leq Nd,$$

gde je:

Nd — dovoljna koncentracija.

Pri rešavanju ovog problema postavlja se pitanje da li je u određenim tehnološkim uslovima, uz poznatu prirodu sirovine i tehničko-organizacione mere otprašivanja, moguće postići uslov $N \leq Nd$? Postojeća literatura ne daje odgovor na ovo pitanje iz sledećih razloga:

— navedena paroijalna mera predstavlja, takođe, sistem složenih pojedinačnih akcija, čiji uticaj određuje nivo zaprašeności. Relacija, koja određuje koncentraciju, data je izrazom (1):

$$N = \frac{\Sigma J + (\Sigma Q_a + Q_i) N_s}{\Sigma Q_a + K Q_i} + \left(N_o - \frac{\Sigma J + (\Sigma Q_a + Q_i) N_s}{Q_a + K Q_i} \right) \exp - \left[\frac{(\Sigma Q_a + K Q_i) t}{V} \right]$$

gde je:

- ΣJ — ukupni intenzitet izdvajanja prašine
- Q — količina vazduha koja prolazi kroz objekat
- N_s — spoljna koncentracija prašine
- V — zapremina prostorije
- N_o — početna koncentracija prašine u prostoriji
- K — koeficijent efekata iznošenja prašine iz prostorije
- t — vreme stvaranja koncentracije sa N_o na N

$\Sigma J = \Sigma J_n + \Sigma J_s$ — zbir unutrašnjih i spoljašnjih intenziteta izdvajanja prašine

$$\Sigma J_n = J_t + J_q + J_z + J_k$$

gde je:

J_t — intenzitet izdvajanja prašine iz tehnološke opreme

J_p — intenzitet izdvajanja prašine sa poda

J_z — intenzitet izdvajanja prašine sa zidova

J_k — intenzitet izdvajanja prašine sa konstr.

$$\Sigma J_s = J_a + J_b + J_c$$

gde je:

J_a — intenzitet izdvajanja prašine sa puteva

J_b — intenzitet izdvajanja prašine sa drugih izvora u krugu objekta

J_c — intenzitet izdvajanja prašine van kruga objekta

$$Q = \Sigma (Q_a + Q_i)$$

gde je:

Q_a — količina vazduha koja se odvodi aspiracijom

Q_i — količina vazduha koja prolazi kroz objekt pod uticajem aeracije.

Zamenom intenziteta izdvajanja prašine u datoj relaciji dobija se vrlo složen oblik funkcije, čiji se opšti izraz može prikazati kao:

$$N = f(J_t, J_p, J_z, J_k, J_a, J_b, J_c, Q_a, Q_i)$$

Kako se iz date relacije vidi, upravljanje koncentracijskim karakteristikama zavisi od čitavog niza neodređenih parametara za koje do danas nisu utvrđene ni metode njihovog određivanja.

Praktično projektovanje dozvoljenih koncentracija teoretski nije rešiv problem. Postoji parcijalno rešenje koje predviđa situaciju u kojoj $\Sigma J_i \rightarrow 0$. U ovom slučaju postoji velika verovatnoća da se obezbedi željeni uslov $N = Nd$.

Tehničke mere koje se za ovaj slučaj koriste su sledeće:

— izbor tehnološkog sistema sa što manje presipnih mesta i što potpunijom hermetizacijom, kako bi $J_i \rightarrow \min$. Ovaj uslov se može postići podesnim konstruktivnim karakteristikama mesta pretovara (male visine i uglovi, izokinetika kretanja materijala i dr.).

— Uklanjanjem nataložene prašine sa podova primenom suvih (stacionarni ili pokretni usisivači), odnosno mokrih postupaka (pranje podova).

Ne postoje funkcionalne veze koje određuju J_p u zavisnosti od navedenih postupaka, ali je očigledno da $J_p \rightarrow 0$ u uslovima maksimalne tehnološke organizacione opremljenosti za uklanjanje nataložene prašine.

— Za saniranje intenziteta J_z i J_k danas se predlažu, takođe, suvi i mokri postupci.

Mokri postupak predviđa hidropneumatsku metlu, čiji je domet 15–20 m sa oblakom fino dispergovanih kapljica vode. Velika kinetička energija komprimiranog vazduha podiže prašinu i istovremeno je kvasi.

Stacionarni i pokretni usisivači mogu da posluže u ove svrhe. Rad ovih uređaja u praksi nema egzaktnu naučnu potvrdu i vezan je za eksperimentalne radove pojedinih naučnih institucija.

— Smanjenje intenziteta izdvajanja prašine na putevima oko objekta (J_a) postiže se, pre svega, asfaltiranjem puteva i izgradnjom hidrantskih i kanizacionih mreža koje omogućuju pranje puteva. U uslovima u kojima ovakve konstrukcije nisu moguće, efikasnu meru predstavlja permanizacija puteva tucanikom uz dodatak bituminoznih materija ili kalcijum hidroksida.

Ova sredstva efikasno vezuju prašinu, ali im je trajnost manja, te zahtevaju češće obnavljanje.

— Spoljašnji izvori u krugu objekta pripreme mineralnih sirovina obično su deponije i pretovarna mesta za kamionski ili železnički transport. Navedene izvore treba posmatrati kao posebne objekte sa specifičnom tehnikom, koja treba da omogući minimiziranje intenziteta izdvajanja (kvašenje deponija, specijalna aspiracija i dr.).

— Dejstvo izvora van objekta pripreme mineralnih sirovina (J_c) može se smanjiti izgradnjom zelenog zaštitnog pojasa oko industrijskog kruga. Učinak ove mere nije definisan, jer se ne zna snaga primarnog izvora.

— Ukoliko se ne mogu anulirati svi navedeni intenziteti izdvajanja prašine, ugrađuju se aspiracioni sistemi sa dvostrukim zadatkom. Prva funkcija vezana za stvaranje potpritiska ispod prekrivene tehnološke opreme čime se omogućuje usmereno

odvođenje zaprašenog vazduha prema filteru, a intenzitet izdvajanja prašine tehnološke opreme (J_p) praktično svodi na nulu. Drugi zadatak ovih količina je direktno razređivanje već emitovane prašine.

Sasvim je sigurno, da povećanje količina (Q_a) pozitivno deluje na smanjenje (J_p), ali je neodređen njihov uticaj na (N). Kod velikih količina vazduha povećava se brzina i podiže nataložena prašina. Ako su ispunjene prethodne mere za saniranje izvora prašine, nema negativnog efekta povećanih količina Q_a .

— Objekti pripreme mineralnih sirovinu obično nemaju uređaje za grejanje, odnosno kondicioniranje vazduha. Provetranje objekta realizuje se prirodnim putem (aeracija), koji prostorno i vremenski ne daje definisane protoke vazduha. Iz navedenih razloga uticaj aeracije može biti i pozitivan i negativan. Ukoliko je tehničkim merama obezbeđena sanacija svih izvora, aeracija ima pozitivno dejstvo.

Izložena analiza pokazuje da je postupak upravljanja koncentracijskim karakteristikama u objektu neodređen, čak i pod uslovom jednosmerne orijentacije na sanaciju svih izvora u objektu i krugu objekta. Teškoće, koje se javljaju, vezane su za problem prostornog planiranja objekta, mikro i mezo klimatske uslove, modernizaciju objekta, sklop specifičnih mera specijalno namenjenih u svrhe otprašivanja. Investicioni izdaci, neophodni za formiranje efikasnog sistema tehničke zaštite, izvanredno su visoki i kod novih objekata, a kod rekonstrukcije njihova potpuna primena praktično i nije moguća.

Nešto detaljnija analiza tehničkih mera kojima se deluje na smanjenje koncentracije prašine (N), ne znači da su elementi, vezani za radno opterećenje (R), vreme eksponiranja (t) i druge mogućnosti, manje složeni. Oni se u okviru ovog članka ne obrađuju, jer izlaze iz okvira uže specijalnosti.

Zaključak

Do sada izvršena analiza pokazuje da je rešenje zaštite radnika od agresivnog dej-

stva prašine složeni sistem sa objektima čiji su atributi vezani za različite specijalnosti, te zahtevaju multidisciplinarni prilaz. Kako relacije između pojedinih objekata sistema nisu poznate, nije moguć analitički prilaz kod upravljanja navedenim sistemom. Metoda, koja pruža mogućnost rešenja, vezana je za operaciona istraživanja sa težnjom da se sistem ekonomski optimizira.

Kako navedeni sistem pored ekonomskih ciljeva ima i humani cilj, koji se suprotstavlja ekonomskom cilju, dobijamo klasičan sistem odnosa radnik — tehnika, koji u savremenoj nauci realizuje nauka ergonomija. Zadatak ergonomske istraživanja na ovom planu sastoji se u optimizaciji ekonomskog sistema zaštite radnika od agresivnog dejstva prašine, s tim da ograničavajući parametri budu vezani za maksimalno dozvoljenu entropiju bioloških resursa radnika.

Sagledano u ovom svetlu nameće se zaključak da rešenje zaštite radnika od agresivnog dejstva prašine u objektima PMS ne može biti jednoznačno određen zadatak. Problem se mora rešavati od slučaja do slučaja primenom ergonomske postupka. Kod nekih modernijih pogona biće moguće rešavati problem tehničkim metodama, kod drugih bolje rezultate dade organizaciono-administrativne mere, lična zaštita itd.

Verovatna je mogućnost da se na nekim objektima može primeniti široki spektar svih navedenih mera. Šta je za koji pogon najcelishodnije treba da pokažu ergonomska istraživanja.

Ovakav postupak nije odomaćen u našoj stručnoj praksi i bezrazložno se ocenjuje kao neefikasan i nekonkretan metod. Analiza uticajnih parametara pokazuje da ovakvi zaključci nisu pravilni i da je samo složeno višedimenziono razmatranje jedini ispravan put u rešavanju ovih zadataka.

SUMMARY

Ergonomic Approach to Solving Problems of Labour Protection Against Aggressive Dust Action in Mineral Processing Plants

The problem of labour protection against mineral dust aggressive action in mineral processing plants has not been uniquely defined and must be solved from case to case. There is a possibility of applying a wide range of stated protective measures in some plants, but only ergonomic investigations indicate the most promising ones for a specific plant.

ZUSAMMENFASSUNG

Ergonomischer Zutritt zur Problemlösung des Arbeiterschutzes vor aggressiver Staubwirkung in den Aufbereitungsanlagen

Das Problem des Arbeiterschutzes vor der aggressiven Wirkung der mineralischen Stäube in den Aufbereitungsanlagen ist nicht eindeutig bestimmt und muss vom Fall zu Fall gelöst werden. Es besteht die Möglichkeit, dass in gewissen Objekten ein breites Spektrum der angeführten Schutzmassnahmen verwendet wird, was ist aber für einen Betrieb am zweckmassigsten, das können nur ergonomische Untersuchungen zeigen.

РЕЗЮМЕ

Эргономический подход к решению проблемы защиты рабочих от агрессивного воздействия пыли в фабриках для обогащения минерального сырья

Проблема защиты рабочих от агрессивного воздействия минеральных пылей в объектах для обогащения минерального сырья не определена однозначно и должна решаться отдельно для каждого случая. Существует возможность применения в некоторых объектах широкого спектра перечисленных мероприятий для защиты, но то, что является для фабрики (цеха, отделения) самым подходящим, могут установить только эргономические исследования.

Literatura

1. Ahel, I.: Praktične i teoretske osnove zaštite od prašine u oplemenjivačkim objektima. — doktorska disertacija.
2. Ćurčić, A.: Doprinos teoretskim osnovama zaštite radnika od agresivnog dejstva mineralne prašine u podzemnoj eksploataciji rudnika olova i cinka. — doktorska disertacija u završnoj fazi.

Autor: dipl. ing. Dragoljub Urošević, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu — Beograd.

Recenzent: dr ing. I. Ahel, Rudarski institut — Beograd.

Neki aspekti analize procesa u termoelektranama

Mr ing. Borislav Perković

Uvod

Jedna od bitnih karakteristika savremenih parnih blokova u termoelektranama je sve češći rad sa opterećenjima i parametrima koji se razlikuju od projektnih. Ovakav način rada u praksi uslovljava čitav niz razloga kao što su: rad noću, povoljne hidrometeorološke prilike za rad hidroelektrana, nemogućnost održavanja parametara zbog kvarova ili zaprljanosti pojedinih karakterističnih delova postrojenja, neispunjavanja garantovanih uslova i parametara i sl.

Zbog toga je posebno interesantno da se istraži i analizira rad celog postrojenja termoelektrane i njegovih delova u toku rada sa promenljivim opterećenjima, jer to dovodi do iznalaženja uslova i mogućnosti za pouzdaniji i ekonomičniji rad.

Stalnim praćenjem rada postrojenja termoelektrane dobija se niz podataka koji su dragoceni za pravilnu eksploataciju. U periodu između dva remonta dolazi do zaprljanja i trošenja pojedinih delova postrojenja, pa samim tim i do promene kvaliteta rada celog postrojenja.

Podaci dobijeni kompleksnim ispitivanjima i analizom procesa rada bloka daju osnove za određivanje promene trajanja međuremontnog perioda. Ovakvim se ispitivanjima mogu otkriti mesta, tj. delovi postrojenja kojima u toku remonta treba posvetiti posebnu pažnju.

O proučavanju uticaja remonta bloka na ekonomičan rad nekih naših termoelektrana pisano je i ranije (3, 4, 5). U ovom pri-

kazu biće reči o još nekim aspektima i potrebi da se takve analize rade permanentno i to za svako postrojenje koje je u pogonu.

Ispitivanja mlinskih, kotlovskih i turbopostrojenja

Imajući u vidu značaj pravilne eksploatacije mlinova, kotlova i turbinskih postrojenja za ekonomičan i bezbedan rad termoelektrane, ovim postrojenjima treba posvetiti posebnu pažnju.

Ispitivanja su pokazala da mlinovi mogu biti jedan od glavnih uzročnika neispunjavanja kapaciteta i ekonomičnosti rada kotlovskih postrojenja, kao i da izazivaju niz pogonskih teškoća koje ometaju pravilno i potpuno korišćenje instalisanih kapaciteta. Iz tih razloga, a imajući u vidu specifičnosti i nedovoljno poznavanje karakteristika sagorevanja naših lignita, većina naših termoelektrana i Združeno elektroprivredno preduzeće Srbije finansirali su, u više navrata, teme, koje su imale za cilj, da se iznađu faktori koji utiču na pravilan rad mlinskih, kotlovskih, turbinskih, kondenzacijskih, rashladnih postrojenja, kao i elektrofiltara i uređaja za otprašivanje.

Na osnovu toga izrađen je program koji obuhvata sve ono što treba meriti i analizirati, a da se pri tome dobiju sve veličine koje karakterišu rad pojedinih delova postrojenja. Na osnovu ovako definisanog zadatka napravljene su šeme za termotehnička ispitivanja svih navedenih postrojenja.

Izbor odgovarajućih mernih metoda i instrumenata koji se upotrebljavaju za ispitivanja izvršen je u skladu sa propisima za ispitivanja pojedinih postrojenja (JUS, DIN, ASTM, BS, ČSN, GOST i sl.) imajući pri tome u vidu svrhu i namenu ispitivanja i specifičnosti postrojenja koje se ispituje.

Spisak mernih mesta i upotrebljenih instrumenata, odgovarajuće šeme, merenja, detaljniji opis postrojenja, rezultati analiza goriva, šljake, pepela ispod pojedinih grejnih površina i pogonskih voda se ne daju u ovom prikazu, jer su dati u ranijim radovima i elaboratima koji su rađeni za potrebe termoelektrana i ZEP-a.

Ispitivanja su izvršena u termoelektranama Kolubara, Kosovo, Kostolac, Morava i »Nikola Tesla« — Obrenovac.

U termoelektranama Srbije nalaze se u eksploataciji tri tipa mlinova i to: čekićari (TE Kolubara), kombinovani mlinovi — tipa DGS (TE Kosovo I i II, TE »Nikola Tesla« III i IV) i ventilatorski mlinovi (TE Kosovo III, IV i V, TE Kostolac, TE Morava i TE »Nikola Tesla« I i II). Svaki od ovih tipova mlinova ima svoje, specifičnosti rada i svaki od njih je, u praksi, pokazao određene prednosti i nedostatke.

Trenutno se u termoelektranama Srbije nalazi u pogonu 88 mlinova, a instalisana snaga mlinskih elektromotora iznosi 51,2 MW. Kapacitet svih instalisanih mlinova iznosi 3760 t/h.

Za razliku od kotlovskih i turbopostrojenja, čiji se remont može vršiti samo kada su sva postrojenja van pogona, pojedini mlinovi mogu ulaziti u remont i za vreme rada bloka, jer ukupni kapacitet mlinskog postrojenja prevazilazi kapacitet kotlovskog postrojenja.

Iz niza ispitivanja koja su izvršena na skoro svim mlinovima određivane su sve karakteristične veličine, kao što su: finoća mlevenja, temperature recirkulacionih gasova, kao i temperature mešavine ispred i iza mlinova, ostatna vlaga u ugljenom prahu, potrošnja električne energije i sl. Sve ove veličine se u toku rada mlinova menjaju u zavisnosti od produkcije kotla, kvaliteta uglja, uslova rada, istrošenosti udarnih tela, opterećenja mlinova i sl.

Rezultati većeg broja ispitivanja mlino-va prikazani su u literaturi (5) i ovde se ne navode.

Napominje se, da su u početku eksploatacije poseban problem činili mlinovi u TE Kostolac i TE »Nikola Tesla« III i to kako kvalitetom mlevenja, tako i zbog nedovoljnog kapaciteta i povećane potrošnje električne energije. Obimna ispitivanja i rekonstrukcija doprineli su da se ovi problemi povoljno reše.

Treba posebno naglasiti da se stalnim merenjima i analizama navedenih i ostalih karakterističnih veličina iznalaze odgovarajuće zavisnosti finoće mlevenja, kapaciteta, potrošnje električne energije, habanja udarnih tela i sl. od veličina koje karakterišu stanje mlina i uslove rada (istrošenost udarnih tela, zaptivenost mlina i kanala za dimne gasove i smešu gorivo-gas-vazduh; opterećenje mlina, položaj krila separatora, vrsta i kvalitet uglja, broj mlinova u radu itd.).

Na osnovu ovakvih ispitivanja i analiza omogućeno je da se u pogonu neprekidno preduzimaju koraci za pravilnije i potpunije korišćenje kako mlinskih postrojenja tako i termoelektrane u celini.

Na kotlovima i turbopostrojenjima su vršene serije ispitivanja u pojedinim karakterističnim uslovima eksploatacije, kao npr. neposredno pre i posle remonta pojedinih blokova. Obično su u jednoj seriji vršena 3—4 ispitivanja na karakterističnim opterećenjima. Tako je omogućeno da se dobiju energetske i druge radne karakteristike za ceo opseg mogućih opterećenja.

Na osnovu sprovedenih ispitivanja za razna postrojenja određeni su:

- energetske karakteristike kotlovskih i turbinskih postrojenja
- stepeni korisnosti, odnosno potrošnja toplote pojedinih delova postrojenja
- gubici vode i pare u ciklusu
- sopstvena potrošnja toplotne i električne energije.

Na osnovu ovih elemenata određivana je specifična potrošnja toplote blokova — bruto i neto i to za sve karakteristične slučajeve eksploatacije. S obzirom da se u toku ispitivanja parametri pare i vode razlikuju od parametara za koje su pojedina postrojenja projektovana, izvršeno je svođenje stepena korisnosti i specifične potrošnje toplote na specificirane parametre. Ovo svođenje obuhvata korekcije s obzirom na

odstupanja pritiska i temperatura sveže i naknadno pregrejane pare, napojne i rashladne vode i sl.

U cilju određivanja promene specifične potrošnje toplote u zavisnosti od promene snage i temperature rashladne vode i pritiska u kondenzatorima, izvršena su na pojedinim postrojenjima i odgovarajuća ispitivanja kondenzacionih i rashladnih postrojenja. Promena temperature rashladne vode ostvarivana je isključivanjem pojedinih ćelija hladnjaka, a za slučaj protočnog hlađenja vršeno je veštačko pogoršavanje vakuuma u kondenzatoru.

Jedan deo rezultata ispitivanja saopšten je ranije (3 i 4).

U daljem tekstu dati su delimični rezultati pojedinih ispitivanja.

U TE Kostolac vršena su, između ostalog, ispitivanja kotlova sa otvorenom i zatvorenom rešetkom za dogorevanje u cilju određivanja njenog uticaja na stepen korisnosti kotlovskog postrojenja. Rezultati su pokazali, da je stepen korisnosti bio veći u slučaju kada je rešetka za dogorevanje bila zatvorena. Ovo povećanje stepena korisnosti je iznosilo 0,42 — 0,86%. Pri radu sa zatvorenom rešetkom za dogorevanje smanjena je količina šljake i sadržaj sagorljivih materija u šljaci i to posle remonta sa 15,4% na 6,4%, a pre remonta sa 15,1% na 11,3%.

Rezultati ispitivanja ovih kotlova (u TE Kostolac se nalaze u pogonu dva kotla tipa BKZ—200—100 F, sa kapacitetom po 200 t/h, pritiskom sveže pare 100 bara, temperaturom pregrejane pare 540°C, predviđeni za rad sa ugljem donje toplotne moći 6870 kJ/kg, sadržajem vlage 38,6% i sadržajem pepela 28,3%) pokazuju da se stepen korisnosti kretao u vreme ispitivanja u granicama 81,8 — 85,9%. Tačan zaključak o pravilnom uticaju zaprljanosti i nezaptivenosti kotlova na stepen korisnosti nije se mogao doneti na osnovu relativno malog broja ispitivanja, jer je bilo veliko variranje kvaliteta uglja u toku pojedinih ispitivanja. Pre izvesnog vremena izvršene su još dve serije ispitivanja na ovim kotlovima, koje treba da daju pravilniji odgovor o uticaju zaprljanosti, nezaptivenosti i starenja kotlovskih postrojenja na njihov stepen korisnosti. Rezultati ovih ispitivanja biće objavljeni u jednom od sledećih radova.

Promena kvaliteta uglja koji se koristi za rad kotlova u termoelektranama SR Srbije je karakteristika svih naših kotlova i rudarskih basena.

Tako, na primer, u TE Kolubara se za vreme ovih ispitivanja donja toplotna moć uglja kretala u granicama od 5500 do 8300 kJ/kg, sadržaj vlage je iznosio od 41,2 do 53,3%, a sadržaj pepela od 12,4 do 23,8%. Ovakvo variranje kvaliteta uglja u relativno kratkim vremenskim razmacima, s jedne strane, otežava pravilan rad mlinskih i kotlovskih postrojenja, dok s druge strane, otežava donošenje, tj. iznalaženje pravilnih zavisnosti karakteristika rada postrojenja od kvaliteta uglja koji se troši. Iz tih razloga je za donošenje odgovarajućih zaključaka potrebno da se izvrši znatno veći broj ispitivanja i to sa karakterističnim ugljevima koji se mogu pojaviti u toku eksploatacije dotičnih postrojenja.

Ispitivanja su pokazala da se stepen korisnosti kotlova u TE Kolubara, pre i posle remonta, kretao u granicama od 76,9 do 83,1%.

Za kotlove u TE Kosovo dobijene su vrednosti koje pokazuju da je uticaj zaprljanosti kotlovskih grejnih površina na gubitak usled fizičke toplote izlaznih dimnih gasova znatan. Kod ispitivanja, pre i posle remonta, za odgovarajuće produkcije, razlika u ovom gubitku (a time i u stepenu korisnosti) se kretala od 1,2 do 3,9%. Temperatura izlaznih dimnih gasova je za razne kotlove pre remonta bila viša za 9 do 39°C nego posle remonta.

Problem zaprljanosti kotlovskih grejnih površina je u TE Kosovo aktuelan na svim kotlovima u eksploataciji.

Zaprljanost i nezaptivenost duž kotlovskih grejnih površina doprinosi u znatnoj meri sniženju stepena korisnosti i otežava uslove rada postrojenja za dopremu i pripremu uglja i transport šljake i pepela, kotlovskog postrojenja, elektrofiltra, ventilatora dimnih gasova i sl.

Minimum gubitaka u kotlovskom postrojenju se dobija pri optimalnim vrednostima CO_2 , O_2 i λ , koje se određuju ispitivanjima u konkretnim uslovima za dato kotlovsko postrojenje.

Posledice povećanog viška vazduha su znatno ozbiljnije nego što se obično misli. Ovo naročito dolazi do izražaja za slučaj velikog viška vazduha u ložištu. To dovodi

do smanjenja količine toplog vazduha, sniženja temperature u ložištu i njenog povišenja u konvektivnom delu, nedovoljnog korišćenja zagrejača vazduha, manje pouzdanosti rada pregrejača pare i uopšte do smanjenja kapaciteta, sigurnosti i ekonomičnosti bloka u celini.

Prilikom ispitivanja turbopostrojenja, pored provere specifične potrošnje toplote za razne karakteristične slučajeve rada, vrlo često su iznalažene pojedine nepravilnosti u ciklusu voda — para. Kao primer se navodi slučaj da veći deo napojne vode zaobilazi zagrejače visokog pritiska, propuštanje i nepravilan rad pojedinih zagrejača, znatnija promena stepena korisnosti pojedinih grupa turbinskih stupnjeva, zaprljanost i nezaptivenost kondenzatora i dela turbine koji radi pod pritiskom nižim od atmosferskog i sl.

Treba posebno naglasiti da se u svakodnevnoj eksploataciji termoelektranih postrojenja u termoelektranama pojavljuje problem pravilnog rada i provere tačnosti pojedinih pogonskih instrumenata. Obično su to instrumenti za merenje temperatura, pritiska, količina pojedinih fluida, analize dimnih gasova i drugih veličina koje karakterišu rad termoelektrane. Treba naglasiti da je prilično čest slučaj da u nekim termoelektranama nema uopšte instrumenata za analize dimnih gasova, a ako ih i ima, onda su njihova pokazivanja nepouzdana i to zbog nereprezentativnog uzimanja uzoraka ili zbog neispravnosti rada instrumenata. Sličan je slučaj i pri merenju količina pare i vode, posebno u slučajevima kada blok radi sa parametrima koji odstupaju od projektnih.

Prilikom ispitivanja pojedinih postrojenja kontrolnim instrumentima otkrivaju se greške i pronalaze uzroci pogrešnog pokazivanja pogonskih instrumenata, što doprinosi pravilnoj kontroli veličina koje se mere i boljem radu termoelektrane.

Pogonska iskustva i ispitivanja koja se vrše u karakterističnim uslovima eksploatacije (garancijska ispitivanja, ispitivanja pre i posle remonta, ispitivanja u cilju uvođenja metoda pogonskog bilansiranja itd.) pokazuju da u termoelektranama sve češće dolazi do manjih ili većih teškoća i gubitaka u toku eksploatacije i to najčešće zbog:

— neadekvatnog kvaliteta uglja, što dovodi do problema u transportu do mlinova,

preopterećenja dopreme uglja i mlinova, neispunjenja kapaciteta, sniženja stepena korisnosti, dodatnog korišćenja tečnog goriva i sl.

— promene temperature dimnih gasova u pojedinim zonama kotlovskog postrojenja

— neprojektnih parametara sveže i naknadno pregrejane pare

— zaprljanosti i nezaptivenosti kondenzacijskog postrojenja

— gubitaka pare i vode u sistemu

— nepravilnog rada duvača gara

— nepravilnog rada sistema za regenerativno zagrevanje napojne vode i sl.

Analiza procesa koja se kombinuje svakodnevnim merenjima pogonskim instrumentima i periodičnim ispitivanjima kontrolnim instrumentima, kao i sistematsko praćenje pogonske dokumentacije pružaju mogućnost da se ovi nedostaci blagovremeno uočavaju i otklanjaju.

Analiza procesa i periodična ispitivanja pružaju, takođe, mogućnost da se blagovremeno proverava funkcionisanje uređaja za prečišćavanje dimnih gasova. Kao što je poznato, pravilno funkcionisanje ovih uređaja ima značaj i za zaštitu čovekove okoline i za funkcionalan rad celog postrojenja. Poznato je iz prakse, da česti zastoji u sistemu za transport pepela i drugi kvarovi dovode do neregularnog rada celog postrojenja, a smanjena efikasnost elektrofiltra dovodi do skraćanja radnog veka ventilatora za dimne gasove.

Zaključak

Na osnovu rezultata kompleksnih ispitivanja pojedinih delova blokova termoelektrana dolazi se do određenih zaključaka, kao što su:

— specifična potrošnja toplote blokova, pre remonta, u odnosu na stanje posle remonta, znatno se povećava i to povećanje za pojedine blokove iznosi i 6%,

— najveći uticaj zaprljanosti je kod kotlovskih postrojenja,

— specifična potrošnja toplote se u međuremontnom periodu menja po nekoj stepenastoj krivoj, čiji karakter zavisi od niza radova koji se vrše u međuremontnom periodu, kao što su: remont mlinova, duvanje gara, pranje i zaptivenost kondenzatora i sl.,

— efikasnost i učestanost remonta treba ceniti na osnovu poboljšanja sigurnosti i ekonomičnosti rada bloka termoelektrane posle izvršenog remonta,

— u toku eksploatacionih ispitivanja se javlja niz problema koji otežavaju pravilno donošenje zaključaka. Ti problemi su, uglavnom, razni tekući problemi u eksploataciji, nemogućnost pravilnog variranja pojedinih parametara u cilju iznalaženja tačnih zavisnosti, različiti klimatski i drugi uslovi u toku ispitivanja koja se ponavljaju, znatne razlike u kvalitetu goriva — posebno lignita — u toku pojedinih ispitivanja itd.

Stalnim praćenjem rada svih delova postrojenja blokova termoelektrana i ispitivanjima pre i posle remonta i u drugim karakterističnim uslovima eksploatacije može se vrlo efikasno utvrditi niz činjenica, koje znatno mogu da olakšaju donošenje odluka za pravilnije i potpunije korišćenje instalisanih kapaciteta. Kao primer navode se mogućnosti da se:

— neprekidno u pogonu iznalaze uzroci pogoršanog rada svih delova postrojenja

— sa više objektivnosti donose odluke o dužini međuremontnog perioda rada i učestanosti pojedinih intervencija

— vodi pogon kotlovskog postrojenja tako da sagorevanje bude potpuno i da temperature na karakterističnim mestima ne pređu granične vrednosti koje izazivaju pojave lepljenja šljake na ekranskim cevima i pregrejačima

— sa znatno više objektivnosti radi na rešavanju problema sagorevanja, koji je specifičan za naše lignite

— odredi uticaj zaprljanosti, zaptivenosti i starenja postrojenja na promene specifične potrošnje toplote

— pravilnije donose odluke o potrebama otvaranja turbine radi remonta

— pravilnije organizuje preventivno održavanje svih delova postrojenja termoelektrane.

Jasno je da se navedenim činjenicama ni izdaleka ne iscrpljuju koristi koje se dobijaju analizom procesa i kompleksnim ispitivanjima termoelektrana.

SUMMARY

Some Aspects of Process Analysis in Power Generating Stations

Constant monitoring of power generation equipment operation supplies a series of information very useful for power station utilization. During the interrepair period changes occur in the quality of operation of individual plant components and the power generation plant as a whole. The paper presents the results of some heat-engineering investigations in individual power plants in SR Serbia. The results indicated that the effect of individual plant components dirtiness and wear on block specific heat consumption is significant. Disregarding the number of problems faced during operative investigations (technical operation problems, inability of varying individual parameters, diverse weather and other conditions during various tests, etc.), such investigations contribute to more correct decision making regarding the techno-economic justifiability of interrepair period length.

ZUSAMMENFASSUNG

Einige Aspekte der Prozessanalyse in Wärmekraftwerken

Durch ständige Beobachtung des Kraftanlagenbetriebs wird eine ganze Reihe von Daten, die für den Wärmekraftbetrieb vom Nutzen sind, erhalten. Zwischen zwei Generalreparaturen kommt es zu einer Änderung der Betriebstauglichkeit der einzelnen Anlagenteile und des Kraftwerks als Ganzes. In dieser Arbeit sind einige Ergebnisse der thermotechnischen Untersuchungen der einzelnen Kraftwerke in SR Serbien gezeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Einfluss von Verschmutzung und Verschleiss der einzelnen Anlagenteile auf spezifischen Wärmeverbrauch des Blocks bedeutend ist. Trotz einer ganzen Reihe von Problemen, die im Laufe der Betriebsuntersuchungen (technische Betriebsprobleme, regelmässige Variierung der einzelnen Parameter unmöglich, verschiedene Zeit- und andere Verhältnisse bei verschiedenen Untersuchungen u.a.) auftauchen, tragen solche Untersuchungen einer richtigeren Entscheidungsfindung über technisch-wirtschaftliche Berechtigung des Zeitintervalls zwischen zwei Remontperioden, bei.

РЕЗЮМЕ

Некоторые аспекты анализов процессов в теплоэлектроцентралях

Постоянным наблюдением за работой сооружений тепловых электроцентралей можно получить целый ряд данных, которые очень полезны для правильной эксплуатации ТЭЦ. В течении междуремонтного периода появляются изменения в качестве работы отдельных частей и ТЭЦ в целом. В статье приведены некоторые результаты термотехнических исследований отдельных ТЭЦ в СР Сербии. Результаты указывают на то, что влияние загрязнённости и изношенности отдельных частей сооружения на удельный расход теплоты блока весьма значителен. Не смотря на ряд проблем появляющихся в течение эксплуатационных исследований (технические проблемы в эксплуатации, невозможность правильного изменения отдельных параметров, различные временные и прочие условия в течении различных исследований и пр.) такие исследования способствуют более, правильно определению технико-экономической обоснованности длительности междуремонтного периода.

Literatura

1. Rižkin, V. Ja., 1967: Teplovyje električeskie stancii, Moskva.
2. Gorškov, A. S., 1974: Tehničko-ekonomičeskie pokazateli teplovyh elektrostancij, Moskva.
3. Vesović, M., Perković, B., 1970: Proučavanje uticaja remonta na ekonomičan rad termoeenergetskih postrojenja TE Kosovo. — Rudarski glasnik br. 3/70, Beograd.
4. Vesović, M., Perković, B., 1973: Bilansiranje specifične potrošnje toplote blokova I i II u TE Kosovo. — Rudarski glasnik br. 1/73, Beograd.
5. Perković, B., 1976: Industrijska ispitivanja mlinskih postrojenja u termoelektrana SR Srbije. — IV jugoslovenski simpozijum termičara, Beograd 1975. i Rudarski glasnik br. 3/76, Beograd.

