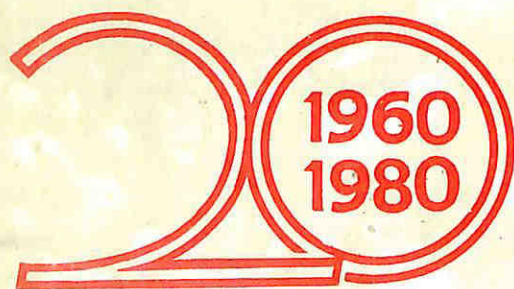


RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9637

BROJ **3**
1980

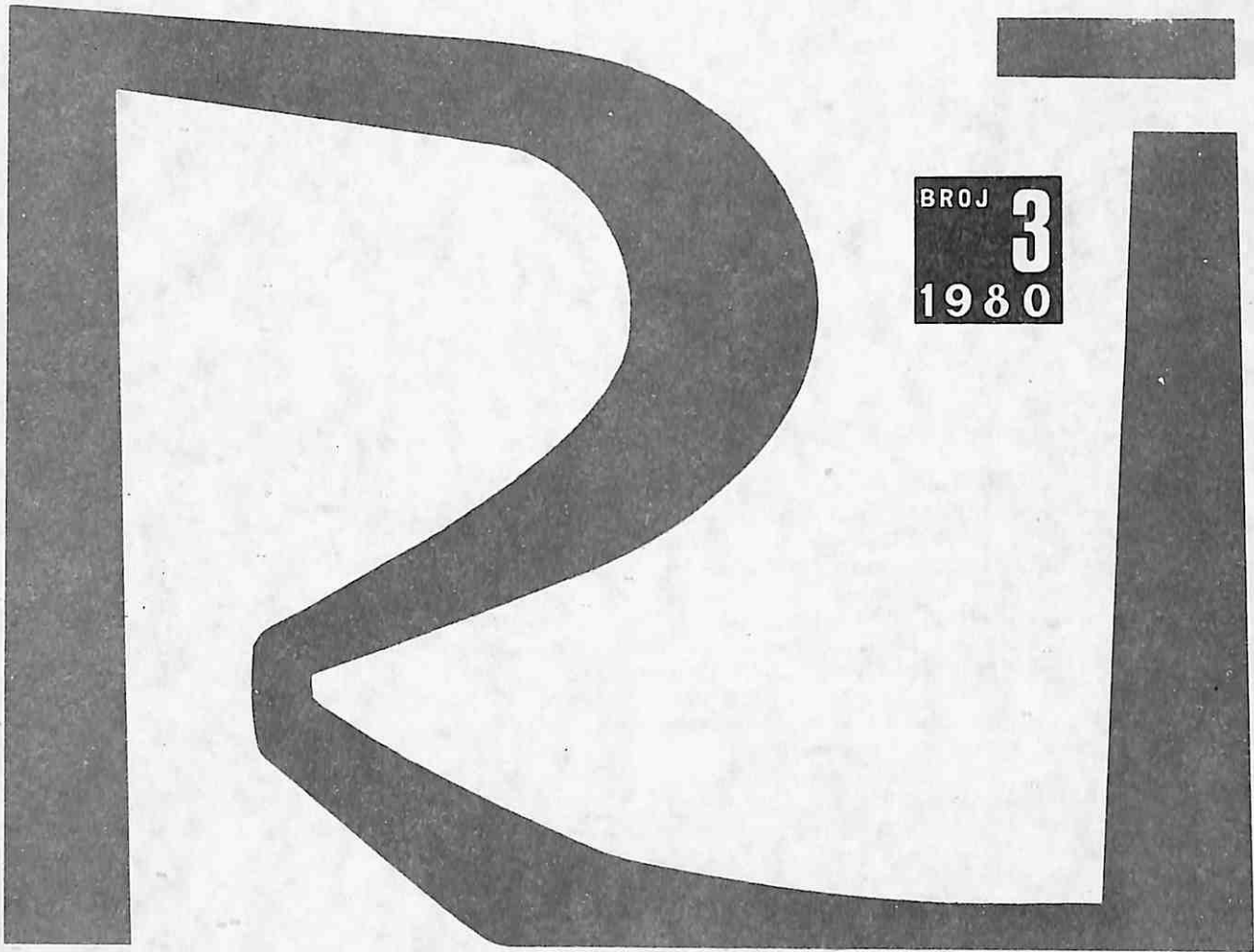
RUDARSKI GLASNIK



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

IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIA
ŠTAMPA: BIRO ZA GRAFIČKU DELATNOST INSTITUTA ZA VODOPRIVREDU »JAROSLAV
ČERNI« - BEOGRAD

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9637



RUDARSKI GLASNIK

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

GLAVNI UREDNIK

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

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

AHČAN dr ing. RUDOLF, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana
CAVIROVSKI dipl.ing. VELJAN, Rudarski institut, Skopje
ČURČIĆ dr 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
GRBOVIĆ dipl.ing. MILOLJUB, Rudarski institut, Beograd
IVANKOVIĆ dr ing. DRAGORAD, Rudarski institut, Beograd
JUJIĆ mr ing. DRAGOLJUB, Rudarski institut, Beograd
KAPOR dr 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
PFJČINOVIĆ mr ing. JOVAN, Rudarski institut, Beograd
PERIŠIĆ prof. dr ing. MIRKO, Rudarski institut, Beograd
PERKOVIĆ mr ing. BORISLAV, Rudarski institut, Beograd
RADENKOVIĆ dipl.ing. ČEDOMIR, Rudarski institut, Beograd
STOJKOVIĆ mr ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd
TASEVSKI dipl.ing. APOSTOL, Rudarski institut, Skopje
TOMAŠIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd

**U finansiranju izdavanja časopisa učestvuje Republička zajednica
za naučni rad – Beograd**

SADRŽAJ

In Memoriam

Eksploatacija mineralnih sirovina

Dr inž. RADMILO OBRADOVIĆ

Svojstvo odložene koherentno-nekoherentne jalovine	7
Summary	14
Zusammenfassung	14
Rezjume	14

Prof.dr. inž. PETAR MILANOVIĆ

Pregled rezultata merenja napona stenske mase u rudnicima metala	15
Summary	18
Zusammenfassung	18
Rezjume	18

Dipl.inž. UROŠ ARITONOVSKI

Kratak prikaz osnovne koncepcije eksploatacije rudnog ležišta Ržanovo—Feni—Kavadarci	19
Summary	23
Zusammenfassung	23
Rezjume	24

Priprema mineralnih sirovina

Dipl.inž. MILOLJUB GRBOVIĆ — dipl.inž. LJUTICA KOŠUTIĆ — dipl. inž. MIRJANA DINIĆ —
dipl.inž. BRANISLAV ANĐELKOVIĆ

Postrojenja za koncentraciju rude V.Krivelj — tehnološka istraživanja — osnova za projekat postrojenja za koncentraciju bakra i molibdena	25
Summary	33
Zusammenfassung	33
Rezjume	34

Dipl.inž. MILOLJUB GRBOVIĆ — dipl.inž. GOJKO HOVANEC — dipl.inž. MILAN MILOŠEVIĆ —
dipl.inž. BRANISLAV MONEVSKI

Postrojenje za koncentraciju rude V.Krivelj — tehnološka istraživanja — osnova za projekat postrojenja za koncentraciju magnetita i pirita	35
Summary	39
Zusammenfassung	39
Rezjume	40

Dipl.inž. MILOLJUB GRBOVIĆ — dipl.inž. LJUTICA KOŠUTIĆ — dipl.inž. VASILJE VASIĆ — dipl.inž. KOSTANTIN STEFANOVIĆ — dipl.inž. SLOBODAN STUPAR — tehn. STEVAN NIKOLIĆ

Postrojenje za koncentraciju rude V.Krivelj — drobljenje, sejanje i transport rude	41
Summary	49
Zusammenfassung	50
Rezjume	50

Mr inž. BOŽIDAR BRANKOVIĆ

Uticaj raspona krupnoće na oštrinu odvajanja u procesu gravitacijske koncentracije u teškoj sredini u DWP uređaju . . .	51
Summary	58
Zusammenfassung	58
Rezjume	58

Ventilacija i tehnička zaštita

Dipl.inž. SLAVKO KISIĆ – dipl.inž. DUŠAN STAJEVIĆ

Ekperimentalno obaranje prašine putem otpašivanja u transportnim prostorijama na primeru jame Pesje rudnika	
lignita Velenje	59
Summary	68
Zusammenfassung	68
Rezjume	68

Dipl.inž. OBREN KOPRIVICA

Analiza mogućnosti nastajanja eksplozije prašine šećera u pogonskim uslovima proizvodnje	69
Summary	75
Zusammenfassung	75
Rezjume	75

Termotehnika

Mr inž. VOJISLAV VULETIĆ

Zavisnost promena protoka usled promena aerodinamičkih otpora jamske ventilacione mreže sa redno-paralelnom	
vezom grana u prelaznim režimima	77
Summary	82
Zusammenfassung	82
Rezjume	82

Projektovanje i konstruisanje

Dipl.inž. MILOŠ PRIBIČEVIĆ

Korišćenje čeličnih remenata podgrade kao armatura betonskih obloga podzemnih prostorija – prikaz na primeru	
uskopa za transport rude u postrojenju flotacije V.Krivelj.	84
Summary	89
Zusammenfassung	89
Rezjume	90

Ekonomika i kibernetika

Dipl.inž. PETAR UROŠEVIĆ – dipl.mat. LJILJANA ANDRIĆ

Distribucija raskrivke sa površinskog otkopa Majdanpek na odlagališta izabrana optimiranjem sa aspekta najmanjih	
troškova transporta	91
Summary	97
Zusammenfassung	97
Rezjume	97

Nova oprema i nova tehnička dostignuća	99
---	-----------

Prikazi iz literature	103
--	------------

Bibliografija	105
--------------------------------	------------

Mr. ekon. MILAN ŽILIĆ

Prikaz cena	109
------------------------------	------------



IN MEMORIAM

Prof.dr inž. GVOZDEN JOVANOVIĆ

Ugasio se život istraživača, naučnika, istaknutog pregaoca i radnika zaslužnog za razvoj rudarstva a naročito njegovu izgradnju u našoj zemlji.

Na dan 10.VII 1980. posle teške i neizlečive bolesti preminuo je prof. dr Gvozden — Goga Jovanović, diplomirani inženjer rudarstva, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu i dugogodišnji saradnik Rudarskog instituta u Beogradu.

Rođen je 1. jula 1927.g. u Brajkovcu, opština Lazarevac. Osnovnu školu završio je u Užičkoj Požegi a četiri razreda gimnazije u Užicu. Zbog rata i svoje napredne orijentacije prekinuo je školovanje 1941.g. Aktivan učesnik NOB-a bio je od maja 1944.g, član SKOJ-a od septembra iste godine, a član KPJ od februara 1947.g. Po demobilizaciji iz JNA 1945.g. nastavio je školovanje u Drugoj muškoj gimnaziji u Beogradu, gde je maturirao s odličnim uspehom, a zatim po preporuci CK KPJ otišao na studije u SSSR. Na Rudarskom fakultetu u Moskvi proveo je 1947/48. školsku godinu kao student elektro-mašinskog smera. Boravak i školovanje u Sovjetskom Savezu prekinuo je 1948. g., vratio se u zemlju i studije nastavio 1948/49. školske godine na rudarskom odseku Tehničke visoke škole u Beogradu.

Zvanje rudarskog inženjera stekao je na Rudarskom fakultetu Univerziteta u Beogradu odbranivši s odličnim uspehom diplomski rad 28. juna 1954.g. Odmah po diplomiranju zaposlio se u rudniku mrkog uglja Breza. Tu je, zahvaljujući svom velikom entuzijazmu, neumornom zalaganju u radu, izuzetnim organizatorskim sposobnostima i stručnim stremljenjima, započeo njegov stvaralački rad. Na dužnostima asistenta upravnika jame, zatim upravnika jame, glavnog inženjera investicione izgradnje, glavnog inženjera rudnika i tehničkog direktora rudnika Breze, postigao je izuzetne rezultate: unapredio je i osavremenio tehnologiju otkopavanja i organizaciju rada do te mere da je Breza postao jedan od najboljih i najnaprednijih rudnika u našoj zemlji. Pod njegovim rukovodstvom i idejama izgrađeni su novi proizvodni objekti koji su, što je retko u našoj praksi, dali bolje rezultate od projektovanih.

Rudnik Breza u to vreme proizvodi preko 900.000 tona čistog uglja.

Uporedo sa postignutim uspesima u proizvodnji radio je neumorno i predano na ličnom usavršavanju. 1956. godine proveo je kao stipendista Ujedinjenih nacija 6 meseci u SR Nemačkoj na izučavanju tehnologije čišćenja sitnih klasa uglja. Pratio je savremena dostignuća, u rudarskoj nauci i praksi, obogaćivao ih znanjem stečenim kroz lično iskustvo i primenjivao u našim uslovima.

U službi je bio strog ali pravičan. Velika radna disciplina koju je sprovodio prema sebi i drugima i veoma čovekoljubiv odnos pun razumevanja stvorili su mu veliki ugled, poštovanje i ljubav svih koji su s njim radili i koji su ga poznavali.

Takav je ostao u sećanju svih građana Breze i brezanskih rudara. Podsticao je društveni život i zalagao se za poboljšanje radnih i životnih uslova rudara i svojih sugrađana. Osnivao je i rukovodio kulturno-umetničkim društvima, podsticao školovanje i uzdizanje podmlatka, brinuo za izgradnju radničkih stanova, puteva, objekata za rekreaciju i druge tekovine napretka. Neizmerno se zalagao da u svom delokrugu doprinese izgradnji svoje zemlje i lepšeg života u njoj. U tim stremljenjima protekao je ceo njegov život.

Sa svestranim dugogodišnjim iskustvom prelazi 1963.g. na rad u Rudarski institut u Beogradu, gde radi najpre kao načelnik Odeljenja za mehanizaciju rudnika u Zavodu za eksploataciju mineralnih sirovina, da bi 1965. preuzeo dužnost upravnika Biroa za ventilaciju i tehničku zaštitu od svog predavača i učitelja, prof. inž. Branka Jokanovića. Sa velikim entuzijazmom nastavio je delo svoga profesora, razgranao delatnost ovog Biroa dajući mu takve stvaralačke podstreke da je ubrzo prerastao u Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu. Zahvaljujući njemu, Zavod saraduje s mnogim istaknutim naučno-istraživačkim institucijama Evrope. Velike su njegove zasluge i na stručnom uzdizanju saradnika, te osposobljavanju da, uz njegovu svesrdnu pomoć, rezultate svog rada objavljuju u stručnoj literaturi sa ciljem da se postignuti rezultati što više primenjuju u praksi.

Doveo je Zavod na nivo najbolje i najjače organizacije za rešavanje sigurnosti rada u rudnicima i industrijskim pogonima u našoj zemlji. Ne zanemarujući lično usavršavanje odbranio je u Poljskoj doktorsku disertaciju s odličnim uspehom 1968.g. na Politehnici Šljonskoj u Gljivicama i time stekao titulu doktora tehničkih nauka u zemlji u kojoj je rudarstvo izuzetno razvijeno.

Zbog iskrslih potreba Rudarskog instituta 1969.g. preuzima pored dužnosti upravnika Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu i dužnost upravnika Zavoda za projektovanje i konstruisanje pri čemu uspešno obavlja sve ove dužnosti.

1970.g. radi kao rukovodilac predstavništva Rudarskog instituta u Teheranu. Iste godine, po povratku iz Irana, dodeljena mu je dužnost rukovodioca Poslovnice za naučni rad, a zatim dužnost zamenika direktora Instituta.

1. jula 1972. g. prelazi na Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, gde kasnije postaje redovni profesor za predmet tehničke zaštite. Međutim, svoju saradnju s Rudarskim institutom nastavlja i dalje kao direktor naučnog razvoja Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu do kraja 1974.g., a zatim i kao doživotni član Naučnog veća Rudarskog instituta.

Njegov ogromni doprinos razvoju Instituta i Zavoda vidi se i po mnogobrojnim objavljenim radovima, studijama i projektima. Za vreme rada u Institutu objavio je 35 naučno-stručnih članaka i učestvovao je u izradi preko 43 studije i više projekata. Istim elanom nastavio je rad na fakultetu, gde je ostvario još toliko radova.

Velike su njegove zasluge u društveno-političkom radu, stručnim i naučnim organizacijama. Bio je dugogodišnji predsednik Društva inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke Srbije. Aktivno je radio u Savezu inženjera i tehničara Jugoslavije, osnovao je Jugoslovenski komitet za sigurnost i obavljao dužnost predsednika ovog komiteta. Dao je veliki doprinos afirmaciji zaštite ne samo u jugoslovenskim nego i u međunarodnim razmerama za šta mu je odati posebno priznanje prilikom održavanja poslednje Međunarodne konferencije o sigurnosti rada u rudarstvu i industriji, na čijem organizovanju se naročito zalagao i kojoj je predsedavao, iako već ozbiljno narušenog zdravlja u oktobru 1979.g.

Bio je član brojnih domaćih i inostranih organizacija i institucija.

Za svoj dugogodišnji društveno-politički, stručni i naučni rad dobio je mnoga priznanja, pohvale i nagrade od kojih se navode samo nekoliko: orden rada III reda, 1959.g., orden rada zasluga za narod, 1961.g., orden rada sa zlatnim vencem, 1972.g., povelja o izboru za počasnog građanina grada Breže 1964.g., plaketa – pohvala i nagrada Srednjo-bosanskih rudnika uglja za naučni doprinos unapređenju proizvodnje i uslova rada u ovim rudnicima, 1965.g., i pet prvomajskih nagrada Rudarskog instituta, za 1966, 1968, 1970, 1974. i 1977.g.

Smrt ga je prekinula u najvećem razmahu njegovih stvaralačkih snaga i punoj zrelosti. Veliki je to gubitak za čitavo rudarstvo naše zemlje i rudarsku nauku u celini. Bio je i ostaje svetao primer nepokolebive odanosti radu za dobro čoveka, a posebno čoveka u rudarstvu, kojem je posvetio ceo svoj život.

Naše divljenje za njegove vrline i zahvalnost za njegova dela sačuvaće sećanje na njega od zaborava za uzor i inspiraciju generacijama koje dolaze.

SVOJSTVA ODLOŽENE KOHERENTNO-NEKOHERENTNE JALOVINE

(sa 4 slike)

Dr inž. Radmilo Obradović

Analiza dosadašnjih rezultata proučavanja odlagališta ukazuje, da je osnovni izvor nedostatka u dimenzionisanju geometrije odlagališta taj, što su se odloženoj koherentno-nekoherentnoj jalovini pripisivala svojstva neporemećenosti prvobitnih fizičko-mehaničkih osobina.

Posmatranje problema stabilnosti odlagališta zahteva izvesnu analizu tehnološkog procesa od momenta otkopavanja pa do odlaganja, kao i razmatranje kakav uticaj tehnološki proces može imati na promenu svojstava prvobitnog tla, a time i na opštu stabilnost.

Svi ovi problemi detaljno su analizirani i obrađeni [1] na osnovu obimnih terensko-laboratorijskih radova.

U ovom prikazu daju se samo određeni rezultati tih istraživanja kao i određene definicije i pojmovi koji su proistekli iz rezultata istraživanja.

Problemi koji su vezani za promenu zapreminske težine, tj. stepena zgušnjavanja S_{bj} jalovine u odlagalištu, što je neposredno povezano sa čvrstoćom smicanja, naročito se ispoljavaju pod dejstvom uticaja vibracija. Analizirana je promena zapreminske težine jalovine na transportnoj traci Istočnog odlagališta u Kolubarskom basenu na dužini od 2,35 km. Opadanje zapreminske težine ima linearni karakter sve do odlagališta; zbog stajanja i opterećenja koje vrše nove mase, u zavisnosti nasipne zapreminske težine od vremena odlaganja, ima parabolični oblik

$$\gamma = 0,954 \cdot t^{0,071}$$

Pri istim merenjima koeficijent rastresitosti u funkciji vremena odlaganja aproksimiran je hiperbolom

$$K = 1,866 \cdot t^{-0,071}$$

Visinskim odlaganjem postiže se posle jednog meseca zgušnjavanje nasute jalovine od 20–23%, u odnosu na početno stanje posle odlaganja, dok je kod dubinskog odlaganja vrednost nešto manja i iznosi 17–29%. Posle 18 meseci postiže se zgušnjavanje jalovine u visinskom odlaganju između 54–72%, odnosno u dubinskom 56–64%. Iz ovoga sledi da će srednja nasipna zapreminska težina jalovine, posle 5 godina, asimptotski dostići vrednost srednje zapreminske težine u ležištu, dok bi kod maksimalne vrednosti nasipne zapreminske težine $\gamma_n = 1,85 \text{ Mp/m}^3$, za postizanje srednje zapreminske težine u ležištu trebalo da prođe 18 godina.

Stepen zgušnjavanja jalovine određen je analogno stepenu zbijenosti nekoherentnog tla i iznosi:

$$S_{bj} = \frac{\gamma_j - \gamma_{j \min}}{\gamma - \gamma_{j \min}} \quad (1)$$

pri čemu je $\gamma_{j \min}$ – minimalna zapreminska težina jalovine za koju je vrednost kohezije $c_j = 0$, dok $\gamma_{j \max} = \gamma$ (prirodno).

Izvršena su obimna ispitivanja zavisnosti kohezije od zbijenosti razdrobljene jalovine i stepena zgušnjavanja kod konstantne vlažnosti za jalovinu – kvartarnu glinu i prašinsto pesak ponta kolubarskog basena, pliocensku žutu i sivu glinu kosovskog basena i les iz kostolačkog basena.

Dobijene vrednosti stepena zgušnjavanja ukazuju da se usled poznatih teškoća pri laboratorijskom radu, praktično može odrediti samo najpribližnija vrednost zapreminske težine, pri kojoj su još uvek vrednosti kohezije $c_j \neq 0$. Zbog toga je korišćenjem višestruke krivolinijske regresije veoma pouzdano određen stepen zgušnjavanja jalovine za $c_j = 0$.

Iz rezultata izvršenih ispitivanja može se zaključiti da stepen zgušnjavanja jalovine, određen jednačinom (1), daje relativnu vrednost kohezije c_j ; ako su, pak, S_{bj} i kohezija uzoraka neporemećene strukture c poznati, c_j se može odrediti iz odnosa

$$S_{bj} = \frac{c_j}{c} \quad (2)$$

Aproksimacija eksperimentalnih rezultata izvršena je linearnom funkcijom i polinomom trećeg stepena, pri čemu dobijeni rezultati u oba slučaja zadovoljavaju. Linearna zavisnost data je izrazom:

$$\frac{c_j}{c} = 0,027 + 0,935 S_{bj}$$

dok je polinom trećeg stepena

$$\frac{c_j}{c} = 0,134 - 0,105 S_{bj} + 2,21 S_{bj}^2 - 1,29 S_{bj}^3$$

Koeficijent korelacije iznosi $K = 0,965$ u prvom i $K = 0,978$ u drugom slučaju.

Područje stepena zbijenosti ispod 0,1 ne može se korektno interpretirati sa stanovišta empirijski dobijenih jednačina, tako da je utvrđena donja granica za izvođenje opita $S_{bj} \geq 0,1$.

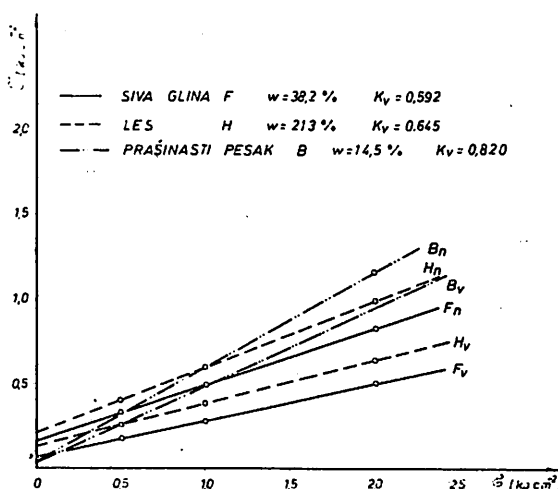
Da bi se rezultati laboratorijskih ispitivanja potvrdili, izvedena su anafogna terenska ispitivanja na uzorcima iz odložene jalovine sondiranjem u različitim vremenskim periodima.

Stepen zgušnjavanja jalovine, prema rezultatima ispitivanja na osnovu jednačine (1), iznosi $S_{bj} = 0,83$, dok je vrednost $c_j/c = 0,84$ (za sivu glinu), što potvrđuje rezultate laboratorijskih ispitivanja,

kao i to da kohezija zavisi direktno od stepena S_{bj} jalovine.

U cilju utvrđivanja odnosa čvrstoće smicanja kod nevirirane i virirane jalovine izvedene su serije opita, pomoću kojih se određuje koeficijent koji može da koriguje vrednost čvrstoće smicanja jalovine u neporemećenom stanju.

Opiti su izvršeni u aparatu za direktno smicanje i viriranom materijalu jalovine sa $f = 4\text{Hz}$ i $A = 10\text{mm}$.

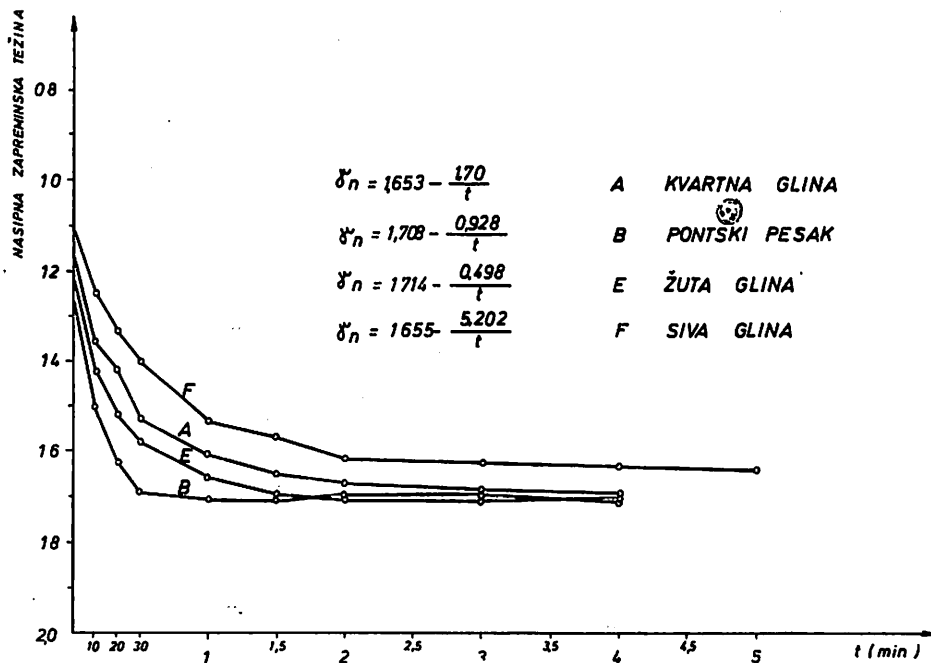


Sl. 1 – Čvrstoća smicanja na površini neviriranih i viriranih komada razdrobljene jalovine.

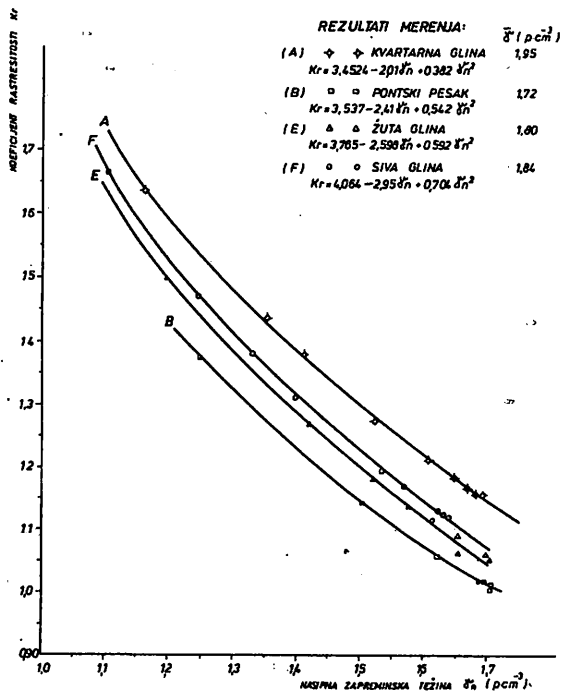
Upoređenje čvrstoće smicanja nevirirane i virirane jalovine prikazano je na dijagramu ($\tau - \sigma$), slika 1, na osnovu čega se izvode sledeći zaključci:

– odnos čvrstoće smicanja virirane τ_v i nevirirane τ_n jalovine, za područje ispitane vlažnosti i opterećenja, može se smatrati konstantnim; nazvaćemo ga koeficijentom vibracije K_v , tj. $\tau_v : \tau_n = K_v$

– kod sive gline, ako je vlažnost $w = 38,2\%$ i opterećenje $P = 0,5-2,0\text{kp/cm}^2$, koeficijent vibracije iznosi $K_v = 0,592$; uz isto opterećenje, kod lesa, ako je vlažnost $w = 21,3\%$, koeficijent vibracije je $K_v = 0,65$, a kod prašinstog peska, uz $w = 14,5\%$, koeficijent $K_v = 0,820$.



Sl. 2 — Dijagram promena nasipnih zapreminskih težina na transportnoj traci pod uticajem vibracija (laboratorijski opit)



Sl. 3 — Dijagram promene koeficijenta rastresitosti koherentno - nekoherentne razdrobljene jalovine na transportnoj traci (laboratorijski opit)

Iz navedenih ispitivanja može se zaključiti, da siva glina, transportovana na odlagalište, menja zbog vibracije u izvesnom smislu svoja prvobitna fizička svojstva i to do 41% svoje prvobitne čvrstoće, les do 35%, a prašinsti pesak za 18%.

Utvrđivanje promene koeficijenta rastresitosti na transportnoj traci izvršeno je na opitnom modelu u laboratoriji. Traka duga 2 m i široka B = 1600 mm profilisana pod uglom $\beta = 30^\circ$ i zategnuta na drvenom ramu, snimljena je u početnom stanju bez jalovine, a zatim u više uzastopnih položaja, posle profilisanja jalovine na traci, postignutog podražavanjem dinamičkih uticaja koji deluju u tom kretanju trake. Da bi se podražavali ovi dinamički uticaji, opitni uređaj je izložen vibraciji sa učestalošću 3-5 Hz i amplitudom A = 10 mm, koja se postiže pomoću motora sa ekscentrom. Na osnovu upoređenja snimaka određene su zapremine jalovine na traci pre i posle izlaganja vibracijama, a merenjem je određena težina. Na osnovu ovih podataka proračunata je nasipna težina jalovine u različitim stanjima, a potom i koeficijent rastresitosti.

Promene zapreminske težine sračunate su merenjem zapreminskih težina posle određenog vremena vibracije opitne trake. Postupak se

ponavljao do postizanja njene konstantne vrednosti. Na slici 2 daju se dijagrami promena $\gamma_n = f(t)$ za različite vrste koherentno-nekoherentne razdrobljene jalovine.

Aproksimaciji merenih vrednosti naj-približnije odgovara hiperbola oblika $y = a + b/h$, gde vreme trajanja oscilacija $t_j = x$ odgovara vremenu od 300 s, koje je korišćeno u toku opita. Zavisna promenljiva nasipna zapreminska težina $\gamma_n = Y$, može se proračunati na osnovu utvrđenih merenih vrednosti za a i b, koji su prikazani na slici.

Proračunati koeficijent rastresitosti iz ovih ispitivanja prikazan je na slici 3. Uticaj vibracija na promenu stepena zbijenosti jalovine na transportnoj traci je očigledan za svaku vrstu primenjenog materijala, s tim što se kod prašinastog pontskog peska u prvih 20 sekundi vibracije postiže povećanje zasipne zapreminske težine od 30% u odnosu na početnu opitnu vrednost, dok se posle 30 sekundi vibracije do 5 minuta nasipna zapreminska težina ustaljuje na vrednost, koja u odnosu na prirodnu zapreminsku težinu u ležištu iznosi 99,3%. Koherentna razdrobljena jalovina postiže povećanje γ_n posle 2 minute vibriranja u odnosu na početnu vrednost od 23% za kvartarnu glinu, do 46% za sivu glinu.

U toku razmatranja i terensko-laboratorijskih analiza koeficijenta rastresitosti, pošlo se od činjenice da postoje mnogobrojni faktori koji utiču na fizičke procese koji se dešavaju u rastresitoj jalovini u toku odlaganja i opterećivanja na odlagalištu u funkciji vremena i prostora.

Rezultati terenskih i laboratorijskih merenja koeficijenta rastresitosti za razdrobljenu koherentnu sivu i žutu glinu

Tablica 1

Izmerene vrednosti	Postupak merenja			Vrsta jalovine
	terenski	fotogrametrijski	laboratorijski	
Prosečno K_r	1,523	1,457	1,724	Siva glina
ΔK_r %	—	4,33	13,79	
ΔK_r %	4,52	—	18,32	
ΔK_r %	11,62	15,48	—	
Prosečno K_r	1,342	1,25	1,354	Žuta glina
ΔK_r %	—	6,86	0,89	
ΔK_r %	7,36	—	8,32	
ΔK_r %	0,89	7,68	—	

Koeficijent rastresitosti ne može se odrediti potpuno tačno. Poznatim metodama se dobijaju samo njegove približne vrednosti. Zbog toga je razrađena uporedna metodologija merenja koeficijenta rastresitosti na terenu i laboratoriji sa kombinovanjem terestričko-fotogrametrijskog snimanja.

U tablici 1 dat je pregled rezultata merenja koeficijenta rastresitosti za razdrobljenu koherentnu sivu i žutu glinu.

Koeficijent rastresitosti, prema mestu i vremenu odlaganja, razvrstan je u tri grupe i to: početni, procesni i permanentni.

Vrednosti za K_r , dobijene na osnovu literaturnih podataka, potiču od građevinskih normi koje su rađene za niskogradnju, a upotrebljavaju se za obračun zemljanih masa. Kako se uvek radi o permanentnoj vrednosti, one se ne mogu direktno primenjivati u rudarstvu.

Početna rastresitost zavisi od vrste koherentno-nekoherentne jalovine, granulostava, načina otkopavanja i odlaganja, a uslovljena je vremenom trajanja i mestom u odlagalištu. U pogledu vremena, ona se definiše u toku i neposredno po odlaganju, dok mesto određuje prostorni položaj u odlagalištu.

Procesni koeficijent rastresitosti definiše se vremenski u periodu do završetka bloka odlaganja ili postizanjem minimum 50% od prvobitne zbijenosti u otkopu.

Rezultati utvrđenog permanentnog koeficijenta rastresitosti na terenu prikazani su u tablici 2.

Veličina permanentnog koeficijenta se sa dubinom ujednačava. Vreme, proteklo od odlaganja jalovine do zarušavanja, iznosi od 30 do 36 meseci.

Opšti zaključak o veličini permanentnog koeficijenta rastresitosti, koji se koristi u proračunima kapaciteta odlaganja pri njegovom dimenzionisanju, je da on teži asimptotskoj vrednosti u funkciji vremena, kao i da se posle tri godine može smatrati, da je sigurno postignuta relativna zbijenost koja iznosi više od 2/3 zbijenosti materijala u ležištu.

Struktura koherentno-nekoherentne jalovine. — Pod strukturom

Tablica 2

Odlagalište	Vrsta jalovine	Koeffcijent rastresitosti K_r			Dubina (m)
		srednji	max	min	
„Istočno“ KOLUBARA	prašnasti pesak	1,20	1,48	1,09	do 5
		1,02	1,12	1,04	5–11
		1,07	1,11	1,03	11–18
	prosečno:	1,12	1,24	1,05	1–18
„Turlja“ KOLUBARA	kvartarne gline	1,39	1,69	1,28	do 4
		1,29	1,59	1,27	4–9
		1,21	1,35	1,13	9–17
	prosečno:	1,30	1,52	1,23	1–17
„Šuma“ KOSOVO	siva glina	1,20	1,24	1,19	1–3
		1,11	1,14	1,08	3–7
		1,07	1,22	1,00	7–11
	1,08	1,26	0,952	11–15	
prosečno:	1,12	1,22	1,06	1–15	
„Unutrašnje“ KOSTOLAC	peskovita glina	1,10	1,12	1,00	4–10
		1,06	1,10	1,03	8–12
	glinoviti pesak	1,12	1,24	1,02	10–15
		1,00	1,06	1,00	5–10

rastresite koherentno-nekoherentne jalovine podrazumevaju se one osobine, koje definišu sekundarnu strukturu sistema jalovine sposobnu da reaguje na spoljna opterećenja i unutar sklopa sekundarne strukture prilagodi novonastalom naponskom stanju. Poroznost, raspored pora, granulost sastav i raspored komada su osobine sekundarne strukture, kojom se obezbeđuje međusobni fizički smisao između čvrste, tečne i gasovite faze.

Rastresita koherentno-nekoherentna jalovina ne može se posmatrati kao vrsta homogene materije, već kao nagomilavanje komada (zrna) sa različitim veličinom, rasporedom i oblikom. Posle odlaganja oni obrazuju međusobno osloni sistem komada, u kome svako zrno nosi deo opterećenja onog iznad njega, stvarajući time specifičan skelet (od komada), koji gradi sekundarnu strukturu jalovine u odlagalištu.

Skelet nove strukture uslovljen je oblikom i međusobnim rasporedom komada ili zrna, tako da svaka vrsta razdrobljene koherentno-nekoherentne jalovine izgrađuje svoj specifični skelet, sa

različitim gustom naslage. Kod skeleta sa mešovitim zrnima, ne može se jednostavno prikazati njihovo ponašanje. U takvim prilikama mogu se pojaviti granične zone između oslonačkih sistema koji poseduju određenu moćnost, a koja je uslovljena krupnoćom komada ili zrna dve rastresite razdrobljene jalovine. Tako se može posmatrati nekoliko graničnih slučajeva: između čvrste podloge i rastresite razdrobljene koherentno-nekoherentne jalovine, između nedovoljno konsolidovane već odložene i rastresite jalovine i dr. Prvi slučaj javlja se na početku obrazovanja prvog odlažućeg sloja, drugi pri odlaganju na već ranije odloženu jalovinu, i treći u toku odlaganja naizmenično rastresite koherentne i rastresite nekoherentne jalovine.

Izvršena laboratorijska ispitivanja na modelima i u kompresionom aparatu ukazala su da je ponašanje rastresite jalovine određeno silama koje deluju na njena zrna i da se, u zavisnosti od vrste graničnog sloja smicanja, uglavnom, dešavaju po ravnima manje otpornih zrna skeleta, ukoliko se radi o kontaktu sa čvrstom podlogom ili u zonama nešto iznad kontakta dva različita materijala.

Ova ispitivanja imala su karakter kvalitetnih razmatranja, pri čemu su prilike na granicama slojeva principijelne prirode i važe samo za razmatrane slučajeve.

U razmatranju ovog problema, pošlo se od pretpostavke da će u graničnom sloju postojati razlika u vlažnosti razdrobljene jalovine, gde će na osnovu apsorpcione sposobnosti da nastane izmena vode koja se nalazi u porama primarne strukture komada razdrobljene jalovine, pri čemu će aktivnija vrsta jalovine da oduzme vodu manje aktivnoj jalovini. To su potvrdili i posebno izvršeni opiti. Kako se u prirodnim uslovima dešavaju klizanja najčešće u kontaktnim zonama, to su sprovedena serijska ispitivanja čvrstoće smicanja po kontaktu, koja su pokazala znatni pad čvrstoće smicanja u odnosu na neporemećenu strukturu jalovine.

Opiti su izvođeni u aparatima sa direktnim smicanjem i velikim presekom $A = 1000 \text{ cm}^2$, kao i standardnim presekom $A = 100 \text{ cm}^2$. Kvalitativni podaci čvrstoće smicanja po kontaktima strogo se odnose na određene lokacije ispitivanja. Koeffcijenti T_k umanjenja čvrstoće smicanja po kontaktu razdrobljene jalovine prikazani su u tablici 3.