Autor: mr ing. Borislav Perković. Zavod za termotehniku u Rudarskom institutu — Beograd.

Recenzent: dr ing. Lj. Novaković, Rudarski institut — Beograd.

Primena radioizotopskih merača gustine flotacijske pulpe i nivoa rude u bunkerima

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Marija Mihajlović — dipl. ing. Čedomir Stanojlović

Uvod

Potreba za merenjem raznih fizičkih veličina bez direktnog kontakta sa materijom, što dozvoljava da se zanemare temperatura pritiska, agresivnost, kristalizacija i druge osobine materije koja se tretira u tehnološkom postupku, dovela je do sve šire primene radioizotopa u tehnici merenja.

Jedan od tipičnih slučajeva primene, kada se radi o nepristupačnim mestima merenja, teškim uslovima rada i materiji nepodobnoj za kontakt sa mernim sondama, predstavljaju flotacije rudnika. Iako bi primena izotopskih merenja mogla u njima da bude i šira, najčešće se izotopi koriste za merenje gustine pulpe na ulazu u hidrociklone i za razna merenja i signalizacije nivoa u bunkerima sa rudom.

Kako se radi o relativno novim metodama merenja, za čije je razumevanje potrebno izvesno poznavanje zakona atomske i nuklearne fizike, ovaj članak ima za cilj, da u najkraćim crtama pruži informacije o fizičkim osnovama ovih merenja, ograničavajući se na vrste fizičkih pojava, elemente i uređaje koji se, uglavnom, primenjuju pri merenjima koja su predmet članka.

Otuda je, posle uvodnih objašnjenja koja daju informaciju o radioaktivnosti i izotopima, orijentacija bila na objašnjenje nastanka γ — zraka, njihovu interakciju sa materijom i načine detekcije, jer su oni,

uglavnom, u primeni pri merenjima koje članak tretira.

Na kraju je dat principijelan prikaz rada merača gustine i nivoa.

Radioaktivno zračenje (raspadanje)

Još krajem prošlog veka otkriveno je da kod nekih supstancija (elemenata) postoje pojave koje su nazvane radioaktivnim zračenjem. Pri tom je zapaženo, da postoji tri vrste zračenja koja su tada, po prvim slovima grčke azbuke, nazvana α , β i γ — zračenje. Kasnije je ustanovljeno da su α — zraci korpuskularne prirode, pozitivno naelektrisani i da ih čine jezgra helijuma. Pri α — raspadanju jednog atoma smanjuje se broj njegove mase za 4, a broj koji karakteriše električko opterećenje jezgra za 2.

Ustanovljeno je, također, da se β — zraci sastoje od elektrona iz jezgra, koji ga napuštaju približno brzinom svetlosti pri pretvaranju neutrona u protone.

Zatim je zapaženo, da i α i β — zraci skreću u električnom ili magnetnom polju i to na različite strane, zahvaljujući različitom naelektrisanju, i sa različitim poluprečnikom krivine (znatno oštrije skreću β — čestice, jer im je masa približno osam hiljada puta manja od mase α — čestice).

Prodornost β — čestica veća je od α — čestica, ali ipak nedovoljna, da bi mogle

biti primenjene pri merenjima koja tretira ovaj članak.

Za razliku od prva dva γ —zruci predstavljaju elektromagnete talase, uporedive sa svetlošću, ali znatno veće energije. Ovi zruci ne skreću u elektromagnetnom polju, a predstavljaju propratnu pojavu pri α i β —raspadanju. Prodornost im je velika, te prolaze i kroz nekoliko desetina santimetara debele ploče od teških metala; kroz vazduh, ovi zruci mogu da prođu vrlo velika rastojanja a da ne budu apsorbovani.

Ako se sa N_0 označi broj atoma radioaktivne supstancije u početku posmatranja (pri $t = 0$), a sa N — broj atoma koji su ostali neraspadnuti posle vremena t , biće da se u vremenskom intervalu dt dezintegrira dN atoma te supstancije. Broj dN proporcionalan je broju N neraspadnutih atoma i vremenskom intervalu dt , tj.

$$dN = -\lambda \cdot N \cdot dt$$

gde je:

λ — radioaktivna konstanta ili konstanta raspadanja. Znak »—« uzet je zbog opadanja broja N sa porastom vremena t . Vidi se da dezintegraciona konstanta λ ima dimenziju koja je recipročna vrednost vremena, pa se prikazuje u s^{-1} .

Integriranjem prethodne jednačine, uzimajući u obzir početne uslove ($N = N_0$ pri $t = 0$), dobija se definitivni oblik zakona radioaktivnog zračenja (raspadanja):

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

Prema ovom zakonu, definitivno se raspadnu svi atomi tek posle beskonačno dugog vremena.

Konstanta λ različita je za različite supstancije (elemente) i predstavlja efikasnu meru za radioaktivnost. Umesto veličine λ češće se kao karakteristična veličina uzima određeno i specijalno definisano vreme, tzv. period poluraspada. To je vremenski interval u toku kojeg se dezintegrira polovina prvobitnog broja atoma neke supstancije.

Kako je na osnovu izloženog: za

$$t = t_{1/2} \dots N = N_{0/2} \text{ biće } N_{0/2} = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_{1/2}},$$

$$\text{odnosno } -\lambda \cdot t_{1/2} = -\ln 2, \text{ ili } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

Gama — zračenje

Po svojoj prirodi γ -zruci se ne razlikuju od X-zraka. Zračenje se odvija u kvantima $h \cdot \nu$ velike energije i visokih učestanosti, odnosno malih talasnih dužina. Spada, kao što je već rečeno, u vrlo prodorna zračenja.

Proučavajući vezu između toplotne energije koju zrači crno telo i učestanosti u raznim domenima, M a x P l a n c k je još 1900. godine postavio smelu hipotezu o kvantovanju energije, odnosno o postojanju elementarnog kvanta energije. Prema takvom shvatanju, svaka količina energije mora biti multipl te elementarne količine energije, tj.

$$E = n \cdot \epsilon,$$

gde je:

$n = 1, 2, 3, \dots$ ceo broj-kvanti broj

ϵ — elementarni kvant energije, koji zavisi od učestanosti ν :

$$\epsilon = h \cdot \nu$$

gde je:

h — koeficijent proporcionalnosti, odnosno tzv. Planck-ova konstanta, koja je prema kasnijim izračunavanjima i merenjima ustanovljena: $6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s$ i dimenzija "joj je proizvod energije i vremena.

Pokazalo se kasnije, sa razvojem kvantne teorije, da je podesnije umesto konstan-

te h uzeti količnik $\frac{h}{2\pi}$, koji se označava

sa $\hbar$. Ova se konstanta naziva, takođe, Planck-ova konstanta, a ponekad i Hartree-ova ili Dirac-ova konstanta. Tada se elementarni kvant energije piše u obliku:

$$\epsilon = 2 \cdot \pi \cdot \nu \cdot \hbar = \hbar \cdot \omega;$$

gde je:

ω — ugaona učestanost.

Niels Bohr je, zatim, 1913. godine uveo kvantne postulate u Rutherford-ov dinamički model atoma prema kojima je:

$$h \cdot \nu = E_k - E_n$$

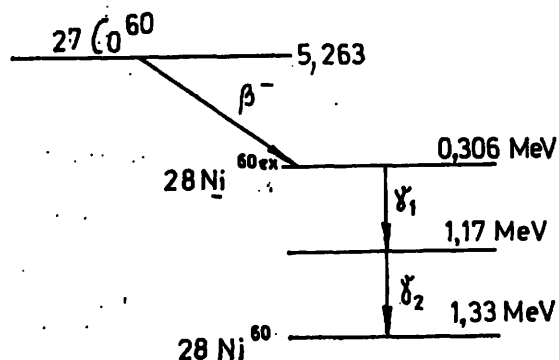
gde je:

$E_k - E_n$ — emitovana energija pri prelazu iz jednog stacionarnog stanja u drugo.

Rečeno je već, da usled radioaktivnog raspada, pri kome i produkt raspadanja može da bude radioaktivan, dolazi u jezgru prvobitnog elementa do promena (tj. u jezgru »pretka«). Sledeći elemenat koji nastaje od njega je »potomak«.

Kada npr. atom radijuma 226 emituje α -česticu, onda se taj atom pretvori u atom mase 222, a to je masa radona. Pritom se broj protona u jezgru od 88 smanjuje na 86, tj. na broj protona jezgra radona. Emisija γ -zraka obično ide paralelno sa emisijom α i β -zraka (čestica). Smatra se, da emisija γ -zraka potiče od jezgra koje nastaje pri dezintegraciji kao produkt, odnosno od jezgra »potomka«. Usled emisije α - ili β -čestice, vrši se energetska preuređenje jezgra, pa novonastalo jezgro može ostati u eksitovanom stanju i prelazeći u osnovno energetska stanje emituje γ -kvant.

Na sl. 1 šematski je prikazan raspad Co^{60} jednog od najčešće primenjivanih izotopa pri merenju gustine i nivoa.



Sl. 1 — Šematski prikaz raspada Co^{60} .

Jezgro izotopa Co^{60} , čije je energetska stanje prikazano najvišom horizontalnom crtom, prelazi, ispuštajući elektron, u eksitovano jezgro izotopa Ni^{60} . Elektronski (β) raspad prikazan je na šemi kosom crtom na desno. Maksimalna energija β -čestica iznosi pri tom 0,306 MeV ($1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$). Eksitovano jezgro $\text{Ni}^{60} \text{ ex}$ ispušta najpre γ -kvant energije 1,17 MeV, a zatim drugi γ -kvant energije 1,33 MeV i prelazi u svoje osnovno stanje.

Međusobno dejstvo γ -zraka i materije

Pri prolazu kroz materiju γ -zranci (kao i α - i β -čestice) stupaju u interakciju sa atomima materije, tj. sa elektronima i jezgrima, i dolazi do njihovog slabljenja (upijanja). Ovo slabljenje odvija se po eksponencijalnom zakonu i to tako da npr. pri prolazu kroz ploču debljine dx mlaz (fluks) upadnog zračenja $\varnothing_0$ biva oslabljen za apsorbovani deo:

$$d\varnothing = -\mu \varnothing_0 dx$$

— intigriranjem se, uzimajući u obzir početne uslove dobija:

$$\varnothing = \varnothing_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$$

gde je:

$\varnothing$ — fluks zraka po izlasku iz ploče,

μ — (cm^{-1}) — koeficijent apsorpcije za datu materiju i energiju korišćenih γ -zraka.

Često se koristi i tzv. koeficijent mase upijanja:

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} \text{ gde je } \rho \text{ spec. gustina materije}$$

Znajući zakon promene intenziteta zračenja uveden je i pojam debljine ploče (materije) koja umanjuje na pola intenzitet upadnog zračenja:

$$d_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu} (\text{cm})$$

Ako se spektar γ -zračenja sastoji iz nekoliko linija, zakon slabljenja će se izražavati kao:

$$\varnothing = \varnothing_1 + \varnothing_2 + \varnothing_3 + \dots + \varnothing_n = \varnothing_{01} \cdot e^{-1 \cdot \mu_1 \cdot d} + \dots + \varnothing_{0n} \cdot e^{-\mu_n \cdot d}$$

gde je:

$\varnothing_1, \dots, \varnothing_n$ — mlaz zračenja sa odgovarajućim linijama spektra

$\mu_1, \dots, \mu_n$ — linijski koeficijent slabljenja za odgovarajuću liniju spektra.

Slabljenje γ -zračenja je složen proces. Danas je poznato više od deset vrsta interakcija γ -kvanta sa materijom. Ono se, međutim, dovoljno dobro može objasniti pomoću tri procesa: fotoelektričkim upijanjem (fotoefektom), komptonovskim rasipanjem (Compton-efektom) i procesom obrazovanja parova elektron-pozitron.

Proces foto-efekta sastoji se u interakciji γ -kvanta sa elektronskim omotačem atoma (uglavnom K- ili L-omotač) pri čemu predaje svoju energiju elektronu. Taj elektron biva izbačen iz omotača energijom: $E = h \cdot \nu - E_v$ (E_v — energija veze elektrona u atomu). Atom dolazi u eksitovano stanje, pa se oslobođeno mesto popunjava elektronom iz omotača sa većeg rastojanja od jezgra; pri tom jedan deo upijene energije γ -zračenja prelazi u kinetičku energiju fotoelektrona, a drugi u energiju fluorescencije. Pri maloj energiji γ -kvanta ($h \cdot \nu \leq 0,8 \text{ nJ}$) pravac kretanja fotoelektrona blizak je vertikalnom u odnosu na pravac γ -kvanta sa kojim je u interakciji. Foto-efekt se zapaža, uglavnom, kod γ -kvanta male energije ($h\nu < 0,08 \text{ nJ}$) pri njihovom prolasku kroz materije sa visokim atomskim brojem. Koeficijent slabljenja uslovljen foto-efektom označava se sa τ .

Pri povećanju energije γ -kvanta dolazi do Compton-efekta, odnosno do komptonovskog rasipanja. Pojavu je otkrio 1923. god. Compton zapažajući da prilikom nailaska X-zraka na supstanciju, talasna dužina tih zrakova posle rasipanja postaje veća od prvobitne, jer su zraci prilikom sudara sa elektronima atoma te supstancije predali ovima jedan deo energije i postali »mekši«. Ovaj proces dešava se usled interakcije γ -kvanta sa slobodnim ili slabo vezanim elektronima. Usled interakcije kvant se rasipa, tj. menja prvobitni pravac za neki ugao Θ i predaje elektronu deo energije: $E_e = E - E'$, gde je E -prvobitna energija γ -kvanta, a E' -energija rasejanog kvanta.

Energija rasejanog kvanta zavisi od ugla rasejavanja Θ koji se određuje po formuli:

$$E' = \frac{E}{1 + \frac{E}{m_e c^2} (1 - \cos \Theta)}$$

$$m_e \cdot c^2 = 0,511 \text{ MeV} \approx 0,08 \text{ nJ}$$

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-28} \text{ g- masa elektrona}$$

$$c \approx 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s — brzina svetlosti}$$

Energija rasejanog kvanta ne zavisi od svojstava materije u kojoj se rasipanje vrši. Na ovoj osobini zasnivaju se neki uređaji tehnološke kontrole. Kako se pri svakoj interakciji ove vrste energija smanjuje, to se rasejavanje kvanta može dešavati dotle, dok njegova energija ne postane dovoljna samo za foto-efekt. Ovaj proces slabljenja ima važnu ulogu kod γ -kvanta srednje energije (0,1—0,5 nJ) u interakciji sa lakim materijama. Koeficijent slabljenja pri Compton-efektu označava se sa σ_k i proporcio-

$$\text{nalan je: } \frac{Z}{E}$$

Prolazeći kroz električno polje jezgra ili elektrona γ -kvant može da stupi u interakciju sa poljem i da obrazuje par elektron-pozitron. Pri tom γ -kvant iščezava. Taj je proces moguć samo ako energija γ -kvanta ima veću vrednost od: $2 \cdot m_e \cdot c^2 = 1,022 \text{ MeV}$, tj. vrednost veću od energije mirovanja čestica obrazovanog para. Razlika energije γ -kvanta i energije obrazovanja para prelazi u kinetičku energiju para:

$$E_{kin} = E - 2m_e c^2$$

Verovatnoća procesa obrazovanja parova raste sa povećanjem energije γ -zračenja, a raste i proporcionalno kvadratu atomskog broja materije sa kojom se vrši interakcija, tako da ovaj proces ima ozbiljnog značaja kod teških elemenata. Koeficijent slabljenja usled efekta formiranja parova označava se sa κ .

Na osnovu tri navedena glavna efekta usled kojih dolazi do slabljenja γ -zraka u interakciji sa materijom, ukupni koeficijent slabljenja μ , koji je pomenut u uvodu ovog odeljka, biće jednak algebarskom zbiru koeficijenata slabljenja usled pomenuta tri efekta, tj.

$$\mu = \tau + \zeta_k + \kappa$$

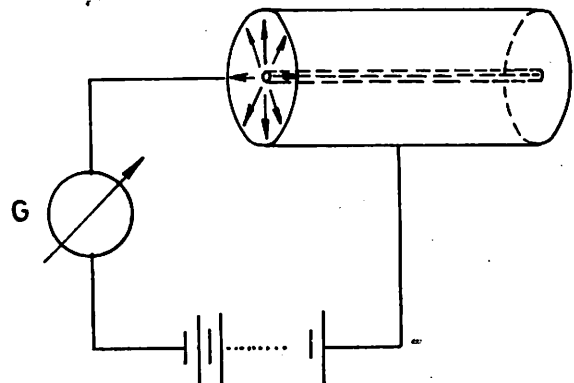
Detektori γ -zračenja

Princip rada svih detektora koji se koriste u kontrolno-mernoj tehnici zasnovan je na primarnim i sekundarnim pojavama koje nastaju pri interakciji zračenja sa supstancijom. Obično te pojave vode ka jonizaciji ili luminiscenciji u gasovima, čvrstim materijama i tečnostima.

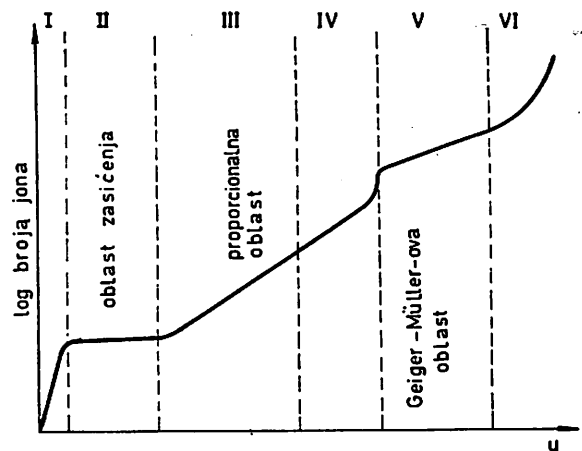
Detektori na bazi jonizacije gasa predstavljaju obično cilindrične sudove sa centralnom aksijalnom elektrodom (sl. 2), a ređe komore sa ravnim elektrodama. Kod detektora sa ravnim elektrodama električno polje približno je homogeno, a u cilindričnim (sl. 2) postoji radijalno polje, čiji intenzitet opada od centralne elektrode do cilindričnog zida komore. Spoljašnja elektroda je metalna ili od stakla prevučenog sa unutrašnje strane provodnim slojem, obično od grafita ili srebra, a centralna je žica ili štapić od metala kružnog preseka. Napon između elektroda iznosi od nekoliko stotina do nekoliko hiljada volta. Prostor među elektrodama ispunjen je nekim gasom pod pritiskom.

Kad u gas među elektrodama dospe radioaktivno zračenje, ono u manjoj ili većoj meri jonizuje gas, pa će galvanometar G konstatovati postojanje struje kroz detektor. Ako je napon između elektroda dovoljno visok da se postigne zasićenje, intenzitet jonizacione struje biće srazmeran intenzitetu zračenja. Struja jonizacije ostvarena samo prolazom čestica ili kvanta zračenja kroz gas, pri čemu se stvara izvestan broj parova jona, relativno je mala i nepodesna za registrovanje, pa se povećanjem napona između elektroda može da dovede do efekta udarne jonizacije, koja broj obrazovanih jona znatno povećava. Tada primarni joni koje proizvede radioaktivna čestica predstavljaju samo neku vrstu električnog impulsa, koji se korišćenjem udarne jonizacije u velikoj meri pojačava i omogućava merenje i registrovanje jednostavnim uređajima. Međutim, napon između elektroda ne sme da bude tako visok da efekt udarne jonizacije, jednom iniciran od radioaktivnih čestica, nastavi da se spontano odvija. Na sl. 3 dijagram prikazuje promenu broja jona u jonizacionom detektoru u zavisnosti od promene napona između elektroda. U oblasti I, napon je mali

i struja jonizacije proporcionalna je naponu, a u oblasti II postoji struja zasićenja bez pojave udarne jonizacije. U oblasti III nastupa efekt udarne jonizacije, jonizaciona struja linearna je funkcija napona, pa se ovaj deo naziva proporcionalna oblast. U oblastima IV, V i VI kriva se dalje penje i to između IV i V vertikalno, a u oblasti V gotovo horizontalno. Oblast V naziva se Geiger-Müller-ova oblast. U oblasti VI nastaje intenzivna udarna jonizacija koja više ne zavisi od primarnog broja jona, te se ova oblast ne koristi za merenje ili detekciju radioaktivnog zračenja.



Sl. 2 — Šematski prikaz detektora na bazi jonizacije.



Sl. 3 — Dijagram promene broja jona u jonizacionom detektoru.

Jonizacione komore rade u oblasti II ne koristeći efekt udarne jonizacije. Svi joni, obrazovani zračenjem, učestvuju u stvaranju struje i povećanje napona do jedne granične vrednosti ne izaziva po-

većanje struje. Struja zasićenja direktno je proporcionalna broju obrazovanih parova jona:

$$I_{zas} = q \cdot N_j$$

gde je:

N_j — broj parova jona, nastalih u komori u jedinici vremena

q — električno opterećenje jona

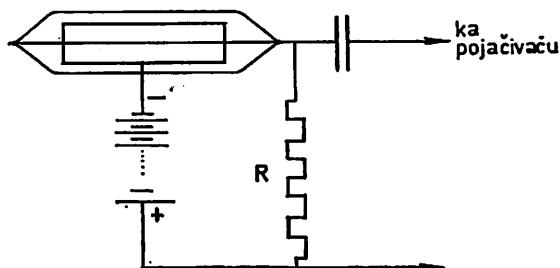
Po režimu rada obično se dele na dva tipa i to za merenje ukupne jonizacione struje i za rad u impulsnom režimu, tj. za brojanje posebnih jonizirajućih čestica.

Komore prvog tipa, koje se još nazivaju i integrirajuće, rade u strujnom režimu, a integriranje se ostvaruje izborom RC-parametara ulaznog kola pojačavača. Otpor R treba da bude bar 10^8 Ohma, pa će pri kapacitetu sistema komore reda pF , vremenska RC-konstanta biti 10^{-4} s. Da bi se ostvario impulsni rad treba izmeniti vremensku konstantu, te ostavljajući $R = 10^8$ Ohma, uz kapacitet $10 pF$, dobijamo vremensku konstantu sistema od 10^{-3} s.

Jonizacione komore za razne tipove nuklearnog zračenja razlikuju se konstruktivno i po vrsti gasnog punjenja. Izvori napajanja imaju malu snagu, a napon napajanja je jednak naponu zasićenja koji zavisi od prirode i pritiska gasa, veličine i oblika komore i intenziteta zračenja.

Proporcionalni brojači se razlikuju od jonizacionih komora za impulsni rad samo po tome, što se u njima koristi efekt udarne jonizacije i rade u oblasti III krive na sl. 3. Efektom udarne jonizacije impulsi se u velikoj meri pojačavaju (unutrašnji faktor amplifikacije kreće se do 10^4), a krajnji broj jona proporcionalan je primarnom broju jona koji proizvede čestica radioaktivnog zračenja. Obično su konstruisani u obliku cevi, a napunjeni su gasom pod niskim pritiskom. Nezgodna strana u primeni ovih brojača je velika zavisnost unutrašnjeg faktora amplifikacije od primenjenog napona između elektroda, usled čega sledi nužnost jako stabilnog napona izvora napajanja.

Geiger-Müller-ovi brojači predstavljaju najčešće primenjivanu vrstu brojača, koja se po konstrukciji ne razlikuje od jonizacione komore i proporcionalnog brojača. Rade u oblasti V krive na sl. 3, imaju faktor unutrašnje amplifikacije i do 10^{11} i u najvećoj mogućoj meri koriste efekt udarne jonizacije. Na sl. 4 dat je šematski prikaz ovakvog brojača. To je najčešće cev od stakla sa cilindričnom oblo-



Sl. 4 — Šematski prikaz Geiger-Müller-ovog brojača.

gom sa unutrašnje strane, od grafita ili metala, koja predstavlja katodu. Anoda je obično žica od volframa debljine 0,02 do 0,05 mm. Napon napajanja iznosi od 400 do 1000V, a ponekad i do 10000V.

Kao što je rečeno, radi u oblasti V, koja se graniči sa VI u kojoj nastupa permanentno pražnjenje, pri čemu nije više moguće registrovanje sledeće čestice. Ovo je i najveći nedostatak G—M brojača, pored tendencija ka promenama u toku duže upotrebe. Smatra se, da tendencija ka produženju pražnjenja nastaje kod njih usled pojave sekundarnih elektrona koje pozitivni joni, udarajući velikom energijom o zid metalne obloge, izbijaju. Ovi sekundarni elektroni, ubrzani električnim poljem, mogu da obrazuju jone u zoni centralne žice i time produže pražnjenje.

Da bi se električne pulsacije što je moguće više skratile, tj. svele na vreme uočavanja radioaktivnih čestica, nužno je »gašenje«, odnosno prigušivanje brojača. Ono se ostvaruje dodavanjem organskih para ili halogena u gasovitom stanju osnovnom gasu brojačke cevi ili primenom visoke vrednosti spoljnog otpora R , usled čega napon između elektroda opadne kada poteče struja. U nekim slučajevima to se ostvaruje posebnim spoljnjim elektronskim kolima,

koja smanjuju napon napajanja čim nastane pražnjenje u brojačkoj cevi. Rade na gotovo horizontalnom delu krive (sl. 3) te ne zahtevaju strogo konstantan napon napajanja. Služe, uglavnom, za detekciju i grublja brojanja γ -, X- i β -zraka. Nisu pogodni za zračenja koja daju više od 5000 otkucaja u sekundu, zahvaljujući svom relativno velikom »mrtvom vremenu«.

Scintilacioni brojači

Još početkom ovog veka ustanovljeno je najpre da X-zraci, a zatim i α -čestice mogu proizvesti luminiscenciju na nekim supstancijama. Posmatrano pod mikroskopom zapažana su svetlucanja koja su nazvana scintilacijama. Tridesetih godina kada su usavršene tzv. fotomultiplikatorske cevi pojavili su se i kvalitetni scintilacioni brojači. Fotomultiplikatori, kombinacija fotočelije i elektronske cevi sa sekundarnom emisijom, primaju slabe pulsacije svetlosti, prevode ih u električne pulsacije i ujedno ih pojačavaju u velikoj meri tako da mogu pokrenuti uređaje za brojanje. Na sl. 5 prikazan je šematski scintilacioni brojač. Upadni zraci izazivaju u scintilatoru (1) svetlucanja, koja prošavši kroz prozirni sloj (2) padaju na fotokatodu (3). Pod dejstvom fotona sa fotokatore izleće izvestan broj fotoelektrona, koji fokusirani elektrodom (4) stižu na prvu katodu sekundarne emisije (dinoda) (5). Sekundarni elektroni bivaju ubrzani i privučeni na sledeću dinodu (5) izbijajući nove sekundarne elektro-

ne itd., sve do dolaska sekundarnih elektrona sa poslednje dinode na anodu (6).

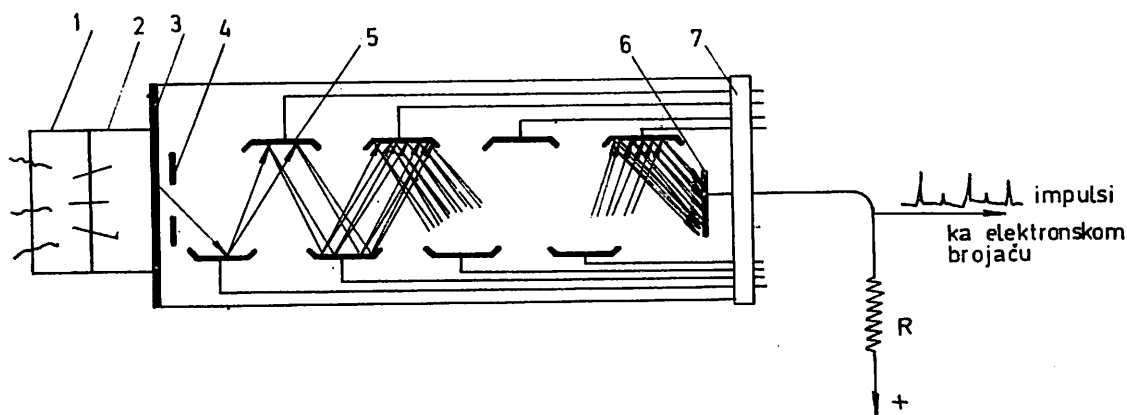
Veliki napredak u primeni ovih brojača nastao je kada je 1947. godine ustanovljeno da prozračni kristali nekih organskih materija, kao što je npr. naftalin odaju scintilacije, kada kroz njih prođu fotoni γ -zraka. Pored naftalina to su svojstvo pokazali i drugi organski i neorganski kristali, a među najpodesnije spadaju antracen i natrijumjodid sa primesama talijuma. 1954. godine ustanovljeno je da i interni gasovi mogu služiti kao scintilatori.

Scintilacioni brojači za γ -zrake ušli su veoma mnogo u upotrebu, jer za razliku od G—M brojača, koji registruju samo 1% od ukupnog broja fotona γ -zraka, koji kroz njih prođu, ovi brojači registruju preko 50%. Mrtvo vreme im je vrlo malo, te je moguće brojanje čestica koje slede vrlo brzo jedna za drugom.

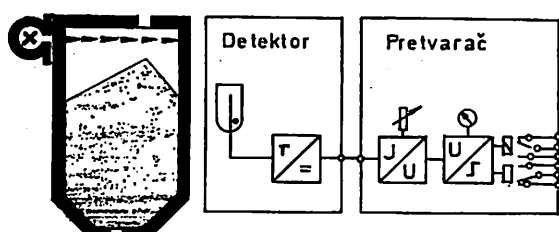
Merenje i signalizacija nivoa

Na sl. 6 dat je pod a) šematski prikaz signalizacije gornjeg graničnog nivoa rude u bunkeru, koja je ostvarena slično svetlosnoj barijeri. Zahvaljujući znatno povećanoj apsorpciji, u slučaju zapunjenosti bunkera dolazi do signalizacije usled naglog slabljenja intenziteta preostalog zračenja snopa γ -zraka koji od izvora stiže u G—M-detektor.

Pod b) na sl. 6 prikazan je šematski kontinualni merač nivoa. Lepezasto upućeni γ -zraci iz izvora kontinualno se prigušu-

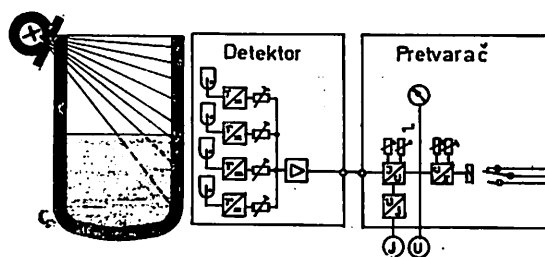


Sl. 5 — Šematski prikaz scintilacionog brojača.



a)

Sl. 6a — Šematski prikaz signalizacije gornjeg graničnog nivoa u bunkeru.



b)

Sl. 6b — Šematski prikaz kontinualnog merača nivoa.

ju rudom u bunkeru i sa porastom nivoa opada intenzitet zračenja koje detektor $G-M$ prima, te se putem uređaja za obradu signala omogućava pokazivanje 0—100% proporcionalno nivou rude u bunkeru. Izvore zračenja predstavljaju normalno izotopi Co^{60} ili Cs^{137} , koji rade kao čisti γ -izvori. Iako njihovo zračenje nastaje kao posledica β -raspadanja, metalni omotač oko preparata (izotopa) u potpunosti sprečava β -zračenje.

Da bi zračenje imalo strogo definisan pravac izvor je smešten u zaštitnu posudu, koja sprečava zračenje u svim ostalim pravcima sem željenog. Aktivnost izvora leži između $10\mu Ci$ i $100 mCi$ i to je mera za broj raspada atoma izotopa u sekundi.

Kao što je već navedeno, kao detektori kod ovih merenja služe najčešće Geiger-Müller-ovi brojači u kojima impulsi nastali usled dolaska γ -kvanta bivaju pojačani i pretvoreni u jednosmernu struju, proporcionalnu snazi mesne doze zračenja (R/h) koja je mera za broj γ -kvanta koji stignu do prijemnika-detektora na nekom odstojanju od izvora.

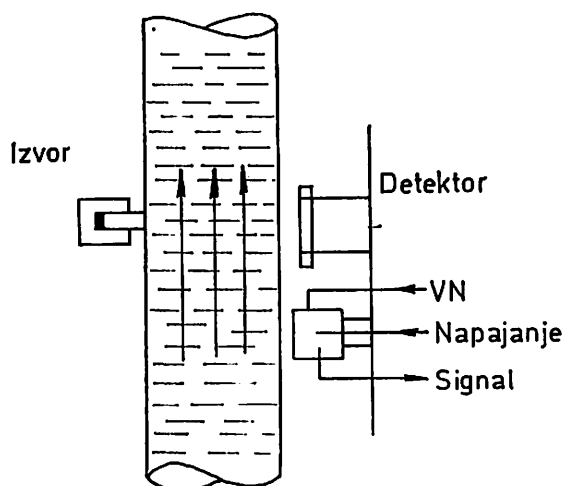
Sem nivometara na bazi apsorpcije, odnosno smanjenja intenziteta zračenja pri prolasku kroz materiju, izvedenih u raznim varijantama, primenjuju se i merači na bazi merenja gustine fluksa zračenja reflektovanog od površine rude u bunkeru, kao i za snimanje položaja radioaktivne »mrlje« na površini rude i merenje ugla pod kojim se reflektuje zrak od površine uz korišćenje koptonovskog efekta rasiapanja.

Merenje gustine pulpe na ulazu u hidrociklone

Merenje gustine pulpe svodi se, u stvari, na određivanje količine čvrste materije prisutne u pulpi, s obzirom na razliku u vrednosti koeficijenta apsorpcije γ -zračenja μ za čistu vodu i granulat čvrste materije. Kako granulat sadrži čestice različite veličine, a pri tom one ne predstavljaju minerale jedne materije (npr. Cu) već i primese različitih supstancija, to je nužno da se pri puštanju u rad uređaja za merenje eksperimentalno utvrdi uticaj pomenutih parametara prašine rude na tačnost merenja. Radi se, naime, o tome, da usled različite granulometrije čestica dolazi do različite disperzije aktivnosti zračenja, a u maloj meri i do razlike u vrednosti koeficijenta apsorpcije μ . Prisustvo različitih supstancija u granulatu uslovljava, sa druge strane, rad sa srednjom vrednosti koeficijenta apsorpcije (slabljenja) μ za čvrste čestice, kad se uzmu u obzir vrste i količinski odnos supstancija u granulatu.