Vrednosti koeficijenta umanjenja čvrstoće smicanja na kontaktu razdrobljene jalovine

Tablica 3

Definicija kontakta u odlagalištu	Vrednost T_k u odlagalištu za stepen zasićenja S_r		Primedba
	$< 0,80$	$> 0,80$	
Razdrobljena koherentna jalovina (glina-glina)	0,33	0,22	Kosovo Kolubara
Razdrobljena koherentna i nekoherentna jalovina:			
a) glina-pesak	0,44	0,32	Kolubara
b) glina-prašina	0,40	0,25	Kolubara
Razdrobljena koherentna jalovina i pepeo iz TE	0,56	0,52(pepeo)	Kolubara (p)
a) CH glina	0,62	0,60 (pepeo)	Kolubara (p)
b) Cl glina (les)	0,52	0,50	Kostolac (pepeo)
	0,45	0,48	

Kontaktna čvrstoća smicanja razdrobljene koherentne i nekoherentne jalovine u odlagalištu uslovljena je prirodom diskontinuiteta iste ili različite jalovine, koje se razlikuju po konsistentnom stanju i stepenu zbijenosti.

Porast vlažnosti u elementarnoj zapremini odlagališta dovede do smanjenja kontaktne čvrstoće najmanje 1,5 puta u odnosu na početnu prirodnu vlažnost, a vrednost čvrstoće smicanja kreće se između vrednosti kontaktnog otpora smicanja, određenog za slučaj delovanja napona paralelno sa pravcem površine dodira, i srednjeg otpora smicanja oba materijala.

Pepeo, kao dodatak razdrobljenoj jalovini, povećava čvrstoću smicanja jalovine u odlagalištu. Objašnjenje ovog fenomena treba tražiti u znatnoj apsorpcionoj stabilnosti pepela. Za uslove jalovine u odlagalištu može se utvrditi kontaktna čvrstoća na osnovu čvrstoće smicanja posmatranih kontaktnih materijala (τ_1) i (τ_2), korišćenjem utvrđenog koeficijenta T_k , na sledeći način:

$$\tau_k = T_k \frac{\tau_1 + \tau_2}{2}$$

Paralelnim utvrđivanjem funkcionalne zavisnosti između čvrstoće smicanja, vlažnosti i

opterećenja $\tau = f(w, \sigma)$, na osnovu rezultata ispitivanja izvršena je regresiona analiza, pa utvrđene jednačine omogućuju da se u prvoj aproksimaciji veoma dobro ocene vrednosti konkretne čvrstoće za različite sredine, koje prevladuju na našim odlagalištima.

Uspostavljanje mehanizma razvoja čvrstoće smicanja u koherentnoj razdrobljenoj jalovini vrlo je malo suštinski proučavano i može se, prema našim postavkama, shvatiti saglasno postojećim razmatranjima razvoja čvrstoće smicanja u prirodnom tlu, s tom razlikom što se uvek mora početi od činjenice da komadi i zrna koherentne razdrobljene jalovine predstavljaju, u ovom slučaju, mineralnu česticu, iako su, u suštini, deo neporemećenog tla sa primarnom strukturom koja poseduje određena fizička i mehanička svojstva. Osobine koherentno razdrobljene jalovine u odlagalištu uslovljene su nizom faktora (koji će se uvek nazivati sekundarnim u odnosu na primarne koji postoje u prirodnom tlu) i to: strukturom, teksturom, sastavom jalovine, geometrijskim i dinamičkim uslovima.

Kako je detaljno analizirano [4], u preseku kroz jalovinski sistem, ukupni napon σ sastavljen je od raznih komponenata koje se prenose preko zrna u sekundarni sistem skeleta, tačnom i gasovitom fazom. Naponi smicanja koji se prenose tačnom i gasovitom fazom su vrlo mali u odnosu na napon smicanja u tangencijalnim ravnima kontaktnih površina sekundarnog sistema skeleta, pa se deformacije jalovine, kao posledice devijatorskog opterećenja, praktično izazivaju jedino naponima koji deluju u čvrstom delu.

Stvarna površina kontakta skeleta zrna u preseku kroz jalovinu je vrlo mala, u odnosu na celokupnu površinu preseka, pa je stvarni napon na dodirnim površinama zrna mnogo veći od napona srednjih vrednosti, koje se odnose na ukupnu površinu preseka. Zato svaka promena stvarne dodirne površine, na primer pri zbijanju jalovine, izaziva promenu napona koji deluje u skeletu zrna sistema jalovine, a što se ispoljava u promeni opšte čvrstoće jalovine. Promena naponskog stanja može se objasniti [4] kroz tri vremenska perioda u slučaju nepostojanja vode u odlagalištu [1].

U prvom periodu odlaganja, efektivni normalni naponi σ' u odloženoj jalovini su veći od ukupnih normalnih napona σ usled postojanja

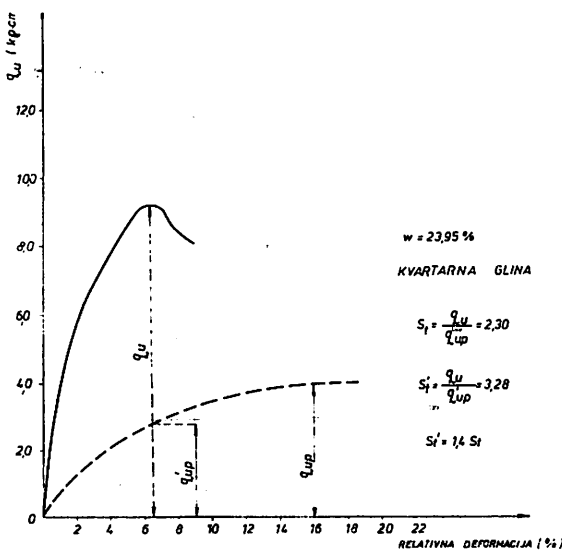
potpitiska porne vode i pornog vazduha, $\mu < 0$, u pseudozrnima makrostrukture $\sigma' = \sigma + \mu$.

U drugom periodu nestaje makrostruktura i naponsko stanje se izražava odsustvom neutralnih napona $\mu = 0$, te je $\sigma' = \sigma$.

U trećem periodu, naponi su veći od konsolidacionih napona neporemećenog tla pre otkopavanja. Porna voda i vazduh nalaze se pod natpitisikom, $\mu > 0$, koji se suprotstavlja konsolidaciji, te su efektivni normalni naponi manji od ukupnih napona $\sigma' = \sigma - \mu$.

Analizirani su uticaji poremećaja strukture na svojstva jalovine, pri čemu je uticaj poremećaja primarne strukture određen na više načina. Kada se radi o mehaničkim pokazateljima, onda je najjednostavnije upoređenje jednoaksijalnih čvrstoća u prirodnom poremećenom stanju.

Za razliku od postupka određivanja strukturne čvrstoće po Terzaghiju, razrađen je postupak određivanja strukturne čvrstoće, uzimajući u obzir i relativnu deformaciju uzorka. Pri tome se, kako je naznačeno na slici 4, za relativnu deformaciju, pri maksimalnoj vrednosti q_u , određuje, sa krive čvrstoće poremećenog uzorka, vrednost q'_{up} .



Sl. 4 - Strukturna čvrstoćaglina - ispitivanje strukturne čvrstoće gline pri konstantnom naprezanju.

Prema izvršenim ispitivanjima koeficijent strukturne čvrstoće jalovine, određen na osnovu oba postupka, prikazan je u tablici 4.

Vrednost koeficijenta strukturne čvrstoće ili osjetljivost S_t jalovine

Tablica 4

Jalovina	S_t	S'_t	$S'_t = \eta \cdot S_t$	Primeđba
Kvartarna gлина (A)	$\frac{2,20-2,67^*}{2,31}$	$\frac{3,28-4,29}{3,90}$	$\frac{1,42-1,90}{1,62}$	srednja osjetljivost gline
Les (A)	$\frac{1,73-2,42}{2,10}$	$\frac{1,91-3,29}{2,73}$	$\frac{1,21-1,51}{1,32}$	mala do srednja osjetljivost gline
Siva gлина (F)	$\frac{4,17-6,27}{5,40}$	$\frac{4,41-7,74}{6,25}$	$\frac{1,03-1,49}{1,10}$	velika osjetljivost gline

* min-max srednja

Vrednost strukturne čvrstoće jalovine, određene po predloženom postupku, kreće se u granicama

$$S'_t = S_t (1,03 - 1,9)$$

Koristeći postupak J.L.Kogona utvrđen je pokazatelj strukturnih osobina (S_k) za les, pontske i kvartarne, žute i sive gline, na neporemećenim i poremećenim uzorcima, iz odnosa količine upijene vlage u graničnom stanju sleganja pod opterećenjem. Rezultati su dati u tablici 5, iz koje se vidi da poremećaj strukture neće bitno uticati na njegova svojstva, ukoliko se ovaj odnos približava jedinici.

Rezultati prosečnih vrednosti opita strukturnih osobina

Tablica 5

Vrsta jalovine	Neporemećena Poremećena		S_k
	upijena vlaga %		
Peskovita gлина	18,40	16,25	1,75
Kvartarna gлина	31,20	14,68	2,12
Les	27,80	17,20	1,62
Siva gлина	31,90	16,50	1,93
Prašinasti pesak	9,60	8,20	1,17

Svi dosadašnji rezultati ispitivanja na odlagalištima površinskih otkopa uglja u našoj zemlji omogućili su da se dođe do sledeće definicije u pogledu razmatranja odlagališta.

Odlagalište predstavlja veštačku konstrukciju razdrobljene koherentno-nekoherentne jalovine, koja se mora posmatrati kao dinamičko-statički sistem u kome se rastresita jalovina i prostor, koji one u procesu odlaganja zapunjavaju, nalaze u stalnom međusobnom dejstvu.

SUMMARY

Properties of Disposed Coherent – Non – Coherent Waste

The paper presents some results of field and laboratory investigations on coal waste dumps in SR Serbia. Specific regularities served to explain some influential factors in the study of coherent–non–coherent waste, such as rate of thickening, cohesion relative value, dependability of transportation vibration effect on changes of shear strength, etc, affording a new insight into disposal considerations regarding stability since a number of influential factors is present.

New methods are proposed for testing the ratio of bulkiness, and they are classified into three groups according to the location and time of disposal. Stresses occurring during individual disposal stages were analyzed.

ZUSAMMENFASSUNG

Eigenschaften des verkippten bindig–nichtbindigen Abraums

In der Arbeit sind einige Ergebnisse von praktischen und Laboruntersuchungen der Kohlentagebauabraumkippen in SR Serbien dargelegt. Bestimmte Gesetzmässigkeiten wurden zur Klärung von verschiedenen Einflussfaktoren zur Untersuchung des bindig–nichtbindigen Abraums wie Verdichtungsgrad, relativer Kohäsionswert, Abhängigkeit des Scherfestigkeit usf. herangezogen, was die Abraumkippenfrage hinsichtlich der Standfestigkeit in einem neuen Licht mit Rücksicht auf das Bestehen von einer Reihe von Einflussfaktoren zu betrachten ermöglicht.

Es wurden neue Untersuchungsmethoden des Auflockerungskoeffizienten vorgeschlagen, die Verteilung derselben nach Verkippungsort und –zeit in drei Gruppen bestimmt. Weiterhin wurden die in einzelnen Verkippungsphasen auftretenden Spannungen analysiert.

РЕЗЮМЕ

Свойства выгруженной в отвал когерентной и некогерентной пустой породы

В статье изложены некоторые результаты технологических и лабораторных испытаний грунта на отвалах угольных шахт в С. Р. Сербии. Определенные закономерности использовались для установления отдельных факторов влиятельных при испытании когерентно-некогерентной пустой породы, степени уплотнения, относительной величины когезии, зависимости влияния вибрации во время транспорта, на измену прочности на сдвиг и др., что все дало возможность рассматривать проблемы отвалообразования в отношении стабильности с новой точки зрения, потому что существует целый ряд влиятельных факторов.

Предложены также новые методы испытания коэффициентов разрыхленности, при чем эти коэффициенты поделены на три группы в зависимости от места отвала и времени. Анализированы напряжения, которые появляются в отдель фазах отвалообразования.

Literatura

1. Bilz P., 1970: Beitrag zur Errassung des Fleissverhaltens bindiger Mischbodenkippen, Bergbautechnik 20/3. tla na površnskim otkopima i odlagalištima (I deo). Rudarski glasnik 4 i (II deo), Rudarski glasnik 1, Beograd.
2. Neumann K. 1964: Granzschichten im Lockergestein, Braunkohle, H.5.
3. Obradović R., 1970/71: Neki problemi mehanike tla na površnskim otkopima i odlagalištima (II deo), Rudarski glasnik 1, Beograd.
4. Obradović, R., 1978: Uticaj promene fizičko-mehaničkih karakteristika jalovine usled odlaganja na stabilnost odlagališta površnskih otkopa, doktorska disertacija – Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu).

Autor: dr inž. Radmilo Obradović, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. Đ. Marunić, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 12.6.1980, prihvaćen 22.7.1980. godine.

UTICAJ NAPONSKOG STANJA STENSKE MASE NA STABILNOST KOSINA POVRŠINSKOG OTKOPA

(sa 1 slikom)

Prof. dr inž. Petar Milanović

Uvod

Cilj ovog rada je da ukaže na uticaj napona stenske mase na stabilnost kosina površinskog otkopa. Napon stenske mase, definisan odnosom horizontalne i vertikalne komponente primarnog napona, posmatra se kao jedna od osobina stenskog masiva, ravnopravno sa fizičko-mehaničkim i deformacionim karakteristikama. Rezultati merenja napona „in situ“ ukazuju na pojavu promenljivih odnosa komponenti primarnog napona, u zavishnosti od geološke istorije terena, a njihove promene mogu da budu uzrok pojave klizišta u pojedinim delovima otkopa.

Raspored napona u stenskom masivu kosine otkopa

Teoretska istraživanja, metodom konačnih elemenata (1, 2, 3) i na modelima od optički aktivnih materijala (4, 5), ukazuju na bitan uticaj promene primarnih napona masiva na raspored napona u masivu kosine otkopa.

Matematička obrada rezultata ovih istraživanja ukazuje da se λ , „i“ i $\frac{\sigma_t}{\gamma H}$ mogu izraziti sledećim izrazima:

$$\text{za } \lambda = \frac{\sigma_H}{\sigma_V} = 1/3$$

$$\frac{\sigma_t}{\gamma H} = -0.592 + 0.0266 \text{ i } (r = 0.9952) \quad (1)$$

$$\text{za } \lambda = \frac{\sigma_H}{\sigma_V} = 1$$

$$\frac{\sigma_t}{\gamma H} = 0.408 \text{ i}^{0.649} \quad (r = 0.9970) \quad (2)$$

$$\text{za } \lambda = \frac{\sigma_H}{\sigma_V} = 3$$

$$\frac{\sigma_t}{\gamma H} = -10.0 + 6.3 \ln \text{ i } (r = 0.9974) \quad (3)$$

ili

$$\frac{\sigma_t}{\gamma H} = 0.06 \text{ i}^{1.045} \cdot \lambda^{1.42} \quad (r = 0.9551) \quad (4)$$

gde su:

σ_H – horizontalna komponenta napona masiva (kN/m^2)

σ_V – vertikalna komponenta napona masiva (kN/m^2)

γ – zapreminska težina stenskog materijala (kN/m^3)

H – dubina otkopa (m)

σ_t – normalni tangencijalni napon određen eksperimentalno na modelima u tački A koja se nalazi 2 m unutar masiva nožice otkopa (kN/m^2)

i – nagib kosine otkopa ($^\circ$)

r – koeficijent korelacije

Metodologija proračuna stabilnosti kosine otkopa

Pošto se u prethodnim jednačinama daje funkcionalna veza između normalizovane vrednosti

tangencijalnog napona i nagiba kosine otkopa, to je za kriterijum stabilnosti uzet uslov $\sigma_t < \sigma_{cm}$, tj. do pojave nestabilnosti dolazi kada su naponi u masivu nožice otkopa veći od čvrstoće na pritisak masiva. Stepennestabilnosti kosine izraziće se kroz vrednost funkcije verovatnoće zarušavanja P_f . Isto tako, u proračunu su sve promenljive posmatrane kao stohastičke veličine koje se menjaju po normalnom zakonu raspodele.

Korekcija laboratorijske vrednosti čvrstoće na pritisak izvršiće se prema odnosu:

$$\bar{\sigma}_{CM} = \bar{\sigma}_{CL} \left(\frac{V_M}{V_L} \right)^{-a} \quad (5)$$

gde je:

σ_{CM} – srednja vrednost čvrstoće na pritisak masiva (kN/m^2)

σ_{CL} – srednja vrednost čvrstoće na pritisak monolita (kN/m^2)

V_M, V_L – zapremina masiva odnosno monolita (m^3)

a – koeficijent koji se određuje eksperimentalno (0,035 – 0,050).

Redosled proračuna

a. merenjem „in situ“ određuje se λ , odnos horizontalne i vertikalne komponente primarnih napona masiva

b. bira se nagib kosine, i

c. laboratorijskim metodama se određuju:
– zapreminska težina (kN/m^3)
– srednja vrednost čvrstoće na pritisak i odgovarajuće standardno odstupanje monolita (kN/m^2)

d. korekcija laboratorijske vrednosti čvrstoće na pritisak monolita na masiv, prema jednačini 5

e. za date vrednosti γ i H , pomoću jednačina 1, 2, 3 ili 4, određuju se normalizovana vrednost tangencijalnog napona $\frac{\sigma_t}{\gamma H}$ i odgovarajuće standardno odstupanje $S_{\bar{y}}$

f. određuje se srednja vrednost kritične dubine

$$\bar{H}_c = \frac{\bar{\sigma}_{CM}}{\gamma \bar{y}} \quad \bar{y} = \frac{\sigma_t}{\gamma H}$$

g. određuje se standardno odstupanje kritične dubine otkopa (6, 7)

$$S_{\bar{H}_c} = \bar{H}_c \left[\left(\frac{S_{\bar{\sigma}_{CM}}}{\bar{\sigma}_{CM}} \right)^2 + \left(\frac{S_{\bar{y}}}{\bar{y}} \right)^2 \right]^{1/2}$$

h. za različite dubine otkopa „H“ određuje se vrednost faktora Z

$$Z = (\bar{H}_c - H) / S_{\bar{H}_c}$$

i. iz tablica normalizovanih vrednosti funkcije normalne raspodele, a za izračunate vrednosti Z , određuje se verovatnoća zarušavanja P_f (8).

PRIMER

Kao ilustrativni primer uticaja promene primarnog naponskog stanja stenskog masiva na stabilnost kosina površinskog otkopa uzet je slučaj površinskog otkopa krečnjaka.

Određiće se verovatnoća zarušavanja P_f kosine otkopa za date vrednosti odnosa horizontalne i vertikalne komponente primarnog napona masiva.

a. $\lambda = 1/3, 1$ i 3

b. $i = 40^\circ, 60^\circ$ i 70°

c. $\gamma = 27,0 \text{ kN/m}^3$

d. $\bar{\sigma}_{CL} = 76,5 \text{ MPa}$ $S_{\bar{\sigma}_{CL}} = 36,0 \text{ MPa}$

Prečnik uzorka monolita 42 mm, dimenzija srednjeg bloka masiva 0,4 x 0,4 x 0,4 m

Srednja vrednost čvrstoće na pritisak masiva:

$$\bar{\sigma}_{CM} = \bar{\sigma}_{CL} \left(\frac{V_M}{V_L} \right)^{-a} = 76,5 \cdot \left(\frac{64000}{58,2} \right)^{-0,035} =$$

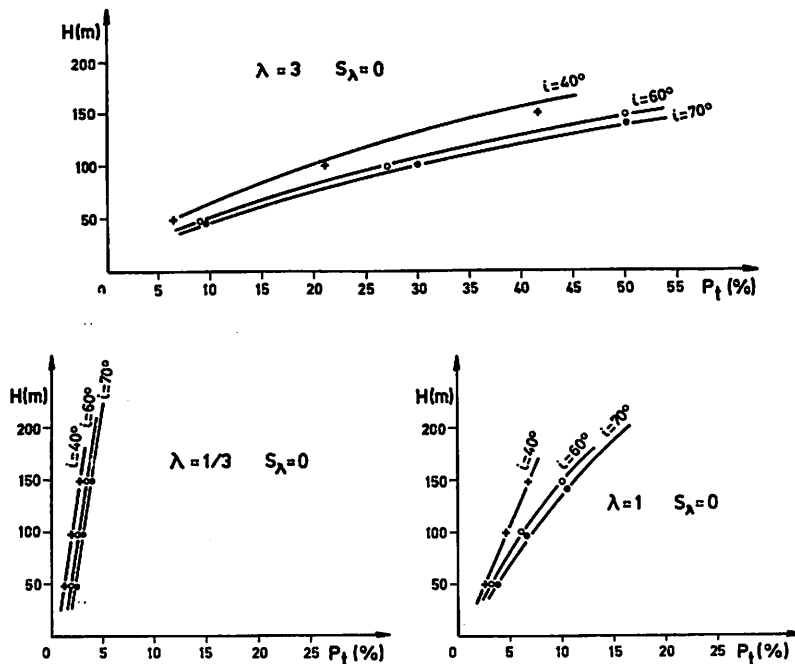
$$= 76 \cdot 0,79 = 60,7 \text{ MPa}$$

Standardno odstupanje srednje vrednosti čvrstoće na pritisak masiva:

$$S_{\bar{\sigma}_{CM}} = 36,0 \times 0,79 = 28,4 \text{ MPa}$$

e. Za $\lambda = 3$

$$i = 60^\circ$$



Sl. 1

$$\frac{\sigma_f}{\gamma H} = -10,0 + 6,3 \ln 60^\circ = 15,79 = \bar{\gamma} \quad S_{\bar{\gamma}} = 0$$

f. $\bar{H}_c = \frac{60400}{27 \cdot 15,79} = 141,6 \text{ m}$

g. $S_{H_c} = 141,6 \left[\left(\frac{28,4}{60,4} \right)^2 \right]^{1/2} = 66,6 \text{ m}$

h. $H = 50 \text{ m} \quad Z = (141,6 - 50) / 66,6 = 1,37$

$P_f = 9\%$

$H = 1000 \text{ m} \quad Z = 0,6 \quad P_f = 27\%$

$H = 140 \text{ m} \quad Z = 0,02 \quad P_f = 50\%$

Na isti način izvršen je proračun verovatnoće zarušavanja i za druge vrednosti ugla „i“ i „λ“. Rezultati su prikazani na sl. 1.

Analiza rezultata

Iz grafičkih prikaza rezultata proračuna vidi se da promena vrednosti horizontalne komponente primarnog napona stenskog masiva vrlo mnogo utiče na stepen stabilnosti kosine otkopa.

Na primer, za dubinu otkopa od 100 m i $\lambda = 1/3$ i 1 verovatnoća zarušavanja $P_f = 5-7\%$, dok

za $\lambda = 3$, $P_f = 20 - 25\%$. Sa porastom dubine otkopavanja ovaj uticaj je još izrazitiji, za $H = 150 \text{ m}$, $\lambda = 1/3$ i 1, $P_f = 5-10\%$, dok za $\lambda = 3$, $P_f = 40-50\%$.

Vidi se da je jedan od vrlo uticajnih faktora na stabilnost kosine otkopa vrednost horizontalne komponente primarnog napona stenskog masiva.

Zaključak

Hteli smo da ukažemo na uticaj naponskog stanja stenskog masiva na stabilnost kosine otkopa. Promena odnosa vrednosti horizontalne i vertikalne komponente napona sa dubinom otkopavanja često je uzrok pojave klizišta u pojedinim delovima otkopa.

Na osnovu eksperimentalnih radova dati su izrazi za određivanje napona u masivu nožice otkopa. Ovi izrazi imaju opšti karakter pa se mogu koristiti za proračun stabilnosti preko vrednosti funkcije verovatnoće zarušavanja.

Iz grafikona se vidi da pri proračunu stabilnosti kosina otkopa vrednost primarnog napona treba posmatrati ravnopravno sa drugim parametrima stenskog masiva.

SUMMARY

**Influence of Strata Stress State on Openpit Mine
Slope Stability**

The purpose of the paper is to indicate the influence of strata stress state on openpit mine slope stability. The rock mass stress, defined by the horizontal and vertical components of primary stress is considered as a rock mass property, equal to physico-mechanical and deformation properties. Results of in-situ stress measurements indicate the occurrence of variable relations between primary stress components in dependence with the ground geological history and such variations may be the cause of landslides in some mine parts.

ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss des Gebirgszustands auf die Tagebauböschungsstandfestigkeit

Das Ziel dieser Arbeit ist auf den Einfluss der Gebirgsspannung auf die Tagebauböschungsstandfestigkeit hinzuweisen. Die Gebirgsspannung, definiert durch wagerechte und senkrechte Komponente der Primärspannung wird als eine von Gebirgseigenschaften, gleichbedeutend mit physikalisch-chemischen und Verformungscharakteristiken, betrachtet. Die Spannungsmessungsergebnisse „in situ“ weisen auf die Erscheinung von veränderlichen Komponentenverhältnissen der Primärspannung, in Abhängigkeit von der geologischen Geländegeschichte hin, und diese Veränderungen können die Ursache der Rutscherscheinungen in einzelnen Tagebauteilen sein.

РЕЗЮМЕ

Влияние состояния напряжения в горном массиве на стабильность откосов в карьере

Цель этой работы указать на влияние напряжения горных масс на стабильность откосов в карьере. Напряжение горной массы, которое определяется отношением горизонтальной и вертикальной компонент первичного напряжения, рассматривается как одна от особенностей горного массива наряду с физико-механическими и деформационными характеристиками.

Результаты измерения напряжения „in situ“ показывают на появление переменных отношений компонент первичного напряжения в зависимости от геологической истории местности, а эти изменения могут быть причиной появления скольжения на отдельных участках карьера.

Literatura

1. Yu, Y. S., Coates, D.F., 1970: Analysis of Slopes using Finite Element Method. — CANMET MR 70/30—LD, Ottawa.
2. Stacey, T.R., 1970: The Stresses Surrounding Open-Pit Mines Slopes. — Proceedings of the Symposium on the Theoretical Background to the Planning of Open Pit Mines, Johannesburg.
3. Milanović, P., Vujić, J., 1978/79: Proučavanje stabilnosti površinskih kopova uglja i odlagališta u SR Srbiji.
4. Long, A.L., 1964: Problems in designing Stable Open Pit Mine Slopes. — Canadian Min. Mett. Bull.
5. Milanović, P., 1975: Primena epoksidnih smola kod prostornog naponskog ispitivanja modela, II deo.
6. Bowker, A.H., Liberman, G.J., 1972: Engineering Statistics. — Prentice Hall.
7. Benjamin, J., Cornell, C., 1970: Probability, Statistics and Decision for Civil Engineers. — Mc Graw Hill Co.
8. Mc Call, R., 1975: Fundamental Statistics for Psychology, Harcourt Brace Jovanovich, N.York.

Autor: dr inž. Petar Milanović, profesor Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu

Recenzent: dr inž. R. Obradović, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 15.4.1980, prihvaćen 22.7.1980.god.

KRATAK PRIKAZ OSNOVNE KONCEPCIJE EKSPLOATACIJE RUDNOG LEŽIŠTA RŽANOVO, FENI, KAVADARCI

(sa 2 slike)

Dipl.inž. Uroš Aritonovski

Uvod

Pre prelaska na izradu osnovne koncepcije za tehnološki proces eksploatacije rude, kao i za određene kapitalne objekte, u rudniku Ržanovo izrađena je obimna dokumentacija.

Na osnovu te dokumentacije usvojena su pojedina parcijalna rešenja od kojih su neka i realizovana.

Tako je, na primer, usvojeno otvaranje rudnika u dve faze i to: od horizonta 717 m do izdanka na površini (oko kote 970 m) u prvoj fazi, što približno odgovara polovini geoloških rezervi ležišta, i između horizonata 477 m i 717 m u drugoj fazi.

Na osnovu tih rešenja izrađen je osnovni otkop na koti 717 m, kao i potkopi na horizontima 777 m, 837 m i 888 m.

Prvo je predviđena samo podzemna eksploatacija rudnog ležišta, primenom otkopnih metoda sa zasipom i lokomotivskim transportom na svim horizontima uz minimalno korišćenje gravitacije za vertikalni transport rude i jalovine.

Ispred ulaza u potkop na koti 717 m locirani su kapitalni objekti rudnika, a za potrebe rudnika je već bio izgrađen asfaltni put i dalekovod do Kavadaraca.

U prethodna rešenja spada i transportni sistem sa gumenim trakama, kojima se primarno

izdrobljena ruda prihvata ispred ulaza u osnovni potkop na koti 717 m i transportuje do topionice u Kavadarcima.

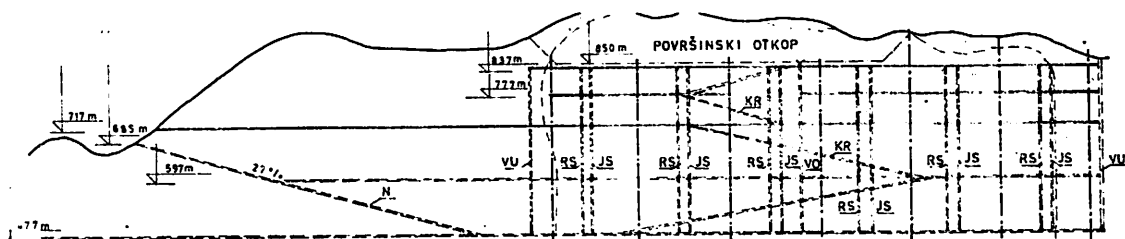
Usvojenom koncepcijom za eksploataciju rudnog ležišta Ržanovo, koja se realizuje, predviđeno je površinsko otkopavanje gornjeg dela ležišta, koji se zahvata prvom fazom otvaranja; veći, dublji deo ležišta otkopavaće se podzemno.

Podzemna eksploatacija rudnog ležišta će se vršiti primenom masovnih otkopnih metoda sa zarušavanjem otkopanog prostora, uz maksimalno korišćenje gravitacije za vertikalni transport rude i jalovine, a horizontalni transport će se primenjivati samo na nivou osnovnih horizonata za prvu i drugu fazu, odnosno na kotama 717 m i 477 m.

Kod rešavanja svih vitalnih problema rudnika nastojalo se da ta rešenja budu usaglašena sa eksploatacijom rudnog ležišta u dve faze. Ovim rešenjima se, isto tako, strogo vodilo računa o tome, da se već izgrađeni objekti uklope u osnovnu koncepciju eksploatacije ležišta i da se kao takvi koriste.

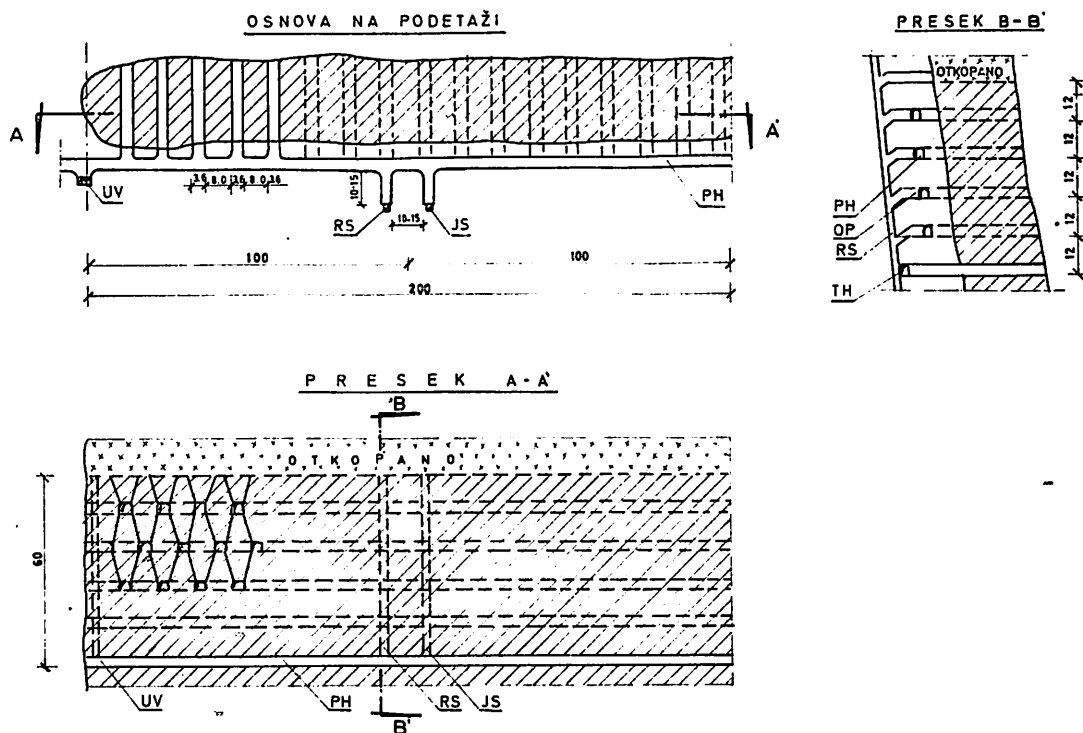
Rudarsko-geološka i druge karakteristike rudnog ležišta

Železo-niklonosne rude na Balkanskom poluostrvu vezane su za pojas ultrabazičnih stena, koje se protežu u tri trake od Zagreba do krajnjeg juga poluostrva, pa su ovakve mineralne sirovine



Sl. 1 – Šematski prikaz otvaranja, razrade i eksploatacije rudnog ležišta Ržanovo – Feni – Kavadarci
 Legenda: RS – rudna sipka; JS – jalovinska sipka; VO – ventilaciono okno; VU – ventilacioni uskop;
 KR – kosa rampa; N – niskop

--- granice površinskog otkopa
 — granice rudnog tela
 - · - · granice rudnih blokova



Sl. 2 – Podetažna otkopna metoda u rudniku Ržanovo – Feni – Kavadarci
 Legenda: RS – rudna sipka; JS – jalovinska sipka; UV – uskop za ventilaciju; PH – podetažni hodnik;
 TH – transportni hodnik

poznate u Bosni, Srbiji, Kosovu, Makedoniji, Albaniji i Grčkoj.

državne granice sa Grčkom, na padinama planine Kožuf.

Jedno od tih rudnih nalazišta u SR Makedoniji je Ržanovo, koje se nalazi na oko 30 km južno od Kavadaraca i 3–5 km severno od

Lokalnost rudnog ležišta je tipično planinska, sa usećenim dolinama okolnih reka i planinskim vrhovima visokim preko 1100 m.

Izdanci rudnog ležišta se javljaju između kota 840 i 970 m. Teren oko rudnog ležišta je uglavnom pošumljen, a izgrađen je od neogenih i krednih sedimenata, paleozojskih škriljaca i magmatskih stena. U neposrednoj blizini ležišta javljaju se krečnjaci, serpentini i škriljci.

Istraži radovi na ležištu traju sa prekidima od 1953. do 1972. godine.

Do kote 717 m, odnosno iznad osnovnog potkopa, rudno ležište je istraženo bušenjem sa površine i rudarskim radovima, dok je istraživanje ispod ovog nivoa vršeno samo bušenjem, tako da je rudno ležište istraženo u dubinu oko 500 m od izdanka.

Na osnovu dosad izvršenih istražnih radova u ležištu Ržanovo obračunate su rudne rezerve prikazane u tablici 1.

Tablica 1

Kategorija	Ruda, t	Fe, %	Ni, %	Co, %	Cr, %
A	7.467.000	30,88	1,040	0,076	1,50
B	15.792.000	31,35	1,021	0,058	1,57
C ₁	19.697.000	30,63	1,046	0,056	1,56
A+B+C ₁	42.956.000	30,94	1,036	0,060	1,55

Prema podacima istražnih radova rudni sloj se ne prekida ni po padu ni po pružanju, pa su perspektive za povećanje rudnih rezervi realne.

Rudno ležište se proteže 1.200 m u pravcu SSZ—JJJ, moćnost mu varira od nekoliko do 45 m, prosečno 22 m, pada pod uglom od oko 70° prema zapadu i jugozapadu do vertikale, a od kote 700 m naniže rudni sloj se blago povija sa padom u suprotnom smeru.

Krovinu rudnog ležišta u stratigrafskom smislu čine krečnjaci, a podinu serpentini i škriljci. Međutim, kao rezultat tektonskih pokreta, cela je serija u gornjem delu ležišta dovedena u inverzni položaj, pa krovinu rudnog sloja čine serpentini i škriljci, dok su u podini krečnjaci. Ispod kote 700 m, krovina i podina ponovo zauzimaju „prvo mesto“.

Rudno ležište je sedimentnog porekla, nastalo pretaloženjem slabo metamorfisanih jur-skih lateritskih kora.

Krečnjaci imaju veću moćnost i predstavljaju povoljnu sredinu za izradu podzemnih prostorija, osim kod kontakta sa rudom, gde sadrže nešto glinovitih sastojaka i trošnji su.

Serpentini i škriljci su najviše bili zahvaćeni tektonskim poremećajima, pa predstavljaju nepovoljnu radnu sredinu i skloni su samozarušavanju.

Više planinskih reka, bogatih vodom, preseca širi rejon rudnog ležišta, tako da je na osnovu toga i drugih hidroloških podataka utvrđeno, da će dotok vode u podzemnim radovima sa povećanjem dubine biti sve značajniji, a problem odvodnjavanja ozbiljniji.

Samo rudno telo nije teksturno homogeno, već je sastavljeno od kompaktne i škriljave rude u odnosu 70:30% prosečno za ležište.

Odnos hematita i magnetita u rudi je oko 74:26%, takođe prosečno za ležište.

Škriljava komponenta rude je kod izrade podzemnih prostorija sklona samozarušavanju, za razliku od kompaktne komponente koja je stabilnija, tako da izvođenje rudarskih radova u rudnom telu mora imati odgovarajuće osiguranje.

Dosadašnja iskustva pokazuju da ruda nije lepljiva, te kod pretakanja u rudne sipke i sredstva za transport ne stvara posebne teškoće i „normalno“ se ponaša.

Površinska eksploatacija

Granice površinskog otkopa se vide na uzdužnom preseku kroz rudno ležište Ržanovo.

Površinskim otkopom se zahvataju rudne rezerve od izdanka rudnog sloja na površini do kote 850 m, između vertikalnih profila 7 i 22.

Dužina otkopnog polja na dnu je oko 700 m, a na površini oko 900 m. Širina se kreće od 250 do 340 m. Visina radne etaže je 15 m sa radnim uglom od 70° i završnim od 65 do 68°.

Završna širina bermi na etažama je od 7 do 10 m, a transportnih trasa oko 15 m.

Odlagalište za jalovinu je u neposrednoj blizini otkopa.

U granicama površinskog otkopa nalaze se geološke rudne rezerve u količini od 7.500.000 t i jalovine 16.500.000 m³, odnosno sa koeficijentom raskrivke 7,45 m³/m³ ili 2,24 m³/t.

Sa tehnološkim gubicima od oko 5% i osiromašenjem od oko 7% može se otkopati ukupno oko 7 miliona t rude u vremenskom periodu od 6 godina kako sledi: 0,3; 1; 1,4; 1,5 i 1,3 miliona tona.

Transport jalovine do odlagališta se vrši kamionima—damperima, utovar jalovine u dampere bagerima, a odvoz rude do rudnih sipki utovaračima.

Na otkopu treba da radi ukupno 150 radnika.

Postoje realne mogućnosti za produblivanje površinskog otkopa na niži nivo, ali je o tome potrebno izraditi odgovarajuću dokumentaciju, kojom bi se detaljnije obradila problematika ovog rešenja, uzimajući u obzir sve faktore koji mogu uticati na izbor rešenja, uključujući i prelaz od površinske na podzemnu eksploataciju, uz kontinuirano obezbeđenje proizvodnog kapaciteta rudnika.

Podzemna eksploatacija

U prvom fazi se rudno ležište otvara osnovnim otkopom na koti 717 m kosom servis rampom između horizonata 717 i 837, kao i već prethodno izrađenim potkopima na horizontima 777 i 837 m.

U drugoj fazi će se rudno ležište otvoriti osnovnim potkopom na horizontu 477 m, niskopom između kota 685 m i 477 m i kosom servis rampom između horizonta 717 i 477 m. Niskopom će se izvoziti ruda do kote 685 m, a potkop sa ulazom na koti 470 m, će služiti za odvodnjavanje i izradu ostalih objekata za otvaranje i razradu između horizonata 477 i 717 metara.