Na sl. 7 dat je šematski prikaz uređaja za merenje gustine pulpe sa dispozicijom izvora zračenja i detektora, a u nastavku će biti prikazano kako se može doći do izraza za koncentraciju čvrste materije u pulpi.

Ako se uzme da je V_g — zapremina čvrste materije u pulpi između dva poprečna preseka cevi, a V_p — zapremina pulpe iz-



Sl. 7 — Šematski prikaz merenja gustine pulpe.

među ta dva preseka, koncentracija čvrste materije biće:

$$k = \frac{V_{\delta}}{V_p}$$

(zapreminska), a težinska koncentracija po litru pulpe:

$$\frac{V_{\delta}}{V_p} \cdot \rho_{\delta}$$

gde je:

ρ_{δ} — spec. gustina čvrste materije.

Ako je d debljina prozračnog sloja suspenzije, biće zapremina čiste prozračene vode po cm^2 jednaka:

$$d \cdot \left(1 - \frac{V_{\delta}}{V_p} \right)$$

a prozračena zapremina čvrste materije u istom prostoru:

$$d \cdot \frac{V_{\delta}}{V_p}$$

Intenzitet zračenja na izlazu iz sloja pulpe biće:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu_v \cdot d \left(1 - \frac{V_{\delta}}{V_p} \right)} \cdot e^{-\mu_{\delta} \cdot d \cdot \frac{V_{\delta}}{V_p}}$$

gde je:

μ_v — linearni koeficijent apsorpcije čiste vode, a

μ_{δ} — linearni koeficijent apsorpcije čvrste materije,

I_0 — intenzitet zračenja na ulazu u pulpu.

Dalje se dobija:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu_v \cdot d - \frac{V_{\delta}}{V_p} (\mu_{\delta} - \mu_v) \cdot d}$$

Kako je:

$$\frac{I}{I_0 \cdot e^{-\mu_v \cdot d}} = \frac{I_v}{I_0}$$

gde je:

I_v — smanjuje aktivnosti usled vode i kako je uzeto da je koncentracija:

$$k = \frac{V_{\delta}}{V_p}$$

dobija se novi izraz za koncentraciju:

$$k = \frac{1}{d \cdot (\mu_{\delta} - \mu_v)} \cdot \ln \frac{I_v}{I_0}$$

ili prelazeći na koeficijent mase: $\mu_M = \frac{\mu}{\rho}$

dobijamo:

$$k = \frac{1}{\mu_M \cdot d (\rho_{\delta} - \rho_v)} \cdot \ln \frac{I_v}{I_0}$$

Koncentracija u g/l biće jednaka:

$$c = k \cdot \rho_{\delta} = \frac{1}{d \cdot \mu_M \left(1 - \frac{1}{\rho_{\delta}} \right)} \ln \frac{I_v}{I_0}$$

jer je: $\rho_v = 1$

Vidi se da je za određivanje koncentracije čvrste materije u g/l, potrebno poznavati spec. gustinu čvrste materije, uz merenje intenziteta zračenja.

Uobičajeni detektori kod merenja gustine su, jonizacione komore, a u novije vreme najčešće scintilacioni brojači.

SUMMARY

Application of Radioisotope Measurement Devices for Pulp Densities and Ore Levels in Mine Flotation Plant Hoppers

The article treats the nuclear-radiation measuring methods for the density of liquids flowing in transportation pipelines and solid material level in the vessels.

Specially treated are the density measuring equipments and methods for continuous control of slurries in mineral processing plants and solids-level detectors in the same plants.

Sufficiently good understanding of these methods requires some fundamental explanations of the theory of nuclear radiation especially for gamma radiations. The gamma radiation sources are, namely, the most utilized ones in previously mentioned measurements.

The absorption of gamma rays by penetrating a material to reach the detector, as basic principle of these measurements, is also described.

In most cases, the gamma radiation of isotope Cs^{137} (660 keV — 30 years half-life) or Co^{60} (1,17/1,33 MeV — 5,3 years half-life) is utilized. At small area weight Am^{241} (60 keV — 458 years half-life) is available.

The gamma — radiation detectors convert the radiations into electrical quantities by using some physical effects (Compton-photo-effect). The basic principles of these detectors, such as Geiger counter, gas ionisation cell, scintillometer and other measuring cells, with corresponding application possibilities are described too.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Verwendung der Radioisotopenmesser der Pulpendichte und des Erzstandes in den Bunkern der Flotationsanlagen

Der Artikel behandelt die Verfahren der Radioisotopenmessungen der Flüssigkeitsdichte bei der Förderung in Rohrleitungen und des Feststoffstandes (Erz) in den Einrichtungen. Speziell wird die Einrichtung zur Dichtemessung und das Verfahren für kontinuierliche Kontrolle der Trübe in den Aufbereitungsanlagen und die Detektoren des Erzstandes in diesen Anlagen einer Betrachtung unterzogen.

Zum leichteren Verständnis dieser Verfahren werden einige Grunderklärungen der Kernstrahlungstheorie besonders der Gammastrahlung gegeben. Die Gammastrahlenquellen sind nämlich die am meisten benutzten Quellen der vorhin erwähnten Messungen.

Es wird auch die Gammastrahlenabsorption bei Durchdringung des Materials bis zum Detektor als Hauptgrundsatz dieser Messungen beschrieben.

In der Mehrzahl der Fälle wird die Gammastrahlung der Isotopen Cs^{137} (660 keV — Halbwertsdauer 30 Jahre) oder Co^{60} (1,17/1,33 keV — Halbwertsdauer 5,3 Jahre), benutzt. Mit kleinem Oberflächengewicht besteht Am^{241} (60 keV — Halbwertsdauer 458 Jahre).

Die Detektoren der Gammastrahlung umwandeln die Strahlung in die elektrischen Werte einiger physikalischen Objekte (Compton-Photo-Effekt). Es wurden auch die Grundprinzipien dieser Detektoren gezeigt, z.B. Geiger Zähler, Gasionisierungszelle, Scintillometer und andere Messzellen, mit entsprechenden Anwendungsmöglichkeiten, vorgestellt.

РЕЗЮМЕ

Применение радиоизотопных измерителей плотности пульпы и уровня руды в бункерах обогатительных фабрик на рудниках

Статья обрабатывает методы радиоизотопных измерений плотности жидкостей при транспортировании по трубопроводам и уровня твёрдого вещества (руды) в сооружениях. Особое внимание посвящается оборудованию для измерения плотности и методам непрерывного контроля пульпы в сооружениях для переработки минерального сырья, а также датчикам уровня руды в этих сооружениях.

Для облегчения описания этих процессов даны некоторые фундаментальные выдержки из теории ядерного излучения, в частности гамма излучений. Это потому, что гамма излучения чаще всего используются в выше упомянутых измерениях.

Описано также поглощение гамма излучений при прохождении через вещество к датчику, что является основой этих измерений.

В большинстве случаев используется гамма излучение изотопа Cs^{137} (660 кэв; полупериод 30 лет) или Co^{60} (1,17 кэв; полупериод 5,3 г.) С малой поверхностной тяжестью существует изотоп Am^{241} (60 кэв; полупериод 458 лет).

Датчики гамма-излучений преобразуют излучения в электрическую величину при помощи какого нибудь физического эффекта (Комптон-фото эффект).

Описаны также основные принципы работы этих датчиков, на пр. счётчика Гейгера, ячейка для йонизации газа, сцинтилломметр и других измерительных ячеек, а также возможности их применения.

Literatura

- | | |
|---|---|
| Cirlin, 1975: Svetosobiranje v scintilacionyh ščetčikah Atomizdat, Moskva | Nucleometre — Denimetre a rayons gamma. |
| Endress + Hauser — GmbH + Co Mauthburg/Kr. Lorach. Niveau-Messtechnik mit γ — Strahlen. | Portnoi, 1976: Osnovy, primenenija jonizirujuščih izlučenija, Atomizdat, Moskva |
| Gorn, Hazanov, 1975: Izbiratelnye radiometry, Atomizdat, Moskva | Pugačev, 1976: Čuvstvitelnost' radioizotopnyh sposobov kontrola. — Atomizdat, Moskva. |
| Ivanović, Vučić, 1975: Atomska i nuklearna fizika, Naučna knjiga, Beograd, | Pugačev, Saharov, 1974: Spravočnik po radioizotopnoj avtomatike. — Energija, Moskva |
| Laboratorium Prof. Dr Berthold Wildbad — Density measuring equipment DAS/T. | Schumberger — Jauges de niveau a rayons gamma. |
| Lévéque — Les applications industrielles des radioéléments — Collection de l' A. N. R. T. — Eyrolles, Gauthier Villars Paris, 1962. | |

Autori: dipl. ing. Marija Mihajlović, Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu — Beograd.

dipl. ing. Čedomir Stanojević, dopisni član Zavoda za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu — Beograd.

Recenzent: mr ing. B. Kapor, Rudarski institut — Beograd.

Prilog određivanju elemenata pri proračunu linije dvoužetne žičare

(sa 4 slike)

Doc. ing. Vlastimir Trajković — dipl.ing. Kostantin Stefanović

Proračun linije žičare obuhvata dva karakteristična stanja opterećenosti. Jedno karakteristično stanje je neopterećeno stanje linije žičare merodavno za izradu idejnih projekata. Pri ovom stanju opterećenosti figuriše nekoliko bitnih parametara prema kojima se vrši raspored nosjećih i zateznih objekata na datoj konfiguraciji terena.

Opterećeno stanje linije žičare merodavno je za izradu glavnih projekata. U proračunu za ovo stanje opterećenosti pored parametara koji određuju raspored objekata na liniji, figurišu i parametri za određivanje putanje kretanja vagoneta i karaktera promene opterećenja.

Uvod

Problematika proračuna linija dvoužetnih žičara može se definisati kao problematika određivanja jednačina krivih linija, koje obrazuju noseće i vučno uža za neopterećeno stanje linije, i jednačina putanje kretanja vagoneta kod opterećenog stanja žičare.

Pored problema određivanja krivih linija proračun linije žičare obuhvata i određivanje statičkog i dinamičkog opterećenja na osloncima užadi, odnosno na stubovima i stanicama žičare.

Nepostojanje uzajamne veze između nosećeg i vučnog užeta za neopterećeno stanje linije i, nasuprot tome, usko povezivanje ova dva užeta kod opterećenog stanja žičare nameće nam potrebu da se proračun linija za navedena stanja dvoužetnih žičara mora posebno razmatrati.

Na osnovu iznetih konstatacija kompletna problematika linija žičara može se podeliti na dva dela. Prvi deo obuhvata rad na određivanju krivih linija statičkog i dinamičkog opterećenja za neopterećeno sta-

nje žičare. Drugi deo sastoji se u određivanju putanje kretanja vagoneta, statičkog i dinamičkog opterećenja na svim osloncima užadi.

Neopterećeno stanje linije žičare

Neopterećeno stanje linije žičare pojavljuje se po završetku montaže novoizgrađenog objekta, ili pre početka zamene dotrajalih užadi u toku eksploatacije na kompletnoj žičari, ili pojedinim njenim deonicama.

Vremenski, ovakva stanja na liniji žičare su relativno mala, ali su od bitnog uticaja na funkcionalnost u toku eksploatacije i određeno ravnotežno stanje sistema.

Noseće i vučno uža za ovo stanje dvoužetne žičare obrazuju dve nezavisne krive linije, odnosno na svakom rasponu obrazuju se po dve lančаницe. One se sa vrlo malom greškom mogu zameniti paraboličnim lančanicama, čije su jednačine (za slučaj oslanjanja užadi prema slici 1) u opštem obliku date sledećim izrazima:

Za noseće uže

$$y_N = \mp \frac{h_i}{l_i} x_i + \frac{x_i(l_i - x_i)}{2C_N} \quad (1)$$

Za vučno uže

$$y_V = \mp \frac{h_i}{l_i} x_i + \frac{x_i(l_i - x_i)}{2C_V} \quad (2)$$

gde su:

x_i — apscisa nosećeg odnosno vučnog užeta

y_N, y_V — ordinate nosećeg i vučnog užeta

h_i — visinska razlika oslonaca »A« i »B«

l_i — raspon između oslonaca »A« i »B«

C_N, C_V — parametri nosećeg odnosno vučnog užeta

$f_N(x_i), f_V(x_i)$ — ugibi nosećeg i vučnog užeta na mestu » x_i «

Parametri C_N i C_V u jednačinama (1) i (2) imaju sledeće vrednosti:

$$C_N = \frac{H_N}{q_N} \quad (3)$$

$$C_V = \frac{H_V}{q_V} \quad (4)$$

gde su:

H_N, H_V — horizontalne sile zatezanja nosećeg odnosno vučnog užeta

q_N, q_V — težine po jednom metru nosećeg i vučnog užeta.

Statičko i dinamičko opterećenje na bilo kom osloncu užadi, prema slici 2, potiču od sledećih sila:

Za noseće uže

$$H_{NL} = S_{NL} \cos(\gamma_L + \alpha_{NL}) \quad (5)$$

$$H_{ND} = S_{ND} \cos(\gamma_D - \alpha_{ND}) \quad (6)$$

$$W_N = \frac{1}{2} p_{dN} (l_i + l_i + 1) \quad (7)$$

Za vučno uže

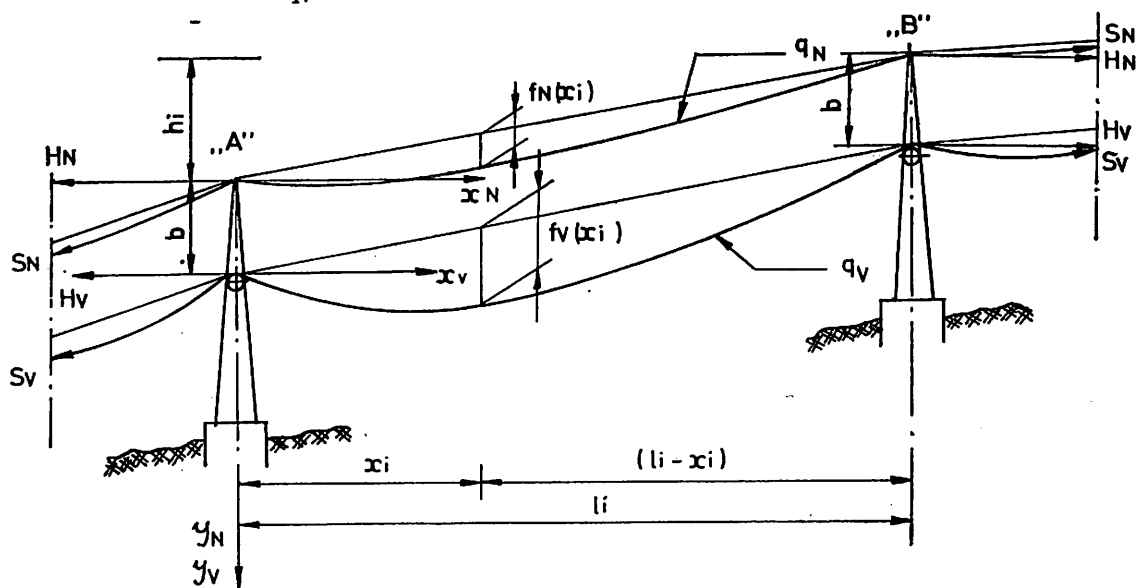
$$H_{VL} = S_{VL} \cos(\gamma_L + \beta_{VL}) \quad (8)$$

$$H_{VD} = S_{VD} \cos(\gamma_D - \beta_{VD}) \quad (9)$$

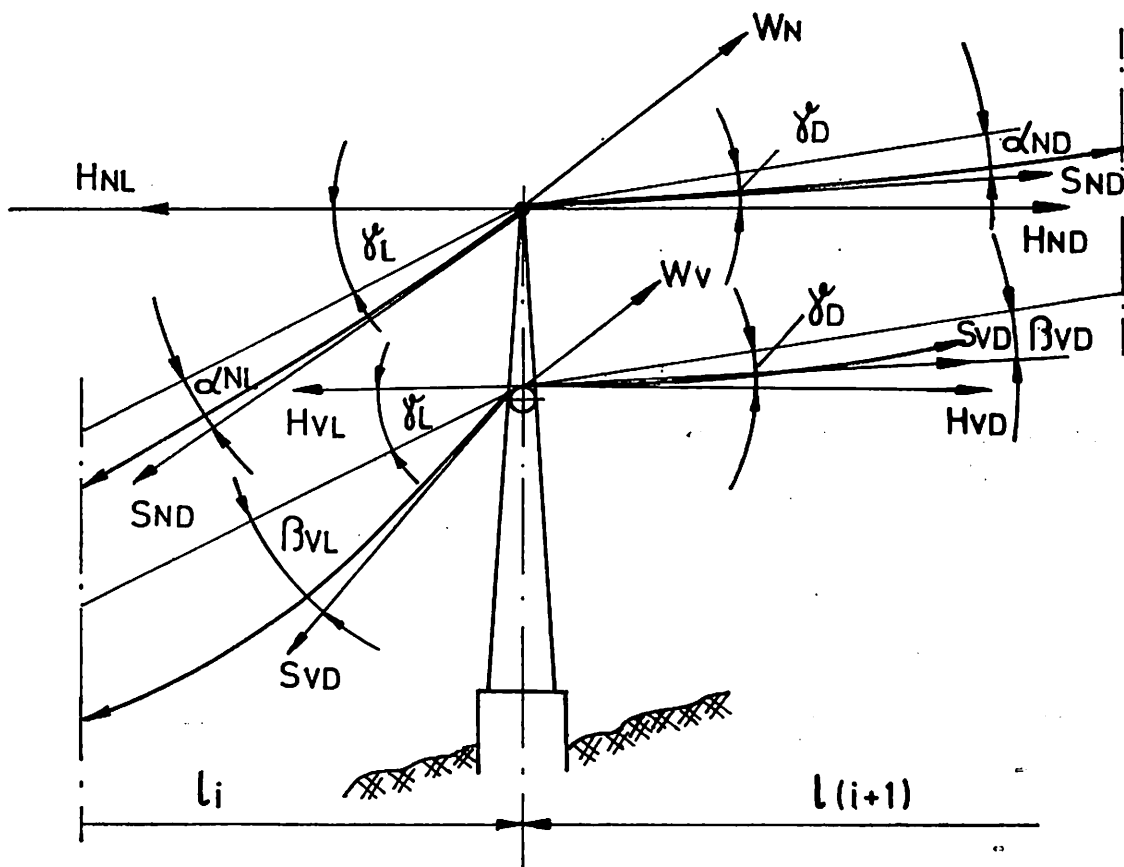
$$W_V = \frac{1}{2} p_{dV} (l_i + l_i + 1) \quad (10)$$

gde su:

$H_{NL}, H_{ND}, H_{VL}, H_{VD}$ — horizontalne sile u nosećem odnosno vučnom užetu levo i desno od ose oslonca



Sl. 1 — Šema paraboličnih lančanica nosećeg i vučnog užeta.



Sl. 2 — Šema sila na osloncu užeta.

$S_{NL}, S_{ND}, S_{VL}, S_{VD}$ — sile u nosećem i vučnom užetu levo i desno od ose oslonca

W_N, W_D — sile vetra na noseće i vučno uže na dva susedna oslonca

γ_L, γ_D — uglovi nagiba susednih oslonaca levo i desno od posmatranog oslonca

$\alpha_{NL}, \alpha_{ND}, \beta_{VL}, \beta_{VD}$ — uglovi nagiba tangenata nosećeg i vučnog užeta levo i desno od oslonca

p — sila pritiska vetra

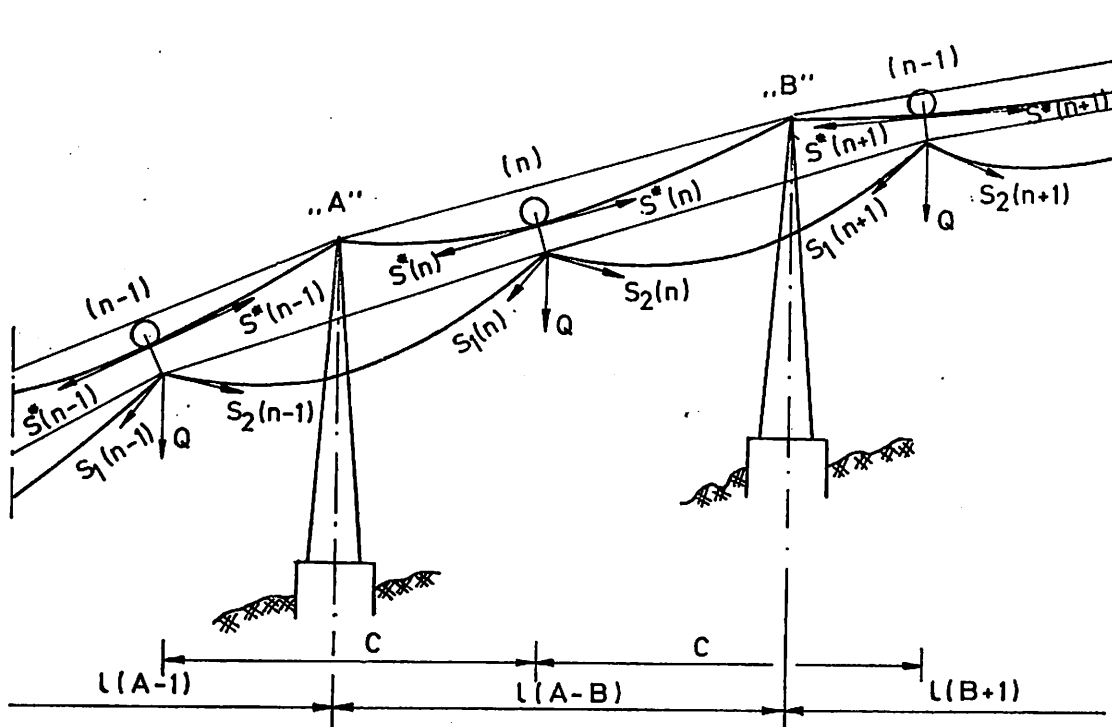
d_N, d_V — prečnici nosećeg i vučnog užeta

l_i, l_{i+1} — rasponi između susednih oslonaca levo i desno od posmatranog oslonca.

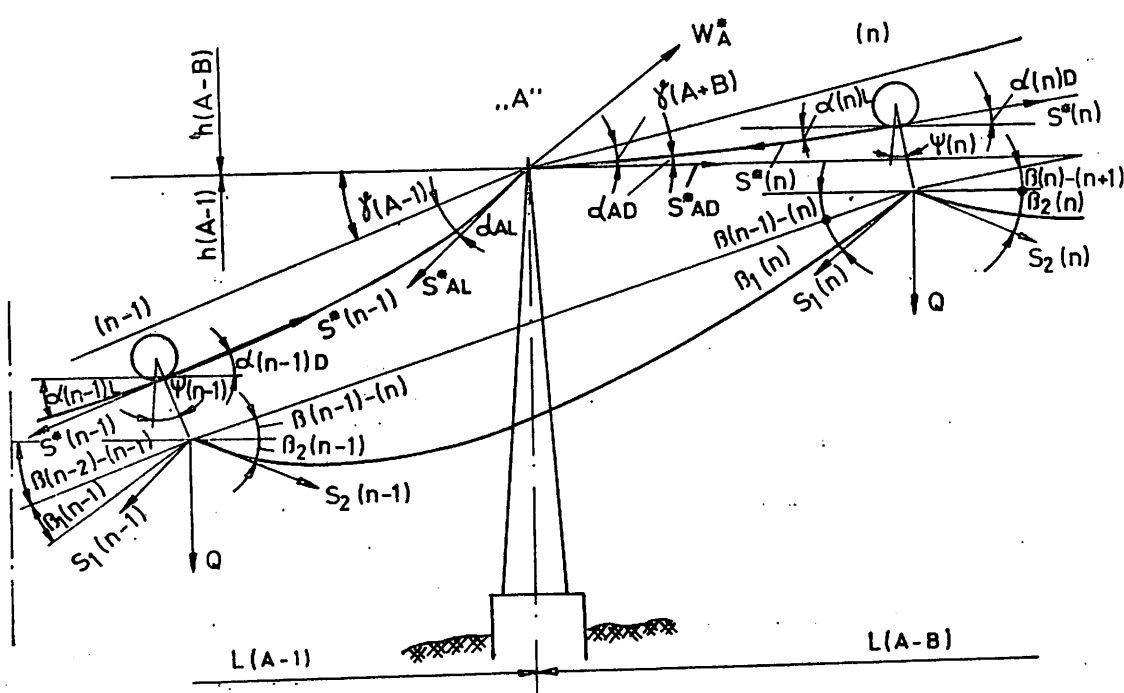
Opterećeno stanje linije žičare

Opterećeno stanje linije žičare za bilo koji raspon bitno se razlikuje od neopterećenog stanja, jer se iz statičkog stanja (kada ne deluje vetar) nosećeg i vučnog užeta prelazi na dinamička opterećenja. Uzakamna veza prethodno neopterećenih i nezavisnih užadi ostvaruje se preko vagoneta, a opterećenje koje daju vučno uže i sam vagonet prenosi se u najvećoj meri na noseće uže.

Opterećenja koja potiču od vagoneta i vučnog užeta, s obzirom da se u toku kretanja menjaju u svakom narednom trenutku, imaju dinamički karakter, što se manifestuje i na putanji kretanja vagoneta.



Sl. 3 — Šema sila u užadima na mestima položaja vagoneta.



Sl. 4 — Šema sila i uglova u užadima na mestima vagoneta.

Zajednički elementi kod jednačina paraboličnih lančanica za neopterećeno noseće i vučno uže »*xia*«, »*lia*« i »*hi*« posle vezivanja vučnog i nosećeg užeta preko vagoneta se gube, i problem proračuna linije žičare postaje još složeniji.

Za opterećeno stanje linije žičare svi karakteristični parametri pojavljuju se, uglavnom, na mestima vagoneta, odnosno u njihovim trenutnim položajima na putanjama kretanja. Uticaj ovih parametara prenosi se preko nosećeg i vučnog užeta na sve oslonce, odnosno na stubove i stanice. Karakteristični parametri, prema slici 3 i 4, su:

- $l(A-1), l(A-B)$ — rasponi između oslonca
- $h(A-1), h(A-B)$ — visinske razlike između oslonaca
- $\gamma(A-1), \gamma(A-B)$ — uglovi nagiba između oslonaca
- α_{AL}, α_{AD} — uglovi između nagiba pravaca za pojedina polja i tangenata nosećeg užeta na osloncima
- $\alpha(n-1)L, \alpha(n-1)D$ — uglovi nagiba nosećeg užeta levo i desno od mesta dejstva vagoneta
- $\beta_{(n-2)-(n-1)}, \beta_{(n-1)-(n)}$ — uglovi nagiba pravaca vučnog užeta između pojedinih mesta kvačenja
- $\beta_1(n-1), \beta_2(n-1)$ — uglovi između nagiba i sila u vučnom užetu levo i desno od mesta kvačenja

$\psi(n-1), \psi(n)$ — uglovi nagiba tela vagoneta sa vertikalnom osom

S_{AL}^*, S_{AD}^* — sile u nosećem užetu levo i desno od ose oslanjanja

$S(n-1), S(n)$ — sile u nosećem užetu na mestu pojedinih vagoneta

$S_1(n-1), S_2(n-1)$ — sile u vučnom užetu levo i desno od ose vagoneta

W_A^* — sile od dejstva vetra na užad i vagonete na osloncima »*A*«

Q — težina vagoneta korisnog tereta i vučnog užeta.

Na bazi obeleženih svih parametara na slici 3 i 4 može se zaključiti:

— veličine $l(A-1), l(A-B), h(A-1), h(A-B), \gamma(A-1)$ i $\gamma(A-B)$ su konstantne i iste za oba stanja opterećenosti linije žičare,

— svi ostali parametri su promenljive veličine, čiji se intenzitet menja u svakom narednom trenutku. Ova promena intenziteta parametara odigrava se ciklički, odnosno sve dok vagoneti ne pređu jedno međusobno rastojanje.

SUMMARY

Contribution to the Determination of Elements in Calculating the Line of a Two-Cable Ropeway

Calculation of ropeway line includes two characteristic load states. One characteristic state is the non-loaded ropeway line state used for conceptual projects. In this load state several essential parameters are used for the arrangement of carrying and tensioning structures for the given land configuration.

The loaded ropeway line state is used in preparing the main projects. In calculations for this load state, in addition to parameters determining the arrangement of the structures on the line, parameters used for determining the pattern of cage movement and character of load variation are included.

ZUSAMMENFASSUNG

Beitrag zur Bestimmung der Elemente bei der Berechnung der Zweiseilbahnen

Die Berechnung der Drahtseilbahnlinie umfasst zwei charakteristische Belastungszustände. Ein charakteristisches Merkmal ist der unbelastete Zustand der Seilbahnlinie zur Ausarbeitung der Vorprojekte. Bei diesem Belastungszustand spielen einige wesentlichen Parameter eine Rolle, nach welchen die Verteilung der Trag- und Zugobjekte in Bezug auf Geländekonfiguration durchgeführt wird.

Der Belastungszustand der Seilbahnlinien ist für die Ausarbeitung der Hauptobjekte maßgebend. In der Berechnung für diesen Belastungszustand neben Parametern, die die Objektverteilung auf der Linie bestimmen, spielen auch die Parameter zur Bestimmung der Wagenlaufbahn und des Charakters der Belastungsänderung eine Rolle.

РЕЗЮМЕ

Вклад методу определения элементов при расчёте линии двухтросовой подвесной канатной дороги

Расчёт линии канатной дороги охватывает два характерных состояния нагружённости. Одним из них является ненагружённое состояние линии подвесной канатной дороги, которое служит основой для разработки эскизных проектов. В этом состоянии нагружённости фигурируют несколько существенных параметров на основании которых определяется распределение несущих и натяжных объектов для данной конфигурации местности.

Нагружённое состояние линии подвесной канатной дороги служит основой для разработки технических проектов. В расчёте, при этом состоянии нагружённости, кроме параметров определяющих распределение объектов на линии, фигурируют также и параметры для определения траектории вагоне-ток и характера изменения нагрузки.

Literatura

1. Sinković, M., 1951: Viseće žičane železnice, Zagreb.
2. Czitany, E., 1951: Seilschwebbahnen, Wien.
3. Dukeljski, A. I., 1966: Podvesne kanatne dorogi i kabelne krane, Moskva.
4. Schneigert, Z., 1957: Koleje linowe napowitrcne, Warszawa.
5. Gulašvili, B. G., 1954: Visjašči vženi linii v gorskata promišlenost (prevod sa ruskog), Sofija.
6. Baramidze, K. M., Kogan, I. J., 1962: Pasažirskie podvesnye kanatnye dorogi, Moskva.
7. Trnka Lj., 1947: Visjašči vženi linii, Sofija.
8. Nicolardi, A., 1950: Teleferiche, Milano.

Autori: dipl. ing. Konstantin Stefanović, Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu — Beograd. doc. ing. Vlastimir Trajković, Mašinski fakultet — Niš.

Recenzent: mr ing. B. Kapor, Rudarski institut — Beograd.

Proizvodnja gvožđa iz magnetitskog peska između Južne Morave i reke Meste u Bugarskoj

Dr Vasilije Simić

Među rudama korišćenim za proizvodnju gvožđa na Balkanskom poluostrvu, magnetski pesak imao je posebno mesto i ulogu. Najpre po mineralnom sastavu rude i načinu proizvodnje! Magnetitska zrnca su hemijski skoro čista ruda sa 72,41% gvožđa. Ostalo je kiseonik. I pored veoma primitivnog prepiranja, lako se koncentriše u rudu bogatu gvoždem, izvanrednog kvaliteta. Prilikom bušenja nanosa oko Vlasinskog jezera 1909. godine ispiranjem je dobijen magnetitski pesak sa 68,55% Fe; 6,20% SiO_2 i 0,86% CaCO_3 . Siliciju čine zrnca kvarca, neodstranjena pri ispiranju. Prema savremenim ispitivanjima magnetitski pesak sa Vlasine ima 69,69% gvožđa. Jedna analiza magnetitskog peska iz okoline Samokova, dobijenog pomoću magneta, pokazala je ove vrednosti: gvožđe 70% (Fe_3O_4 96,74%), silicijum 0,70% (SiO_2 1,50%), titan 0,53% (TiO_2 0,88%), fosfor 0,22% (P_2O_5 0,50%). Mangana je bilo u tragovima, a sumpora i alkalija nema.

Razumljivo je da se primitivnim prepiranjem nanosa nije moglo doći do ovakve koncentracije magnetitskih zrnaca. I. Trifonov je smatrao, da je ruda, topljena u pećima oko Samokova, imala samo oko 50% gvožđa, odnosno 72% magnetita, dok je ostalo bila jalovina.

Magnetitski pesak nije proizvođen uobičajenim rudarskim radnjama, već ispiranjem. Dobijan je na sličan način kao i zlato, prepiranjem rasipa. Prvobitno, u prastarim ili antičkim vremenima magnetitski pesak

dobijao se zajedno sa zlatom, iz teškog šliha. Kad je povučeno zlato, ostala je manje-više bogata ruda gvožđa. Prema tome, proizvodnja magnetita u zrcima nastala je uz proizvodnju zlata. Kasnije se odvojila od nje i postala sama sebi cilj, zadržavajući sličan način proizvodnje kao i zlato.

Magnetit u kristalićima, kao sporedan sastojak, pojavljuje se, uopšte uzev, skoro u svim silikatnim stenama. U južnoslovenskim predelima dobijao se iz kristaliničnih stena, škriljaca i plutonita, ali isto tako i iz vulkanita. Kristalići magnetita, rasuti po ovim stenama, oslobađaju se pri njihovom površinskom trošenju. Za vreme zime mrazovi razaraju površine ogoljenih stena, impregniranih magnetitom. U proleće, kad nastupi topljenje snega i počnu kiše, razlabljena zrnca magnetita snose atmosferske vode u rečna korita, nešto odlažu usput, a nešto nose i dalje, u jezera ili mora i tamo ih talože. No magnetitskih zrnaca ostaje i u eluviju kristalastih stena. Kao rudišta magnetitskog peska smatraju se kod nas i u Bugarskoj rečna korita i njihove terase, morski peskovi, jezerske naslage i eluvij.