Kosom rampom, u obe faze otvaranja, vršiće se kompletno servisiranje jame, transport mehanizacije, druge opreme i radnika. Projektovani kapacitet jame je 2 miliona t rovne rude godišnje.

Otkopavanje rude vršiće se metodom

podetažnog zarušavanja, a kasnije i metodama blokovskog zarušavanja.

Metoda podetažnog zarušavanja primenjivaće se za otkopavanje moćnih i manje moćnih delova rudnog tela.

Kod otkopavanja moćnih delova rudnog tela, na svakih 200 m rastojanja po njegovom pružanju, izrađuju se rudne i jalovinske sipke, a na rastojanju od 400 m i uskopi za ventilaciju.

Podetažni nivoi su na vertikalnom rastojanju od 12 m.

Iz podetažnih hodnika, koji se izrađuju u podinskom krečnjaku na rastojanju 5—10 m od kontakta sa rudom, izrađuju se otkopni prečnici do granice rudnog tela sa krovinom, odnosno do serpentina.

Poprečni presek podetažnih hodnika i otkopnih prečnika iznose 3,60 x 3,30, tj. oko 12 m².

Redosled zarušavanja je odozgo nadole i od granica otkopa prema sipkama.

Ako rudno telo ima moćnost do 5 m, podetažni hodnici se izrađuju kroz rudu, na međusobnom vertikalnom rastojanju od 6 m. U tom slučaju rudne sipke se rade na 100 m međusobnog rastojanja, paralelno sa uskopima za ventilaciju, ali bez jalovinskih sipki.

Pošto je rudno telo i po pružanju i po padu teksturno nehomogeno, odnosno sa kompaktnom i škrljavom hematitno-magnetitnom rudom, pa su i radni uslovi u rudnom telu promenljivi i relativno nepovoljni, ocenjeno je, da će ova otkopna metoda naći širu primenu kod podzemnog otkopavanja ovog rudnog ležišta.

Tehnološki proces otkopavanja, utovara i odvoza rude do rudnih sipki, kao i izrada podzemnih prostorija — potpuno su mehanizovani.

Za izradu minskih bušotina u otkopima (lepeze) predviđena su specijalna bušača kola na gumenim točkovima, a za bušenje minskih bušotina kod izgradnje horizontalnih i blago nagnutih prostorija predviđen je poseban tip samohodne mašine za bušenje na dizel-pogon.

Za izradu vertikalnih i strmih prostorija

predviđene su uskopne platforme sa specijalnim bušačim čekićem.

Punjenje minskih bušotina vrši se mehanički.

Utovar rude i jalovine kod izrade otkopno-pripremljenih radova i otkopavanja vršiće se dizel-utovaračima na gumenim točkovima sa zapreminom kašike 1,53 m³ i 3,80 m³. Manjim utovaračem će se uglavnom izrađivati pripremljene prostorije, dok će se većim utovaračima vršiti utovar i odvoz rude u otkopima.

Za servisiranje jame predviđena su vozila sa lift platformom, za gorivo i mazivo, kao i vozila za prevoz radnika. Sva servisna vozila su na gumenim točkovima sa dizel-pogonom.

Eksperimentalni rad na podzemnom otkopavanju južnog dela ležišta počinje paralelno sa radom površinskog otkopa i to metodom podetažnog zarušavanja.

Međutim, istovremeno će se vršiti odgovarajuća ispitivanja, izrađivati dokumentacija i izvoditi praktični radovi u jami, u cilju izvođenja produktivnijih varijanti metoda otkopavanja sa zarušavanjem.

Transport rude i jalovine ggk 150 mm na glavnim izvoznim hodnicima i uskopom u drugoj fazi, vršiće se gumenim trakama širine 750 mm. Njima će se ruda transportovati do prihvatnog bunkera ispred početne tačke transportnog sistema gumenih traka širine 650 mm i ukupne dužine 36 km, kojima će se ruda prevoziti od rudnika do topionice u Kavadarcima. Jalovina se istim sistemom traka prevozi do jalovišta u blizini rudnika.

Jalovina će se iz kapitalnih radova druge faze, kao i deo one koja će se dobiti iz pripremljenih i eksploatacionih radova u toj fazi, transportovati kolosekom preko potkopa ispred njegovog ulaza na koti 470 m.

Ventilacija jame vrši se kompresionim sistemom. U tom cilju, na sredini rudnog ležišta odnosno jame, u krečnjačkom masivu, izrađuje se centralno ventilaciono okno za dovod sveže vazdušne struje. Za odvod istrošenog jamskog vazduha izradiće se na krajevima jame dva ventilaciona uskopa. Servisnim uskopima i pomoćnim uskopima za ventilaciju dovodi se na svaku podetažu sveža vazdušna struja. Ventilacija otkopa i radnih čela vrši se separatnim provetravanjem cevnim ventilatorima.

Pretkoncentracija i separacija rude vršiće se u krugu topionice u Kavadarcima.

SUMMARY

Brief Outline of the Basic Concept for Mining Ore Deposit Ržanovo, Feni — Kavadarci

The concept for mining ore deposit Ržanovo, already in use, contemplates opencast mining of deposit upper section which is included in the initial stage of opening, while the larger part of the deposit will be mined underground.

Underground mining will make use of bulk winning methods with caving, and gravity will mainly be used for vertical ore and waste handling. Horizontal haulage will be carried out on levels 717 m and 477 m.

Compressor system will be used for ventilation with a central ventilation shaft for fresh air stream intake.

ZUSAMMENFASSUNG

Kurze Darstellung der Grundkonzeption des Abbaues der Erzlagerstätte Ržanovo, Feni, Kavadarci

Die Konzeption zum Abbau von Erzlagerstätte Ržanovo, welcher schon ausgeführt wird übertagegewinnung des oberen Lagerstättenteils, der durch die erste Aufschlussphase erfasst wird, und der grössere Teil in der Tiefe durch Untertageabbau gewonnen.

Der Untertageabbau wird durch Einsatz von Massenabbauverfahren mit Zubruchwerfen des Hangenden, unter maximaler Schwerkraftausnutzung für senkrechte Erz- und Bergförderung genutzt. Die Horizontalförderung wird auf den Höhenkoten 717 m und 477 m genutzt.

Die Bewetterung wird durch Kompressosystem mit Zentralwetterschacht für die Zuführung des Frischwetterstroms durchgeführt.

РЕЗЮМЕ

Короткий обзор концепции эксплуатации рудного месторождения Ржаново—Фени—Кавадарци

Концепция эксплуатации рудного месторождения Ржаново, которая уже началась, предвидит разработку верхней части месторождения открытым способом, а большая часть месторождения в глубине будет разрабатываться подземным способом.

Подземная эксплуатация будет производиться применением метода массовой добычи с обрушением выработанного пространства с максимальным использованием гравитации для вертикального транспорта руды и пустой породы. Горизонтальный транспорт будет применяться на горизонтах 717 м и 477 м.

Вентиляция будет осуществлена компрессионной системой с центральной вентиляционной шахтой для подачи свежего воздуха.

Autor: dipl.inž. Uroš Aritionovski, Rudarski institut, Skopje

Recenzent: dr inž. Đ.Marunić, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 26.3.1980, prihvaćen 22.7.1980.god.

POSTROJENJE ZA KONCENTRACIJU RUDE VELIKI KRIVELJ

– Tehnološka istraživanja – osnova za projekat postrojenja za koncentraciju bakra i molibdena –

(sa 1 slikom)

Dipl.inž. Miloljub Grbović – dipl.inž. Ljutica Košutić – dipl.inž. Mirjana Đinić –
dipl.inž. Branislav Anđelković

Uvod

Geološka istraživanja rudnog ležišta Veliki Krivelj, uglavnom, su obavljena posle 1961. godine. Početak geoloških istraga nije praćen i tehnološkim opitima koncentracije rude. Tek kada je obim utvrđenih rudnih rezervi dostigao određeni nivo, RTB Bor je formirao posebnu operativnu grupu stručnjaka pod nazivom „Projekat Krivelj“. Njima je postavljen zadatak da svestrano istraže i pripreme za eksploataciju novi rudnik basena – Veliki Krivelj. Zahvaljujući dobrom stručnom organizovanju rada (geološke radove je vodio dipl.inž. D.Aleksić, rudarske dipl.inž. J.Kostić, a radove na koncentraciji rude dipl.inž. N.Jeremić), 1975. godine završena su sva istraživanja rude. Dobijene su solidne osnove za projekat eksploatacije i prerade rude. Period od 1975. do 1980. godine iskorišćen je za projektovanje i početak gradnje objekata za preradu rude.

Osnovni podaci

Na obim i vrstu tehnoloških istraživanja uticali su: mesto rudnog ležišta, način i vrsta orudnjenja, način budućeg otkopavanja rude, namena prodajnih proizvoda koncentracije rude, potrebe za zaštitom životne sredine šireg područja i sličnost kriveljske rude sa poznatim našim i svetskim rudama.

Mogućnost oprobavanja ležišta

Rudno ležište Krivelj nalazi se u neposrednoj blizini postojećeg rudnika Bor. Organizaciju geoloških i tehnoloških ispitivanja vodila je grupa saradnika „Projekta Krivelj“. Uzorci rude za laboratorijsko-poluindustrijske opite mogli su se uzeti na vreme i stručno u svakoj fazi istraživanja.

Osobine rude

Geološki gledano, ruda Krivelj spada u poznata rudna nalazišta istočnosrpskog andezit-skog masiva. Na orudnjenoj steni ovog masiva decenijama rade naša dva velika rudnika – Bor i Majdanpek. Iskustvo iz postojeća dva rudnika ukazuje da se ruda ne može suviše uopšteno posmatrati. Iako je ležište Krivelj bliže Boru, po geološko-mineraloškim karakteristikama je znatno sličnije udaljenijem ležištu Majdanpek. Borsko ležište čine više manjih izrazito različitih orudnjenja, koja zahtevaju posebno prilagođen proces prerade rude. U majdanpečkom ležištu postoje, takođe, razlike u izmenjenosti stene kod pojedinih delova ležišta, ali nešto slabije izražene, koje takođe zahtevaju prilagođavanje procesa prerade rude.

Sve ovo je poslužilo kao opravdan razlog da se, bez obzira na blizinu i iskustvo Bora i

Majdanpeka, detaljno laboratorijski i poluindustrijski proveri podobnost rude Krivelj za obogaćivanje.

Način otkopavanja

Ruda Krivelj će se masovno površinski eksploatirati. Masovnost eksploatacije osigurava ujednačenost sadržaja osnovnog metala bakra u rudi koja se svakodnevno šalje u postrojenja za koncentraciju. Velika dnevna tonaža prerade će verovatno usloviti paralelan rad dva bagera na rudi koji će obezbediti ujednačenu tvrdoću ulazne rude. Ako radi samo jedan bager, moguć je nagli prelazak na proizvodnju samo meke, ili samo tvrde rude.

Tehnološka laboratorijsko-poluindustrijska ispitivanja su obuhvatila više tipova rude i dobijeni podaci služe kao dobar putokaz projektantu za uticaj površinskog otkopavanja na oblikovanje postrojenja za preradu rude.

Kupci budućeg koncentrata

Koncentrat bakra će se prerađivati u borskoj topionici. S obzirom na ograničenost topioničkih kapaciteta, uslovljena je proizvodnja visokokvalitetnog koncentrata sa 25% Cu.

Koncentrat magnetita će se prodavati železari Smederevo, koja uslovljava da sadržaj gvožđa iznosi iznad 62%.

Za koncentrat pirita jugoslovenski kupci traže da sadrži iznad 48% S.

Koncentrat molibdena, prema svetskim merilima, treba da sadrži iznad 50% Mo.

Pri izvođenju laboratorijsko-poluindustrijskih opita, udovoljeno je postavljenim zahtevima kupaca.

Zaštita čovekove okoline

Tehnološki proces koncentracije rude Krivelj zahteva potrošnju velike količine industrijske vode. Flotacijsku jalovinu treba deponovati u jalovište na način koji u potpunosti štiti Kriveljsku reku i širu okolinu od izliva upotrebljene industrijske vode iz fabričkih postrojenja rudnika Krivelj.

Laboratorijsko—poluindustrijski opiti izvedeni su sa ciljem da se dobiju podaci o potpunoj zaštiti sliva Kriveljske reke kada počne rad postrojenja za preradu rude.

Korišćenje iskustva sličnih rudnika

U cilju korišćenja iskustva sličnih rudnika proučen je način rada, kao i dobijeni rezultati, svetskih i naših velikih postrojenja za preradu rude bakra.

U laboratorijskim opitima ispitane su osobine rude koje su specifične za naše andezitske rude bakra.

Laboratorijsko-poluindustrijska istraživanja

Tehnološka ispitivanja su imala za cilj pribavljanje podataka koji služe za projektovanje postrojenja za koncentraciju rude. Trebalo je da se pribave pouzdani podaci za drobivost, sejivost, meljivost i flotabilnost rude, a za proizvode koncentracije podaci o ponašanju pri transportu, zgušnjavanju i filtriranju koncentrata, kao i deponovanju jalovine.

Podaci su delimično dobijeni tehnološkim opitima na rudi, a delimično ocenom osobina rude i upoređenjem sa sličnim rudama koje se prerađuju u aktivnim industrijskim postrojenjima kod nas i u svetu.

Drobivost i sejivost rude

Drobivost rude se vrlo teško utvrđuje laboratorijsko—poluindustrijskim opitima. U laboratoriji se ne mogu ispitati krupni komadi rude od 1 m³, koji se pri masovnoj proizvodnji normalno dobijaju na površinskom otkopu. Mali broj komada krupne stene ne bi predstavljao pouzdan reprezentativni uzorak ležišta. Zbog toga se došlo posrednim putem do podataka o drobivosti kriveljske rude, koji su poslužili kao podloga za projektovanje.

Analiza fizičko-mehaničkih osobina i karakteristike rudne supstance (2) pružaju veoma važan pokazatelj o drobivosti i sejivosti rude. Ležište je istraženo brojnim bušotinama i rudarskim radovima izvedenim na tri osnovna horizonta.

Gornji istražni horizont, na koti 320, pruža podatke o rudi cementacione zone koja će se eksploatirati prvih desetak godina rada. Karakteristika ovog dela ležišta je intenzivna izmenjenost stenske mase. Duž tektonskih pukotina je došlo do prodora atmosferskih voda u orudnjenu stenu. Prisutni feldspati su pogodovali da se pod dejstvom vode andezitska stena postupno menja ka propilitu, kaolinu i na kraju glini. Povremeno je raspadnutost stene na horizontu 320 bila toliko izražena, da je teško bilo održavati podgradu istražnih hodnika. Geotehnička ispitivanja rude „in situ“ pružila su podatke o velikoj neujednačenosti rude. Opseg pojedinih osobina je sledeći:

	min.	srednja	max.
— zapreminska težina, g/cm ³	1,93	2,38	2,59
— specifična težina, g/cm ³	2,63	2,65	2,68
— otpornost na pritisak, Kp/cm ²			
- u suvom stanju	196	790	1547
- u vodom zasićenom stanju	48	602	1119
— otpornost na udar, gsm/cm ³	0	32	156
— otpor na miniranje	0,95	1,20	1,45

Srednji istražni horizont, na koti 260, predstavlja znatno manje izmenjenu rudu. Promene nastale pod dejstvom atmosferilija duž tektonskih pukotina su znatno manjeg intenziteta nego u cementacionoj zoni gornjeg horizonta.

Donji istražni horizont, na koti 160, predstavlja sporadično izmenjenu stenu.

Pored ispitivanja geotehničkih osobina orudnjene stene vršeno je i dugogodišnje osmatranje otvorene deponije rude iz istražnih radova koju natapaju atmosferske padavine. Zapaženo je da do brze intenzivne promene dolazi kod deponije sa horizonta 320. Sporije se menja ruda sa horizonta 260, a neznatno odložena ruda sa horizonta 160.

Da bi se došlo do pouzdanih saznanja o droblivosti i sejivosti kriveljske rude izvršeno je upoređenje sa majdanpečkom rudom. S obzirom da je andezit nosilac orudnjenja, kako u Majdanpeku tako i u Krivelju, uporedna razmatranja su vrlo korisna. Tektonska izmenjenost kriveljske rude je, prema geološkim ispitivanjima, nešto izraženija nego u Majdanpeku. Atmosferske padavine su slične, jer su oba ležišta geografski vrlo bliska.

Krajnji zaključak o droblivosti i sejivosti kriveljske rude izveden je na bazi ispitivanja geotehničkih osobina, s jedne, i upoređenja ove rude sa poznatom rudom iz Majdanpeka, s druge strane:

— u prvim godinama rada biće vrlo teško sejati rudu. Glineni prosljoci, pogotovu kada su nakvašeni, lepiće se međusobno i u terciarnom drobljenju stvarati tzv. „pogače“. Ovo je razlog da se završno suvo sejanje rude ne može obaviti na sitima sa otvorima manjim od 25 mm.

U kasnijim godinama rada rudnika eksploatisaće se ruda kod koje su promene kaolinizacije

manje izražene. Ovim će sejivost biti poboljšana i moći će da se upotrebe završna sita sa otvorima mreže ispod 25 mm.

Biće povećana potrošnja kvalitetnih mreža sita.

— Što je duža eksploatacija otkopa prerađivaće se tvrda ruda, pa će rasti i otpor na usitnjavanje rude. Snaga motora drobilica treba da bude takva da savlada otpor drobljenja i najtvrdje rude (horizont 160).

— Kapacitet mašina za sejanje treba da se prilagodi lošim osobinama glinovite rude cementacione zone (kota 320), a kapacitet drobilica najtvrdjoj rudi (kota 160).

— Teško će se uskladiti da istovremeno budu podjednako opterećena sva sita i sve drobilice u pogonu.

Meljivost rude

U valorizaciji niskoprocentne rude bakra Veliki Krivelj pored izbora tehnološkog postupka koncentracije rude, veoma veliku ulogu igra i cena po kojoj će se izdvojiti korisne komponente u posebne proizvode. Mineralne čestice bakra,

molibdena, pirita, magnetita i druge treba usitnjavanjem fizički odvojiti jedne od drugih i odgovarajućim tehnološkim postupcima dobiti ih u posebne komercijalne proizvode. Glavni trošak dobijanja posebnih koncentrata korisnih mineralnih komponenata je njihovo usitnjavanje.

Otpornost rude na usitnjavanje ima presudan uticaj na cenu dobijanja proizvoda koncentracije. Zbog toga finoća mlevenja jako utiče na troškove prerade.

Određivanju radnog indeksa meljivosti rude Veliki Krivelj (W_i) posvećena je maksimalna pažnja.

Detaljna ispitivanja meljivosti na svim uzorcima rude iz poluindustrijskih opita izvršena su u laboratorijama Rudarskog instituta u Beogradu.

Kontrolna ispitivanja radnog indeksa na četiri uzorka poluindustrijskih opita izvršila je američka firma Allis-Chalmers, Milwaukee, USA.

Rezultati ovih ispitivanja dati su u tablici 1.

U Institutu je ova ruda usitnjena do ggk od 5 mm i na njoj su vršena dalja laboratorijska ispitivanja. Kako je radni indeks industrijskog pogona (W_i) u Majdanpeku poznat, određena je po relaciji Bonda

$$W = 10 W_i \left(\frac{1}{\sqrt{P}} - \frac{1}{\sqrt{F}} \right)$$

potrebna energija za usitnjavanje ove rude do približne krupnoće od oko 60% minus 200 meš.

Potrebna energija W , za ograničeno vreme mlevenja od 10 minuta uz određenu težinu kugli od 11,520 kg i gustinu pulpe od 74% čvrstog, iznosila je

$$W = 10,28 \text{ KWh/t}$$

Meljivost rude bakra Veliki Krivelj ispitivana je pod istim uslovima kao i majdanpečka ruda. Ruda je najpre usitnjena do ggk od 5 mm. Potom je izvršeno ispitivanje na ukupno 11 uzoraka rude i izvedeno 55 opita meljivosti.

Tablica 1

Uzorak br.	Specifična težina	Zapreminska težina (t/m^3)		Bondov radni indeks	
		Mlin sa šipkama	Mlin sa kuglama	Mlin sa šipkama	Mlin sa kuglama
1-4/260/1	2,69	1,77	1,69	14,1	12,0
2-4/260/4	2,76	1,81	1,76	12,5	12,8
3-4/320/4	2,66	1,73	1,67	11,7	9,5
4-4/160/4	2,69	1,74	1,72	13,1	11,7

Pri ispitivanju radnog indeksa (W_i) koje je izvršio Rudarski institut primenjena je metoda komparacije sa poznatom rudom. Ekipe saradnika je izvršila merenja radnog indeksa u desetočasovnom radu jedne sekcije mlevenja u Majdanpeku. Rezultati snimanja iz industrijskog opita su sređeni i analizom je utvrđeno da radni indeks rude iznosi

$$W_i = 14,50$$

U toku snimanja industrijskog radnog indeksa u Majdanpeku uzorkovanjem je izdvojena veća količina ulazne rude i doneta u Rudarski institut na laboratorijska ispitivanja.

Na osnovu uporednih ispitivanja kriveljske i majdanpečke rude, kao i na osnovu ispitivanja W_i koje je izvršio Allis-Chalmers, utvrđen je prosečan radni indeks W_i , za celo ležište. Za proračun mlinskih sekcija radni indeks iznosi:

$$\begin{aligned} \text{— radni indeks mlina sa šipkama} & \quad W_{is} = 14,1 \\ \text{— radni indeks mlina sa kuglama} & \\ \text{koji radi u kombinaciji sa} & \\ \text{mlinom sa šipkama} & \quad W_{ik} = 12,2 \end{aligned}$$

Flotabilnost rude

Obimna laboratorijska istraživanja u cilju koncentracije minerala bakra izvršena su tokom

1973/74. godine. U toku laboratorijskih opita analizirani su:

- izbor tipa i količine flotacijskih reagenasa
- gustina pulpe
- kondicioniranje
- regulacija pH vrednosti
- vreme flotiranja

Ispitano je više vrsta flotacijskih kolektora. Utvrđeno je da se najbolji rezultati postižu dodavanjem selektivnih kolektora za halkopirit na početku i jakih ksantata na kraju flotiranja.

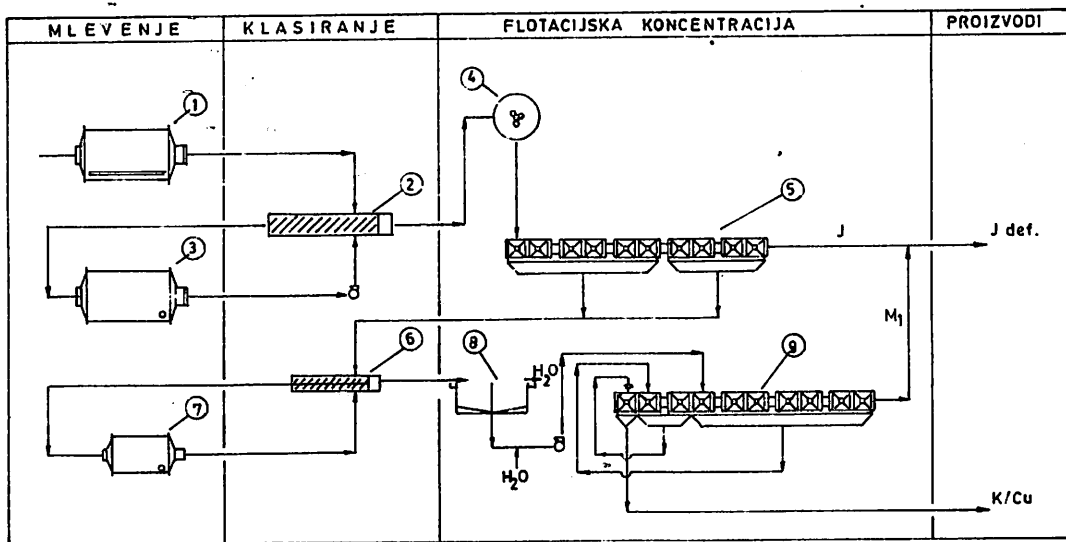
Flotiranje je izvršeno pri gustini pulpe u opsegu od 20% do 40% čvrstog. Pri velikoj gustini se ostvaruju slabija iskorišćenja. Naročito se loši rezultati dobijaju ako se raspadnuta ruda cementacione zone flotira pri gustini većoj od 33% čvrstog u pulpi.

Laboratorijskim opitima je ustanovljeno da nema bitnih razlika u iskorišćenju bakra sa i bez kondicioniranja ispred flotiranja rude.

Selektivno flotiranje minerala bakra se najbolje odvija pri vrednosti pH oko 10,8 do 11.

Potrebno vreme osnovnog flotiranja je duže za rudu cementacione zone, a kraće za rudu sa nižih horizonata i kreće se od 12 do 18 minuta.

Na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja na uzorcima rude sa kote 320, 260 i 160 ustanovljene su tehnološke šeme za pripremu i flotacijsku koncentraciju minerala bakra iz ruoe ležišta „Veliki Krivelj” i predložena su poluindustrijska ispitivanja u cilju provere i potvrde postignutih rezultata. U tom cilju su u toku 1973. godine uzimani pojedini uzorci rude sa kota 160, 260 i 320 na kojima su vršena prethodna laboratorijska, a potom poluindustrijska ispitivanja. Po nalogu grupe „Projekat Krivelj” uzorke za ova ispitivanja uzela je i pripremila geološka služba basena Bor. Glavni inženjer za PMS u grupi „Projekat Krivelj” organizovao je transport, merenje, drobljenje, homogenizaciju, deobu uzoraka i dostavljanje uzetih uzoraka Rudarskom institutu u Beogradu i Institutu za bakar u Boru.



Sl. 1 — Tehnološka šema poluindustrijskih opita flotiranja minerala bakra iz ležišta Veliki Krivelj

Legenda: 1 — mlin sa šipkama, $\phi 1 \cdot 1,5 = 1,1775 \text{ m}^3$ elektromotor 36 KS

2 — spiralni mehanički klasifikator 18"; 16 o/min

3 — mlin sa kuglama $\phi 1,1,2 = 0,942 \text{ m}^3$; el. motor 12 KS.

4 — kondicioner $\phi 0,9,0,9 = 0,57 \text{ m}^3$

5 — flotacijske mašine za osnovno flotiranje Cu, Denver br. 8, 10.62=620 l

6 — spiralni mehanički klasifikator, 15 o/min; $\phi 6,7$

7 — mlin za domeljavanje, $\phi 12'' \cdot 12'' = 22,27 \text{ l}$

8 — zgušnjivač, $\phi 2.000 \cdot 1.500$

9 — flotacijske mašine za prečišćavanje koncentrata Cu, Denver br. 8, 10.62=620 l

Poluindustrijski opiti selektivnog flotiranja minerala bakra na pojedinim uzorcima rude iz ležišta „Veliki Krivelj” izvedeni su prema tehnološkoj šemi, koja je data na sl. 1. Ukupno je izvedeno 25 opita i tom prilikom je u toku snimanja procesa prerađeno 94.861,3 kg vlažne, odnosno 90.616,2 kg suve rude i to:

— sa kote 160 ispitivan je samo jedan uzorak rude u ukupnoj količini od 8.685,0 kg vlažne, odnosno 8.215,3 kg suve rude,

— sa kote 260 ispitivano je 5 uzoraka rude u

ukupnoj količini od 45.268,6 kg vlažne, odnosno 42.953,7 kg suve rude;

— sa kote 320 ispitivana su četiri uzorka rude u ukupnoj količini od 35.296,4 kg vlažne, odnosno 33.993,1 kg suve rude. Zatim je od prva tri uzorka sačinjen kompozit u odnosu 1:1:1 koji je takođe poluindustrijski ispitan u ukupnoj količini od 5.611,3 kg vlažne, odnosno 5.454,1 kg suve rude.

U ovim poluindustrijskim ispitivanjima ostvareni su sledeći rezultati:

Ruda sa kote 160

Sa ove kote ispitivan je samo jedan uzorak rude, a izvedena su dva opita. Pri tome su postignuti rezultati dati na tablici 2.

Tablica 2

	T %	Cu%	I _{Cu} %	S%	I _S %	Mo%	I _{Mo} %
Ulaz	100,00	0,224	100,00	1,06	100,00	0,0012	100,00
K/Cu	0,76	26,67	90,60	30,29	21,74	0,0736	45,67
Jalovina	99,24	0,0212	9,40	0,835	78,26	0,00067	54,33

Ruda sa kote 260

Sa ove kote ispitivano je 5 uzoraka rude i izvedeno je ukupno devet opita. Postignuti rezultati prikazani su u vidu skupnog definitivnog bilansa metala za rudu sa kote 260, uzimajući iste količine pojedinih uzoraka (tablica 3).

Tablica 3

	T %	Cu%	I _{Cu} %	S%	I _S %	Mo%	I _{Mo} %
Ulaz	100,00	0,41	100,00	2,10	100,00	0,036	100,00
K/Cu	1,54	23,33	87,82	29,27	21,41	0,1345	56,80
Jalovina	98,46	0,0506	12,18	1,68	78,59	0,0016	43,20

Ruda sa kote 320

Sa ove kote ispitivana su četiri uzorka rude i izvedeno je ukupno 14 opita. Skupni definitivni bilans metala za rudu sa kote 320, uzimajući iste težinske udele pojedinih uzoraka rude, je dat na tablici 4.

Tablica 4

	T %	Cu%	I _{Cu} %	S%	I _S %	Mo%	I _{Mo} %
Ulaz	100,00	0,602	100,00	2,92	100,00	0,0066	100,00
K/Cu	2,03	25,61	86,47	33,45	23,40	0,2036	62,79
Jalovina	97,97	0,083	13,53	2,29	76,60	0,0025	37,21

Treba napomenuti da u uzorcima rude sa kota 160 i 260 nije bilo oksidnog bakra, dok je u uzorcima rude sa kote 320 prosečan sadržaj oksidnog bakra iznosio 8,3% od ukupnog bakra sadržanog u rudi. Svakako da je ovo imalo uticaja na tehnološke rezultate poluindustrijskih ispitivanja selektivnog flotiranja minerala bakra iz rude sa kote 320, što se vidi iz bilansa metala, u kome je prikazan posebno oksidni i sulfidni bakar u dobijenim proizvodima (tablica 5).

Tablica 5

	T %	Cu%	I _{Cu} %	Cu%	I _{Cu} %	Cu%	I _{Cu} %
Ulaz	100,00	oks. 0,05	oks. 100,00	sulf. 0,552	sulf. 100,00	ukup. 0,602	ukup. 100,00
K/Cu	2,03	0,61	24,98	25,00	92,01	25,61	86,47
Jalovina	97,97	0,038	75,04	0,045	7,99	0,083	13,53

Poluindustrijski opiti flotacijske koncentracije minerala bakra izvedeni su u uslovima grubog mlevenja pri finoći od oko 55 ÷ 62% minus 0,074 mm. Grubi koncentrat je domeljavan do finoće iznad 90% minus 200 meš. Sve proizvode koncentracije rude mineraloški je analizirala prof. dr R. Milosavljević na Katedri za PMS Rudarskog fakulteta u Beogradu. Mikroskopskim ispitivanjem je utvrđeno da su u grubom koncentratu bakra minerali bakra nedovoljno oslobođeni od jalovine i pirita.

Pored minerala bakra, kriveljska ruda sadrži kao prateći mineral molibdenit. Ovo je bio razlog da se nakon mikroškopskih ispitivanja u definitivnim poluindustrijskim opitima obradi i koncentracija molibdena. Na bazi podataka iz opita koncentracije bakra i dopunskih laboratorijskih opita koncentracije bakra — molibdena postavljeni su osnovni uslovi za izvođenje završnih poluindustrijskih opita, a to su:

— mlevenje rude oko	60 %—200 meš.
— gustina pulpe u osnovnom flotiranju, oko	28+30% Č
— domeljavanje osnovnog koncentrata do	95%—200 meš.
— dvostruko prečišćavanje koncentrata sa kontrolnim flotiranjem	
— gustina pulpe u I prečišćavanju koncentrata	12—15% Č
— gustina pulpe u II prečišćavanju koncentrata	8—10% Č
— gustina pulpe u kontrolnom flotiranju	8—10% Č
— pH vrednost pulpe u osnovnom flotiranju	10—10,5
— pH vrednost pulpe u prečišćavanju	10,0

Režim dodavanja reagenasa treba da bude sledeći:

- krečno mleko treba dodavati u mlin sa šipkama i I prečišćavanje koncentrata
- reagens Z—200 treba dodavati u mlin sa kuglama u količini od 15 g/t
- reagens MIBC treba dodavati u mlin sa kuglama u količini od 24 g/t, zatim u osnovno flotiranje 2x2 = 4 g/t i eventualno u kontrolno flotiranje
- reagens dizel gorivo D₁ treba dodavati u mlin sa kuglama u količini od 16 g/t, a u kontrolno flotiranje 4 g/t
- reagens Z—11 treba dodavati u mlin sa kuglama 5 g/t, zatim u osnovno flotiranje 4 x 1,0 = 4 g/t u kontrolno flotiranje 2 g/t.

Poluindustrijska ispitivanja su izvedena na rudi sa horizonta 320, najtežoj za koncentraciju.

Pošto su rezultati laboratorijskih ispitivanja za uzorke rude sa kote 260 potvrđeni izvedenim poluindustrijskim ispitivanjima na uzorcima rude sa kote 320, to se može smatrati da su ovim ispitivanjima obuhvaćene obe kote (260 i 320).

Uzorak sa kote 320—kompozit tretiran je u dva dela. Prvi deo obuhvata kombinaciju reagenasa shodno preporuci iz laboratorijskih opita, a drugi deo je tretiran istom kombinacijom reagenasa uz dodatak Na₂S u drugom delu osnovnog flotiranja.

Rezultati su prikazani u tablici 6, gde su dati podaci iz kvalitativno-kuantitativnih šema kretanja masa za ukupni bakar, sulfidni bakar, rastvorni bakar i molibden. Ova tablica sadrži podatke za osnovno flotiranje i prečišćavanje koncentrata, kao i ukupno iskorišćenje i kvalitet koncentrata Cu—Mo.

Rezultati za molibden prikazani su prema tovarnom i teoretskom bilansu. Tovarni bilans dat je na bazi analitički određenog sadržaja molibdena u ulaznoj rudi i koncentratu bakra.

Kako je sulfidizacija u opitu sa kompozitom kote 320 izazvala izvesne poremećaje vezane za porast pH vrednosti pulpe, analizirani su na molibden samo ulazna ruda i definitivni koncentrat bakra.

Izmenjenim uslovima u tehnološkom procesu zbog molibdena ostvareni su na uporedno ispitivanim uzorcima rude poboljšani rezultati. Pri tome je u proseku ostvareno i veće iskorišćenje bakra i bolji kvalitet koncentrata.

U vezi sa ovim, interesantno je napomenuti da je kvalitet koncentrata bakra poboljšan i pored dvostrukog umesto trostrukog prečišćavanja, a proces se odvija pri pH vrednosti pulpe od 10–10,5 umesto 11,5 do 12,0.

Konačni bilans proizvoda koncentracije

Sistematska i obimna laboratorijska i polu-industrijska ispitivanja, koja su izvedena na više pojedinačnih uzoraka rude bakra Veliki Krivelj, dala su dovoljno pouzdanih podataka da se sačini prosečan bilans svih proizvoda za celo ležište, prikazan u tablici 7.

Poluindustrijski rezultati flotacijske koncentracije minerala Cu–Mo

Tablica 6

Uzorak br.	Proizvod	Osnovno flotiranje				
		% Cu	% CuS	% CuO	% Mo	% Mo*
K–320 Kompozit (bez sulfidizacije)	Ulaz	0,54	0,48	0,06	0,0061	0,0061
	Koncentrat	6,96	6,81	0,15	0,0653	0,0802
	Jalovina	0,08	0,026	0,054	0,0019	0,0012
	Iskorišćenje %	86,18	94,86	16,72	71,51	81,55
K–320 Kompozit (sa sulfidizacijom)	Ulaz	0,53	0,47	0,06	0,0061	–
	Koncentrat	6,16	6,007	0,153	–	–
	Jalovina	0,09	0,037	0,053	–	–
	Iskorišćenje %	84,25	92,64	18,52	–	–
K–320/4	Ulaz	0,325	0,305	0,020	0,0071	0,0071
	Koncentrat	5,30	5,144	0,156	0,1177	0,1050
	Jalovina	0,037	0,025	0,012	0,0007	0,0007
	Iskorišćenje %	89,24	92,29	42,64	90,68	90,75

* Teoretski bilans za Mo.

Nastavak tablice br. 6

Prečišćavanje					Osnovno flotiranje sa prečišćavanjem				
% Cu	% CuS	% CuO	% Mo	% Mo*	% Cu	% CuS	% CuO	% Mo	% Mo*
6,96	6,81	0,15	0,0653	0,0802	0,54	0,48	0,06	0,0061	0,0061
30,85	30,32	0,53	0,2750	0,2750	30,85	30,32	0,53	0,275	0,275
0,20	0,157	0,043	0,0059	0,0038	0,086	0,033	0,053	0,0021	0,0013
97,76	98,20	77,67	92,96	96,60	84,25	93,15	12,98	66,48	79,06
6,16	6,007	0,153	–	–	0,53	0,47	0,06	0,0061	–
30,99	30,45	0,54	–	–	30,99	30,45	0,54	0,1710	–
0,17	0,11	0,06	–	–	0,095	0,042	0,053	–	–
97,78	98,52	68,46	–	–	82,38	91,27	12,68	39,49	–
5,30	5,144	0,156	0,1177	0,1050	0,325	0,305	0,020	0,0071	0,0071
28,84	28,08	0,76	0,5200	0,5200	28,84	28,08	0,76	0,52	0,52
0,15	0,127	0,023	0,0296	0,0120	0,042	0,029	0,013	0,0020	0,0012
97,68	97,97	87,89	79,34	90,66	87,17	90,42	37,49	71,94	82,27

* Teoretski bilans za Mo.

Konačni bilans proizvoda koncentracije

Tablica 7

Proizvodi	T,%	Kvalitet, %				Iskorišćenje, %		
		Cu	Mo	Fe ₃ O ₄ (Fe)	FeS ₂ (S)	Cu	Fe ₃ O ₄	FeS ₂
Ulaz	100,00	0,408		0,71	5,0(2,67)	100,0	100,0	100,0
K/Cu—Mo	1,33	27,0	0,17			88,0		
K/Fe ₃ O ₄	0,70	0,06		85,6(62)		0,1	65,0	
K/FeS ₂	3,10	0,35			89,803(48)	2,7		55,0
Jalovina	94,87	0,0396				9,2		

Za ostvarenje ovakvog metal bilansa u budućem postrojenju za koncentraciju rude mogu da posluže kao solidna osnova i određena tehnička rešenja, koja su data u glavnom tehnološkom projektu:

- kontinuitet proizvodnje — skladište krupne rude i skladište sitne rude
- automatika sistema snabdevanja vodom
- automatika ciklusa mlevenja
- automatsko dodavanje krečnog mleka
- kontinuitet rada mlevenja i klasiranja (rezervne hranilice i pumpe; separatno skladište šipki i kugli po sekcijama; rezervne ciklonske pumpe)

— dugačak niz flotacijskih ćelija u osnovnom flotiranju uz automatsko održavanje nivoa pulpe

- trostepeno prečišćavanje domlevenog osnovnog koncentrata
- centralizovana kontrola dodavanja reagenasa
- tehničko rešenje sprečavanja rastura proizvoda flotiranja
- rezerve u kapacitetu odvodnjavanja koncentrata
- tehničko rešenje odstranjivanja otpadnog materijala iz procesa, koji može da šteti kontinuitetu i kvalitetu proizvodnje

SUMMARY

Ore Concentration Plant Veliki Krivelj

— Technological Investigations — Background for the Design of Copper and Molybdenum Concentration Plant —

The paper presents the voluminous laboratory and pilot-scale investigations of copper and molybdenum concentration from Veliki Krivelj ore. Outline is given of the method used to determine the initial parameters which served to design the ore concentration plant. The parameters included crushability, screenability, grindability and flotability of the ore.