Najbogatija i najizdašnija ležišta magnetitskog peska nalazila su se u okolini Samokova. Magnetitska zrnca potiču, uglavnom, iz plutonita i njihovog kristalastog omotača planina Vitoše, Plane i Rile. Bugarski istraživači smatrali su, da je samokovska oblast neko vreme bila središte proizvodnje gvožđa na Balkanskom poluostrvu. Druga po proizvodnji magnetitskog pes-

ka je planinska oblast na granici Bugarske i Grčke, zvana Mrvaško. I tamo magnetitski kristalići potiču iz granita i susednih kristalastih škriljaca. Kao gvozdena ruda magnetitski pesak koristio se u Bugarskoj još na mnogo mesta, po planinama Rodopa, Strandže i drugih. Koristio se, isto tako, i sa crnomorskih plaža, samo što je tamo nastao trošenjem andezita. Kod nas magnetitski pesak je proizvođen na Vlasini, oko Krive Palanke, u Poreču i kičevskom kraju. Proizvodnja magnetitskog peska u svim pomenutim predelima bila je manje-više uniformisana, sa nekim osobenostima, što je zavisilo od načina pojavljivanja rude. Kako je ruda svuda bila ista, njena prerada u sirovo gvožđe i dalje u kovno, bila je identična, bar u osnovnim crtama. Razumljivo je, da je negde tehnologija bila na višem, a negde na nižem stepenu. Gvožđe, pri uobičajenoj preradi, imalo je ista svojstva i koristilo se, pored ostalog, za proizvodnju pušćanih cevi.

Da bi se što bolje shvatila proizvodnja gvožđa iz magnetitskog peska na Vlasini i u drugim našim krajevima, inače veoma malo poznata, treba da se prethodno zna, bar u osnovnim crtama, proizvodnja gvožđa oko Samokova i u Mrvaškom. Nju su dobro proučili bugarski istraživači, još dok su bili živi svedoci i učesnici primitivne proizvodnje gvožđa. Vlasinska i samokovska oblast proizvodnje gvožđa nalaze se u susedstvu, nećunih 100 km udaljena jedna od druge. Njihovo rudarstvo gvožđa je, uglavnom, identično. U samokovskom kraju, sa najrazvijenijom proizvodnjom gvožđa, radili su radnici iz Srbije i Bosne. Najčešće su prisilno odvođeni madendžije sa Vlasine i našeg dela Krajišta. Oni su prenosili iskustva u proizvodnji rude i gvožđa iz jednog predela u drugi. Na taj način ujednačavana je proizvodnja rude i gvožđa, a isto tako i terminologija. Ima dosta zajedničkih termina, za koje je teško reći gde su nastali. Navešćemo samo nekoliko: *potkop, jama, hodnik, ruda, rudarstvo, rudnik, rudište, plakalnica, glina, vada, kupište, viganj, vognjište, železo, zgura* i dr. Ima, međutim, istih reči — termina, ali različitog značenja kao: *prag, kijanac, stup* i, svakako, neki drugi. Iako je imala sva srednjovekovna obeležja, primitivna proizvodnja gvožđa u svim navedenim predelima održala se skoro do kraja

prošloga veka (Vlasina), odnosno početka našega veka (Samokov, Mrvaško). U sve tri oblasti proizvodnje, vlasinskoj, samokovskoj i mrvaškoj, gvozdene rude prepirane su i topljene, a njihovo gvožđe je prerađivano na mnogo mesta. Svedoci nekadašnjeg rada bili su mnogobrojni i različiti. To su najpre, rovine, mesta nekadašnje proizvodnje magnetitskog peska, zatim ruševine topionica i samokova, od kojih su oko Samokova sačuvani snimci. Po procenama I. Trifonova oko Samokova je zaostalo oko 2 mil. tona gvozdenih troski, a ruda je svojevretno topljena u 85 topionica. Na Vlasini je, početkom našega veka, nabrojano 85 troskišta, a po narodnom kazivanju gvožđe je prekiavano na 25 samokova. Za oblast Mrvaško ovakvih podataka nema.

Samokovsko rudarstvo gvožđa

U savremenim granicama Srbije vlasinska oblast imala je, sudeći prema onome što je ostalo na terenu (troskišta kao ostaci topionica gvožđa i samokova), najdužu i najveću proizvodnju gvožđa. Ona je trajala, prema osnovanim predanjima, negde od 14. veka, ako ne i ranije, pa sve do 1880. ili 1881. godine neprekidno. Na žalost, o ovoj staroj proizvodnji gvožđa skoro da i nema nikakvih podataka, sem za poslednje godine rada. Samokovski kraj u Bugarskoj, udaljen oko 100 km istočno, imao je istovetnu rudu sa vlasinskim; na isti način je proizvođena i topljena ruda, u pećima iste konstrukcije. Sirovo gvožđe raskivano je u poluge na identičnim samokovima. U oba kraja izrađivana je i ista gvozdena roba. Kad se tome još doda, da su oko Samokova ljudi sa Vlasine, Krajišta i Znepolja bili glavni majstori pri topionicama i samokovima, onda je jasno, zbog čega se oba ova relativno udaljena rudarstva međusobno tako tesno preplicu.

Ali za razliku od vlasinskog, prošlost samokovskog rudarstva gvožđa je relativno dobro poznata. Ono se pominje, na ovaj ili onaj način, u relacijama svih putnika, koji su od početka 16. veka putovali sa jadranske obale u Carigrad. Bugarski istraživači, sa svoje strane, učinili su dosta da veo zaborava ne padne na staro rudarstvo okoline Samokova. Pravovremeno su sakupili do-

sta podataka od ljudi zaposlenih na proizvodnji ruda, u topionicama i samokovima, i objavili ih. Na žalost, istraživači iz Srbije nisu tako postupili. Istaknuti ljudi Srbije, istoričar Stojan Novaković i rudar Ljubomir Klerić, savremenici proizvodnje gvožđa na Vlasini, po njenom oslobođenju od Turaka, propustili su da prikupe i objave građu o ovom rudarstvu gvožđa, ili da bar podstaknu nekoga na to. A obojica su bili profesori Velike škole i članovi Srpske akademije nauka. Zbog toga, da bi se shvatilo nekadašnje rudarstvo gvožđa na Vlasini, neophodno je upoznati rudarstvo okoline Samokova, jer su oba ova rudarstva jednovremena i identična, od načina dobijanja rude do prerađevina od gvožđa.

Samokov je, nesumnjivo, najpoznatije i najznačajnije središte primitivne proizvodnje gvožđa na Balkanskom poluostrvu. Za turskog vremena, zbog velike proizvodnje gvožđa, bio je čuveno i bogato mesto, značajnije od Čustendila i Sofije. Kako se nalazio na glavnom putu za Carigrad, od putnika se dosta rano saznalo i o specifičnoj proizvodnji gvozdenih ruda, neuobičajenoj u ondašnjoj Evropi. Anonimni Mlečanin je već 1559. godine pribeležio, da se kraj Iskra, gvozdena ruda dobija prepiranjem iz nanosa. Polovinom 17. veka Hadži Kalfa je opisao ne samo grad Samokov, već i postrojenje zvano samokov, po kome je grad i dobio ime. Ovo je najstariji, tačan i koncizan opis samokova kod nas. Uzgred neka je rečeno, da su 300 godina docnije savremene jugoslovenske enciklopedije (Jugoslavije i Leksikografskog zavoda) propustile da pomenu grad Samokov, i objasne termin, po kome je dobio ime. Učinio je to, međutim, stari, dobri, čak i mali Brockhaus.

Samokovski kraj sa obilnom proizvodnjom veoma dobrog gvožđa, osobito pogodnog za izradu puščanih cevi, bio je dobro poznat i u našim krajevima, osobito u Dubrovniku. Stari su verovali, da je bog rata, starogrčki Ares, rimski Mars, rođen u Trakiji, negde u Rodopskim planinama. Valjda zato, što su u njima nanosi rečice i potoka izuzetno bogati najboljom gvozdenom rudom, magnetitskim zrcima, čije je gvožđe bilo meko za kovanje. Dubrovački pesnici 17. veka (Gundulić, Palmotić, Kavanjin)

glorifikuju proizvodnju gvožđa u samokovskoj oblasti, osobito Gundulić u »Osmanu«:

»gdi su pukle ove gore
starijih doba čeljad kaza
od oružja boga dvore.
Da se gvozden stan nahodi
Martov ovdi bi na glasu
gvožđe miri, gvožđe podi
stupi i vrata od gvožđa su.
Tim još i sad gdi se reče
da je od boga bog stanovo
gvozdena se ruda siječe
mjesto je zvano Samokovo«.

Prestonicu boga Marsa pesnik nije našao u susednoj Bosni, čije je gvožđe Dubrovnik praktično koristio, već u dalekom Samokovu, previdevši međutim, da se ono tamo ne »siječe« kao u Bosni, već ispira iz nanosa.

Davnašnje su veze između samokovskog i našeg, bliže određeno, vlasinskog rudarstva gvožđa. Prema ispitivanjima S. Markova, sa kraja prošloga veka, Turci su, pri zauzimanju samokovskog kraja, zatekli tamo tri samokova. Dva su bila u srpskim rukama, »renegata« Boška i njegove braće Petra i Nikole. Jedan je samokov pripadao Bošku a drugi braći. Krajem prošloga veka, na mestu gde je nekada bio Boškov, radio je samokov zvani Boškov madan ili Boškov samokov. Ruševine drugog samokova nazivale su se *Madan Crkva*. Svojevremeno, Petar je kraj samokova bio podigao crkvu, pa se selo, nastalo oko nje, zvalo u početku Srpsko Selo, a docnije Mala Crkva. U seoskoj crkvi ovog sela sačuvano je jevanđelje srpske redakcije. Markov je još zabeležio, da su ljudi sa Vlasine i iz Znepolja bili glavni majstori pri proizvodnji gvožđa i njegovoj preradi na samokovima. Za turskog vremena uživali su povlastice kod begova, vlasnika topionica i samokova. U svoj esnaf teško su primali meštane, nastojeći na taj način da sačuvaju tajnu svoga zanata. Prisustvo Srba oko Samokova pominje i Gundulić u »Osmanu«. G. Bončev je (1920) zabeležio, da su radnici pri topionicama i samokovima u okolini Samokova svojevremeno bili »Srbi, Bošnjaci i Bugari iz okoline Krajišta«. Da je nekada oko Samokova živio znatan broj Srba svedoči još jedan podatak. Kad je 1557. godine obnovljena pečka patrijaršija, samokovski kraj ušao je u njenu nadležnost, dok je Sofija ostala u carigradskoj patrijaršiji. U Samokovu je bilo središte eparhije. U selu Se-

strimi, na dan hoda od Samokova prema Tatarpazarniku, patrijarh Arsenije III gostio se, sa prатnjom, kod »Raje Serbina« 1682. godine, na putu za Jerusalem. Pominje se i toponim Srpsko Samokovo. Ovo, međutim, nije jedina oblast u Bugarskoj, gde su bili zaposleni Srbi rudari. Krajem 16. veka postojala je u Etropolju srpska rudarska kolonija. Jedna njena mahala zvala se srpskom. Ne zna se odakle su ovi rudari naseljeni, kao što se ne zna, da li su se bavili otkopavanjem olovnih ili gvozdениh ruda, što je verovatnije.

Prema pisanim spomenicima samokovsko rudarstvo gvožđa može se pratiti od početka 16. veka. F. Petančić je 1505. godine samo pomenio Samokovsko Polje. Ali i sama reč samokov svedoči o proizvodnji gvožđa. Kad je ovaj termin nastao kod nas, nisam saznao. U starim srpskim poveljama, koliko znam, nigde nije zabeležen. U dvema poveljama iz 14. veka pomenuto je »gvozdeno kolo«. U ovom slučaju to mogu biti samokovi, utoliko pre, što se smatra, da su vođena kola ranije korišćena pri samokovima, nego pri topionicama. Osim toga, uz oba gvozđena kola pominju se kovači, Doja u Altinu i Rudl i Smil u Poljanici. Pri topionicama nije bilo kovača, već samo pri samokovima. Možda se u to vreme termin samokov uopšte nije koristio, ili se upotrebljavao samo u istočnim delovima države Stevana Dečanskog i cara Dušana, u čijim se poveljama pominju gvozđena kola. U nešto starijoj, svetostefanskoj hrisovulji pomenuto je u Gluhoj Vasi »kolo vsei s rudari«. Ovde se verovatno radi o topionici gvožđa, jer se uz kolo ne pominju kovači, već rudari, koji kolo snabdevaju rudom.

Kao toponim samokov je, koliko sam našao podataka, najranije pomenut između 1440—1450. godine. To je ondašnje i sadašnje selo Samokov (Samokovo), južno od Kuršumlje. Na brdu istoga imena nalaze se veliki otkopi gvozdениh ruda, a u dolini Kosanice ostaci troskišta topionica gvožđa ili samokova. Kao postrojenje samokov je pomenut 1476/7. godine u Sješoj Reci kod Kosjerića. Sačuvalo se i dosta toponima u vezi sa nazivom »samokov«, ali se ne zna kada su nastali. Najviše ih je u vlasinskom kraju, dok se prema zapadu njihov broj smanjuje. Ne zna se, da li se pojavljuje u toponomastici Bosne. Isak Samokovlija,

književnik, rođен u Goraždu, svakako je bio potomak radnika, majstora ili vlasnika samokova. U okolini Samokova Jevreji su uglavnom bili vlasnici samokova. Bosanski valija Husrev Paša, u prvoj polovini 19. veka, imao je u samokovskom kraju nekoliko samokova, pa je, verovatno zbog toga, nosio naziv Samokovlija.

K. Jireček smatra da je naselje Samokov nastalo pre dolaska Turaka, iako se u srednjovekovnim spisima nigde ne pominje. Predanja, kao i na Vlasini, govore o Latinima, koji su tamo živeli i radili na proizvodnji gvožđa. Oko Samokova predanja su određenija nego na Vlasini. Prema H. Markovu Latini ili Papinci imali su u samokovskom kraju čitava naselja. Jedno takvo bilo je i u Samokovu, gde su imali i svoju crkvu, preinačenu docnije u džamiju. Druga katolička crkva nalazila se u Samokovskom Polju. Iz ruševina njene osnove videlo se, da je bila okrenuta zapadu. Meštani su je nazivali jelinskom ili latinskom. Istraživači samokovskog rudarstva gvožđa smatraju, da su ovde pre dolaska turaka radili Sasi, ostavivši iza sebe termine kao što su *šlakno* za trosku, *stuřp* ili *ščup* za ugljenu prašinu, *fornja* (Form) za duvaljku kod peći (sapac).

Dok je K. Kostić smatrao, da je rudarstvo gvožđa na Vlasinu preneto iz samokovskog kraja, preko Božice, H. Markov je oko Samokova zabeležio predanje, po kome je rudarstvo gvožđa na Vlasini starije od samokovskog. O tome je za sada teško ma šta pouzdano reći, sem da je samokovski kraj imao znatno povoljnije uslove za proizvodnju gvožđa uopšte. Rudišta su bila bogatija magnetitskim zrcima, i do rude se dolazilo lakše i jednostavnije. Samokovsko polje, sa srednjom nadmorskom visinom nešto preko 900 m, pitomo je u odnosu na izrazito planinski predeo Vlasine. Najzad, Samokov se nalazio na glavnom putu od Carigrada prema središnjem delu poluostrva, pa je verovatnije da je kraj njega ranije došlo do proizvodnje gvožđa, uz druge povoljne uslove kao što su šume i tekuće vode. Vlasinski kraj možda je samo izvesno vreme imao preimućstvo nad samokovskim, u 14. i 15. veku, kad se nalazio u susedstvu najrazvijenije rudarske oblasti Balkanskog poluostrva, novobrdске, koja je bila veliki potrošač njegovog gvožđa.

U 16. veku samokovski kraj izlazi iz anonimnosti, ističući se proizvodnjom gvožđa. Turski dokument iz 1508. godine govori o proizvodnji gvožđa u planini Rili na 11 mesta. U drugoj polovini veka proizvodnja je gvožđa tolika, da se njime, po rečima putnika, snabdeva balkanski deo turske carevine (Sorančin putopisac 1576. g.) ili cela imperija (K. Zen 1559.). Nešto slično vidi se i iz turskih fermana toga veka. Samokov proizvodi najviše gvožđa na Balkanskom poluostrvu, osobito za potrebe turske vojske i flote (S. Rizaj). U 17. veku proizvodnja gvožđa kao da je na vrhuncu. Toliko je poznata, da je veličaju čak i pesnici dalekog Dubrovnika. U okolini grada, 1614. godine, gvožđe se prerađuje na 21 samokovu, a topi, prema onome kako se radilo u 19. veku, u 84 peći — topionice. Intenzivna proizvodnja gvožđa teče i kroz 18. vek i sve do polovine 19. kao da ne posustaje. Krajem 18. veka samokovska kotlina imala je izgled nekog industrijskog rejona. Uz reku Iskar iz kompleksa samokovskih zgrada strčale su begovske kule, odakle je nadgledana i obezbeđivana proizvodnja. Rudarstvo gvožđa od druge polovine 19. veka naglo opada. Poslednja peć je ugašena 1901. godine, a poslednji samokov prestao je da kuje 1908. godine.

Dobijanje rude. — Između svih oblasti proizvodnje gvožđa iz magnetitskog peska samokovska je najznačajnija, kako po prostranstvu ležišta, tako i po bogatstvu rudonosnog materijala. Magnetitska zrnca, sprata sa planina Vitoše i Plane, nataložena su u njihovom podnožju, na dužini od nekoliko desetina kilometara, kraj reka Palakarije i Iskra. Ruda potiče iz kore raspadanja sijenita, diorita, gabrodiorita, kristalastih škriljaca i starih terasa. Glavna ležišta nalaze se u podnožju planine Plane, na brežuljkastom reljefu srednje nadmorske visine od 1050—1100 m. No, rudonosnog materijala ima i u Samokovskom polju! Još je Hadži Kalfa zabeležio, da se pesak ispira »po poljima i baštama«. Ovome treba dodati, da je magnetitski pesak sakupljan i po koritima reka i potoka, kad god ga je bilo. Kako je zabeleženo krajem prošloga veka, rudom se smatrao nanos sa 2—30% magnetitskih zrnaca.

Po rudonosnim nanosima, manje ili više pogodnim za otkopavanje, nalazilo se 12

beglučkih sela koja su se bavila proizvodnjom ruda. Najintenzivnije se radilo u proleće, kad se tope snegovi i u jesen, kad počnu kiše. Ako je bilo vode, rad na prepiranju rude tekao je neprekidno. Gde god je nanos bio obogaćen magnetitom, ako je bilo vode, ruda je prepirana na licu mesta po rupama, iskopanim u zemlji. Poluobogaćena ruda nanošena je na mesta, gde je bilo dosta vode i tamo prepirana u drvenim koritima, zvanim *korube*, *korabe* ili *preboji*. Mesto gde je ruda otkopavana zvalo se *rudište*, a gde je prepirana *zamet*. Ukoliko u blizini rudišta nije bilo vode, dovođena je vadama, dugim i do 15 km. Kad nije bilo vode na licu mesta, a nanos je bio dobro orudnjen, plugom se izore orudnjena površina, a zatim izorani materijal odvozi do vode, gde su bile postavljene korube za prepiranje. Dobro orudnjenih nanosa bilo je i po koritima reka i potoka. Oni su bili najpovoljniji za proizvodnju rude, jer je voda bila na licu mesta. Meštani su dobro poznavali mesta u koritima rečica i potoka, gde se magnetit prirodnim putem obogaćivao i povremeno su ih otkopavali.

Obogaćena ruda vozila se kolima u topionice. Kola ili *voz rude* težio je 350—400 oka. To je nešto više nego što je trebalo peći za jedno topljenje. Ruda je kod topionice ponovo prepirana u specijalnim koritima. Ma kako da je bila dobro prepravljena, u njoj je bilo samo 70—75% magnetitskih zrnaca. Ostalo je bio običan pesak. Posao oko prepiranja nanosa i obogaćivanja rude zvao se *playljenje*. Ljudi koji su se time bavili nazivani su *rudoplavači* i *rudničari*. Najviše rude proizvedeno je u podnožju planine Plane, na levoj strani reke Palakarije. Prilikom otkopavanja zemljište je bilo potpuno razrovano.

Topljenje rude. — Istraživači samokovskog i vlasinskog rudarstva gvožđa propustili su da zabeleže kako je izgledala zgrada topionice, od kakvog je materijala građena i kakav joj je bio unutrašnji raspored. Ne zna se pouzdano ni kako se zvala, odnosno da li je imala neko posebno ime. Oko Samokova peć za topljenje rude zvala se češće *vidnja* nego *vignja*. Isto tako zvala se, izgleda, i topionica. Na Vlasini je obrnut slučaj. Peć, a možda i topionica, zvala se *vignja* ili *viganj*, dok se naziv *vidnja* sačuvao samo među toponimima. O pe-

óima samokovske okoline ima dosta podataka; za vlasinske peći upućeni smo samo na ono što je S. Mašin ukratko zabeležio.

Topionice su građene kraj tekućih voda, čija je snaga morala biti znatno veća nego kod običnih vodenica. Zbog toga je trebalo više vode i sa većim padom. Peć je građena na mestima gde se mogla useći u padine brda. Iskop u kome je zidana peć, bio je visok 2,5 m od poda topionice, i oko 1 m ukopan ispod poda. Peć je zidana kamenom, ispod poda sa svih strana, a iznad njega sa tri strane. Prema dolini je ostala otvorena. Zidovi su bili debeli oko metar. Pri vrhu peći zemljište je zaravnjeno, da bi se dobila potrebna površina za privremeni smeštaj rude i ugljena. U osnovi, peć se gradila kao i svaka krečana, ukopana u brdu, samo mnogo uža i morala je biti kraj tekuće vode.

U okolini Samokova peći su bile visoke 1,5—4 m, najčešće oko 3 m, a od toga metar u zemlji. Dno peći bilo je oko 35 cm niže od poda topionice. Činila ga je, u stvari, šupljikava gvozdена ploča. Ovaj deo peći zvao se *stup*, *štup* ili *ščup*. Ispod ploče nalazila se šupljina, kroz koju je proticala voda, čuvajući ploču da ne izgori, ali je nije smela dodirivati. Prostor ispod ploče zvao se oko Samokova *kladenac*, a na Vlasini *handak*. Pošto se peć ozida, cela šupljina, od poda do vrha, nabije se dobro umešanom glinom, a zatim majstor topionice (*vatah* ili *vastaf*) izreže u glini, odozgo naniže, samu šupljinu peći. Nije rečeno koliko je bila debela ova glinena obloga. Verovatno je iznosila oko 10 cm. Pošto se izreže, unutrašnjost peći se dobro izmaže glinom da ne ostanu pukotine. Zatim se u donjem delu peći izreže otvor, vrata peći, kroz koji se vadio grumen gvožđa zvan *rasovač*. Otvor je počinjao od poda topionice. Bio je širok 40—50 cm, a visok 35—40 cm. Pri topljenju je zatvaran ćerpičom i glinenim lepom. Osnova otvora zvala se *prag*. On je bio od gvožđa, da bi se preko njega lakše izvlačio *rasovač*. Pre nego što se pećna vrata zazuđaju, na prag se postave duvaljke od gline zvane *sopes* (Samokov) ili *sapac* (Vlasina). Kad je bila pripremljena za topljenje, unutrašnjost peći imala je oblik glinenog suda sa osnovom od 60 cm u prečniku, a pri vrhu 35—40 cm.

Vatra u peći raspaljivana je velikim mehovima, dugim 4—5 m, građenim kao i kovački. Završavali su se gvozdenim cevima, *masuritama*, koje su bile uvučene u sapac. Na sredini cevi su bile spojene kožom, radi lakšeg manipulisanja. Vodenno kolo za pokretanje mehova imalo je u prečniku 4—8 m. Osovina — *valmo* bila je duga 5—12 m, a debela 50—100 cm. Iz nje su strčali drveni *palci*, dugi 30—40 cm, kojima su pokretani mehozi. Prema Trifonovu, peć je topila na sledeći način: prvo se dno peći počisti, a zatim se do praga napuni navlaženim ugljenim prahom, šćupom, po kome je ovaj deo peći i dobio ime. Ugljeni prah se stavljao da napravi pepeo na dnu peći, kako se gvožđe prilikom kapanja ne bi lepilo za gvozdenu ploču. Zatim se na prag postave sapci, napravljeni od dobro umešane gline i pečeni na ustima peći. U peći, iznad njih, napravi se od leskovog pruća kolibica, da sapce zaštiti prilikom punjenja peći. Posle toga, zazuđuju se vrata sa tri ćetvrtasta i jednim polukružnim ćerpičom od nepečene gline i dobro zamaže ilovacom.

Peć se potpaljivala odozgo. Pošto se ubaci lopata žeravice, peć se puni ugljenom i *nagonom* u podjednanim kolićinama. Stavljalo se obićno po 60 oka ugljena i isto toliko *nagona*, ili 120 oka ugljena. Ćim se peć napuni, u pogon se puštaju mehovi i vatra se brzo razgoreva. Pre nego što se vatra raspali do vrha, lućem se zapale gasovi koji izlaze iz peći. Sve do kraja topljenja iz peći izbija stub plamena. Ćim se gorivo u peći slegne za jedan pedalj, ubacuje se 5—6 lopata (20—30 oka) rude, prethodno navlažene. Pri ponovnom sleganju peć se dopunjavala ugljenom, a zatim rudom, naizmenićno. Ruda je vlažena, da je vazdušna struja ne bi iz peći izbacila. S vremena na vreme, zajedno sa ugljenom ubacivan je u peć i *nagon*. U nekim topionicama od navlažene rude i pepela pravljenje su grudve i ubacivane u peć. Pri topljenju svakog sata kroz sapac je zavlaćena gvozdена šćipka, da se vidi da li na njegovoj visini ima troske. Ako je ima dosta, onda se oćepi otvor za trosku koji se nalazio jedan pedalj ispod praga i pusti se da ona oćeće. Za vreme topljenja, koje je trajalo prosećno osam ćasova (retko kad šest ili deset), troska se otpuštala 4—5 puta. Majstor kod peći brinuo

se o otpuštanju troske. On, inače, ničim nije uticao na proces topljenja niti je to bilo potrebno.

Topljenje je trajalo sve dok rasovač ne ispuni celu šupljinu ščupa. To se utvrđivalo provlačenjem gvozdene šipke kroz sapac, ili specijalan otvor na visini sapca. Čim bi se na sapcu pojavilo gvožđe, prestaje šaržiranje i ostavi se peć da dogori. Zatim se mehovi specijalnim pločama zaštite od toplote i otvore pećna vrata. Prag se pospe pepelom, pa se pristupi vađenju rasovača. U tome učestvuju svi radnici pri peći. Dvojica polugama podižu rasovač iz pepela, a druga dvojica ga velikim klještima izvlače napolje i zatrpavaju unapred pripremljenom ugljenom prašinom. Zatim su dva pomagača rasecala rasovač na pola. Sem rasovača u ščupu peći bilo je, odmah ispod sapca, još nekoliko manjih komada gvožđa, koje se zbog niske temperature nije slepilo sa rasovačem. Ovo je gvožđe bilo bogatije ugljenikom, u stvari čelik. Zvali su ga negde *zgorija*, a negde *copina*. Oko Samokova troska se nije zvala *zgurija*, kao u drugim krajevima Bugarske, već *šljanka*, *šlanko*, *copina* ili *gadnica*.

Topljenje rude u peći trajalo je obično 8 časova, retko duže ili kraće vreme. Kako se oko peći radilo danonoćno, za 24 časa topljena su tri rasovača. Za njihovu proizvodnju bilo je potrebno, prema Trifonovu, troja kola rude po 360 oka, 30 koševa ugljena po 20 oka i troja kola nagona po 100 oka. Rasovači su bili teški od 100—110 oka. Dobijeno gvožđe je bilo nečisto pomešano sa troskom i pepelom, pa se iz jednog rasovača na samokovu dobijalo samo 60 oka gvožđa u šipkama. Nekada čak i manje. Na topljenju ruda bilo je zaposleno pet ljudi, zvanih zajedničkim imenom *vidnjari*. Trojica su radili neposredno pri peći: majstor ili *vatah* i dva pomoćnika-pomagača. Još dva obična radnika brinula su se o nabavi hrane (*taindžija*), mešenju hleba i kuvanju (*luša-subaša*) i o svim ostalim poslovima. Vlasnik peći ili njegov predstavnik, zvani *nastojnik* starao se o ekonomskoj strani poslovanja. Nabavljao je rudu, ugljen, odvezio gvožđe, starao se o popravci postrojenja i dr. Pominje se još i čuvar gvožđa (*gezedžija*), čija se sobica nalazila kraj same peći. Prva tri radnika, *vatah* i pomagači, plaćani su prema proizvodnji. Za

svaku oku proizvedenog gvožđa *vatah* je dobijao po 2,5 stotinke (pare) a pomagači po 2. Osim toga, vlasnik peći davao je sedmično petorici vijnjara: po oku soli, pasulja i rakije, dve oke sira, četvrt oke pirinča i 30 oka žita. O praznicima kao što su Petrovdan i Trojice dobijali su po ovcu, a od 15. avgusta do kraja decembra još 120 oka mesa. Topionice su godišnje radile oko 7 meseci. Počinjalo se početkom aprila, pa do polovine jula. Zatim se rad prekidao za mesec dana, da vidnjari svrše poljske radove. Topljenje je trajalo do kraja godine, odnosno do jačih mrazeva.

Samokovi. — U odnosu na topionice ovo su bila mnogo veća, složenija, pa, prema tome, i skupocenija postrojenja. U okolini Samokova krajem prošloga veka računalo se da vrednost jedne topionice iznosi 15.000 leva, a samokova 40.000. Na žalost, samokovske kao ni topioničke zgrade nisu opisane ni oko Samokova ni na Vlasini. Zna se samo da su bile znatno prostranije od topioničkih. Podizane su kraj jakih tekućih voda, sa velikim prirodnim padom. Smatralo se da je samokovskom postrojenju potrebno dva puta više vode nego topioničkom. Što se tiče prirodnog pada, morao je iznositi najmanje 10—12 m. Za još toliko povećavao se veštački, tako da je voda sa visine od 20 i više metara padala na vodeno kolo. Voda kojom je voda dovodena na samokov završavala se rezervoarom širine 8—10 m, napravljenim od debelih talpi i u njemu je bilo 100—150 m³ vode. Zvao se *korab*. Imao je istu funkciju kao i mali rezervoari kod vodenica potočara, koje melju na ustavu. Najveća količina vode korišćena je za pokretanje teškog mlata. Šoštrub ili šoščtrub se zvao zatvoreni žljeb, kojom je voda iz rezervoara padala na vodeno kolo.

Samokov je imao dva vodena kola, *mešno* (termin sa Vlasine) i *mačno* (termin iz Samokova). Prvo je bilo znatno veće, prečnika 4—8 m i pokretalo je mehove. Mačno kolo, prečnika 1,5—2 m, pokretalo je mlat. Kola su bila nasadena na osovine zvane *valmo*, *valma* ili *vimo*, duge 5—12 m, a debele 60 cm kod mešnog i metar kod mačnog kola. U osovinu su bili urezani jaki poci-palci, četiri za pokretanje mehova i šest za pokretanje mlata. Oni su strčali iz osovine 30—40 cm. Samokovski mehovi su bili nešto kraći od topioničkih (dužina 3 m).

U samokovskoj zgradi nalazilo se je najpre ognjište visoko 3—4 m, sa velikim dimnjakom. Na njemu se zagrevao rasovač. Ono je bilo isto kao kovačko, samo većih razmera (2×2 m) i niže (oko 50 cm od poda zgrade). Njegov udubljeni deo, gde su duvali mehovi, zvao se *grne*. Kraj ognjišta nalazio se veliki nakovanj, zabijen u debeo hrastov panj, duboko urovljen u zemlju. Nakovanj je bio ravan sa podom građevine i napravljen od najtvrdjeg gvožđa. Težak gvozdeni malj, zvani *mlat* ili *samokov* imao je oblik običnog čekića i bio je napravljen od najtvrdjeg gvožđa odnosno čelika. U sredini se nalazio širok otvor, zvani *uši*. Težina mu je bila različita, od 150—400 oka. Mlat je bio obično nasaden na 60—70 cm debelo bukovo deblo. Na sredini drške bila je elipsasta gvozdena grivna, zvana *skripi*. No tako su se zvali i direci pobijeni u zemlji, na kojima su škripe bile učvršćene.

Oko samokovske zgrade, koja se neka da zvala i kovačnica, bilo je još nekoliko drugih zgrada, među kojima je najmarkantnija bila kula, sa dva ili češće tri sprata. U njenom podrumu ili prizemlju bilo je skladište gvožđa, a na spratovima su stanovali nastojnik samokova i »carski nadziratelj«. Postojala je i kuća za radnike, od dva odeljenja. U jednom su se hranili, a u drugom spavali u uskim ćelijama, 2 sa 1 m. One su se zvale *kerevet* (turski krevet). Osim toga, postojale su šupe za smeštaj ugljena i drveta.

Prema Trifonovu rad na samokovu te kao je ovim redom: prvo se ognjište obložilo navlaženim sitnim ugljenom, zatim se na njega sipa ugljen, pa preko njega dve polutke rasovača sa oko 10 oka nečistog gvožđa, zvanog *zgorija*. Zatim se mehovima raspaljuje vatra do belog žara. Ovo prvo zagrevanje rasovača traje obično pola časa i za to vreme izgori 2—3 koša ugljena (40—60 oka). Pri ovom zagrevanju troska se topila i padala u grno. Ali se pored nje stapalo i gvožđe, bogatije ugljenikom, kojega ima u svakom rasovaču. Pri ovako oksidirajućem topljenju u grnu, pred samom duvaljkom, mali deo sivog gvožđa prelazio je u čelik, sjedinjujući se sa gvožđem otopljenim iz zgorije. Na taj način, iz gvožđa stopljenog na ognjištu, dobijao se najbolji čelik, koji se pod mlatom kovao u šipku.

Usijane i razmekšane polovine rasovača skidane su sa ognjišta velikim klještima, stavljane na nakovanj i rasecane po pola. Zatim su ove polovine iskivane u duge šipke ili prutove. Komadi rasovača zagrevani su na ognjištu još nekoliko puta i iskivani pod mlatom. Od svakog komada dobijala se po jedna šipka gvožđa.