ZUSAMMENFASSUNG

Erzanreicherungsanlage Veliki Krivelj

— Technologische Forschung — Grundlage für das Anlagenprojekt zur Kupfer — und Molybdenkonzentration —

In dem Artikel wird eine Darstellung von umfangreichen Labor—Pilot—Untersuchungen der Kupfer — und Molybdenkonzentration aus dem Erz von Veliki Krivelj gegeben. Es wird die Bestimmung von Ausgangsparametern gegeben, die zur Ausarbeitung des Projekts von Erzkonzentrationsanlage gedient haben. Es wurden Parameter von Brechbarkeit, Siebbarkeit, Mahlbarkeit und Flotierbarkeit des Erzes bestimmt.

РЕЗЮМЕ

Установка для концентрации руды в руднике „Велики Кривель“

— Технологические исследования как основание для проектирования установки за концентрацию меди и молибдена из руды

В этой статье дается обзор объемных лабораторно-промышленных исследований концентрации меди и молибдена из руды рудника „Велики Кривель“. Дается способ установления исходных параметров, которые бы были основанием для составления проекта установки за концентрацию руды. Установлены также параметры для дробления, просеивания, размальвания и природную флотуемость руды.

Literatura

1. Kostić, J., Jeremić, N., Guconja, N., 1971: Izgradnja novog rudnika Veliki Krivelj. — Bakar br. 3/71, Bor.
2. Aleksić, D., 1979: Karakteristike rudne supstance ležišta Veliki Krivelj. — Izveštaj geološke službe basena Bor.
3. Glavni tehnološki projekat koncentracije rude Krivelj — tehnološke osnove, knj.I. — Rudarski institut, Beograd, 1979.
4. Glavni tehnološki projekat koncentracije Krivelj — drobljenje rude, knj.II. — Rudarski institut, Beograd, 1979.
5. Malcolm D. Flavel, 1980: Energy Mathematics for Crushing Applications and Systems for Optimising Comminution Costs. — SME—AIME, Las Vegas.
6. Rowland, C.H., 1976: The Bond Index, a Tool to Measure Grinding Efficiency.— SME—AIME, Denver.
7. Kjos, D.M., 1979: Grinding Circuits: Current Status and Projected Future Development.— AIME, Duluth.
8. Rowland, C.H., Kjos, D.M., 1978: Plant Design Considerations for Rod and Ball Mill Grinding Circuits. — AIME, Denver.
9. Roloff, C.A., 1979: The Mechanical Aspects of Large Grinding Mills.— Canadian Institute of Mining and Metallurgy, Montreal.

Autori: dipl.inž. Miloljub Grbović, dipl.inž. Ljutica Košutić, dipl.inž. Mirjana Dinić, dipl.inž. Branislav Anđelković, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. M. Jošić, Beograd

Članak primljen 24.6.1980, prihvaćen 22.7.1980.

POSTROJENJE ZA KONCENTRACIJU RUDE VELIKI KRIVELJ

— Tehnološka istraživanja — osnova za projekat koncentracije magnetita i pirita —

(sa 1 slikom)

Dipl.inž. Miloljub Grbović — dipl.inž. Gojko Hovanec — dipl.inž. Milica Milošević
— dipl.inž. Branislav Monevski

Koncentracija magnetita

U toku poluindustrijskih ispitivanja selektivnog flotiranja minerala bakra iz uzoraka rude Veliki Krivelj, zapaženo je da se u flotacijskim jalovinama nalazi i mineral magnetit. Nije se ostalo na vizuelnoj konstataciji, već se prišlo detaljnoj determinaciji mogućnosti valorizacije minerala magnetita iz jalovine otoka flotacije bakra.

Najpre se prišlo rešavanju problema kvantitativnog sadržaja minerala magnetita, a zatim kvalitativnim ispitivanjima mogućnosti dobijanja komercijalnih kvaliteta koncentrata magnetita.

Laboratorijska ispitivanja kvantitativnog sadržaja magnetita iz otoka flotiranja bakra i polazne sirovine, vršene su na magnetnom analizatoru tipa „Davis Tube“.

Analize kvantitativnog sadržaja magnetita rađene su na prethodno pripremljenim uzorcima, čija je finoća mliva bila 100% — 150 meš (100% — 0,1 mm). Opiti su izvršeni na uzorcima težine 200 g, pri istoj brzini zaokretanja tubusa i pri konstantnoj količini dodavane — spirne vode. Merena je izdvojena magnetična frakcija i vršene su kvalitativne hemijske analize na Fe.

Obračun kvantitativnog sadržaja magnetita u pojedinim uzorcima rađen je prema standardnim obrascima i to:

— Sadržaj magnetitnog gvožđa u uzorku

$$\%Fe = \frac{M/Fe\% \cdot M/Tg}{U/Tg}$$

gde je:

% Fe — sadržaj magnetitnog gvožđa u ispitivanom uzorku

— M/fe% — sadržaj Fe% u magnetičnom produktu „Davis“ analizatora,

— M/Tg — kvantitativni udeo magnetične frakcije „Davis“ analizatora

— U/Tg — kvantitativni udeo polaznog uzorka

— Sadržaj magnetita u uzorku

$$\%Fe_3O_4 = \frac{\%Fe \cdot 100\%}{72,4}$$

gde je:

— % Fe_3O_4 — sadržaj magnetita u ispitivanom uzorku

— % Fe — sadržaj magnetitnog gvožđa

— 72,4 — sadržaj Fe u magnetitu

Magnetnim analizama jalovine otoka flotiranja minerala bakra u polaznoj sirovini kote 320 ustanovljen je sadržaj magnetitne frakcije u količini od 0,3 — 0,5%.

Istim načinom rada, na uzorcima kote 260, utvrđen je prosečan sadržaj magnetitne frakcije u

količini od 1,2%, mada je u pojedinim uzorcima taj sadržaj iznosio i do 2,0%.

Na ispitivanim uzorcima rude kote 160 takođe je ustanovljen sličan sadržaj magnetitne frakcije kao na koti 260.

Laboratorijska ispitivanja mokre magnetne separacije magnetita iz otoka flotacije bakra

Posle kvantitativne determinacije magnetita po kotama izvršena su laboratorijska ispitivanja koncentracije magnetita na laboratorijskom mokrom magnetnom separatoru tip „Sala“, dimenzija ϕ 200 x 100 mm. Jačina magnetnog polja na rastojanju 5 mm od površine bubnja do korita iznosila je 960 Gaussa, a jačina magnetnog polja na rastojanju od 25 mm iznosila je oko 550 Gaussa. Laboratorijski uređaj omogućava punu fleksibilnost kako u pogledu regulacije intenziteta magnetnog polja, tako isto i regulacije brzine obrtanja bubnja, održavanja nivoa pulpe u koritu separatora i položaja magneta u bubnju separatora.

Laboratorijska ispitivanja

— gruba MM separacija magnetita iz otoka

flotacije bakra gde se izdvaja težinski oko 3 % od ulazne rude

— prečišćavanje grubog koncentrata magnetita u cilju izdvajanja mehanički zahvaćenih zrna jalovine i odstranjenje mulja

— dopunsko mlevenje jedanput prečišćenog koncentrata u cilju oslobađanja korisne komponente od jalovih minerala

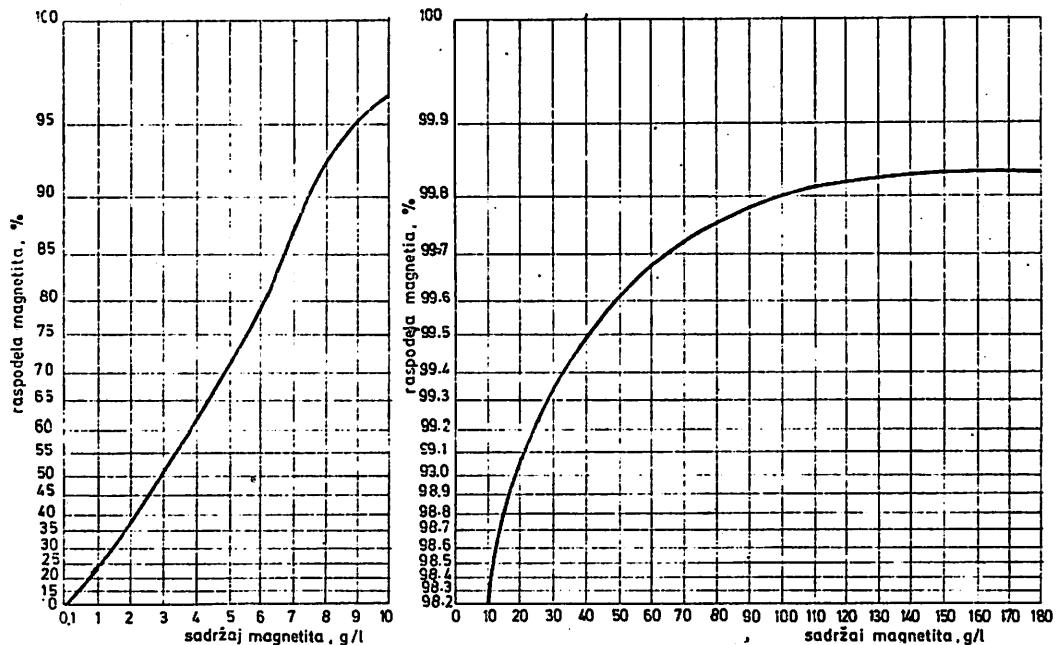
— prečišćavanje dopunski mlevenog koncentrata.

Karakteristike flotacijske jalovine

Tretirana flotacijska jalovina na MM separatoru tipa „Sala“ sadržala je oko 29% Č i imala nešto promenljiv granulov sastav.

Analiziranjem raspodele magnetita po klasama krupnoće, utvrđeno je da se 60—70% od ukupnog magnetita nalazi u klasi — 0,074 mm, dok je u klasi + 0,74 mm magnetit uglavnom intimno srastao za jalovinom.

Treba napomenuti da je i znatan deo magnetita sadržan u klasama ispod 0,043 mm, što nepovoljno utiče na iskorišćenje, pogotovu kod uzoraka sa niskim sadržajem magnetita.



Sl. 1 — Uticaj koncentracije magnetita u pulpi na iskorišćenje magnetita u koncentratu.

Rezultati ispitivanja i bilans koncentracije

Laboratorijska ispitivanja MM separacije flotacijske jalovine pokazala su sledeće:

1. primarnom magnetnom separacijom magnetita iz jalovine flotacije može se dobiti grublji koncentrat sa 16—30% Fe, odnosno 22—41% Fe_3O_4 sa iskorišćenjem od 40—75%, zavisno od sadržaja magnetita u rudi

2. prečišćavanjem grubog koncentrata može se dobiti koncentrat magnetita kvaliteta 35—50% Fe, odnosno 48—69% Fe_3O_4 sa iskorišćenjem od 90—96%

3. dopunskim mlevenjem i klasiranjem mora se jedanput prečišćen koncentrat dovesti na finoću mliva od 90—95% — 0,074 mm da bi se obezbedilo optimalno oslobađanje korisnih minerala

4. tri dopunska prečišćavanja mogu obezbediti kvalitet koncentrata od 62% Fe, odnosno 85,6% Fe_3O_4 uz visoka iskorišćenja u sve tri faze procesa dopunskog prečišćavanja 92—98%

5. ukupno iskorišćenje magnetita ili iskoristivog Fe kreće se u granicama od 35—70%, zavisno od sadržaja magnetita u rudi, što se može videti iz dijagrama na sl.1.

6. srednjim sadržajem magnetitnog gvožđa u otoku flotacije bakra od 0,71%, odnosno 0,98%

Fe_3O_4 , tehnološkim operacijama prikazanim u tačkama 1—5, može se dobiti koncentrat magnetita sa 62% Fe uz iskorišćenje od oko 65%

7. porastom sadržaja magnetita u rudi, odnosno porastom koncentracije magnetita u pulpi raste i iskorišćenje magnetita u koncentratu. Uticaj koncentracije magnetita u pulpi na iskorišćenje može se videti iz dijagrama na sl.1.

Koncentracija pirita

U toku geoloških istraživanja ležišta Krivelj praćeno je redovno učešće sumpora u rudi s jedne, i mineraloško učešće pirita u rudi, s druge strane. Udeo pirita u rudi je veoma mali. Uzorci rude za poluindustrijska ispitivanja uzeti sa horizonata 320, 260 i 160, koji su obrađivani u Rudarskom institutu, takođe, govore da je udeo pirita, u celini gledano, mali. Međutim, pojedini uzorci su pokazali da se na nekim delovima ležišta udeo pirita u rudi povećava.

U tablici 1 prikazan je udeo bakra i sumpora u rudi i flotacijskim jalovinama poluindustrijskih opita.

Težinski udeo pirita u otoku flotiranja minerala bakra od 2,20% zaista je mali. Ovakav

Sadržaj pirita u flotacijskoj jalovini

Tablica 1

Kota	Uzorak	Ulaz		Flot. jalovina	
		% Cu	% S	% S	Pirit (gruba procena)
160	1	0,224	1,06	0,835	1,50
	1	0,24	2,79	2,48	4,20
	2	0,32	2,62	2,29	4,00
	3	0,52	2,33	1,80	3,30
	4	0,46	1,41	0,97	1,70
	5	0,51	1,36	0,84	1,50
Rač.prosek	(1—5)	0,41	2,10	1,68	3,00
320	1	0,665	2,41	1,69	3,00
	2	0,900	2,45	1,51	2,80
	3	0,241	3,91	3,65	6,20
Rač.prosek	(1—3)	0,602	2,92	2,29	4,00
Kompozit sa kote 320		0,530	2,77	2,22	4,00
K 320	4	0,33	3,50	3,04	5,20
Računski prosek za ležište:					
K.320:K.260:K.160=					
1:5:5		0,34	1,70	1,35	2,20

udeo je približno i u rudi bakra Majdanpek, gde se za sada ne valorizuje.

Poslednjih godina potražnja za mineralnim sirovinama dovela je do porasta cene pirita. Investitor „Projekat Krivelj”, postavio je zahtev da se domen istraživanja proširi i na valorizaciju pirita iz rude Veliki Krivelj. Ovo tim pre, što je poluindustrijskim opitima, izvedenim tokom 1973/74. godine, obrađivan samo jedan uzorak rude sa kote 160 koji je u otoku flotiranja bakra sadržao svega 0,835% S, a ušao je u ukupni obračun rudnih rezervi sa 5/9 delova. Moguće je da će detaljnija istraživanja kote 160 dati više pirita, pa je i to razlog zbog čega se naknadno poklonila pažnja i koncentraciji pirita iz rude.

Selektivnim flotiranjem minerala bakra iz rude Veliki Krivelj u koncentrat bakra iskoristi se oko 22% od ukupnog sumpora, tako da u flotacijsku jalovinu odlazi oko 78% od ukupno sadržanog sumpora u rudi.

Ispitivanjima selektivnog flotiranja pirita iz flotacijske jalovine ciklusa selektivnog flotiranja minerala bakra dobija se koncentrat pirita sa oko 48% S pri iskorišćenju sumpora od oko 62% u odnosu na rudu. Težinski udeo koncentrata pirita iznosi oko 2% pri sadržaju sumpora u rudi od oko 1,7% S.

Daljim ispitivanjima flotacijske jalovine ciklusa selektivnog flotiranja minerala bakra došlo se do saznanja da njenim odmuljivanjem u preliv hidrociklona odlazi oko 30% težinski sa sadržajem od oko 1% S, pri čemu se po raspodeli sumpora, u ovom proizvodu gubi svega oko 12% u odnosu na rudu.

Selektivnim flotiranjem pirita iz peska hidrociklona dobija se koncentrat pirita sa oko 50% S pri iskorišćenju oko 60%. Težinski udeo koncentrata pirita iznosi oko 1,3% za rudu sa sadržajem sumpora od 1,7% S.

Ranije je napomenuto da su tehnološka ispitivanja uporedo izvođena u Institutu za bakar — Bor i Rudarskom institutu — Beograd. Hemijske analize ispitivane rude, u pogledu prosečnog sadržaja pirita, nisu se slagale. Analize koje je dobio Institut za bakar govore da je veći udeo pirita u rudi od onog koji je utvrđen u Rudarskom institutu. Ovo je bio razlog što je RO Krivelj tražila da geološka služba basena Bor, na bazi podataka

geoloških istražnih radova, izračuna i zvanično utvrdi sadržaj pirita u rudištu.

U izveštaju Geološke službe o sadržaju pirita iz ležišta Veliki Krivelj od 4.5.1978. godine prikazani su podaci mikroskopskih ispitivanja rude ležišta Veliki Krivelj. Ovim ispitivanjima utvrđeni su sledeći minerali: magnetit, rutil, pirhotin, halkopirit, kubanit, valerit, pirit, hematit, molibdenit, bornit, kovelin, halkozin, enargit, tetraedrit, sva-lerit, galenit, limonit, malahit, azurit, tenorit i samorodni bakar.

Na osnovu mikroskopskih ispitivanja preparata iz svih tipova rude, sračunato je procentualno učešće glavnih mineralnih komponenti i to:

minerali jalovine	93,205
pirit	5,011
halkopirit	1,255
kovelin	0,032
halkozin	0,034
magnetit	0,350
hematit	0,063
rutil	0,050

Ukupno: 100,000 %

Iz ovog se vidi da su pirit i halkopirit najzastupljeniji sulfidni minerali u ležištu Veliki Krivelj.

Sadržaj pirita izračunat je na osnovu pretpostavke da je ukupan sadržaj sumpora vezan za pirit i halkopirit. Na ovaj način dobijeni su brojni podaci o sadržaju pirita u rudi, najpre u toku geoloških istražnih radova, a zatim prilikom uzimanja operativnih proba za tehnološka ispitivanja. Na osnovu svih tih podataka geološka služba basena Bor zaključuje da srednji sadržaj pirita u rudi iznosi 5,0%.

Kao osnova za izradu metal bilansa poslužili su:

— izveštaj geološke službe basena o sadržaju pirita u rudi i

— tehnološka ispitivanja koncentracije pirita obavljena u Rudarskom institutu—Beograd, koja su obuhvatila klasiranje otoka magnetne koncentracije, osnovno flotiranje pirita iz krupne frakcije i domeljavanje osnovnog koncentrata pirita sa dvostepenim prečišćavanjem.

Prosečni bilans koncentracije magnetita i pirita za celo ležište prikazan je zajedno sa bilansom ostalih proizvoda u članku „Tehnološka istraživanja — osnova za projekat postrojenja koncentracije bakra i molibdena“ (tablica 7).

Ovde se samo navodi da koncentrat magnetita sadrži 62% Fe sa iskorišćenjem magnetita od 65%, a koncentrat pirita sadrži 48% S sa iskorišćenjem pirita od 55%.

SUMMARY

Ore Concentration Plant Veliki Krivelj

— Technological Investigations — Background for the Design of Magnetite and Pyrite Concentrators —

The Veliki Krivelj ore has a very low content of magnetite (below 1 %) and pyrite (about 5 %), so their recovery is not economical. However, since the process of ore preparation for flotation concentration involves the most expensive operation of the overall process (ore fragmentation), and by that the liberation of useful minerals from the gangue, separation of even small amounts of magnetite and pyrite concentrates becomes profitable.

The paper presents the technological investigations of magnetite and pyrite concentration. The initial parameters were determined for the design of magnetite concentration plant by use of wet magnetic separation and pyrite by flotation.

ZUSAMMENFASSUNG

Erzanreicherungsanlage Veliki Krivelj

—Technologische Forschung — Projektgrundlage für die Magnetit — und Schwefelkieskonzentration

Das Erz von Veliki Krivelj enthält einen sehr niedrigen Prozent von Magnetit (weniger als 1%) und Schwefelkies (rd. 5%), so dass ihre Valorisierung nicht wirtschaftlich wäre. Da im Aufbereitungsprozess für die Flotationskonzentration von Kupfer die teuerste Operation des ganzen Prozesses (Erzzerkleinerung) erledigt wird und dadurch Nutzminerale von den Bergen befreit werden, dann wird die Ausscheidung auch kleiner Konzentratmengen von Magnetit und Schwefelkies wirtschaftlich.

Im Artikel wird die technologische Forschung der Magnetit — und Schwefelkieskonzentration dargestellt. Es wurden Ausgangsparameter für das Anlagenprojekt zur Konzentration von Magnetit durch Nassmagnetscheidungsverfahren und Schwefelkies durch Flotationsverfahren bestimmt.