Gvožđe dobijeno iz magnetitskog peska u sirovom stanju, kao rasovač, bilo je najvećim delom meko, sa manje od 0,5% ugljenika. Ali u rasovaču je bilo, istina, mnogo manje ili sasvim malo gvožđa bogatijeg ugljenikom (do 1,7%) koje se još moglo kovati, ali teže. Takvo gvožđe moglo se kaliti, pa je od njega dobijan čelik. Najzad, u rasovaču je bilo dosta troske; prekovano u kovno gvožđe gubio je skoro polovinu prvobitne težine. Prilikom zagrevanja ili otapanja gvožđa na ognjištu i kovanja pod mlatom, gvožđe postaje kompaktno i homogeno, oslobodivši se troske i suvišnog ugljenika. Redukovano na niskoj temperaturi gvožđe iz magnetitskog peska odlikovalo se izvanrednom čistoćom i tehničkim svojstvima: kovnošću, žilavošću i jačinom. Kako je imalo malo ugljenika, bilo je sasvim meko i veoma pogodno za svakakvu preradu. Jedino se nije dalo kaliti. Dve analize starog samokovskog gvožđa, prema I. Trifonovu, pokazale su ovakav sastav:

	I	II
Zahvaćena troska	2,51%	2,03%
Ugljenik	0,08%	0,177%
Silicija	trag	trag
P, Mn, Ti	nema	nema

Samokov je kovao godišnje 9 meseci, a obično su ga snabdevale rasovačima 4 peći. Za 24 sata mogao je da iskuje po Trifonovu 720 oka kovnog gvožđa, a po Markovu 480 oka. Bilo je većih i manjih samokova. Od jednog rasovača iskivalo se obično tri pruta gvožđa, težine oko 60 oka. Šipke gvožđa, iskovane od jednog rasovača, povezivane su leskovim prućem i u takvim vezama transportovane. Na samokovu se radilo u dve smene sa po četiri radnika. Majstor i dva pomagača bili su kovači, a jedan je bio običan radnik. Smena je radila jedne nedelje danju a druge noću. Leti je obično radila samo jedna smena, delom zbog poljskih radova a delom i zbog manje vode. Na nekim samokovima bio je zaposlen još jedan kovač; popravljao je ala-

te i postrojenja. Osim toga, vlasnik je ili sam nadgledao rad ili je uzimao nastojnika. Sa svoje strane, država je pri svakom samokovu imala svoga predstavnika, koji je uzimao desetak u naturi. Duhovi su bili patronažni praznik samokovskih radnika, *samokovlija* ili *madandžija*. Oni su tada odlazili u Samokov, gde su ih vlasnici samokova, turski begovi, gostili. Rad na samokovima počinjao je 1. ili najkasnije 15. marta. Radnici su plaćani prema učinku, količini iskovanog gvožđa. Majstor je dobijao 2—3 groša od kantara (76 oka) iskovanog gvožđa, pomagači 20—30 para manje. Osim toga, svaki je radnik dobijao sedmično 5 oka brašna, oku pasulja, pola oke sira, 25 drama pirinča i 50 drama masla. Početkom 17. veka oko Samokova radio je jednovremeno 21 samokov. Godine 1908. prestao je da radi poslednji.

Gorivo. — Mnogobrojne topionice i samokovi goreli su vrlo mnogo ugljena i drva. Zbog toga su sva sela oko Samokova, izuzev rudarskih, bila obavezna, da seku drva i pale ugljen. Takva sela nazivala su se čumurdžijska ili ugljarska. Ali kad ni to nije bilo dovoljno, ugljen su palili i stanovnici susednih srezova, gde je bilo dosta šume. Neka sela sekla su samo leskovo drvo za nagon. U ugljarskim selima ljudi su obično sekli drva i palili ugljen, dok su ga žene i deca prenosili na konjima u topionice i samokove. Do ukidanja angarije (1844) za tovar ugljena plaćalo se 1—2,5 groša. Docnije je plaćano i po 6—7 groša. Ugljen se palio najviše od četinariskog drveća, bora, jele, smrče, kleke, ali i drugog kao što su hrast i leska. No ova poslednja korišćena je, uglavnom, kao nagon.

Kongresi i savetovanja

VI jugoslovenski simpozijum o pripremi mineralnih sirovina Brezovica, 1977. god.

Na Brezovici je u periodu od 7. do 10. juna 1977. godine održan VI jugoslovenski simpozijum o pripremi mineralnih sirovina pod pokroviteljstvom Izvršnog veća SAP Kosovo.

Na Simpozijumu je podneto 35 referata u čijoj izradi je učestvovalo 68 autora i svi referati su štampani u posebnoj izdanju pod nazivom »Zbornik radova 6. jugoslovenskog simpozijuma o pripremi mineralnih sirovina«.

Referati obrađuju raznovrsnu tematiku iz oblasti pripreme mineralnih sirovina kako u oblasti naučno-istraživačkog rada, tako i prikaza rezultata ostvarenih u pojedinim postrojenjima za PMS.

Najveći broj referata bio je vezan za problematiku iz oblasti ruda magnezita, olova, cinka, gvožđa i bakra. Manji broj referata imao je specifičan karakter vezan za proučavanje površine minerala za retke zemlje, opremu mlevenja i usitnjavanja, rad hidrociklona i čišćenje lignita.

U radu VI jugoslovenskog simpozijuma učestvovalo je više od 120 učesnika. Pored prikazanih referata uspehu Simpozijuma znatno je doprinela veoma konstruktivna diskusija velikog broja učesnika.

Na kraju Simpozijuma usvojeni su zaključci među kojima se kao posebno značajni za dalji rad Komiteta mogu izdvojiti sledeći:

- proširenje međunarodne saradnje Komiteta sa srodnim organizacijama u svetu

- pozivanje istaknutih stranih naučnika na sledeće simpozijume

- delegiranje prof. dr ing. D. Ocepeka u naučni Komitet, a prof. dr ing. D. Draškića za dopisnog člana međunarodne organizacije za PMS

- delegiranje prof. dr ing. D. Salatića u Balkanski komitet za PMS

- potenciranje učešća planova Komiteta u radu II balkanske konferencije koja se održava oktobra 1977. god. u Rumuniji

- potenciranje transfera nauke i tehnologije u zemlje u razvoju

— povećano angažovanje Komiteta na rešavanju problema zaštite čovekove okoline, posebno prečišćavanje otpadnih voda iz postrojenja za PMS

— angažovanje na kompletnoj valorizaciji svih korisnih elemenata u mineralnim sirovinama, kroz naučno-istraživački rad

— organizovanje diskusije o usvajanju zajedničkih kriterijuma za izradu metal-bilansa u PMS jedinstvenih za SFRJ.

Posle Simpozijuma organizovane su dve stručne ekskurzije i to:

— obilazak pogona za flotacijsku koncentraciju RMHK Trepča u Zvečanu, obilazak gradilišta novog pogona za flotacijsku koncentraciju i obilazak muzeja kristala u Starom Trgu.

— Obilazak postrojenja za gravitacijsku koncentraciju magnezita — Goleš.

Dipl. ing. D. Đaković

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

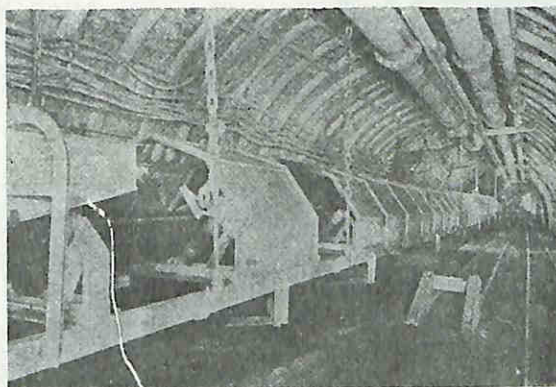
Samozaptivna vodena nabojna patrona

Patrona ima zadržna peraja koja ju pričvršćuju u kosim bušotinama raznih prečnika. Patrona ima i atest Inspektorata. Peraja, u kombinaciji sa cilindričnim oblikom patrone, omogućuju korišćenje bez oštećenja omotača u bušotinama izrađenim u ispucaloj steni bez otežanog ubacivanja. Radi suzbijanja prašine tokom miniranja, normalni sadržaj vode je povećan za 10%. Specijalni materijal korišćen za patronu u zajednici sa uzdužnim rebrima obezbeđuje kratko vreme zadržavanja u bušotinama, a ovo za uzvrat eliminiše sagorevanje.

Mining Reporter — 64

Elastične trakaste krovne asure

Ove asure su dokazale svoju vrednost u podzemnoj i nadzemnoj primeni. Obezbeđuju gotovo besprašinski transport, smanjuju opasnosti po zdravlje i istovremeno pružaju veću zaštitu od nesreća. Asure se sastoje od nosećeg rama, tabli i cevni nosača koji uležu u odgovarajući položaj. Konstrukcija je galvanizovana i laka i jednostavno pričvršćena na U-profile trake. Table su od sintetičkih vlakana obložene s obe strane pvc-om i obešene na vrh lučnog elementa, dok se drveni klinovi koriste za

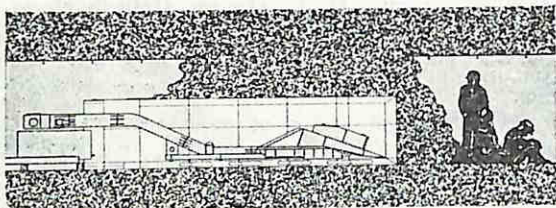


osiguravanje osnove. Svaka sekcija asure koristi dve table, tako da ostaje mali prorez za ispuštanje gasova na vrhu. Ove asure je odobrio za podzemnu primenu Inspektorat, one ne rđaju, nezapaljive su i antikorodivne i što je najvažnije, jednostavno se postavljaju. Svaka tabla može da se pojedinačno namota u rolnu radi lakog pristupa transportnoj traci.

Mining Reporter — 81

Sistem za spasavanje zarobljenih rudara

Vlada pokrajine Severna Rajna — Vestfalija je udružila snage i sredstva sa Ruhrkohle AG za istraživanje konstrukcije sistema za bušenje kroz obrušena čela i hodnike za pristup zarob-

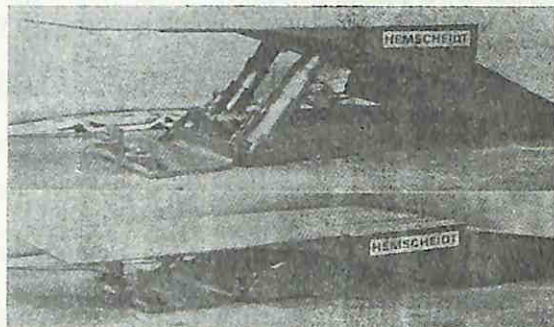


Mini oklop

Ovaj mini oklop je izuzetno pogodan za otkopavanje slojeva male moćnosti zato što nema nikakvih problema oko rukovanja. Najmanje jedinice imaju visinu od samo 400 mm. Pokretno

ljenim rudarima. Podvlači se velika mobilnost ovog sistema, koji je predviđen da obezbedi brzu pomoć u rudnicima uglja u kojima su rudari zarobljeni u jami. Sastoji se od hidrauličkog oklopa, snažne instalacije za čišćenje, utovar i transport unutar oklopa i lake podgrade u obliku cevnih prstenova. Hidraulički pokretan oklop je dug oko 6 m i visok 1,5 m i može da izdrži silu od 300 kN/m². Sam oklop se sastoji od pet sklopova: prednjeg, mašinskog, zadnjeg, vozačevog i krajnjeg rama oklopa. Ovih pet sklopova se međusobno uklapaju i preklapaju na krajevima. Međusobno se spajaju hidrauličkim klipovima na unutrašnjoj oblozi koja ima potkovičast oblik. Sklopovi se sastavljaju brzo, pošto su izrađeni od kliznih segmenata. Podgrada koja se može koristiti u tunelima razne dužine lako se prenosi i postavlja. Očišćeni materijal se izbacuje šinskim transporterom.

Mining Reporter — 182



korito je postavljeno između vrha saonica i transportera i oklopi se navlače na njega. Dalja interesantna prednost ovog tipa oklopa je obezbeđenje preseka za provetravanje, većeg od prosečnog, i veoma dobar transportni put.

Mining Reporter — 214

Prikazi iz literature

Sistemi planiranja uz pomoć kompjutera (Computergestützte Planungssysteme) — Physica — Verlag Würzburg — Wien. Noltemeier sa članci: 20 saradnika, 1976. godine, 447 strana, cena DM 76.—.

Knjiga tretira kompleksni sistem planiranja uz pomoć kompjutera.

Nesposobnost čoveka, da kompleksna područja problema dovoljno brzo i tačno prozre da bi postigao ili samo postavio ciljeve, dovela je u različitim područjima primene do pokušaja, da se koristi sposobnost kompjutera. Jedan deo tih pokušaja nije dao uspeha. Prilikom ispitivanja uzroka nailazi se, s jedne strane, na niz problema, koji do sad nisu ili nisu dovoljno rešeni, a, s druge strane, se konstatuje, da kod vrlo mnogih pokušaja implementiranja nisu uzeti u obzir osnovni uslovi važnih kvantitativnih

metoda planiranja i njihovo korišćenje saobrazno kompjuteru, tako da se iz tog razloga mogao predvideti neuspeh mnogih pokušaja.

Posle uvoda u problematiku sistema planiranja uz pomoć kompjutera, koji treba da pruže pomoć pri odlučivanju kod kompleksnih programa planiranja na najrazličitijim područjima, tretiraju se pitanja zahvatanja podataka, kao i konstrukcija banke podataka i sistema »information retrieval«. Široko je dat prikaz neophodnih metodskih podloga, pretežno iz područja kvantitativnih metoda planiranja, vodeći računa o njihovim računsko-tehničkim mogućnostima i granicama. Izneti su problemi povezivanja modela, metoda i podataka, mogućnosti fleksibilnosti, kao i adaptivnosti kod sistema planiranja uz pomoć kompjutera. Sledi prikazivanje izabranih područja primene kod planiranja plasmana, proizvodnje, komunalnog

planiranja finansija i investicija, kao i socijalnog planiranja, pomoću kojih se ukazuje na specijalnu problematiku u odgovarajućem području problematike, a s druge strane objašnjavaju potrebu saradnje na specifičnim problemima ranije opisanih metoda.

Dugoročne prognoze — mogućnosti i metode dugoročnih prognoza kompleksnih sistema — Langfristige Prognosen. Möglichkeiten und Methoden der Langfristprognostik komplexer Systeme. Physica Verlag Würzburg — Wien, 1977 strana 477, cena DM 98.—.

Sadržaj: zadatak, mogućnosti i granice dugoročne prognostike — prognoze jednostavnih sistema: delfi — trendekstrapolacija — prognoza pomoću zaključka analogije — linearna prognoza stacionarnih vremenskih nizova strukturna analiza kompleksnih sistema: simulacije celokupnog društva — morfologija — stablo relevantnosti — analiza puta — socijalni indikatori — proširenje nacionalno-ekonomskog ukupnog računa, proširenje analize input-output — analiza struktura reda, prognoze kompleksnih sistema: teorija sistema — aritmetika i geometrija budućnosti — proširenje ekonometrije — opšta funkcija proizvodnje — iteracija alternativnih strategija — osnovi sistemske analize — simulacija i čovek-mašina-komunikacija — planske igre u službi dugoročne prognostike planiranja — političko-ekonomski modeli — teorije celog društva, sveobuhvatna ocena: od teorije ka praksi: nedostajući koraci — metode dugoročne prognostike i njihova kombinacija — prognostika i ideologija — osnove teorije saznanja.

Prognozni račun (Prognoserechnung). — Mertens sa još 15 autora. — Physica — Verlag Würzburg — Wien, 2. popr. i proš. izdanje 1975, 307 strana, cena DM 62.—.

Sadržaj: 1. prognozni račun — uvod i pregled — 2. Uvod u kratkoročnu prognozu vremenskih redova i upoređenje pojedinih postupaka — 3. Uvođenje u prognozu vremenskih redova kod sezonskih kolebanja potreba i upoređenje postupaka Wintersa i Harrisona — 4. Prognoza kod neredovne potrebe — 5. Determinističko-stohastički prognostički postupak — 6. Prognoza pomoću raspodele vremena boravka — 7. Inicijaliziranje i kontrola prognostičkih modela — 8. Prognoza sa tačkama i intervalima i test na strukturni prekid pomoću regresione analize — 9. Prognoza pomoću kombinacije postepene regresione analize eksponencijalnog glaćanja (adaptivne kombinacije uticajnih veličina). — 10. Srednja i dugoročna prognoza plasmana na bazi modela zasićenosti — 11. Srednjoročna prognoza pomoću modela indikatora — 12. Prognoze visokog računa — 13. Prognoza pomoću linearnih filtara — 14. Analiza prognostičkog ponašanja ekonometrijskih modela pomoću spektralnih metoda — 15. Prognoza vremenskih redova pomoću autoregresivnih modela — 16. Input-output račun kao pomoćno sredstvo prognoze — 17. O simulaciji kao pomoćnom sredstvu prognoze.

Zienkiewicz, O. Z.: **Metoda finitnih elemenata (Methode der finiten Elemente).** — Carl Hanser Verlag, München, Beč 1975, 496 strana, 214 slika, 15 tab.

Prevodom engleskog standardnog dela, koje je preveo kolektiv autora Tehn. visoke škole u Karl-Marx-Stadt-u, pojavljuje se prvi put na nemačkom jeziku potpun prikaz finitnih elemenata. Ova metoda, koja je neobično popularna ne samo u građevinskoj statici i mehanici, nego se koristi sa uspehom i za zadatke u elektrotehnici i probleme strujanja u vodogradnji, predstavlja numerički aproksimacioni postupak, za koji su potrebni elektronski računari velikog kapaciteta. Ona se zasniva na osnovnom principu, da se kontinualne strukture razlažu u elemente, koji se tada povezuju npr. preko varijacionih problema i mogu se izraziti diskretnim odnosima. Sve to vodi do stava algebarskih jednačina, koje se mogu rešiti. Suštinska prednost tog postupka sastoji se u tome, što se može simulirati gradacijom elemenata po obliku i veličini proizvoljno oblikovanih ovičenja — npr. kolektori podzemne vode — i područja — npr. gde se dozvoljavaju iznenadne promene propustljivosti u kojima se jako menja i tražena funkcija.

Knjiga počinje osnovnim principima sastava konstrukcije i mreža; polazeći od pretpostavljenih pomeranja, tretiraju se najvažniji finitni elementi za probleme elasticiteta. Problemi virtuelnog rada, koji sačinjavaju jednu alternativu odnosno, minimiranja energije, vode ka poglavlju, u kom se problem formuliše u uopštenoj formi. Završetak podloga čine izvodi o najjednostavnijim oblicima elemenata i diskusija o jedno-, dvo- i trodimenzionalnim, kao i zakrivljenim elementima. Velik deo knjige je posvećen primeni. Tako su navedeni npr. elastični kontinumi, ravna, obrtno simetrična i prostorna naponska stanja, savijanje ploča, tanke i debele ljuskaste konstrukcije, stacionarni i nestacionarni problemi polja, problemi vibracija, nelinearni zakoni materije. Poslednje poglavlje je posvećeno računskoj tehnici i sadrži specifikaciju specifičnih potprograma (jezik programiranja FORTRAN).

»Zienkiewicz« spada, kako se u celom svetu smatra, u najbolja dela o finitnoj metodi elemenata. Knjiga je usmerena za korišćenje sa modernim računski orijentisanim, numeričkim postupcima proračuna u prirodnim naukama i tehnici.

Busch K. F. i Luckner L.: **Geohidraulika (Geohydraulik).** — 2. pregledano izdanje — 442 strane sa 277 slika i 58 tablica cena 75.— DM.

U ovoj knjizi su obrađene zakonitosti podzemnog kretanja vode i u glavnim crtama zakonitosti kretanja nafte i zemnog gasa.

U uvodnom delu su procesi podzemnog strujanja, tehnika merenja tih strujanja i hidrotehničke osobine tečnosti u kretanju i horizonta u kom se tečnost kreće.

Jedan dalji deo je posvećen matematičkom modeliranju i šematizaciji procesa strujanja.

Sledeća poglavlja obrađuju analitičke, modelsko-tehničke i numeričke mogućnosti rešavanja izvedenih matematičkih modela. Objašnjenja su dopunjena analitičkim postupcima rešenja uz mnogobrojne praktične primere. Poseban značaj poklonjen je numeričkim postupcima rešavanja u vezi sa digitalnim računarima.

Ova knjiga se može koristiti u vodoprivredi, kod odvodnjavanja površinskih otkopa, eksploatacije nafte i zemnog gasa, melioracije i u saobraćaju.

Lautrich, R.: **Tablice i table za hidraulički proračun cevovoda pod pritiskom, kanala za otpadnu vodu i žljebova** (Tabellen und Tafeln zur hydraulischen Berechnung von Druckrohrleitungen und Rinnen). 2. izdanje, Hamburg — Berlin: Paul Parey Verlag 1976., 381 strana, 151 slika, cena: 78.— DM.

Ova knjiga sa tablicama je potpuno iznova prerađena i proširena. U njoj su sadržane sve vrednosti, koje su potrebne za proračun cevovoda, kanala za otpadnu vodu i otvorene žljebove, i omogućavaju dokaz o stanju toka.

Upotrebljeni padovi su bez skokova, tako da se u praksi ne mora koristiti interpolacija, pa se time mogu izbeći greške. Sve u radnom listu A110 udruženja za tehniku otpadnih voda (ATV) predložene vrednosti hrapavosti unete su prema formuli Prandtl-Colebrook, a isto tako i vrednosti za $k = 0,1$ i $3,0$ mm, da bi se tablice mogle koristiti i za vodovode za čistu vodu i stare, ozidane kanale. Osim toga, u tablicama se nalaze potrebni faktori za preračunavanje prema Franke-u i Schmidt-u sa pripadajućim krivama visina punjenja za mnoge specijalne profile i žljebove.

U drugo izdanje unet je čitav niz novih stvari i poboljšanja: nove vrednosti za upotrebljiv postupak oblika koeficijenata radi proračuna specijalnih profila sa kojim se može jednostavno izračunati promena brzine uzimajući u obzir oblik profila; noviji rezultati ispitivanja i krive proračuna za područje hidrauličke delimičnog punjenja; poređenje koeficijenata brzine prema formuli Štriklera i vrednosti hrapavosti prema formuli Prandtl-Colebrook, da bi se mogle upotrebiti tačne jednačine oticanja za odvodne kanale; proširenje formula za proračun stanja oticanja, razmatranje sila oslonca kojima se omogućava jednoznačno ocenjivanje položaja nivoa vode i dijagram za određivanje gubitaka usled trenja u vodovima za mulj.

Habenicht H., **Sidra i sidrenje u cilju stabilizacije gorskog masiva** (Anker und Ankerungen zur Stabilisierung des Gebirges) Springer — Verlag: Wien — New York; cena US \$ 34,90; 210 strana, 109 slika; izdanje 1976.

Ovo delo je prvi prikaz celokupne tehnike sidrenja. U njemu se tretira sastav i način dejstvovanja pojedinih tipova sidra kao i njihovi

delovi, a takođe i mogućnost za njihovu primenu i proračun stabilizacije za usidrene zone gorskog masiva. Opširno je objašnjeno njihovo ispitivanje.

Prvi put su prikazana i objašnjena sva četiri suštinska efekta pojedinačnog i sistematskog sidrenja, pa su time obrađena polja primene kao stabilizacija kosina, osiguranje građevinske jame, sidrenje tunela i kaverni, sidrenje u jamskim hodnicima i otkopima.

U posebnoj poglavlju se sistematski objašnjava efikasnost teoretskih principa na osnovu slučaja primene u praksi.

Nova saznanja u građenju podzemnih prostori-
ja — **Fundiranje u stenama** (Neue Erkenntnisse im Hohlraumbau — Fundierungen im Fels); Predavanja 24. kolokvijuma o geomehanici Austrijskog društva za geomehaniku. Salzburg. 2. i 3. oktobra 1975; Springer — Verlag oznaka porudzbine: ISBN 3-211-81384-5; izdanje 1976. cena US \$ 52,80

Sadržaj: Iskustva pri gradnji garaža u kavernama — geološko istraživanje, geomehanička merenja i statičko dimenzionisanje pri građenju kaverne za pitku vodu; geološka iskustva kod primene mašina za izradu tunela; temeljenje u stenama velikih brana; problemi temeljenja kod gradnje žičara; ekonomski aspekti građenja velikih prostorijskih u gorskom masivu pod pritiskom — Tunnel švajcarskih železnica, izrada sa prečnikom od $10,76$ m, opis i principijelna razmatranja; građevinsko-geološka prognoza za izradu automobilskeg tunela kroz Arlberg; geotehnička merenja u tunelu Arlberg i njihov odraz na izvođenje radova; model »Tests for Slope Tunnels in Jointed Rocks«, geotehnički problemi i njihovo rešavanje pri građenju metroa u Beču; iskustva kod daljeg razvoja podgrađivanja (oblaganja) prskanim betonom u metrou Frankfurt; geotehnički problemi kod izrade metroa u Budimpešti.

Projektovanje provetravanja tunela i potkopa, izvođenje i rad (Tunnel- und Stollenlüftung-Projektierung). — Zbirka referata sa Simpozijuma od 8. aprila 1976. u Bernu Sv. 14 Dokumentationssreihe SIA (Referate der FGU-Studentagung), Priredila: SIA-Fachgruppe für Untertagebau, Zürich 1976, 95 str. cena: SFr 40.— (SIA skraćena za Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein)

Knjiga sadrži 9 članaka za simpozijum, koji su posvećeni isključivo projektovanju, izvođenju i radu postrojenja za provetravanje tunela i potkopa.

U uvodu prikazao je W. Balli nove smernice švajcarskog zavoda za osiguranje protiv nesrećnih slučajeva o dimenzionisanju i radu veštačkog provetravanja kod izvođenja podzemnih radova. Jedan od glavnih zahteva je, da brzina strujanja u separatno provetravanim tunelima u izradi mora iznositi u zavisnosti od izbijenog profila $0,25$, odnosno $0,30$ m/s. — U drugom

referatu o dimenzionisanju postrojenja za ventilaciju izneti su neki značajni rezultati merenja o koeficijentima trenja i parametrima gubitaka usled nezaptivosti vetrenih cevi, što je interesantno za separatno proveravanje u rudnicima. Još jasnije su naglašeni odnosi prema problemima isplinjavanja u hodnicima rudnika kamenog uglja u dva članka o pojavi gasa, u kojima su tretirani geološki i sigurnosni aspekti. Problem isplinjavanja je rešen kontrolnim tehničkim merenjem i neprekidnim provetravanjem pomoću ranije izrađenih pilot-potkopa u osovini tunela. Dalje je obrađen problem emisija CO putničkih kola i dimnih gasova dizel vozila kao i mere za razblaživanje istih, dok se u jednom članku tretira određivanje koncentracije CO i smanjenje vidljivosti kao merodavni kriterijumi za regulisanje potrebne količine čistog vazduha. Posebno je interesantan članak o sistemu provetravanja, u kom su izložene metode poprečnog i polupoprečnog provetravanja kao i uzdužno provetravanje sa različitim gledištima, između ostalog i suzbijanje požara. Na kraju su prikazani ekonomski aspekti provetravanja tunela, čiji se značaj naročito time podvlači, što je npr. u 16,3 km dugom drumskom tunelu St. Gotthard instalirano ukupno 18 ventilatora sa ukupnom pogonskom snagom od 23 MW.

Stugarev A. S, Sosnov V. D. i Čumakov E. V.: *Mogućnosti prognoziranja razvoja u industriji uglja* (Prognoziranje razvitiya ugol'noj promyshlennosti). — Izdanje, »Nedra«, Moskva 1976.

Knjiga obrađuje metodološke osnove prognoziranja razvoja u industriji uglja. Razmatran je i sistem prognoziranja socijalno-ekonomskog razvoja i drugih specifičnih sistema sa svim pripadajućim podsistemima, u okviru čega je dat i matematički model prognoze. Prikazan je značaj prognoziranja naučno-tehničkog progressa u industriji uglja kao graf-model, kao i problemi i elementi prognoziranja ekonomskog razvoja.

Posebno je interesantna »Generalna tema razvoja industrije uglja«, koja daje globalnu prognozu progressa. Izloženi su sadržaj, metodologija i organizacija rada ove šeme, koja predstavlja kompleks naučnih istraživanja sa zajedničkim ciljem, sprovedenim kroz niz kvalitativnih i kvantitativnih analiza. U prognoziranju i razradi »Generalne šeme razvoja industrije uglja« osnovni princip je: primena ekonomsko-matematičkih metoda i kompjuterski postupak obrade.

Izloženi metodološki princip može se primeniti i pri planiranju i prognoziranju u svim rudarskim granama industrije, uzimajući u obzir njihove specifičnosti.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom kadru u industriji uglja, kao i u projektno-konstruktorskim institucijama za ovu granu industrije i rudarstva.

Kortašev G. I.: *Organizacija poslova inženjera zaštite na radu* (Organizacija raboty inženera po tehnike bezopasnosti). — Izdanje, »Nedra«, Moskva, 1976.

Data su neophodna uputstva o organizovanju poslovne aktivnosti inženjera zaštite na radu u proizvodnim organizacijama. Ukazano je na niz problema u vezi planiranja poslova, kontrole sprovođenja mera zaštite, obuke radnika, davanja instrukcija i provere znanja iz oblasti zaštite na radu, organizovanju propagiranja zaštite, kao i sprovođenju raznih eksperimenata sa aspekta zaštite na radu.

Knjiga je namenjena službama zaštite na radu u radnim organizacijama.

Volohov M. I.: *Otprašivanje i kontrola zapašenosti vazduha u rudnicima* (Obespylivanie i kontrol' zapylenosti vozduha na rudnikah). — Izdanje »Nauka«, Alma-Ata, 1976.

Data je analiza opasnosti od pneumokonioza usled zagađenosti atmosfere u rudnicima obojenih metala u Kazahstanskoj Sovjetskoj Republici. Prikazani su rezultati ispitivanja električnih svojstava rudničke prašine i uljnih aerosola. Opisane su kompleksne mere otprašivanja vazduha kao: bušenje vodom, orušavanje uz primenu naelektrisanja kapljica vode i dr.

Pored pomenutog, prikazani su i rezultati istraživanja i tehničke karakteristike prenosnih, trenutnih i kontinualnih instrumenata za određivanje koncentracija prašine.

Posebno interesantna je metodologija, koju autor predlaže, za određivanje zapašenosti vazduha pomoću savremenih instrumenata, uzimajući u obzir sadržaj uljnih aerosola u uzorku, a kao i određivanje ekonomskih posledica pneumokonioza.

Sav izloženi materijal može korisno poslužiti pri primeni mera za otprašivanje vazduha u rudnicima, kao i pri izučavanju nekih svojstava aerosola.

Knjiga je namenjena inženjerima i naučnim radnicima koji se bave primenom zaštite na radu.

Patrušev M. A. i Samoilenko E. Ja.: *Usavršavanje i modernizacija provetravanja rudnika* (Sovershenstvovanie provetrivaniya ugol'nyh shaft). — Izdanje »Donbas«, Doneck, 1976.

Prikazana su stanja provetravanja rudnika u eksploataciji u Donbasu. Izložen je pristup provetravanju na većim dubinama eksploatacije, data su kompleksna rešenja provetravanja jama pri većem stepenu koncentracije rada, koja uključuju: izbor najefektivnijih šema provetravanja, optimalnu ukupnu depresiju, mogućnosti povećanja sigurnosti provetravanja u normalnim i specifičnim (požar i sl.) slučajevima, zatim mogućnosti regulacije šeme provetravanja i dr.

Prikazana je visoka efektivnost kod primene pomenutih mera u jamama u eksploataciji, a takođe i pri pripremi i otvaranju novih horizonata.

Knjiga je namenjena inženjerima rudarstva u proizvodnji i u naučno-istraživačkim ustanovama.

Rogov E. I. Bankin S. S. i Rjaskov E. Ja.: **Pouzdanost i kvalitetno provetravanje rudnika uglja** (Nadežnost' provetrivaniya ugol'nyh šaht). — Izdanje »Nauka«, Alma-Ata, 1975.

Izložene su teoretske osnove raščlanjivanja jamskih ventilacionih mreža, kriterijumi nedefinisanosti vektora slučajnih vrednosti aerodinamičkih otpora podzemnih objekata, kao i pojave parcijalnih količina vazduha u funkciji energije provetravanja. Autori dokazuju da se sistem provetravanja ponaša po hijerarhijskom organizacionom principu.

Predložen je matematički model za ocenu i povećanje u pouzdanosti jamskih ventilacionih mreža. U okviru ovoga dat je postupak i algoritam određivanja koeficijenata mogućnosti pročišćavanja (širenja) jamskih prostorija sa aspekta provetravanja.

Knjiga je namenjena specijalistima u rešavanju praktičnih i istraživačkih zadataka na ventilacionim, hidrauličnim, pneumatskim i drugim mrežnim sistemima.

Aliev G. M. A.: **Eksploatacija i remont elektrofiltara** (Eksploatacija i remont elektrofiltrov). — Izdanje »Energija«, Moskva 1976.

Prikazane su metode proračuna i izbora elektrofiltara, kao i konstrukcije, eksploatacija i remont savremenih suvih elektrofiltara, pratećih agregata i pomoćnih uređaja. Obraden je i postupak za povećanje efektivnosti elektrofiltara postupkom normalizovanja tehnološkog procesa i modernizacijom uređaja.

Pored ovoga, u knjizi su data uputstva za organizaciju i sprovođenje ispitivanja uređaja za prečišćavane gasova, kao i osnovni principi zaštite na radu pri eksploataciji elektrofiltara.

Knjiga je namenjena stručnim kadrovima elektro službi u privrednim organizacijama i projektnim i istraživačkim institucijama, koji se bave problemima prečišćavanja gasova pomoću elektrofiltara.

Panov G. E.: **Postupci smanjenja zaprašenosti u rudnicima i na površinskim otkopima** (Puti sniženija pyleobrazovanija v šahtah i na kar'erah). — Izdanje »Nedra«, Moskva 1976.

Izloženi su rezultati istraživanja fizičke suštine obrazovanja prašine. Razmatrana je zavisnost disperznosti drobljenja prirodnog uglja u odnosu na kompleks fizičko-mehaničkih osobina, a takođe i u odnosu na parametre radnih elemenata rudarskih mašina za dobijanje uglja.

Autor predlaže postupke za sniženje zaprašenosti u rudnicima i na površinskim otkopima, koji su obrađeni vrlo detaljno sa težištem na mogućnost upravljanja procesom izdvajanja prašine. Određena je efektivnost vlaženja uglja u masivu, kao jedna od mogućnosti smanjenja zaprašenosti.

Knjiga je namenjena rudarskim inženjerima koji rade u proizvodnji i u naučno-istraživačkim institucijama.

Otprašivanje drobilčnih postrojenja (Obespylivanie drobil'nyh cehov). — Izdanje »Nedra«, Moskva 1976.

Prikazani su i razlozi stvaranja prašine pri radu tehnologije za drobljenje materijala (rude), kao i postupci i sredstva za otprašivanje u pogonima pripreme mineralnih sirovina, kombinacija crne metalurgije i obojene metalurgije, industrije uglja, a takođe i u pogonima mašinske industrije.

Pored ovoga, date su i analitičke metode hidro i parnog otprašivanja, kao i količina vazduha za aspiraciju, u okviru čega su data i uputstva za eksploataciju uređaja za otprašivanje i njihovu kontrolu.

Knjiga je namenjena inženjerima na pogonima za drobljenje rude, a i stručnjacima naučno-istraživačkih i projektantskih ustanova. Takođe može korisno poslužiti studentima rudarskih i metalurških fakulteta.

Bibliografija

Eksploatacija mineralnih sirovina

Bachmann, H., Fleischer, M. i dr.: **Problemi intenzifikacije procesa upravljanja proizvodnjom u rudarstvu** (Probleme der Inten-

sivierung von Leitungsprozessen unter besonderer Berücksichtigung bergbautypischer Fragen)

»Neu Bergbautechnik«, 6 (1976) 12, str. 893—897, (nem.)

Lazukin, N. Ja., Zlobinskij, E. I. i Klanjuk, A. V.: Organizacija i struktura operativno-dispečerskog upravljanja preduzećima za ugalj (Organizacija i struktura operativno-dispečerskogo upravljenja ugal'nym predprijatim)

U sb. »Avtomatizacija i avtomatizir. sistemy upr. v ugal'n. prom-sti«, M., »Nedra«, 1976, str. 228—235, (rus.)

Meľnikov, N. V.: Osnovni pravci i principi izrade avtomatizovanih sistema upravljanja na rudnicima (Osnovnye napravlenija i principy sozdanija avtomatizirovannyh sistem upravljenja na rudnikah)

»Gornyj ž.«, (1977) 1, str. 19—20, (rus.)

Šojhet, L. A., Karpov, S. N. i dr.: Avtomatizovani sistem upravljanja tehnološkim procesima i proizvodnjom u rudnicima »Komsomol'skij« (ASU »Rudnik«) (Avtomatizirovannaja sistema upravljenja tehnološkičeskim processami i proizvodstvom rudnika »Komsomol'skij« — ASU »Rudnik«)

»Gornyj ž.«, (1977) 2, str. 24—29, (rus.)

Agoškov, M. I. i Kozakov, T. M.: O kriterijumima efektivnosti pri rešavanju rudarsko-ekonomskih zadataka (O kriterijah effektivnosti pri rešenii gorno-ekonomičeskih zadač)

»Gornyj ž.«, (1977) 1, str. 31—33, 6 bibl. pod., (rus.)

Veronin, A. V.: Metodske osnove određivanja tehničko-ekonomskih pokazatelja dobijanja različitih vrsta goriva (Metodičeskie osnovy opredelenija tehniko-ekonomičeskih pokazatelej dobyči različnyh vidov topliva)

U sb. »Vopr. sozdanija ASPR«, Vyp. 1, M., 1976, str. 70—91, (rus.)

Daskovskij, V. B.: Ekonomsko upravljanje investicionim sistemima (Ekonomičeskoe upravljenje investicionnymi sistemami)

»IVUZ. Gornyj ž.«, (1976) 11, str. 43—48, (rus.)

Bajburina, G. M., Bezkorovajnaja, G. V. i Šumkina, A. S.: Razrada orijentacionih odnosa između porasta produktivnosti rada, kapaciteta fondova i nivoa cene koštanja (Razrabotka orijentirujuščih sootnošenij meždū prirodnom proizvoditel'nosti truda, fondoemkosti i urovнем sebestoimosti)

»Nauč. tr. Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. ugal'n. in-t«, 1976, vyp. 53, str. 118—120, (rus.)

Stepanov, Ju. A., Frajman, Ja. B. i Bedin, V. I.: Iznalaženje metodologije ocene pojave koncentracije proizvodnje — na primeru rudnika uglja (Obosnovanie metodologii ocenki javlenija koncentracii proizvodstva — na primere ugal'nyh šaht)

U sb. »Vopr. ekon. dobyči uglja v Kuzbasse«, Kemerovo, Vyp. 7, 1976, str. 73—77, 2 il., 13 bibl. pod., (rus.)

Okrainec, T. I.: Ekonomsko-matematičko ispitivanje nivoa kapaciteta fondova proizvodnje u rudnicima rude gvožđa (Ekonomiko-matematičeskoe issledovanie urovnja fondoemskosti produkcii železorumnyh šaht)

»IVUZ. Gornyj ž.«, (1976), 12, str. 41—44, 2 tabl; (rus.)

Ferdman, M. I.: Planiranje iskorišćenja fonda plata i troškova proizvodnje u rudnicima — na primeru industrijskog udruženja »Rostovugolj« (Planirovanie ispol'zovanija fonda zarabotnoj platy i zatrat proizvodstva na šahtah — Na primere proizvodstvennogo ob'edinenija »Rostovugol'«)

»(Tr) Šahtin. in-t i proekt.-konstruk. ugal'n. in-t«, 1976, vyp. 17, str. 179—189, 6 tabl., (rus.)

Il'in, V. I., Partin, M. Ja. i dr.: Model produktivnosti rada za konkretne uslove jame novog tipa (Model' proizvoditel'nosti truda primenitel'no k konkretnym uslovijam šahty novogo tipa)

U sb. »Vopr. ekon. dobyči uglja v Kuzbasse«, Kemerovo, 1976, vyp. 7, str. 111—113, (rus.)

Gorbonos, M. G.: Metodika ispitivanja mehaničkih osobina stena pri dinamičkim opterećenjima u uslovima složenih naponskih stanja (Metodika issledovanija mehaničeskih svojstv gornyh porod pri dinamičeskom nagruženii v uslovijah složnyh naprjažennyh sostojanij)

U sb. »Fiz. i him. processy gorn. proiz-va«, M., 1976, str. 33—35, 2 bibl. pod., (rus.)

Burštejn, L. S.: Raspodela pukotina u stenama i dijagram »naponi — deformacije« (Rasprostranenie treščin v gornyh porodah i diagramma »naprjaženija — deformacii«)

U sb. »Ustojčivost' i kreplenie gorn. vyrabotok«, L., 1976, vyp. 3, str. 83—87, 2 il., 4 bibl. pod., (rus.)

Amusin, B. Z. i Karelin, N. N.: Korelacione zavisnosti reoloških osobina osnovnih pratećih stena i uglja od modula elastičnosti (Ko-

rrreljacionnye zavisimosti reologičeskikh svojstv osnovnyh uglemeščajuščih porod i uglja od modulja uprugosti)

U sb. »Ustojčivost' i kreplenie gorn. vyrabotok«, L., 1976, vyp. 2, str. 78—83, 5 il., 2 bibl. pod.

Dušek, F. i Svoboda, J.: Ponašanje stena pod dejstvom mehaničkih opterećenja talasastog tipa (The behaviour of rocks at stress wave loading)

»Dechema Monogr.«, 79 (1976) 1549—1575, (teil A/I), str. 115—129, 6 il., 3 tabl., 16 bibl. pod., (engl.)

Kawaguchi, T., Sassa, K. i Ito, I.: Fundamentalna ispitivanja na oceni čvrstoće stena u prirodnim uslovima (orig. na jap.)

»Nihon kogē kajsi, J. Mining and Met. Inst. Japan«, 92 (1976) 1064, str. 657—662, 12 il., 1 tabl., 14 bibl. pod.

Tkačuk, E. I.: Rekonstrukcija raspodele pokazatelja otvorene raspucalosti prema rezultatima vizuelnih osmatranja (Rekonstrukcija raspredelenija pokazatelej otkrytoj treščinovatosti po rezul'tatam vizual'nyh nabljudenij)

»Izv. Sev.-Kavkaz, nauč. centra vysš. školy. Tehn. n.«, (1976) 4, str. 81—84, 2 il., 2 tabl., 10 bibl. pod., (rus.)

Merenje napona u masivu stena. Materijali V svesaveznog seminara, Novosibirsk, 1—3 jula 1975. Deo I (Izmerenje naprjaženij v massive gornyh porod. Materialy V Vses. seminaru, Novosibirsk, 1—3 ijulja 1975. g. Č. 1)

(AN SSSR Sib. otd. In-t gor. dela), Novosibirsk, 1976, 123 str., il., (knjiga na rus.)

Markov, G. A.: Tektonski naponi i pitanja usavršavanja tehnologije podzemnih rudarskih radova (Tektoničeskie naprjaženija i voprosy soveršensntvovanija tehnologii podzemnyh gornyh rabot)

U sb. »Vopr. soverš. tehnologii podzemn. gorn. rabot«, Apatity, 1976, str. 3—10, 3 il., 10 bibl. pod., (rus.)

Selmeciné, N. M., Uređaj za ispitivanje polja napona metodom fotoelastičnosti oko jamskih prostorija u mehanici stena (Optikai feszültségvizsgáló berendezés a kozet, echanikban elforduló üregek körüli feszültségmezo vizsgálatára)

»Műsz. tud.«, 51 (1976) 3—4, str. 367—375, 9 il., 8 bibl. pod., (mađ.)

Corwine, J. W.: Kontrola jamskog pritiska (Roof control is more than just protection at the mine face)

»Coal Mining and Process.«, 13 (1976) 11, str. 48—53, 71, 4 il., (engl.)

Egorov, P. V., Red'kin, V. A. i Ivakov, V. N.: Ocena opasnosti od gorskih udara u stenama Džezkazganskog ležišta (Ocenka udaroopasnosti porod Džezkazganskogo mestoroždenija)

VNII gorn. ģeomeh. i markšejd. dela, L. 1976, 10 str., il., (Rukopis dep. u CNIEIugolj, 23 dec. 1976. g., Nr. 838), (rus.)

Dybel, T., Gerlach, Z. i dr.: Postupak obezbeđivanja sigurnosti pri obavljanju rudarskih radova u masivu stena koji je opasan na gorske udare (Sposób zabezpieczenia eksploatacji górniczej w górotworze tapiacym)

(Kopalnia Wegla Kommiennego »Miechowice«) Patent NR Poljske, kl. 5 d 17/18, (E 21 f 17/17), Nr. 74384, prijav. 10. 12. 71, Nr. P. 152043, objav. 27. 01. 75.

Erofeev, N. P.: Promena napona u stubovima u zavisnosti od širine otvaranja i dubine otkopavanja (Izmenenie naprjaženij v celikah v zavisnosti ot širiny obnaženija i glubiny razrabotki)

In-t gorn. dela AN KazSSR, Alma-Ata, 1976, 19 str., il., 15 bibl. pod., (Rukopis dep. v VINITI-u 15 marta 1977. g. pod Nr. 992—77 (Dep.), (rus.)

Luk'janov, P. F., Gološčapov, R. E i Barsukov, I. I.: Ispitivanje veze između tehnoloških parametara otkopnih i zasipnih radova na radilištu (Issledovanie vzaimodejstvija tehnologičeskikh parametrov vyemočnyh i zakladočnyh rabot v očištnyh zabojah)

U sb. »Podzemn. razrabotka mošč. ugol'n. Plastov«, Kemerovo, 1976, vyp. 4, str. 59—65, 2 il., 3 bibl. pod., (rus.)

Dobrovol'skij, V. V., Simonov, V. I. i dr.: Hidrauličko zasipavanje otkopanog prostora u rudnicima uglja (Gidravličeskaja zkladka vyrabotannogo prostranstva na ugol'nyh šahtah)

M., »Nedra«, 1975, (knjiga na rus.)

Vjatkin, A. P., Medvedev, G. I.: **Jednačina kretanja zasipnih smeša kroz cevi** (Uračunavanja kretanja zakladnočnih smesaj po trubom) »Sb. nauč. tr. Magnitogorsk, gorno-metallurg. in-t«, 1975, vyp. 15, str. 176—183, 6 bibl. pod., (rus.)

Ražkov, Ju. A., Skrynnik, L. S. i Orlov, V. N.: **Rezultati jamskih ispitivanja eksperimentalno-industrijskog uređaja za pripremanje i doziranje rastvora flokulanta u zasipnu pulpu** (Rezultaty šahtnyh ispytaniy opytno-promyšlennoj ustanovki dlja prigotovleniya i dozirovki rastvorov flokuljantov v zakladonuju pul'pu)

U sb. »Podzem. razrabotka mošč. ugol'n. plastov«, Kemerovo, 1976, vyp. 4, str. 84—88, 2 il., 1 tabl., (rus.)

Matyszczyk, S. i Czekaj, A.: **Korišćenje pepela iz termoelektrana za zasipavanje podzemnih otkopanih prostora** (Wykorzystanie popiołów lontnych do podsadzania podziemnych pustek)

»Wiad. górń.«, 27 (1976) 10, str. 312—314, 3 il., 2 tabl., 4 bibl. pod., (polj.)

Lopatín, A. E., Burmin, G. M. i dr.: **Korišćenje otpadaka industrije za pripremanje samovezujućeg zasipa** (Ispol'zovanie othodov promyšlennosti dlja prigotovleniya tverdejuščej zakladki)

»Gornyh ž.«, (1977) 1, str. 48—50, 3 tabl., (rus.)

Repin, N. Ja., Taškinov, A. S. i Sysoev, A. A.: **Osnove projektovanja optimalnih parametara radova na bušenju i miniranju u sistemu SAPR za uslove površinskih otkopa uglja** (Osnovy proektirovanija optimal'nyh parametrov buro-vzryvnyh rabot v sisteme SAPR dlja uslovij ugol'nyh razrezov)

U sb. »Razrabotka ugol'n. mestorožd. otkrytym sposobom«, Kemerovo, 1976, vyp. 5, str. 152—166, 3 il., 1 tabl., 8 bibl. pod., (rus.)

Sirotenko, V. D.: **Ispitivanje rotacionog bušenja dubokih minskih bušotina na površinskom otkopu JuGOKa** (Issledovanie šaroščeno go burenija glubokih vzryvnyh skvažin na kar'ere JuGOKa)

In-t geotehn. meh. AN USSR. Dnepropetrovsk, 1976, 8 str. il., (Rukopis dep. u VINITI-u 15 marta 1977, Nr. 1001—77 Dep.), (rus.)

Heinze, H., Bercker, H. i Bergmann, S.: **Priručnik za tehniku miniranja** (Handbuch Sprengtechnik. Oberyng)

Leipzig, VEB Dtsch. Verl. Grundstoffind., 1975, 545 str., il., (knjiga na nem.)

Bhargava, D. N.: **Osnovni pravci usavršavanja i zahtevi za eksplozivima u Indiji** (Future trends in explosive requirements in India)

»Indian Mining and Eng. J.«, 15 (1976) 1, str. 53—59, 2 tabl., 6 bibl. pod., (engl.)

Manon, J. J.: **Ekspluzivi: njihova klasifikacija i karakteristike** (Explosives: their classification and characteristics) »Eng. and Mining J.«, 177 (1976) 10, str. 81—85, 3 il., 4 tabl., (engl.)

Dutta, P. K. i Bagchi, A.: **Neki teorijski i praktični aspekti miniranja sa ANFO** (Some theoretical and practical aspects of ANFO blasting)

»Indian Mining and Eng. J.«, 15 (1976) 1, str. 21—35, 14 il., 14 bibl. pod., (engl.)

Saluja, S. S., Singh, D. P. i Ratan, S. S.: **Savremena praksa u korišćenju ANFO eksploziva** (Current practices in the use of ANFO explosive)

»Indian Mining and Eng. J.«, 15 (1976) 7, str. 55—59, 2 il., 1 tabl., 9 bibl. pod., (engl.)

Sharma, S. N.: **Široka skala primene ANFO u površinskom otkopavanju** (Large-scale use of ANFO in open-cast mining)

»Indian Mining and Eng. J.«, 15 (1976) 7, str. 117—123, 4 tab., (engl.)

Laxminarayanan, S.: **Ekonomska efikasnost primene ANFO na površinskim otkopima** (Economics of utilisation to ANFO in large scale open-cast mines)

»Indian Mining and Eng. J.«, 15 (1976) 7, str. 111—116, 3 il., 1 tabl., 8 bibl. pod., (engl.)

Srivastava, A. C.: **Aspekti sigurnosti pri miniranju sa ANFO** (Safety aspects of ANFO blasting)

»Indian Mining and Eng. J.«, 15 (1976) 1, str. 61—66, 2 tabl., (engl.)

Morozov, Ju. I.: **Kratka analiza šema pripremanja i otvaranja otkopnih polja i postupaka zaštite pripremljenih hodnika moćnih hori-**

zonalnih slojeva u jamama Tom-Usinskogo rejonu (Kratkij analiz shem podgotovki i otkrotki vyemochnyh polej i sposobov ohrany podgotovitel'nyh vyrabotok moščnyh pologih plastov na šahtah Tom'-Usinskogo rajona)

U sb. »Podzemn. razrabotka mošč. ugol'n. plastov«, Kemerovo, 1976, vyp. 4, str. 26—32, (rus.)

Arsenov, N. S., Partin, M. Ja. i dr.: Uticaj moćnosti otkopavanog sloja na cenu koštanja uglja (Vlijanie moćnosti razrabatyvaemogo plasta na sebestoimost' uglja)

U sb. »Vopr. ekon. dobyči uglja v Kuzbasse«, Kemerovo, 1976, vyp. 7, str. 30—33, 2 il., 1 tabl., (rus.)

Luk'janov, P. F., Vylegžanin, V. N. i Koževin, V. V.: Geomehantička ocena uticaja širine otkopnog hodnika na stabilnost ugljenog masiva pri otkopavanju sloja po usponu sa zasipavanjem (Geomehantičeskaja ocenka vlijanija širiny očistnoj vyrabotki na ustojčivost' ugol'nogo massiva pri vyemke plasta po vosstaniju s zakladkoj)

U sb. »Podzemn. razrabotka mošč. ugol'n. plastov«, Kemerovo, 1976, vyp. 4, str. 33—47, 6 il., 2 tabl., 4 bibl. pod., (rus.)

Koževin, V. V.: O usavršavanju sistema otkopavanja moćnih slojeva uglja sa hidrauličkim zasipavanjem (K soveršensntvovaniju sistemy razrabotki krutyh ugol'nyh plastov s gidravličeskoj zakladkoj)

U sb. »Podzemn. razrabotka mošč. ugol'n. plastov«, Kemerovo, 1976, vyp. 4, str. 72—79 (rus.)

Luk'janov, P. F.: Parametri otkopnog polja i radilišta pri otkopavanju moćnih slojeva uglja strmog pada sa potpunom mehanizacijom proizvodnih procesa i potpunim zasipavanjem otkopanog prostora (Parametry vyemochnog polja i očistnogo zaboja pri razrabotke moščnyh ugol'nyh plastov krutogo padenija s pol'noj mehanizacij vseh proizvodstvennyh processov i polnoj zakladkoj vyrabotannogo prostranstva)

U sb. »Podzemn. razrabotka mošč. ugol'n. plastov«, Kemerovo, 1976, vyp. 4, str. 3—9, 4 bibl. pod., (rus.)

Mahno, E. Ja. i Vasil'ev, A. V.: Usavršavanje otkopavanja moćnih slojeva sa prinudnim obrušavanjem i ispuštanjem uglja (Soveršensntvovanie razrabotki moščnyh plastov s pri-

nuditel'nyh obrušeniem i vypuskom uglja)

U sb. »Podzem. razrabotka mošč. ugol'n. plastov«, Kemerovo, 1976, vyp. 4, str. 106—117, 3 il., 6 bibl. pod., (rus.)

Šestakov, V. A.: Savremeni problemi otkopavanja rudnih ležišta (Sovremennye problemy razrabotki rudnyh mestoroždenij)

»Izv. Sev. Kavkaz. nauč. centra vysš. školy. Tehn. n.č., (1976) 4, str. 79—81, 2 il., 8 bibl. pod.

Sitko, V., Stachowicz, J. i Kostyra, S.: Primer primene teorije igara u problemima optimizacije pri izboru varijante otkopavanja sloja u rudniku (orig. na srp-hrv.)

»Produktivnost«, 18 (1976) 6, str. 316—319, 3 il., 2 tabl., 2 bibl. pod.

Slaščilin, I. T., Rubcov, N. V. i dr.: Optimalni parametri sistema otkopavanja primenom samohodne opreme za uslove kosih ležišta srednje moćnosti (Optimal'nye parametry sistemy razrabotki s primeneniem samohodnogo oborudovanija dlja uslovij naklonnyh zaležej srednej moćnosti)

»Sb. nauč. tr. Magnitogorsk. gornometallurg. in-t«, 1975, vyp. 15, str. 157—165, 4 il., 1 tabl., 1 bibl. pod., (rus.)

Kurchalija, V. S., Saišmelāšvili, D. I. i Džaniašvili, Ju. G.: Pitanje otkopavanja moćnog sloja u Čiaturskom ležištu mangana (S voprosu razrabotki moćnogo plasta na Čiaturskom mestoroždenii marganca)

U sb. »Tezisy dok. XX Resp. nauč. konf. prof. prepodavat. sostava Gruz. politehn. in-ta i rabotn. proi-va, 1976, č. 2«, Tbilisi, 1976, str. 49—55, (rus.)

Berger, M.: Oprema površinskog otkopa mrkog uglja i sistemi prevoza uglja do termoelektrane u Tajlandu (Tagebau-Ausrüstung und Bekohlung für ein Braunkohle-Kraftwerk in Thailand)

»Fördern und Heben«, 27 (1977) 1, str. 36—38, 8, 5 il., (nem.)

Krug, M.: Kriterijumi i metodika planiranja na površinskom otkopu Frimmersdorf (1960—1975. g.) (Planungskriterien und angewandte Planungsmethoden in den Tagebauen Frimmerdorf (1960—1975.))

»Braunkohle«, 28 (1976) 10, str. 362—370, A2, 8 ils., 7 tabl., 4 bibl. pod., (nem.)

Štukaturov, K. M., Volegov, B. M. i Kazancev, S. K.: Uporedna analiza tehničkog nivoa domaćih i inostranih površinskih otkopa rude gvožđa (Sravnitel'nyj analiz tehničeskogo urovnja otečestvennyh i zarubežnyh železrudnyh kar'erov)

»IVUZ. Gornyj ž.«, (1976) 12, str. 15—18, 1 tabl., 1 bibl. pod., (rus.)

Krasavin, A. P., Tiščenko, V. I. i Kononov, S. P.: Uticaj dubine otkopavanja na tehničko-ekonomske pokazatelje dubokih površinskih otkopa uglja (Vlijanie glubiny razrabotki na tehničko-ekonomičeskie pokazateli glubokih ugol'nyh razrezov)

»Sb. nauč. tr. N.-i. i proekt. in-t ugol'n. prom-sti«, 1976, vyp. 3, str. 3—6, 2 tabl., (rus.)

Šarpov, N. A., Kolobov, A. F. i dr.: Izvesna praksa u primeni novijih ekonomsko-matematičkih metoda i klasičnih matematičkih teorija za upravljanje proizvodnim procesima i tehnologijom (Nekotoryj opyt primeneniya novyjših ekonomiko-matematičeskikh metodov i klasičeskikh matematičeskikh teorij dlja upravlenija proizvodstvennymi processami i tehnologijej)

U sb. »Mehaniz. otkrytyh gorn. rabot«, Irkutsk, 1976, str. 89—91, (rus.)

Akutin, G. K., Gul'ko, L. V. i dr.: Avtomatizacija tehnoloških procesa na površinskim otkopima (Avtomatizacija tehnologičeskikh processov na kar'erah)

M., »Nedra«, 1977, 312 str., il., (knjiga na rus.)

Bazylev, V. G., Kočetygov, A. A. i Scharov, M. A.: Modeliranje parametara organizacije radova utovarno-transportne opreme pri površinskom otkopavanju ležišta (Modelirovanie parametrov organizacii rabot pogruzočno-transportnogo obqrudovaniya pri otkrytoj razrabotke mestoroždenij)

U sb. »Prikl. matematika«, Tula, 1975, vyp. 3, str. 99—106, 1 il., 5 bibl. pod., (rus.)

Holodnjakov, G. A., Kul'bickij, V. B. i Ščitov, D. I.: Regulisanje režima radova na otkrивci na površinskom otkopima koji otkopavaju strma ležišta male moćnosti a velike dužine (Regulirovanie vskryšnyh rabot na kar'erah razrabatyvajuščih malomoščnye krutopadajuščie mestoroždeniya bol'šoj protjažennosti)

U sb. »Razrabotka ugol'n. mestorožd. otkryтым sposobom«, Kemerovo, 1976, vyp. 5, str. 108—110, 2 il., 1 tabl., (rus.)

Panačev, I. A., Mazaev, V. M. i dr.: O mogućnosti proširivanja oblasti primene bestransporthne tehnologije pri otkopavanju kosih ležišta (O vozmožnosti rassirenija oblasti primeneniya bestransporthnoj tehnologii pri razrabotke naklonnyh mestoroždenij)

U sb. »Razrabotka ugol'n. mestorožd. otkryтым sposobom«, Kemerovo, 1976, vyp. 5, str. 132—138., 2 il., 1 bibl. pod., (rus.)

Fedjunin, I. G.: Mehanizacija remonta rudarské opreme na površinskim otkopima (Mehanizacija remonta gornogo oborudovaniya na kar'erah)

U sb. »Mehaniz. otkryt. gorn. rabot«, Irkutsk, 1976, str. 132—134, (rus.)

Izrada principijelno novih mašina i mehanizma za površinsko otkopavanje uglja u SAD (New equipment concepts abound as surface-mining technology is spurred by increased demand for coal)

»Coal Age«, 81 (1976) 10, str. 91—102, 107—108, 111—113, 36 il., (engl.)

Rotorni bager za radove na otkrивci (Surge pit bucket wheel reclaimer for overburden)

»World Coal«, 2 (1976) 12, str. 30, 1 il., (engl.)

Rotorni bageri na otkopavanju uglja u SAD (Bucker wheel excavators — the huge newcomers)

»Coal Age«, 81 (1976) 10, str. 179—180, 2 il., (engl.)

Muhtarov, T. M., Tyškanbaev, D. Č.: Ocena postupaka transporta stenske mase na površinskim otkopima Almalika (Ocenka sposobov transportirovaniya gornoj massy na kar'erah Almalika)

In-t gorn. dela AN KazSSR, Alma-Ata, 1976, 12 str., il., 3 bibl. pod., (Rukopis dep. u VINITI-u 14 febr. 1977, Nr. 53577 Dep.), (rus.)

Balagurov, L. I., Zlobinskij, E. I. i Isaev, Ju. M.: Avtomatizacija transporta na površinskim otkopima uglja (Avtomatizacija transporta na ugol'nyh razrezah)

U sb. »Avtomatiz. i avtomatizir. sistemy upr. v ugol'n. prom-sti«, M., »Nedra«, 1976, str. 178—189, 9 il., 1 tabl., (rus.)

Priprema mineralnih sirovina

Vladimirov, V. P. i Mihajlov, S. P.: **Ispitivanje mogućnosti obogaćivanja oksidne rude bakar-molibden** (Issledovanie na obogatomost' okislennoj medno-molibdennoj rudy)

U sb. »Metallurgija i metallovedenie«, Alma-Ata, 1976, vyp. 5, str. 40—46, 2 il., 3 tabl., (rus.)

Stachurski, J. Sanak, S. i Oruba, E.: **Ispitivanje obogaćivanja siromašnih oksidnih ruda olovo-cink** (Badania nad możliwością wzbogacania utlenionych niskoprocentowych rud cynkowo-olowiowych)

»Rudy i metale niezel.«, 21 (1976) 12, str. 477—484, 6 il., 5 tabl., 19 bibl. pod., (polj.)

Prasad, M. S.: **Obogaćivanje kompleksnih sulfidnih ruda ležišta Kuroko — Japan** (Kuroko deposits in Japan and their beneficiation)

»J. Inst. Eng., Mining and Met. Div.«, 56 (1976) 3, str. 110—117, 2 il., 5 tabl., 5 bibl. pod., (engl.)

Maraševa, N. I. i Gladkij, A. P.: **Proračun granulometrijskog sastava uglja prema veličini relativne meljivosti** (Račun granulometrijskog sastava uglja po veličine odnositel'noj izmel'čivosti)

»Nauč. tr. N-i. i projekt-konstruk. in-t obogašč. tverd. gorjućih iskopaemyh«, 1976, vyp. 9, str. 59—62, (rus.)

Babenkov, I. S. i Ražkov, R. K.: **Neka pitanja teorije drobljenja i razaranja stena i ruda** (Nekotorye voprosy teorii drobljenja i razrušenija gornyh porod i rud)

U sb. »Stroit. i gorn. mašiny«, M., 1976, str. 128—132, (rus.)

Pankratov, S. A., Boldov, Ju. V. i Pihalenko, I. G.: **Dinamička metoda drobljenja u konusnim drobilicama** (Dinamičeskij metod drobljenja v konusnyh drobilkah)

U sb. »Stroit. i gorn. mašiny«, M., 1976, str. 120—127, (rus.)

Madej, W., Maslowski, Cz i dr.: **Kontrola stepena otvaranja mineralnih zrna u procesu obogaćivanja i uređaj** (Sposób kontrolowania stopnia uwolnienia mineralów użytecznych w procesie wzbogacania kopalin oraz urządzenie do stosowania tego sposobu) (Instytut Metali Nieżelaznych)

Patent NR Poljske, kl. 1 a 13, (B 03 3/00), Nr. 75517, prij. 8. 05. 72, Nr. P. 155224, objav. 10. 04. 75.

Kosoij, G. M., Romanovič, V. S. i Hilimon, V. V.: **Hidrociklon** (Gidrociklon)

(Belorus, fil. Vses. n-i. i projekt. in-ta metalurgii) Avt. sv. SSSR, kl. B 04 C 5/14, B 04 C 11/00, Nr. 528123, prijav. 31. 03. 75, Nr. 2118518, objav. 7. 10. 76.

Badeev, Ju. S., Žaksybaev, N. K. i dr.: **Konusni separator za obogaćivanje ruda obojenih i retkih metala** (Konusnyj separator dlja obogaščenija rud cvetnyh i redkih metallov) (Vses. n-i. i projekt. in-t meh. obrab. polezn. iskopaemyh) Avt. sv. SSSR, kl. B 03 B 5/28, Nr. 513720, prijav. 30.09. 74, Nr. 2062920, objav. 20. 07. 76.

Mason, R. H.: **Prenosni uređaj za obogaćivanje uglja u teškim sredinama** (Portable preparation plant features heavy media cleaning)

»Coal Mining and Process.«, 13 (1976) 11, str. 56—57, 5 il., (rus.)

Fajnerman, V. B.: **Kinetika adsorpcije površinsko-aktivnih materija iz rastvora** (Kinetika adsorpciji poverhnostno-aktivnyh veščestv iz rastvorov)

»Kolloid. ž. 39 (1977) 1, str. 106—112, 5 il., 1 tabl., 19 bibl. pod., (rus.)

Sagradin, A. L. i Grigorjan, Z. K.: **Ispitivanje uticaja penušača na adsorpciju ksantogenata na površini halkopirita** (Issledovanie vlijanija penoobrazovatelja na zakreplenie ksantogenata na poverhnosti hal'kopirita)

»Tr. Arm. n-i. i projekt. in-ta cvet. metalurgii«, 1975, vyp. 3 (12), str. 31—37, 5 il., 2 tabl., (rus.)

Stechemesser, H.: **Gustina adsorpcije na površinama dodira trofaznog sistema** (Adsorptionsdichte and den Grenzflächen von Dreiphasensystemen)

»Freiber. Forschungsh.«, A (1977) 568, str. 61—71, 4 il., 1 tabl., 14 bibl. pod., (nem.)

Skrylev, L. D., Dašuk, L. A.: **Flotaciona aktivnost koloidno rastvorenih sapuna zemno-alkalnih metala** (Flotacionnaja aktivnost' kolloidno-rastvorenyh myl ščeločozemel'nyh metallov)

»IVUZ. Gornyj ž.«, (1976) 12, str. 130—133, 3 il., 1 tabl., 6 bibl. pod., (rus.)

Griffith, R. M. i Parkinson, Ch.: **Reagenti i proces flotacije minerala** (Materials and processes for flotation of mineral substances) (Allied Colloids Ltd)

Engleski patent, kl. C3P, (C 08 F 20/56, B 03 B 1/04), Nr. 1452605, prijav. 1. 03. 73, Nr. 10030/73, objav. 13. 10. 76, (engl.)

Košerbaev, K. T., Kajbaev, D. K. i dr.: **Selektivna aktivacija galenita pri razdvajanju složenog sulfidnog koncentrata pri šemi direktne selektivne flotacije** (Selektivnaja aktivacija galenita pri razdelennii složnogo sulfidnogo koncentrata po sheme prjamoj selektivnoj flotaciji)

Usb. »Metallurgija i metallovedenie«, Alma-Ata, 1976, vyp. 5, str. 3—6, 1 tabl., 4 bibl. pod., (rus.)

Raganjan, A. A., Adžemjan, A. Z. i Tagvorjan, K. T.: **Neka pitanja sniženja potrošnje natrijum sulfida pri razdvajanju koncentrata bakar-molibden** (Nekotoryj vopros siniženija rashoda sernistogo natrija pri razdelenii medno-molibdenovogo koncentrata)

»Tr. Arm. n.-i. i proekt. in-ta cvet. metallurgii«, 1975, vyp. 3 (12), str. 53—61, 3 il., 7 bibl. pod., (rus.)

Bikbov, A. A., Lomovcev, L. A. i Zinin, V. N.: **Magnetni separator** (Magnitnyj separator)

Avt. sv. SSSR, kl. B 03 C 1/10, Nr. 506431, prijav. 16. 02. 73, Nr. 1883142, objav. 7. 05. 76.

Murray, H. H.: **Obogaćivanje nekih industrijskih minerala i uglja u magnetnom separatoru visokog intenziteta** (Benefication of selected industrial minerals and coal by high intensity magnetic separation)

»IEEE Trans. Magn.«, 12 (1976) 5, str. 498—502, 11 il., 2 tabl., 11 bibl. pod.

Oberteuffer, J. A.: **Tehnički razvoj magnetnih separatora sa visokim gradijentom polja** (Engineering development of high gradient magnetic separators)

»IEEE Trans. Magn.«, 12 (1976) 5, str. 444—449, 6 il., 5 tabl., 29 bibl. pod., (engl.)

Gavriš, D. I. Strelov, K. K. i dr.: **Hemijske metode obogaćivanja magnezita** (Himijske metode obogašćenija magnezita)

»Ogneupory«, (1977) 2, str. 17—23, (rus.)

Formanek, J. i Laštovka, R.: **Nova metoda obogaćivanja oksidnih ruda bakra** (Ne-konvenčni uprava naoxydovaných mědnatých rud)

»Sb. VŠCHT Praze«, 1975 (1976), G17, str. 61—71, 7 il., 5 tabl., 6 bibl. pod., (češ.)

Lifirenko, V. E. i Volova, M. L.: **Obogaćivanje bemitnih boksita sa visokim sadržajem gvožđa selektivnom flokulacijom** (Obogašćenie vysokoželezistyh bemitovyh boksitov selektivnoj flokulacijej)

»Cvet. metally«, (1977) 1, str. 78—80, 3 il., 3 tabl., (rus.)

Tabizyk, A., Halaburdo, N. i Bekierz, G.: **Poliglikolni flokulanti** (Poliglikolowe środki flokulacyjne)

»Prz. górniczy«, 32 (1976) 9, str. 408—410, 4 tabl., 8 bibl. pod., (polj.)

Kočura, E. V., Marjuta, A. N. i Dmitriev, V. I.: **Uređaj za regulisanje dvostepenog ciklusa mlevenja** (Ustrojstvo dlja regulirovanija dvuhstadijnogo cikla izmel'čenija) (Dnepropetrov. gorn. in-t)

Avt. sv. SSSR, kl. B 02 C 25/00, Nr. 487670, prijav. 24. 12. 73, Nr. 1979479, objav. 28. 01. 76.

Zobnin, B. B.: **Sistemi upravljanja kvaliteto koncentrata rude gvožđa u procesima suve i mokre magnetne separacije** (Sistemy upravljenja kačestvom železnorodnogo koncentrata dlja processov suhoj i mokroj magnitnoj separaciji)

U sb. »Povyš. effektivn. proiz-va v uslovijah gornodobyvaj. železnorudn. kombinatov«, Sverdlovsk, 1976, str. 159—166, 2 bibl. pod., (rus.)

Sumenkov, M. S. i Matočkin, V. A.: **Izrada matematičkog modela algoritma optimizacije rada sekcije fabrike za obogaćivanje uz vođenje računa o promenljivom kvalitetu sirovine** (Postroenie matematičeskoj modeli i algoritma optimizacii raboty sekcij obogatitel'noj fabрики s učetom peremennogo kačestva syr'ja)

U sb. »Povyš. effektivn. proiz-va v uslovijah gornodobyvaj. železnorudn. kombinatov«, Sverdlovsk, 1976, str. 90—107, 5 tabl., (rus.)

Krasucki, F. i Kalinowski, K.: **Modeliranje automatskog upravljanja procesom obogaćivanja uglja u teškim suspenzijama** (Symu-

lacija automatycznego sterowania procesem wzbogacania węgla cieczech cie zkich)
»Zesz. nauk. PSI«, (1976) 471, str. 101—112, 3 il., 1 tabl., 8 bibl. pod., (polj.)

Haung, H. H. i Bartlett, R. W.: Kinetika oksidacije peleta od koncentrata bakra i kreča (Oxidation kinetics of a lime-copper concentrate pellet)
»Met. Trans.«, B7 (1976) 3, str. 369—374, 9 il., 1 tabl., 7 bibl. pod., (engl.)

Horol'skij, V. P. i Rybalko, B. I.: Automatizacija procesa drobljenja ruda u tehnološkoj liniji postrojenja za drobljenje (Automatizacija procesa drobljenja rud v tehnološkoj liniji drobil'nyh fabrik)
U sb. »Povyš. effektivn. proiz-va v uslovijah gornodobyvajušč. železornudn. kombinatov«, Sverdlovsk, 1976, str. 166—169, (rus.)

Ventilacija i tehnička zaštita

Rudnička ventilacija i tehnika sigurnosti (Rudničnaja ventilacija i tehnika bezopasnosti) (Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. nauč.-tehn. sb. vyp. 46)
Kiev, »Tehnika«, 1977, 124 str., il., (knjiga na rus.)

Ventilacija jama i sprečavanje endogenih požara (Ventilacija šaht i predupreždenie endogennyh požarov)
(Tr. Vost. NII po bezopasn. rabot v gorn. prosti, vyp. 26), Kemerovo, 1975, 168 str., il., (knjiga na rus.)

Janov, A. P., Vaščenko, V. S.: Zaštita rudničke atmosfere od zagađivanja (Zaštita rudničkoj atmosfery ot zagrjaznenija)
M., »Nedra«, 1977, 263 str. il., (knjiga na rus.)

Boneckij, V. A., Bogatyrev, V. D. i Sadohin, V. P.: Ocena filtracionog usisavanja vazduha pri izboru šema provetravanja (Ocena fil'tracionnyh prososov vazduha pri vybore shem provetrivaniya)
»Tr. Vost. NII po bezopasn. rabot v gorn. promsti«, 26 (1975), str. 39—47, 2 il., 3 bibl. pod., (rus.)
Plant, R.: Ventilacija u jami West Cannock Nr. 5 (Ventilation at West Cannock Nr. 5 Colliery)
»Colliery Guard.«, 225 (1977) 1, str. 9—13, 7 il., (engl.)

Geršun, O. S., Čepenko, A. V. i dr.: Karakteristika ventilacionih parametara otkopnog polja pri promeni šeme njegovog provetravanja (Harakteristika ventilacionnyh parametrov vyemočnogo učastka pri izmenenii shemy ego provetrivaniya)
»Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. nauč.-tehn. sb.«, 1977, vyp. 46, str. 15—20, 3 il., 1 tabl., 3 bibl. pod., (rus.)

Abramov, F. A., Panov, N. S. i Pestov, S. N.: Cifarski mikrobarometar (MBC) za obavljanje depresionih snimanja u jami (Cifrovoy mikrobarometr (MBC) dlja provedenija depressionnyh s'emok šaht)
»Ugol'«, (1972) 2, str. 52—54, 2 il., (rus.)

Vaščenko, V. S., Ušakov, P. P. i Kuročenko, V. M.: Ekonomska effektivnost sniženja gubitaka depresije u kanalima ventilatora za glavno provetravanje (Ekonomičeskaja effektivnost' sniženija poter' depressii v kanalakh ventiljatorov glavnogo provetrivaniya)
»Šahtn. str.-vo«, (1977), 1, str. 20—22, 5 il., 1 tabl., (rus.)

Kolmakov, V. A. i Bepjatov, G. A.: Pitanje dinamičke metode proračuna količine vazduha potrebne za provetravanje (K voprosu o dinamičeskom metode rasčeta količestva vazduha dlja provetrivaniya šaht)
U sb. »Podzemn. razrabotka mošč. ugoľn. plaštov«, Kemerovo, 1976, vyp. 4, str. 210—215, 5 bibl. pod., (rus.)

Bojko, V. A. i Kremenčuckij, N. F.: Proračun parametara regulisanja raspodele vazduha primenom metoda linearnog programiranja (Rasčet parametrov regulirovaniya raspredelenija vazduha s primeneniem metodov linejnogo programmirovaniya)
»Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. nauč.-tehn. sb.«, 1977, vyp. 46, str. 3—10, 1 il., 4 tabl., (rus.)

Kasimov, O. I. i Verzilov, M. I.: Provetravanje otkopnih zona kod stubnog sistema otkopavanja (Provetrivanie vyemočnyh učastkov pri stolbovoj sisteme razrabotki)
»Ugoľ' Ukrainy« (1977) 1, str. 40—42, 2 il., 5 bibl. pod., (rus.)

Krivickij, M. D., Balinskij, B. V. i Degtjarev, A. P.: Metodika ispitivanja kretanja vazduha u otkopanom prostoru metodom

radioizotopne indikacije (Metodika issledovanja dviženija vozduha v vyrabotannom prostranstve metodom radioizotopnoj indikacii)

U sb. »Bor'ba s gazom, pyl'ju i vybrosami v ugol'nyh šahtah«, Makeevka-Donbass, 1976, vyp. 12, str. 49—53, (rus.)

Filatov, S. S. i Rosljakov, S. M.: Klassifikacija i uslovi effektivne primene šema veštečke ventilacije površinskih otkopa (Klassifikacija i uslovija effektivnogo primenenija shem iskusstvennoj ventiljacii kar'erov)

U sb. »Ohrana truda i tehn. bezopasn. v gornorudn. prom-sti«, M., »Nedra«, Vyp. 2, 1976, str. 93—98, 2 il., 2 tabl., (rus.)

Levin, E. M., Suslin, Ju. V. i Pak, V. V.: Ispitivanja modela konturnog uređaja za provetravanje površinskih otkopa (Issledovanie modeli konturnoj ustanovki dlja provetrivanija kar'erov)

»Sb. nauč. tr. In-t gorn. meh. i tehn. kibernet. im. M. M. Fedorova«, (1976) 40, str. 73—75, 2 il., 1 bibl. pod., (rus.)

Irisov, S. G.: Zakonitosti isticanja gasa iz ugljeva koji su opasni na izboj (Zakonomernosti istečenija gaza iz vybrosopasnyh uglej)

»Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. nauč.-tehn. sb.«, 1977, vyp. 46, str. 71—77, 3 il., 2 tabl., 6 bibl. pod., (rus.)

Gromov, V. A.: Gasna propustljivost uglja pri promeni pritiska u sloju (Gazopronicaemost' uglja pri izmenenii plastovogo davlenija)

U sb. »Bor'ba s gazom i pyl'ju putem gidrorasčlenenija plastov. Sb. po probl. »Upr. svojstvami i sostojaniem massivov gorn. porod.«, M., 1976, str. 95—98, 3 il., 2 bibl. pod., (rus.)

Sokolov, E. M. i Caturjan, S. I.: O zadatku proračuna propustljivosti gasa kroz ugljeni sloj (K zadače o rasčete gasopronicaemosti ugol'nogo plasta)

U sb. »Prikl. matematika«, Tula, vyp. 3, 1975, str. 58—64, 9 bibl. pod., (rus.)

Anisimov, V. I.: Tehničko-ekonomski pokazatelji metoda degazacije koje se primenjuju u karagandinskom basenu pri probijanju pripremni hodnika (Tehniko-ekonomičeskie pokazateli metodov degazacii, primenjaemyh v Karagandinskom bassejne pri provedenii podgotovitel'nyh vyrabotok)

U sb. »Bor'ba s gazom i pyl'ju putem gidrorasčlenenija plastov. Sb. po probl. »Upr. svojstvami i sostojaniem massivov gorn. porod.«, M., 1976, str. 42—47, 1 il., 2 tabl., 2 bibl. pod. (rus.)

Fel'dman, L. P., Lapko, V. V. i Fedjaev, O. I.: Ispitivanje procesa degazacije pratilaca ugljerih slojeva bušotinama (Issledovanie processov degazacii sputnikov ugol'nyh plastov skvažinami)

»IVUZ. Gornyj ž.«, (1976) 12, str. 57—64, 4 il., 6 bibl. pod., (rus.)

Rjabčenko, A. S., Siroš, M. K. i dr.: Uticaj prostornog rasporeda degazacionih bušotina na njihov rad (Vlijanie prostranstvennogo raspoloženija degazacionnyh skvažin na ih proizvoditel'nost')

»Tr. Vost. NII po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti«, 26 (1976), str. 63—67, 2 tabl., (rus.)

Fields, H. H., Cervik, J. i Goodman, T. W.: Degazacija i dobijanje prirodnog gasa kroz ventilaciono okno u Pitsburškom basenu uglja (Degasification and production of natural gas from an air shaft in the Pittsburgh coal-feld)

»Rept. Invest. Bur. Mines. U. S. Dep. Inter.«, (1976) 8173, 23, str., 22 il., 2 tabl, 8 bibl pod., (engl.)

Bruyet, B. i Liabeuf, J. J.: Proračun parametara drenaže metana pomoću elektronskog računara (Automatic computation of methane drainage networks)

»World Coal«, 2 (1976) 12, str. 17—18, (engl.)

Božko, V. L., Popov, I. N. i Pogrebnaia, A. Ja.: Uslovi obrazovanja opasnog skupljanja metana u otkopanom prostoru otkopne zone (Uslovija obrazovanija opasnih skuplenij metana v vyrabotannom prostranstve vyemočnogo učastka)

U sb. »Bor'ba s gazom, pyl'ju i vybrosami v ugol'n. šahtah«, Makeevka-Donbass, 1976, Vyp. 12, str. 12—14, 2 bibl. pod., (rus.)

Polevščikov, G. Ja., Čerkasov, V. S. i Lohov, V. I.: Modeliranje procesa toka iznenadnog izboja uglja i gasa (Modelirovanie processa protekanija vnezapnogo vybrosa uglja i gaza)

»Tr. Vost. NII po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti«, 26 (1976), str. 147—153, 3 il., 7 bibl. pod., (rus.)

Petuhov, I. M., Egorov, P. V. i dr.: Postupak zaštite moćnih, veoma kompaktnih slojeva uglja koji su skloni iznenadnim izbojima uglja i gasa (Sposob zaščity moščnyh, ves'ma sbližennyh ugol'nyh plastov, sklonnyh k vnezapnym vybrosam uglja i gaza)

Avt. sv. SSSR, kl. E 21 C, 41/04, E 21 41/00, Nr. 533731, prijav. 20. 05. 74, Nr. 2025084, objav. 27. 10. 76.

Čulakov, P. Č., Muhitov, I. D. i dr.: **Uređaj za uzimanje proba zaprašenog vazduha** (Ustrojstvo dlja otbora prob zapylennoho vozduha) (Kazahst. politehn. in-t)

Avt. sv. SSSR, kl. E 21 F 5/00, G 01 N 15/00, Nr. 526711, prijav. 15. 05. 73, Nr. 1921879, objav. 13. 10. 76.

Beresnevič, P. V., Borisov, V. G. i dr.: **Borba sa obrazovanjem prašine u zonama ciklično-kontinualne tehnologije** (Bor'ba s pylebrazovanjem na učastkah ciklično-potočnoj tehnologiji)

»Gornyj ž.«, (1977) 1, str. 75—79, 4 il., 2 bibl. pod., (rus.)

Lesnikov, S. V., Jarovoj, I. S. i dr.: **Neke tehnološke metode sniženja zaprašenosti pri radu rotornih bagera u Nikopoljskom basenu mangana** (Nekotorye tehnologičeskie metody sniženija zapylenosti pri rabote rotornyh ekskavatorov v Nikopol'skom margancevom bassejne)

U sb. »Ohrana truda i tehn. bezopasn. v gornorudn. prom-sti«, M., »Nedra«, (1976) vyp. 2, 56—58, (rus.)

Davies, A. W. i Baird, W. K.: **Opasnost od vode** (Water dangers)

»Mining Eng.«, 136 (1976—1977) 188, str. 175—182, diskus. 182—184, 7 bibl. pod., (engl.)

Kowalski, Z., Wilk, A. i dr.: **Uređaj za odvođenje vode iz jamskih prostorija sa hidrauličkim zasipom** (Urzadzenie do odprowadzania wody z podsadzanego hydraulicznie warobiska) (Główny Instytut Górnictwa)

Patent NR Poljske, kl. 5 d 15/04, (E 21 f 15/04), Nr. 76024, prijav. 21. 05. 73, Nr. P. 162724, objav. 19. 05. 75.

Pumpa velike snage za rudnik bakra Bougainville (Pump power for Bougainville)

»Austral. Mining«, 68 (1976) 10, str. 6, (engl.)

Gluzberg, E. I.: **Ispitivanje razmene toplote između uglja i vazduha koji se kroz njega filtrira** (Issledovanie teploobmena meždu ugljem i fil'trujuščimsja vozduhom)

»IVUZ. Gornyj ž.«, (1976) 11, str. 67—70, 2 il., 5 bibl. pod., (rus.)

Raskidkin, V. K. i Sokolovskij, O. M.: **Određivanje zone intenzivnog samozagrevanja jalovinske mase kod jalovišta** (Opredele-

nie zony intensivnogo samonagrevanija otval'noj massy ploskih porodnyh otvalov)

Makeev, NII. Makeevka, 1976, 5 str., (Rukopis dep. u CNIEI-ugolj 28 dec. 1976, Nr. 890).

Al'perovič, V. Ja., Košivskij, B. I. i dr.: **Kontrola temperatura u žarištima požara prema odnosu koncentracija etilena i acetilena u gasovima** (Kontrol' temperatur v očagah požarov po sootnošenijam koncentracij etilena i acetilena v gazah)

»Ugol' Ukrainy«, (1977) 1, str. 46—47, 2 il., (rus.)

Potemkin, V. Ja., Svetličnyj, V. P. i Avramčuk, R. N.: **Karakteristike režima ventilacije pri likvidaciji podzemnih požara** (Osobennosti ventilacionnyh režimov pri likvidaciji podzemnyh požarov)

»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1976) 12, str. 51—52, 2 il., (rus.)

Kamneva, A. I., Salmin', L. A. i dr.: **Korišćenje hemijskih materija kompleksnog dejstva za borbu protiv endogenih požara i prašine na površinskim otkopima uglja** (Primenenie himičeskih veščestv kompleksnogo dejstija dlja bor'by s endogennymi požarami i pyl'ju na ugol'nyh razrezah)

»Tr. Mosk. him.-tehnol. in-ta im. D. I. Mendeleeva«, 1976, vyp. 91, str. 3—7, 42 bibl. pod., (rus.)

Kozljuk, A. I., Ivčenko, A. I. i Mamaev, V. V.: **Određivanje koncentracije toksičnih produkata gorenja u početnom stadijumu razvoja požara u prostorijama sa trakastim transporterima** (Opređenje koncentracii toksičnyh produktov gorenija v načal'nom stadii razvitija požarov v vyrabotkah, oborudovannyh lentočnyimi konvejerami)

Makeev, NII po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti. Makeevka-Donbass, 1976, 11 str., (Rukopis dep. u CNIEIugolj 9 dec. 1976. Nr. 783).

Giardino, D. A. i Seiler, J. P.: **Dozimetri buke — prošlost, sadašnjost, budućnost** (Noise dosimeters: past, present and future)

»U. S. Dep. Inter. Mining Enforc. and Safety Admin, Inform. Rept.«, (1976) 1049, 11 str. il., (engl.)

Misagi, F. L., Inderberg, J. G. i dr.: **Uslovi rada u rudnicima SAD sa visokom temperaturom i kriterijumi rada u ovim uslovima** (Heat stress in hot U. S. mines and criteria for standards for mining in hot environments)

»U. S. Dep. Inter. Mining Enforc. and Safety Admin. Inform. Rept«, (1976) 1048, il., 67 str., (engl.)

Cena nekih primarnih proizvoda rudarstva u svetu*)

Mr Milan Žilić, dipl. ekon.

Prosečne cene kamenog i mrkog uglja i koksa nekih karakterističnih zemalja u periodu 1971—1976. god. i marta 1977. u izvornim vrednostima i težinskim jedinicama**) kao i cene koksa u Jugoslaviji u prvom polugodištu 1977. godine

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine						
		1971.	1972.	1973.	1974.	1975.	1976.	1977. mart
KAMENI UGALJ								
Savezna Republika Nemačka								
— Rurski koksni ugalj II, 10/6-0 mm za top. i. koks., fco rurski revir	DM/t	85,32	90,40	94,19	119,85	152,00	...	...
— Rurski orah III, spec. sagorlj. I, za domać., fco rurski revir	DM/t	88,29	93,00	96,92	119,73	145,50	157,50	157,50
— Antracit orah IV 22—12 mm, za domaći, fco rur- ski revir	DM/t	129,54	134,75	139,75	176,17	203,00	...	...
Francuska								
— Masni orah, 50—80 mm, fco sever. revir	FF/t	118,21	118,50	125,50	186,60	...	...	...
— Antracit, fin — 0/6 mm, fco sev. franc. rud.	FF/t	...	...	...	...	192,00	192,00	192,00
— Plam. orah, 20/30— 15/35 mm, fco Rudn. Lothringen	FF/t	123,27	127,00	127,00	169,65	208,00	...	...
— Saar- A prosejan, mas., fco utovaren Benning	FF/t	192,79	202,55	205,99	324,47	434,66	...	...
Belgija								
— Masni orah, 30—50 mm fco vagon Rudnik Campine	B frs/t	1.080	1.095	1.095	1.700	2.400	...	...
— Antracit orah, III, 18/30—20/30 mm, fco vagon rudnik	B frs/t	2.057	2.065	2.107	2.604	3.135	...	...
Italija — Milano								
— Gasno plam., polj., 40—80 mm, fco utovareno	Lit/t	22.526	21.567	20.850	32.995	43.900	50.063	56.950

*) S obzirom na vrlo česte izmene međusobnih odnosa valute, iznete dolarske cene, sem dolarskog područja samo su približno tačne.

**) Preise Löhne Wirtschaftsrechnungen, fachserie M Statistisches Bundesamt Wiesbaden — sveske iz 1970. — 1977. god.

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine						
		1971.	1972.	1973.	1974.	1975.	1976.	1977. mart
— Antracit orah, nem., 30—50 mm, fco utov.	Lit/t	34.003	36.392	42.675	63.950	77.088	...	...
— Antracit orah, juž. afrič., 30—60 mm, fco utovareno	Lit/t	29.024	28.317	31.133	55.204	65.992	...	...
Švajcarska								
— Antracit, Rur, 30—50 mm, uvoz. cena fco granica	Šfrs/t	236,85	231,91	234,70	289,63	303,38	...	...
SAD								
— Bitumen, domaća prodaja na veliko, pros. cena, fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	11,21	11,37	...	...	...	...	...
— Bitumen, industr. prosejan, pros. cena, fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	9,97	10,38	11,82	...	...	...	...
— Pensilvanija, antracit kesten, pros. cena fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	17,67	18,23	20,04	29,97	44,86	...	...
MRKI UGALJ BRIKETIRAN								
Sav. Rep. Nemačka								
— Rajnski, finožrnasti, utovaren, određene cene za osnovno područje	DM/t	46,17	50,00	54,50	58,00	65,30	...	...
Italija — Milano								
— nemački, fco utovareno u vagon	Lit/t	20.402	21.226	25.392	38.219	45.367	...	...
Švajcarska								
— nemački »Union«, uvozne formi- rane cene	Šfrs/t	130,89	140,75	148,26	165,97	172,00	...	...
Austrija — Beč								
— nemački, rajnski »Union« fco veletrgovačko skladište	Sch/dt	105,33	107,89	116,63	...	...	...	...
— srednjonemački »Rekord« fco veletrgovačko skladište	Sch/dt	95,90	101,48	104,81	...	...	...	...

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine						
		1971.	1972.	1973.	1974.	1975.	1976.	1977. mart
KOKS								
Sav. Rep. Nemačka								
— Rur III, 90—40 mm, fco rurski revir	DM/t	132,50	138,25	143,79	182,92	215,50	227,50	230,50
Belgija								
— Topionički, 60—80 mm, fco vagon koksara	Bfrs/t	1.925	1.925	1.925	3.091	3.131	...	...
Francuska								
— Topionički, 60—90 mm, fco Severni revir Francuske	FF/t	195,83	201,00	203,33	291,79	360,50	396,00	403,00
— Livački, 60—90 mm fco Severni revir Francuske	FF/t	242,50	246,00	251,33	324,83	423,75	...	...
Austrija								
— 40—60 mm, težine preko 2 t, isporuke fco veliki potrošači	Sch/dt	169,70	163,30	151,00	191,83	241,57	...	...
Italija — Milano								
— Topionički, 40—70 mm, fco uto- vareno u vagon stanice Milano	Lit/t	34.783	34.069	36.458	73.829	96.858	101.508	121.775
— Livački, fco utovareno u vagon stanice	Lit/t	41.775	41.850	43.892	85.425	111.758	...	...
Švajcarska								
— gasni	Šfrs/t	228,81	217,19	218,08	259,33	311,06	...	...
— lomljen, 40—60 mm	Šfrs/t	226,31	214,94	216,35	262,61	317,08	...	...
SAD								
— Conelsville, topionički, fco peći	\$/2000 lb	24,61	23,10	24,96	60,88	88,00	88,00	88,00
Koks — Jugoslavija, cene u drugom kvartalu 1977.								
— Metalurški koks						Din/t	\$/t	
— krupan, granulat preko 20 mm »Zenica«						1934	107,44	
— sitan, granulat od 0 do 20 mm »Lukavac«						1648	91,56	
— Livački koks »A« — Lukavac						2550	141,67	

Cene nekih ruda i koncentrata obojenih metala ili njihove prerade polovinom januara 1974, 1975, 1976 kao i junz 1977. god. u Evropi*)

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Junj 1977.
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 nom.
komad, sulfid. ruda od 60% Sb, cif	18,00—20,00	28—30	20—22	23—26
nerafinisan (topljeni sulfid), 70%, komad	1,942	3,966	2,842	\$ po m. toni 3694
nerafinisan, 70%, crni prah	2,051	4,103	2,964	3865
Bismut				
koncentrat, oksid, min. 60% Bi, cif	nom.	nom.	\$ po kg sadržajnog metala (Bi) nom.	nom.
Hrom				
ruski, komad, min. 48% Cr ₂ O ₃ , 3,5 : 1, cif	48—52	100—140	150—170	\$ po m. toni 150—170
pakistanski, drobit, komad, 48% Cr ₂ O ₃ , 3 : 1, fob	nom.	nom.	nom.	nom.
iranski, tvrdi komad., 48/50%, 3 : 1, cif	nom.	nom.	nom.	nom.
turski, komad., 48%, 3 : 1 baza (skala 90 centi) fob	36—41	90—105	130—140	130—140
turski koncent. 48%, 3 : 1 baza (ista skala) fob	34—39	70—80	90—110	90—110
transvalski drobit komad., baza 44% cif	nom.	55—65	55—65	55—65
Mangan				
48/50% Mn, maks. 0,1% P, cif	0,86—0,92	1,35—1,45	metalurški \$ po m. toni jed Mn 1,35—1,45	1,45—1,50
38/40% Mn, cif	nom.	nom.	nom.	nom.
70/85% MnO ₂ , komad, cif	56—62	111—125	elektro sortiran \$ po m. toni 95—108	80,75—91,05
70/75% MnO ₂ , mleven, mešavina, cif	86—97	153—177	132—152	111,67—128,85
Molibden				
koncentrat. fob Klimaks, min. 85% MoS ₂	3,792	5,720	5776	\$ po t Mo u MoS ₂ 7606
koncentrat nekih drugih porekla, cif	3,748—3,858	5,650—5,767	5732—5842	7606—7716
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 46848—50706
25/40% baza 30% Ta ₂ O ₅ , cif	16,534—18,739	28,660—33,069	31967—35274	46297—50706

*) Odnos \$: £ računat u: — januar 74. 2,182 : 1 — januar 75. 2,354 : 1 — januar 76. 2,030 : 1 — juni 77. 1,718 : 1

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Juni 1977.
Titan rude				A \$ po m. t
Rutile konc. 95/97% TiO ₂ , pakovan, fob/Fid	140—148	290—330	290—330	220—230
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
Uraniјum				\$ po kg U ₃ O ₈
kon., ugovorne osnove, fob rudnik	13—18	22—29		55—77
heksafluorid	13—18	20—26	24—33	59—82
Vanadiјum				\$ po kg V ₂ O ₅
pentaoksid, topiv, min. 98% V ₂ O ₅ , cif	3,7—3,9	4,5	4,8	5,2
ostali izvori	—	4,4—5,5	4,7—5,5	5,1—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 £ 360 cif	125—143	115—135	133—143	145—155
Kalaj koncentrat				
70/75% Sn (odbitak 1 jedinice)	55	58	nom.	nom.
30/65% Sn (odbitak 1,6 jedinice)	11—122	120—132	416—507	352—429
20/30% Sn (uključivo odbitak)	251—284	412—447	447—528	378—447

Cene nekih primarnih proizvoda obojenih metala na međunarodnom tržištu polovinom januara 1974, 1975, 1976. i juna 1977. god. *)

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Junij 1977.
— Bakar				\$ po m. toni ili kg
Australija, baza vajerbar, cif gl. austral. luke (A. \$)	1.714	940	940	1240
Belgija, elektrolitni, fco fabrika	2.224	1.234	1.215	1291
Kanada, fob Toronto Montreal (kan. \$)	1.631	1.502	1.389	1656
Francuska, W/B (GIRM), fot, isključ. takse	3.213	1.223	1.235	1328
Zapadna Nemačka, elektrolitni (cene isporuke)	2.207—2.230	1.241—1.253	1.239—1.251	1347—1360
katode	2.212—2.244	1.175—1.216	1.189—1.200	1296—1330
Italija, W/B, 99,99%, fco fabrika	2.235	1.272—1.332	1.239—1.317	1431—1488
Japan, fco. robna kuća-zvanična cena	2.078	1.299	1.284	1402
-tržišna cena	2.078	1.236	1.218	1384
Južna Afrika, W/B (elektro vajerbar)	2.919	1.262	1.523	1921
— Olovo				
Australija, fob, luka Pirie (A. \$)	410	385	290	550
Kanada, isporučeno (kan. \$)	386	474	406	683
Francuska, fot, isključ. takse, 99,9%	938	532	350	575
Zapadna Nemačka, primarno olovo	609—621	aprox. 536	344—355	612—655
Italija, 99,9%, fco fabrika	636	590—643	389—417	710—766
Japan, elektrolitni, — zvanične cene	663	600	395	719
fco rob. kuća — tržišne cene	753	566	379	719
— Cink				
Australija, HG (A. \$)	647	647	644	743
Kanada, isporučeno PW (kan. \$)	683	816	811	783
Francuska, fot, isklj. takse, 99,95% oko 99,75%	1.094	863	826	738
Zapadna Nemačka, primarni rafinisani 99,99%	1.120	845	808	722
Italija, elektrolitički, 99,95%, fco fabrika	788—1.553	882	799—803	697
99,99%, fco fabrika	796—1.745	891	799—803	697—701
98,50% fco fabrika	701	908—984	784—820	729—761
	697	904—984	780—820	722—755
*) Odnos \$:f računat u:	— januar 74.	2,182:1	— januar 76.	2,030:1
	— januar 75.	2,354:1	— junij 77	1,718:1

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Juni 1977.
Japan, fco, robna kuća — zvanične cene	767	886	846	755
Vel. Britanija, ingoti — tržišne cene	765	766	810	769
Vel. Britanija — ingoti min. 99,5% — premija			— 9	700
Vel. Britanija — ingoti min. 99,5% — premija			— 0	7,7
određeni dobavljači — premija	17	11	0	0
min. 99,99% — premija	...	28	0	13,7
određeni dobavljači — premija	...	19	16	0—6,9
...	...	38	0—8	
— K a l a j				
Belgija, rafinirani, fco robne kuće	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
Francuska, fot. isključ. takse	10.202	7.601	—	10410
Zapadna Nemačka 99,9%	—	7.149—7.220	6762—6832	10438—10539
Italija, fco fabrika	7.504	8.100—8.478	7341—7629	11326—11823
Japan, elektrolitni, fco robna kuća	7.525	7.828	6816	10423
— A l u m i n i j u m				
primarni ingoti, svetska cena				
Kanada, cif sve glavne luke izuzev SAD,	933	860	860	1124
Kanade, V. Britanije, Lat. Amerike				
Lat. Amerika, ingoti 99,5% bazne cene				
cif. sve luke Lat. Amerike	nerasp.	893	893	1157
Određene ostale transakcije:				
min. 99,5%, ingoti, cif Evropa	829—840	636—671	690—710	1030—1045
min. 99,7%, ingoti, cif Evropa	851—862	671—718	721—741	1030—1080
Australija, ingoti 99,5% fco rob. kuća (A. \$)	707	707	754	907
Francuska, 99,6% fot. isključ. takse	1.055	890	921	1093
Zapadna Nemačka, 99,5%	873—912	1.031	965	1224
Italija, 99,5%, fco fabrika	669	1.075—1.120	835—878	1161—1240
Japan, fco robna kuća	1.111	916	905	1222
SAD, 99,5%, fob kupac	639	860	904	1124
Velika Britanija, kan. am. i engleske				
objavlji. cene, min. 99,5% ispor.	595—595	892	852	1082
objavlji. cene, min. 99,8% ispor.	1.106—1.016	922	865	1125

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Juni 1977.
— Antimon				
Evrop. slob. trži. regulus 99,6%, cif Evropa	3.055—3.382	2.236—3.060	3.146—3.349	2.650—2.700
Francuska, 99%, fob isključ. takse	6.142	3.510	3.671	3.400
Italija, 99,6% fco fabrika	3.467	3.785—4.239	3.455—3.742	2.930—3.268
Japan-Tokio, fco robna kuća	3.942	5.330	3.622	4.133
Velika Britanija, 99%, isporuke od 5 tona	1.887	3.766	2.943	3.694
99,6%, isporuke od 5 tona	1.942	3.966	2.994	3.737
SAD, 99,5%, fob Laredo	2.028	4.916	3.483	3.858
— Bizmut				
Evropsko slob. tržište, lot od tone, cif	16.755—17.086	13.889—16.007	10.472—11.197	10.031—10.362
Velika Britanija, proizv. prodaja 99,99%, fot	14.330	19.841	16.534	16.534
Francuska, 99,95%, fot, isključ. takse	25.563	20.747	17.514	15.694
— Kadmijum				
Evropske referencne cene 99,95% šipke	7.353—7.855	9.110—9.298	4.263—4.425	6.168—6.271
cif/fco fabrika, lot od tone	7.892—8.003	4.960—5.291	3.527—3.638	5.423—5.578
Evropsko slobodno tržište, cif Evropa	7.959—8.069	5.071—5.401	3.571—3.682	5.467—5.627
ingoti	11.645	8.940	4.412	6.509
šipke	7.993	8.933—9.690	4.318—5.038	6.086—6.762
Francuska (Komora sindikata) fot	8.600	9.660	7.572	8.266
Italija, fco fabrika 99,95%, šipke	9.854	9.993	6.914	7.188
Japan, fco robna kuća zvanična cena	8.267	9.370—9.480	4.409	6.614
tržišna cena	8.267	9.370	4.409	6.614
SAD, 99,95%, šipke, lotovi od tone	7.937—7.589	6.227—6.487	4.028—4.699	6.249—6.628
Velika Britanija—Komonvelt, šipke 99,95%, cif,				
slob. trži. ingoti i šipke				
— Kalcijum				
Vel. Britanija, šipke i dr. isporučeno	4.810—7.216	5.190—7.784	4.475—6.713	3.788—5.681
— Hrom				
Vel. Britanija, komad. min. 99%, 5—100 t lot	2.251	3.437—4.002	3.958—4.364	4.862—5.257

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Juni 1977.
— Kobalt				
Svet — Sozacom, cif (od XII 76.)	—	—	—	11634
Velika Britanija, Sogemin, isp. cif.	6.579	8.267	8818	11897
Zambijski, cif	6.834	8.510	8556	11464
Francuska, fot, isključ. takse 100 kg nadalje	9.555	8.716	8791	11851
Japan, fco robna kuća	5.017	4.663	4609	nerasp.
USA, proizvođačke cene, cif	—	—	—	11464
— Germanijum				
Velika Britanija zona raf. 300 oma/cm, dažb. plaćene, \$ po kg	190	285	246	208
— Magnezijum				
Evrop. slob. tržište ingoti min 99,8%, cif	1.047—1.102	1.813—1.883	1807—1857	1940—2072
Francuska, čist, fot isključ. takse	1.569	2.123	2066	2264
Italija, 99,9%, fco fabrika	1.109	2.120—2.195	1943—2015	2310—2367
Velika Britanija, elektro min. 99,8%, isključ. dažb.	1.047	2.472	2131	2300
ingoti od 8 kg, min 99,8%	1.060	2.163	1969—1999	2311
ingoti od 4 kg, elektro 99,8%	1.813	2.177	1981	nerasp.
prah, klasa 4, fco fabrika	1.270	2.328	2008	"
»Raspings« isporuke u Engleskoj		2.131	1838	"
— Mangan				
Velika Britanija, elektro min. 99,95% isključ. takse	807—873	1.354—1.401	1167—1208	1134
Italija, 96/97%, fco fabrika	930	1.665—2.120	1295—1583	1352—1578
— Molibden				
Velika Britanija, prah	8.401—8.728	12.241—12.534	11876—12280	15376—15891
— Nikl				
Slob. tržište, rafinirani, cif Evropa	3.197—3.395	3.858—4.299	4145—4497	4541—4784
Kanada 99,9% fob rob. kuća Toronto/Mont-real	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
Francuska, rafinirani, fot isključ. takse	5.274	4.541	5018	5432

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Junij 1977.
Italija, katode i zna 99,5%, fco fabrika Holandija — Amax, briketi fob Rotterdam	3.997	5.299—5.753	4.894—5.110	5.860—6.198
Japan, Tokio, fco robna kuća	4.300	4.663	4.950	5.290
Velika Britanija, rafinisani, isp. od 5 i više t	3.393	4.230	4.915	5.289
»F« kugle isp. od 5 i više t	3.198	4.363	4.980	5.424
sinter 90 (sadržaj nikla)	3.209	nerasp.	nerasp.	5.446
sinter 75 (sadržaj nikla)	3.198	3.963	4.633	5.118
Incomet, isporučeno			4.910	5.307
feronikl—Falconbridge				5.204
SMLN—FNC. \$/t Ni				5.335
SAD, 99,9%, fob proizv. rob. kuće,	3.373—3.571	4.431—4.519	4.850	5.181
uklj. uvoz. car.			4.850	5.181
Amax, briketi, fob luke				
— Platina				\$ po kg
Italija 99,99%	5.302	5.481—6.540	4.750—5.182	5.049—5.601
Velika Britanija, empirijski rafinisana	4.946	6.282—6.584	5.058	5.358
SAD, fob Njujork	5.079—5.240	6.109—6.430	4.983—5.305	5.208
— Renijum				\$ po kg
engl. prah, min. 99,99%	—	—	1.421	1.203
— Živa				\$ po flaši od 34,5 kg
Evropsko slob. trži. min. 99,99% cif gl. evr. luke	265—270	175—190	78—83	125—135
Japan, Tokio, fco robna kuća	357	305	198	190
SAD (MW Njujork)	280—288	190—225	116—122	128—138
— Selen				\$ po kg
Velika Britanija, 99,5% komad lotovi od 100 lb	24	40	40	40
Evropsko slobodno tržište, cif	36—37	22—24	19—20	32—34
— Silicijum				
Evropsko slob. trži. norm. kval. 98,5% Si, cif	1.135—1.309	1.150—1.250	795—820	850—870
Italija, fco fabrika	571	1.317—1.665	907—993	958—1.014
Velika Britanija, min. 98%, lot 10—20 tona	567—589	1.318—1.354	934—964	1.031—1.065
— Srebro				
Japan, fco robna kuća	123	144	146	161
— Telur				
Velika Britanija, komad. i prah 99/99,5%	12.026	22.046	22.046	33.069
šipke min. 99,5%	12.026	22.046	22.046	33.069
— Titan				
Velika Britanija, bileti, 400—100 m/m	...	7.086—10.311	6.110—8.891	5.171—7.525

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala (LME) i engleskom tržištu (MB) u 1976., januar-maj i prosek maj 1977. god*)

\$ po m. toni, kg i flaši

Opis		1976.			1977. god.		
		najviše	najniže	prosek	januar—maj najviše najniže	prosek	
Bakar (LME)	— cash vajerbar	1.690	1.040	1.412	1.550	1299	1371
	— cash katode	1.671	1.013	1.392	1.534	1283	1354
	— tromes. vajerbar	1.755	1.074	1.463	1.602	1334	1406
	— tromes. katode	1.735	1.055	1.443	1.584	1316	1389
	— settlem. vajerbar	1.690	1.040	1.412	1.551	1300	1371
	— settlem. katode	1.672	1.020	1.392	1.535	1283	1355
	— bakar. cif Evropa			1.407	...	...	...
Olovo (LME)	— cash	545	296	452	753	517	660
	— tromesečno	551	308	470	773	535	656
	— settlement	545	296	453	754	518	661
Cink (LME)	— cash	811	602	712	755	549	611
	— tromesečno	839	620	740	784	565	628
	— settlement	812	602	713	756	550	612
Cink (GOB)	— proizvodna osnova	...	...	795	...	...	752
Kalaj (LME)	— standardni						
	— cash	9.480	5.510	7.680	11.048	8.811	9828
	— tromesečno	9.544	5.637	7.870	11.314	9.051	9979
	— settlement	9.485	5.511	7.683	11.052	8.828	9834
Kalaj (LME)	— cash	9.480	5.511	7.622	11.049	8.812	9.829
— visokog stepena	— tromesečno	9.576	5.644	7.884	11.314	9.051	9.988
	— settlement	9.485	5.512	7.698	11.052	8.828	9.834
Aluminijum (MB)	— min 99,5%, odred. ostale transak., cif Evropa	907	...	...	1055	1036	...
	— januar—jun	771	745	...	...	...	...
	— jul—decembar 76.	936	911	...	...	...	...
Antimon (MB)	— evrop. slob. trž. 99,6% cif	3.573	3.447	...	2825	2748	...
Živa (MB)	— min 99,99% cif. glav. evr. luke, \$ po flaši od 76 lb	95	90	...	144	133	...
Bizmut	— evr. slob. trž., cif	2.648	12366	...	10840	10399	...
Kadmijum (MB)	— evrop. ref. cene, ingoti 99,95%, cif/ex fabr.	5830	5.704	...	6580	6455	...
	— 99,95%, Komonvelt, šipke, cif	...	...	5.822	...	...	6614
	— slob. trž., ingoti i šipke, plać. carina	6.172	5.762	...	6628	6249	...
	— ingoti, slob. trž., cif	5.514	5.375	...	5761	5564	...
	— šipke, slob. trž. cif	5.553	5.414	...	5818	5617	...
Zlato-London (MB)	— prepod. kotacija	...	...	5.172	...	...	4711
Srebro (LME)	— cash — spot	164	110	141	160	138	151
	— tromesečno	169	113	145	165	143	154
	— šestomesečno	176	117	151	170	150	159
	— godišnje	164	110	141	160	138	151
Selen (MB)\$ /kg	— ostali izvori, cif	33	32	...	36	35	...

*) Odnos \$ - £ računat u 1976. god., 1,805 : 1, a za januar—maj i prosek maj 1977. 1,18 : 1.

Promet osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala u 1973, 1974, 1975, 1976. i januar—maj 1977. god. *)

Vrsta proizvoda	G o d i n e				1977. januar-maj
	1973.	1972.	1975.	1976.	
Bakar	4.676.125	3.171.025	3.500.000	5.076.400	1.848.275
Olovo	1.341.325	974.426	931.250	1.179.950	892.100
Cink	1.324.575	1.205.075	1.158.525	1.326.575	650.575
Kalaj	169.260	242.375	205.184	334.475	322.750

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala za period januar—decembar 1975—1976. i za januar—april i prosek april 1977. god. **)

O p i s	Januar—decembar 75.				Decembar 76.				Januar—april 77.			
	najviša	najniža	prosek	najviša	najniža	prosek	najviša	najniža	prosek	najviša	najniža	prosek
Bakar												
cash — vajerbar	1.389	1.105	1.150	1.690	1.040	1.287	1.551	1.343	1.427			
— katode	1.360	1.085	1.124	1.671	1.013	1.265	1.535	1.321	1.413			
tromesečno												
— vajerbar	1.440	1.145	1.191	1.755	1.074	1.341	1.603	1.386	1.468			
— katode	1.409	1.190	1.165	1.735	1.055	1.320	1.585	1.367	1.452			
settlement												
— vajerbar	1.390	1.106	1.151	1.690	1.040	1.287	1.552	1.343	1.428			
— katode	1.361	1.083	1.125	1.672	1.029	1.266	1.536	1.321	1.413			
Olovo												
cash	509	317	333	545	296	477	754	533	648			
tromesečno	488	325	348	551	308	493	774	515	659			
settlement	509	319	333	545	296	478	755	516	649			
Cink												
cash	805	647	685	811	602	640	756	635	654			
tromesečno	834	645	709	839	620	669	784	654	674			
settlement	834	645	686	812	602	641	763	636	655			
Kalaj—standard												
cash	7.581	6.569	6.179	9.480	5.510	8.387	11.057	8.818	9.582			
tromesečno	7.345	6.477	6.312	9.544	5.637	8.611	11.324	9.059	9.778			
settlement	7.592	6.571	6.180	9.485	5.511	8.392	11.062	8.836	9.588			
Kalaj—visokog stepena												
cash	7.592	6.569	6.179	9.480	5.511	8.387	11.057	8.818	9.583			
tromesečno	7.345	5.914	6.312	9.576	5.641	8.639	11.062	9.059	9.778			
settlement	7.615	6.571	6.180	9.485	5.512	8.392	11.324	8.836	9.590			
Srebro												
cash	177	119	131	164	110	140	160	138	154			
tromesečno	183	123	135	169	113	145	165	143	158			
sedmomesечно	178	119	132	164	110	140	170	151	154			
settlement							160	138	163			

* Izvor: Metal Bulletin. No. 6020, 6058, 6157 i 6200.

** Napomena: pri pretvaranju eng. funte u am. dolare korišćeni su odnosi:

— decembar 75. 2,022 \$ za 1 £ (M. Bulletin zvanični odnos)
— decembar 76. god. 1,677 \$ za 1 £, a za najviše i najniže cene korišćen je odnos 1,805 \$ za 1 £.
— april 77. god. 1,719 za 1 £.

Najviše, najniže ili proseci cena ostalih obojenih metala na Londonskom tržištu u decembru 1975, 1976 i aprilu 1977. god. *)

O p i s	Decembar 1975. najviše najniže	Decembar 1976. najviše najniže	April 1977. najviše najniže
Aluminijum			
— primarni ingoti, određene ostale transakcije, min 99,5% robne kuće Evrope, carina nije plaćena	694	900	1030
		880	1014
Antimon			
— regulus, evropsko slobodno tržište, 99,6%, cif Evropa	3.286	3.031	3.022
		2.932	2.922
Bismut			
— određene ostale transakcije, cif	11.451	10.210	11.285
		9.824	10.816
Kadmijum			
— UK, cif 99,95%, šipke evrop. referent. cena, cif/ex-fabrike	4.661	6.574	6.738
— Komonvelt, cif, 99,95%, šipke	5.099	6.614	6.514
— Slobodno tržište, ingoti i šipke UK	4.903	6.470	6.632
— Evropsko slobodno tržište			6.253
— ingoti, cif	3.975	5.331	5.970
— blokovi, cif	4.019	5.353	6.008
		5.172	5.849
Ziva			
— min. 99,90% cif. glavne evropske luke (\$/flaši)	80,5	112	166
		105	153
Zlato			
— prepodnevne prodaje (\$/kg)	4.478	4.304	4.796
		4.297	4.794
Srebro			
— promptne prodaje (\$/kg)	Prosek	Prosek	Prosek
— tromesečne prodaje (\$/kg)	131	140	154
— šestomesečne prodaje (\$/kg)	135	145	158
— godišnje prodaje (\$/kg)	139	150	163
	148	160	154
Selen			
— ostali izvori, cif (\$/kg)	21	27	38
	20	26	36

*) Izvor: Metal Bulletin No. 6058, 6157 i 6188.

Cene nekih nemetala u I kvartalu 1973, 1974, 1975, 1976, 1977. i II kvartalu 1977. god. *)

(Cene su obično čif glavne evropske luke)

Proizvodi	I kvartal 1973.	I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	II kvartal 1977.	\$ po m. toni
Glinica i boksit							
glinica-kalc. 98,5—99,5% Al_2O_3	156	159	228	245—	256—	256—	256—264
fco fabrika, pakovanje uključeno	194	197	252—264	272—282	276—283	276—283	276—283
glinica, kalc. srednje sadr. sode							
boksiti za abrazive i alum. min.	46	54—59	57—62	85—99	66—77	66—77	66—77
86% Al_2O_3	61	91	96—120	125	98	98	98
boksiti grubo sortirani min. 86% Al_2O_3							
Abrazivi							
korund. prirodni abraz. sir., komad., cif	45—52	54—61	58—65	nom.	nom.	nom.	nom.
korund. krupnozrnasti, cif	84—89	92—97	96—192	154—164	120—128	120—128	120—128
srednje i fino zrnasti, cif	84—96	92—103	96—216	164—184	128—144	128—144	128—144
ukrasni kamen (Idaho) 8—220							
meša, fob Frenwood	103—172	103—172	105—175	88—136	88—136	88—136	88—136
topljeni al. oksid (braun) min. 94% Al_2O_3 , 8—220 meša, cif	248—267	317—340	420—504	383—421	394—409	394—409	394—409
topljen al. oksid (beo) min. 99,5% Al_2O_3 , 8—220 meša, cif	295—343	362—407	492—600	474—504	472—504	472—504	472—504
silikon karbidi, 8—220 meša, cif							
— crni oko 99% SiO	409—480	444—543	732—1.152	757—767	709—724	709—724	709—724
— zeleni preko 99,5% SiO				958—968	898—913	898—913	898—913
Azbest (kanadski), fco Kvibek							
krudum № 1	1.780	2.212	2.677	3.854	4.393	4.393	4.393
krudum № 2	965	1.455	1.455	1.613	2.386	2.386	2.386
grupa № 3	454—744	564—926	682—1.455	982—1.613	1.120—1.839	1.120—1.839	1.120—1.839
grupa № 4	250—423	304—354	377—635	542—914	618—1.042	618—1.042	618—1.042
grupa № 5	181—215	225—320	273—320	306—420	349—478	349—478	349—478
grupa № 6	132	164	198	290	331	331	331
grupa № 7	57—110	68—133	77—145	98—188	111—215	111—215	111—315
Bariti							
mleveni, beo, sortirani po bojama							
96—98% $BaSO_4$, 99% finoća	69—76	101—113	106—165	141—161	110—126	110—126	110—126
350 meša, Engl.	97	125—129	130—230	182—222	142—173	142—173	142—173
mikronizirani min. 99% fini Engl.	19—26	23—27	35—50	36—42	46—47	46—47	46—47
nemleveni, min. 92% $BaSO_4$, cif	35—40	41—50	57—68	52—56	61—65	61—65	61—65
sortirani bušenjem, mleven. pakov.							

*) S obzirom da se izvorni materijal koristi iz Industrial Minerals, to se i njihov odnos prema f koristi iz ovih izvora i on je u prvom kvartalu 1974. god. \$ 2,30 : 1 f, u prvom kvartalu 1975. god. \$ 2,40 : 1 f, u I kvartalu 1976. godine \$ 2,05 : 1 f, a u I kvartalu 1977. god. \$ 1,6 : 1 f za 1 m. tonu.

Proizvodi	I kvartal 1973.	I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	II kvartal 1977. *)
Bentoniti						
drobina (shredded) vazd. osuš. mleven. vazdušno flotiran, pakovan	12— 14	11— 14	12— 33	10— 30	9— 25	9— 25
Vajoming, livacki sortiran, 85% kroz 200 meša, u vrećama	21— 24	20— 23	21— 71	30— 81	35— 66	35— 66
Flint ilovača, kalcinirana, cif	57— 61	77— 81	80— 120	97— 103	101— 107	101— 107
Fulerova zemlja, prir. ilovač. sort. Engl.	45— 50	43— 48	45— 94	61— 81	55— 71	55— 79
Fulerova zemlja, aktivirani bentonit	40— 47	34— 38	35— 40	61— 71	50— 58	50— 58
	43— 53	38— 45	40— 47	73— 77	60— 69	60— 69
Feldspat						
keramički prah 200 meša, pakovan u vreće, fco magacin	47— 52	23— 27	35— 42	71— 77	79— 88	79— 88
pesak 2—3 m/m keramički/staklarski, cif	24— 28	23— 27	35— 42	40— 54	44— 57	44— 57
Fluorit						
Metalur., min 70% Ca F ₂ , fco eng. rud. za hem. svrhe, suv 97% CaF ₂ pak.	35— 47	34— 45	35— 47	30— 61	31— 47	31— 47
keramički, mleven, 93—95% CaF ₂ cif	76— 90	72— 86	76— 90	81— 111	63— 87	63— 87
	64— 73	61— 70	64— 73	61— 81	47— 63	47— 63
Fosfat						
Florida, kval.						
66—68% TCP, fob	6	22	41	36	36	36
70—72% TCP, fob	8	26	53	45	45	45
74—75% TCP, fob	9	30	62	52	52	52
76—77% TCP, fob	10	33	70	58	58	58
Maroko, kval. 75—77% TCP, fas Kasablanka						
Maroko, kval. 70—72% TCP, fas Kasablanka	19— 23	42	63	48,5	48,5	48,5
Tunis 65—68% TCP, fas Sfax	14— 16	35— 36	52	46	46	46
Naura, kval. 83% TCP, fob	12— 14	12— 14	30— 31	30— 32	30— 32	30— 32

*) Vazi primedba sa strane 134.

Proizvodi	I kvartal 1973.	I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	II kvartal 1977. ^{a)}
Gips						
krudum, fco rudnik ili cif	4— 5	4— 5	4— 5	4— 5	4—5	4—5
Grafit (Cejlon)						
razni asortimani, 50—90% C, fob						
Kolombo, upakovan	83— 295	79— 283	87— 356	71— 404	55— 315	55—315
Hromit						
Transval, drobit. hem. sortimani, baza						
46% Cr ₂ O ₃ cif	23— 26	23— 26	59— 64	64— 69	64— 69	64—70
Filipini, grubo sortirani, min 30%						
Cr ₂ O ₃ cif	33— 43	54— 63	57— 66	77— 81	87— 94	87—94
u obliku peska, u kalupima, 93%						
finoće 30 meša, isp. Engl.	54— 59	68— 79	71— 153	125— 131	101— 107	101—107
Kvarc						
mlevena silika 98—99,7% SiO ₂ , — 120 meša	15— 20	15— 19	15— 20	42	33	33
mlevena silika 98—99,7% SiO ₂ , — 300 meša	9— 12	9— 11	9— 12	50	39	39
mlevena silika 98—99,7% SiO ₂ , 90% < 10 mikrona	—	—	—	119	93	93
Kriolit						
prir. Grenland 94/98,5%, pakov.						
fob Denmark	236— 291	226— 278	500— 550	500— 550	500— 550	500—550
Liskun u prahu						
suvo mleven, fco proizvođač	118— 142	122— 145	212— 260	192— 262	150— 228	150—228
mokro mleven, fco proizvođač	191— 238	186— 249	260— 472	343— 404	268— 315	268—315
rudarski otpaci, muskovit, bez stranih						
primesa, cif	67— 74	72— 79	130— 153	111— 131	87—102	87—102
mikroniziran	—	—	—	242— 323	189— 252	189—252
Magnezit						
Grčki nekalc., komad., cif	31— 43	43— 57	57— 68	77— 91	71— 79	71—79
kalcinirani, poljopr. stepen, cif	—	—	—	101— 121	87— 102	126—142
kalcinirani, indust. stepen, cif	45— 61	59— 81	94— 106	131— 262	102— 322	142—268
dobro pečen, sortiran, cif	47— 64	59— 81	83— 106	131— 141	152— 161	153—161
Engl. sirov. magnezit, komad	66— 78	79— 91	118— 142	141— 155	161— 173	161—173

^{a)} Važi primedba sa strane 134.

Proizvodi	I kvartal 1973.	I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	II kvartal 1977. *)
Nitrat						
čileanski nitrat sode, oko 98%	89	115	191	147	131	131
Pirit, baza 48 S						
španski (Rio Tinto i Tharsis) fob Huelva portugalski (Aljustrel i Louzal) fot Setubal	8 nom.	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.
ostali (Kipar, Norveška i dr.) cif	12— 15	12— 15	12— 15	nom.	nom.	nom.
Fotaša						
Muriata, 60% K ₂ O cif, cena po m. t materijala	38— 45	43— 52	59— 71	91— 93	71— 72	71— 72
Sumpor						
SAD, freš, tečan, sjajan (bistar) terminal Tampa	20	23	39— 71	67	67	67
SAD, freš, tečan, sjajan (bistar) cif S. Evropa	26	30	73	74	74	74
Meksički, kanadski, francuski, poljski, tečan, cif. S. Evropa	26	27— 29	35— 73	74	74	74
Kanadski, suve trake, cif S. Evropa	20— 22	27— 29	34— 82	79— 84	79— 84	79— 84
Talk						
norveški, francuski i dr., cif	7— 109	26— 104	71— 260	61— 222	71— 197	71— 197
Volastonit						
izvozno-uvozni kval. pakovan, cif aprosk. 300 meša	87— 99	84— 95	87— 165	161— 182	126— 142	126— 142

*) Važi primedba sa strane 134.

Izvori osnovnih podataka

Metal Statistics, 1973—1976.
Preise Löhne Wirtschaftstreichungen, 1973—1977.
Metal Bulletin — bilteni 1976—1977.
Metals Week — bilteni 1973—1977.
Industrial Minerals — bilteni 1973—1977.
World Mining — bilteni 1973—1977.
Engineering and Mining Journal 1973—1977.
Un Quarterly Bulletin — bilteni 1973—1977.
Metalstatistik 1965—1975., Frankfurt A/M,
Statistisches Bundesamt, Düsseldorf
Metal Bulletin (Monthly), 1973—1977.
South African Mining & Engineering Journal, 1973, 1974, 1975, 1976. i 1977.
Bergbau, 1973—1977.
Erzmetall, 1973—1977.
Braunkohle, 1973—1977.
Glückauf, 1973—1977.
Canadian Mining Journal, 1973—1977.
Mining Magazine, 1973—1977.

N A R U D Ž B E N I C A

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujem na časopis za 1977. godinu

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 1.000

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

M P

Adresa _____

N A R U D Ž B E N I C A

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujem na časopis za 1977. godinu

N. dinara

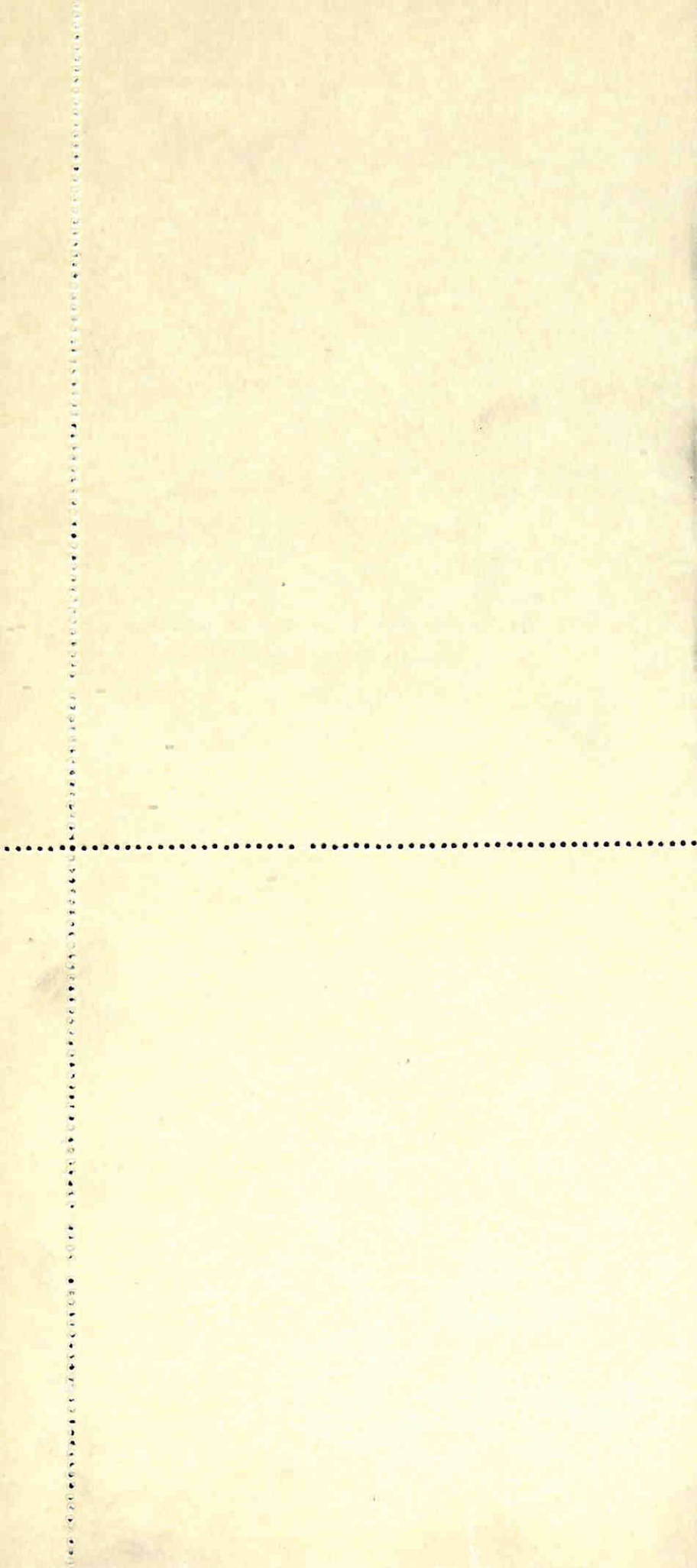
RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 220

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)

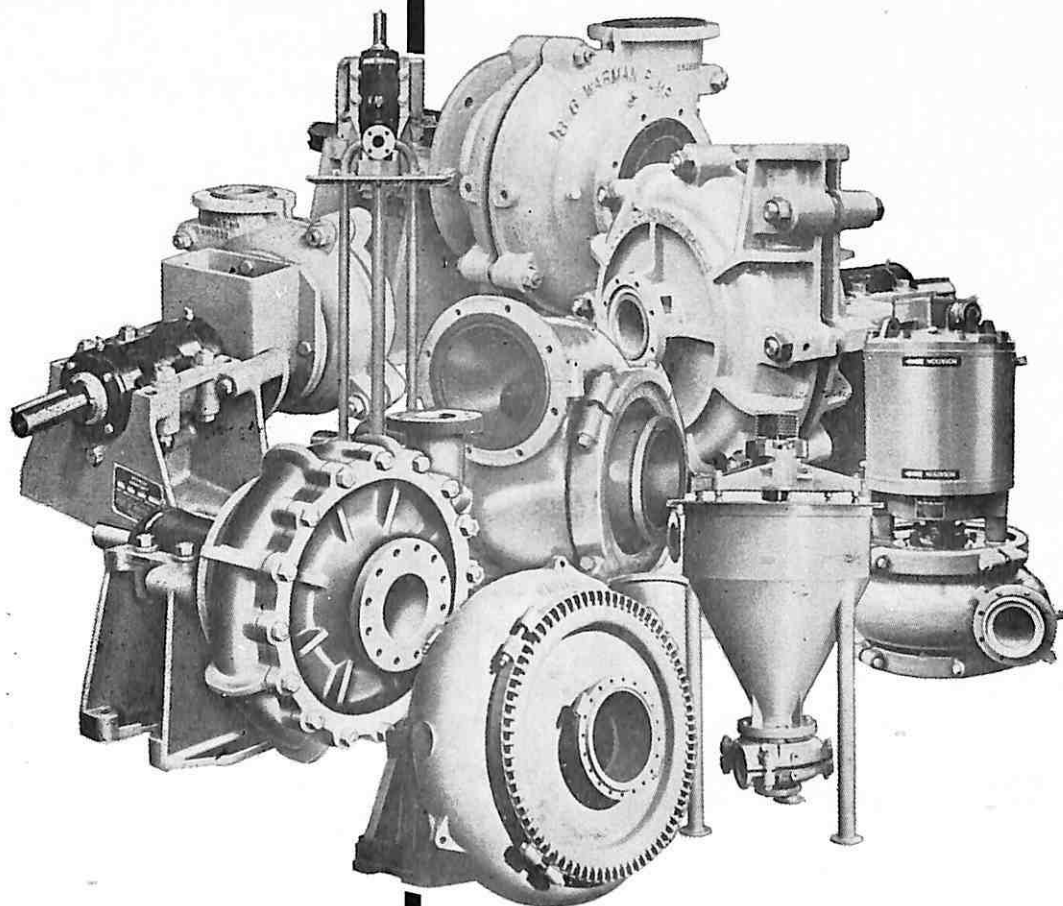
- **Sarađujte u njemu! Odaberite rubriku koja vas najviše interesuje i pošaljite svoj prilog**
- **Postavite pitanja — na njih će odgovoriti najeminentniji stručnjaci iz rudarstva, srodnih oblasti i službe zaštite na radu!**
- **Oglašavajte vaše proizvode u časopisu**

Cene:

1/1 strana u crno-beloj tehnici	3.000,00.- d.
1/2 strane u crno-beloj tehnici	2.000,00.- d.

Redakcija

SIMON-WARMAN



Maks. glava	Veličina	Maks. kapacit
Pumpa za izbacivanje mulja (jaka)		
106 m	25—457 mm	5455 m ³ /h
Pumpa za izbacivanje mulja (srednje jaka)		
37 m	19—200 mm	810 m ³ /h
Pumpa za ekstrakciju filtrata		
55 m	25—150 mm	470 m ³ /h
Pumpa za izbacivanje šljunka i mulja		
85 m	152—914 mm	8100 m ³ /h
Pumpa za izbacivanje vode iz jame		
55 m	25—75 mm	80 m ³ /h
Pumpa za izbacivanje rastopina		
106 m	38—457 mm	4090 m ³ /h
Pumpa za izbacivanje taloga		
67 m	19—200 mm	1360 m ³ /h

WARMAN pumpe u stalnoj upotrebi šinom svijeta

- abrazivno rezistentne gumene ili metalne cijevi
- maksimalna ekonomičnost
- minimalno vrijeme silaska
- nepotrebno korištenje zaporne tekućine
- pumpanje visokoabrazivnih materijala i korozivnih tekućina

Detaljnije informacije možete dobiti od:

SIMON — WARMAN LTD.

Halifax Road, Todmorden,
Lancashire, England.

Tel: Todmorden 4251. Teleks: 63324

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 najjeminentniji 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)
ВЫСОКОСМЫВНОЙ 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

Cena iznosi 300,00— dinara.



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.



**World
Mining**

EDITED FOR THE
MINERALS MINING INDUSTRY OF THE WORLD

BPA



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
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN**

**HEUER
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 bleiben 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 sadži više od 16.500 stručnih izraza iz rudarstva, metalurgije... Zadivljujuće kompletna stručna knjiga sadži izraze kao »ot kopno 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.

Izašao je iz štampe

Godišnjak o radu rudnika uglja u 1976. godini

Cena knjige je 2.100,00.— 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 70,00
Publikacija u kojoj su objavljeni radovi saradnika Rudarskog
instituta po temama koje je obrađivao Institut u toku protek-
lih deset godina — jubilara publikacija
- Dr Ing. Branislav Genčić:
»TEHNOLOŠKI PROCESI PODZEMNE EKSPLOATACIJE
SLOJEVITIH 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

Colliery Guardian

je britanski mesečni tehnički časopis iz oblasti rudarske industrije uglja. Njegova izdavačka politika je pružanje potpunih i savremenih informacija o tehnikama i opremi za podzemnu eksploataciju uglja, kako u Velikoj Britaniji, tako i u prekomorskim zemljama. Pored toga, postoji i važan komercijalni odeljak, posvećen novostima iz podzemne eksploatacije uglja širom sveta.

Za proizvođače opreme koji žele da oglose svoje proizvode međunarodnoj rudarskoj industriji uglja, COLLIERY GUARDIAN dospeva u četrdeset devet zemalja i zaista pokriva celokupno britansko tržište.

Pored redovnih mesečnih izdanja
GODIŠNJAK COLLIERY GUARDIAN-a
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Za besplatan uzorni primerak
i dopunska obaveštenja obratiti
se:

The Managing Director,
COLLIERY GUARDIAN
John Adam House
17-19 John Adam Street,
London W. C. 2.

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) £ sterlinga



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



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

-
- 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

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