РЕЗЮМЕ

Установка для концентрации руды в руднике „Велики Кривель“

— Технологические исследования как основание для проектирования концентрации руд магнетита и колчедана (пирита)

Руда в руднике „Велики Кривель“ содержит очень небольшой процент магнетита (меньше 1) и колчедана-пирита (меньше 5), и потому валоризация этих руд не была бы экономична. Между тем, так как в процессе подготовки руды для дальнейшей концентрации меди флотированием будет сделана самая дорогая часть операции процесса (измельчивание руды) и этим будут выделены полезные минералы из пустой породы, может быть экономичным выделение и небольших количеств концентрата магнетита и пирита.

В статье даются результаты технологических исследований концентрации магнетита и пирита. Установлены исходные параметры для проектирования установки для концентрации магнетита способом мокрой магнитной сепарации и пирита процессом флотирования.

Literatura

1. Kostić, J., Jeremić, N., Guconja, N., 1971: Izgradnja novog rudnika Veliki Krivelj. — Bakar br. 3/71, Bor.
2. Aleksić, D., 1979: Karakteristike rudne supstance ležišta Veliki Krivelj.— Izveštaj geološke službe basena Bor.
3. Glavni tehnološki projekat koncentracije rude Krivelj — Tehnološke osnove, knj.1. — Rudarski institut, Beograd, 1979.

Autori: dipl.inž. Miloljub Grbović, dipl.inž. Gojko Hovanec, dipl.inž. Milan Milošević, dipl.inž. Branislav Monevski, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

Recenzent: dr inž. M. Jošić, Beograd

Članak primljen 24.6.1980, prihvaćen 22.7.1980.

POSTROJENJE ZA KONCENTRACIJU RUDE VELIKI KRIVELJ

— Drobljenje, sejanje i transport rude —

(sa 5 slika)

Dipl.inž. Miloljub Grbović — dipl.inž. Ljutica Košutić — dipl.inž. Vasilije Vasić —
dipl.inž. Kostantin Stefanović — dipl.inž. Slobodan Stupar —
rud.tehn. Stevan Nikolić

Uvod

Usitnjavanje rude, koje se sastoji iz drobljenja i mlevenja, predstavlja pripremu za najvažniju fazu tehnološkog procesa — flotacijsku i magnetnu koncentraciju. Otkopanu rudu gornje granične krupnoće (ggk) oko 1 m³ treba kombinovanim usitnjavanjem, tj. najpre suvim drobljenjem, a potom mokrim mlevenjem, usitniti do finoće od oko 58% minus 200 meša. ..

Kako je drobljenje znatno jevtinija operacija od mlevenja, teži se da proizvod drobljenja bude što sitniji.

U članku „Tehnološka istraživanja — osnova za projekat postrojenja za koncentraciju bakra i molibdena“ autori su detaljno odredili podobnost kriveljske rude za drobljenje, sejanje, mlevenje i klasiranje. Zaključci su sledeći:

— u prvih desetak godina eksploatacije rudnik će otkopavati rudu iz cementacione zone koja je duž tektonskih pukotina znatno izmenjena pod uticajem atmosferilija. Proslojci kaolinisanog andezita koji prelazi u glinu ne dozvoljavaju da se proces drobljenja zatvori na situ otvora manjeg od 25 mm

— u kasnijoj fazi eksploatacije nije isključena mogućnost zatvaranja ciklusa drobljenja na sitima sa znatno manjim otvorom mreže.

U ovom članku se daju tehnološke osnove i tehnički prikaz osnovnih parametara drobljenja, sejanja i transporta kriveljske rude za obezbeđenje

završne krupnoće drobljenja ggk oko 25 mm. Ovo rešenje, međutim, pruža mogućnost da se, ukoliko raspadnutost rude dozvoli, snizi završna krupnoća na ggk ispod 10 mm.

Tehnološke osnove projekta

Geomehaničke osobine kriveljske rude s jedne, i iskustva iz rada drobljenja na sličnim andezitskim rudama bakra s druge strane, određuju su faktori koji utiču na tehnološki proces i tehnička rešenja drobljenja, transporta i sejanja rude u Krivelju. Preduslovi za uspešan rad drobljenja u Krivelju su sledeći:

— ukoliko se postigne kontinuitet u snabdevanju rudom sa otkopa, drobljenje će raditi sa visokim časovnim kapacitetom

— stvaranje rezerve rude između otkopa i drobljenja (sigurnosno skladište) stvorilo bi određene teškooće u manipulaciji sa rudom

— ukoliko bi se stvorila rezerva rude posle primarnog drobljenja, postiglo bi se visoko iskorišćenje kapaciteta sekundarnog i tercijarnog drobljenja, kao i sejanja i transporta rude

— ako bi ispred svake osnovne mašine (sita i drobilice) postojala rezerva rude, dobila bi se dvostruka korist: veći časovni kapacitet mašina i sitniji proizvod izdrobljenog materijala

— blagovremeno odstranjivanje sitne, lepljive frakcije iz rude ima bitan uticaj na kontinuitet rada drobljenja. Ovo se jasno pokazalo u Majdanpeku, jer od kada je, posle primarnog drobljenja,

izdvojena sitna klasa i direktno otpremljena u flotaciju, teškoće na sipkama i bunkerima su prestale (nestalo je zaglavljivanje rude)

— uglovi punjenja i pražnjenja bunkera i sipki moraju biti prilagođeni kvalitetu i krupnoći rude. Samo na ovaj način se ruda nesmetano „toči“, a da pri tom ne troši obloge sipki i bunkera

— da bi se izbeglo neravnomerno trošenje obloga drobilica, potrebna je njihova mehanizacija. Isto tako, da bi se instalirana snaga drobilica maksimalno koristila, neophodna je primena automatskog vođenja celokupnog procesa drobljenja rude

— da bi se postigla završna krupnoća drobljenja od 100% minus 25,4 mm u fazi I, a kasnije i niže, treba zatvoriti ciklus drobljenja.

Imajući u vidu iznete predušlove, kod drobljenja rude Krivelj primenjeni su sledeći osnovni tehnološko-tehnički principi:

— sav diskontinuitet koji se mora javiti između otkopa i flotacije podnosi primarno drobljenje, pa je rezerva u primarnom drobljenju i projektom predviđena

— između primarnog i ostalog drobljenja smešteno je sigurnosno skladište koje amortizuje sve varijacije u kapacitetu dovoza rude sa otkopa i odvoza za flotaciju

Ipak, u svakodnevnom radu ovo će skladište biti protočnog tipa i u njemu će biti samo toliko rude da eliminiše raskorak u kontinuitetu proizvodnje otkopa i flotacije

— ispred svake drobilice i ispred svakog sita (kao osnovnih mašina) postoji manja rezerva rude u bunkeru. Dodavači u toku rada doturaju drobilici dovoljno rude da ždreló drobilice bude uvek puno. Ovim se postiže da „ruda rudu drobi“ i time se, pored ostvarenja visokog časovnog kapaciteta, postiže i dobar kvalitet proizvoda drobljenja

— kompletna automatizacija procesa drobljenja rude omogućila bi potpunije usitnjavanje rude u slučajevima kada drobljenje mora da radi sa smanjenim kapacitetom

— širine transportnih traka unutar postrojenja za usitnjavanje i prosejavanje rude usvojene su za maksimalne kapacitete koje omogućava dispozicija objekata.

Kapacitet postrojenja i finoća proizvoda drobljenja

Kapacitet drobljenja i sejanja u prvoj fazi iznosi oko 8×10^6 t/god., sa mogućnošću iznad 20×10^6 tona godišnje.

Primarno drobljenje radi 15 smena nedeljno sa časovnim kapacitetom od oko 1.600 t/h.

Sekundarno i tercijarno drobljenje sa sejanjem radi 18 smena nedeljno sa prosečnim časovnim kapacitetom od oko 1,150 t/h.

Za ulaznu krupnoću rude od 1000 mm, kao i završnu krupnoću od oko 25 mm, ukupan stepen redukcije iznosi:

$$S = \frac{P_1}{D_u} = \frac{1000}{25} = 40$$

Kod tri stepena redukcije, srednji stepen iznosi:

$$S_n = \sqrt[3]{S} = \sqrt[3]{40} = 3,42$$

Za primarno drobljenje stepen redukcije iznosi:

$$S_1 = \frac{1000}{200} = 5,00$$

za sekundarno

$$S_2 = \frac{200}{50,8} = 3,92$$

a za tercijarno

$$S_3 = \frac{50,8}{25,4} = 2$$

Otvori pražnjenja kod pojedinih drobilica iznose:

- primarna kružna drobilica, 48"x74" 140 mm
- sekundarna Hydrocon drobilica, 13"x84" 25,4 mm
- tercijarna Hydrocon drobilica, 3/1/2"x84" 15,9 mm

Droblilice sa ovim otvorima daju prosečnu krupnoću faznih proizvoda drobljenja kao što je prikazano na tablici 1.

Tablica 1

Otvor sita mm	Težinska raspodela proizvoda, T %		
	prima- rnog drob- ljenja	sekund- arnog drob- ljenja	terci- jarnog drob- ljenja
- 200 + 178	2,5		
- 178 + 152	3,5		
- 152 + 127	9,7		
- 127 + 102	12,5		
- 102 + 76	15,5		
- 76 + 51	17,0		
- 51 + 44	2,5	3,5	
- 44 + 38	2,1	7,5	
- 38 + 35	2,7	10,0	
- 35 + 32	2,2	5,5	5,0
- 32 + 29	2,5	5,5	5,0
- 29 + 25	3,0	6,0	6,0
- 25 + 22	2,5	7,0	8,0
- 22 + 19	2,5	6,0	8,0
- 19 + 16	2,3	7,0	8,0
- 16 + 13	2,7	8,0	11,0
- 12,7 + 6	5,0	14,0	19
- 6 + 0	10,0	20	30

Opis tehnološkog procesa

Šema tehnološkog procesa drobljenja rude sa transportom do skladišta prikazana je na sl.1. Ova šema prikazuje kvalitativno-kvantitativno odvijanje procesa za kapacitet postrojenja od 5,500.000 i 8,000.000 tona rude godišnje.

Brojevi uokvireni pravougaonicima odnose se na pozicije bazne opreme, a podaci o kretanju masa označeni su brojevima uokvirenim kružićima.

Sa površinskog otkopa ruda ggk 1000 mm prevozi se kamionima nosivosti 250 t (156 m³). Kamioni se direktno istresaju u primarnu drobilicu Allis—Chalmers veličine 48"x74" (poz. 0210). Ruda se u ovoj drobilici drobi do krupnoće 100% minus 200 mm, izdrobljena ruda pada u prihvatni bunker (poz. B—1), koji se nalazi ispod primarne drobilice. Efektivna zapremina ovog bunkera jednaka je dvostrukoj zapremini kamiona (2 x 156 = 312 m³), a trenutna količina rude automatski se kontroliše pomoću ultrazvuka.

Glavni rukovalac — pultista daje signal kojim dozvoljava istovar kamiona u drobilicu samo u slučaju ako se ceo sistem transporta do sigurnosnog skladišta (poz. S—1) nalazi u radu. Ovo znači, da se ruda može iz kamiona istresati u drobilicu samo onda, ako se nalaze u radu transportne trake poz. 0510, 0810, 0820 i ako u

bunkeru pod drobilicom (poz. B—1) i na sigurnosnom skladištu (poz. S—1) ima mesta za prijem nove rude. Rad pločastog dodavača automatski se kontroliše u zavisnosti od nivoa rude u bunkeru pod drobilicom (B—1). Ova kontrola obezbeđuje automatsko zaustavljanje pločastog dodavača, kada u bunkeru nivo rude siđe do oko 1,5 m iznad otvora bunkera, odnosno njegovo uključanje u rad u slučaju višeg nivoa rude u bunkeru. Istovremeno, rad ovog dodavača nalazi se u sistemu blokade sa transportnim trakama (poz. 0510, 0810 i 0820).

Kapacitet otpreme rude od primarne drobilice do skladišta reguliše pločasti dodavač (poz. 0410). Ovaj dodavač ima promenljivu brzinu kretanja, što omogućuje postizanje različitog časovnog protoka rude. Časovni kapacitet dodavača, utvrđen za jednu vrstu rude, neće ostati isti pri promeni kvaliteta rude. Suvlja ruda će se lakše točiti iz bunkera ispod drobilice, a vlažna sporije, pa je neophodno da dodavač ima promenljivu brzinu.

Pored promene brzine predviđena je mogućnost da se iskustveno utvrdi najbolji prosečni položaj dodavača u odnosu na otvor bunkera. Isto tako će se iskustveno, pomoću metalnih šipki, regulisati dužina slobodnog otvora pražnjenja bunkera.

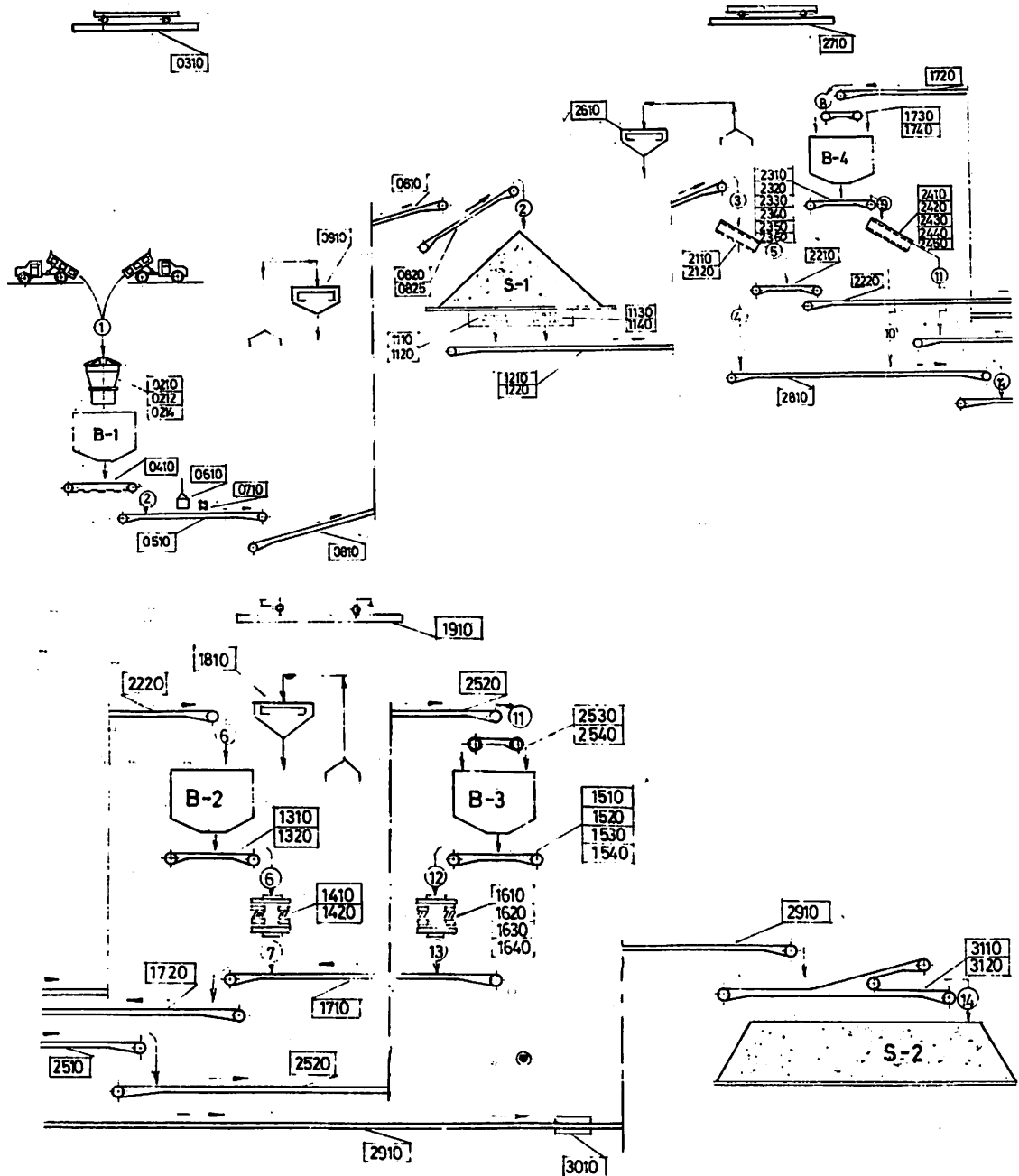
Opterećenje motora svih većih transportera indiciira se na ampermetru komandne table ispred glavnog rukovaoca. Tako postoji indikacija preopterećenja i rukovalac ima mogućnost da utiče na smanjenje kapaciteta.

Pretovarne sipke od dodavača (poz. 0410) na traku (poz. 0510), kao i od transportera (poz. 0510) na transporter (poz. 0810) su kaptirane i priključene na uređaj za otorašivanje.

Iznad kratkog transportera (poz. 0510) nalazi se viseći elektromagnet (poz. 0610) koji iz rude izvlači zalutale komade gvožđa koji bi mogli oštetiti opremu u daljem toku procesa.

Pri kraju trake (poz. 0510) instaliran je elektronski metalni detektor (poz. 0710) koji zaustavlja traku (poz. 0510) u slučaju nailaska metalnih delova. U tom slučaju, koji se retko događa, dolazi radnik i ručno izbacuje metalni komad sa zaustavljene trake (poz. 0510).

Magnet (poz. 0610) i detektor (poz. 0710)

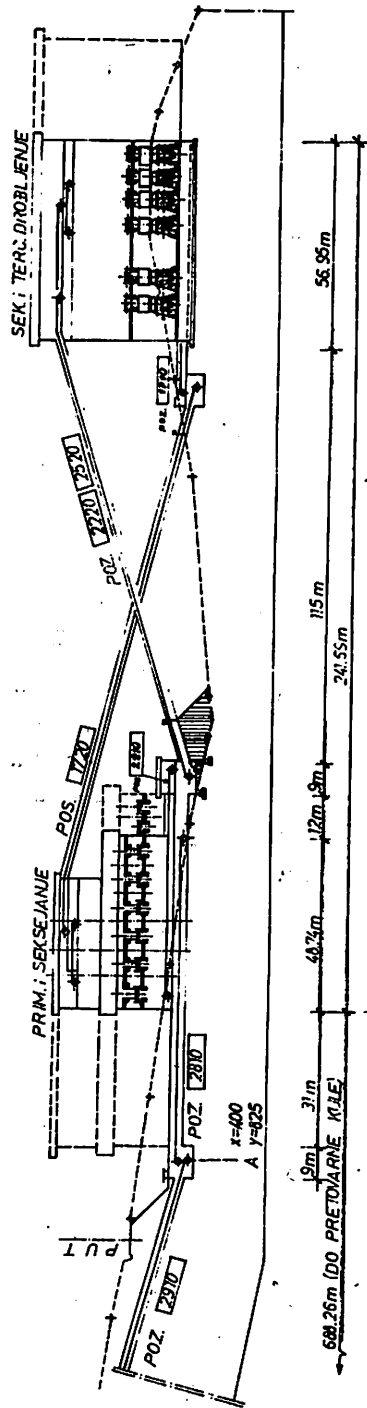


Sl. 1 – Šema tehnološkog procesa drobljenja rude sa transportom do skladišta.

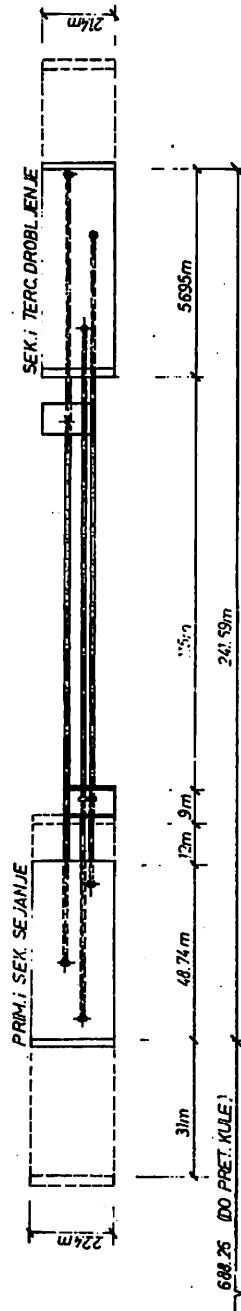
su instalirani na kratkoj traci (poz. 0510) da bi se izbeglo zaustavljanje duge trake (poz. 0810).

Transporter (poz. 0810) prima rudu od transportera (poz. 0510) i transportuje je kroz kosi

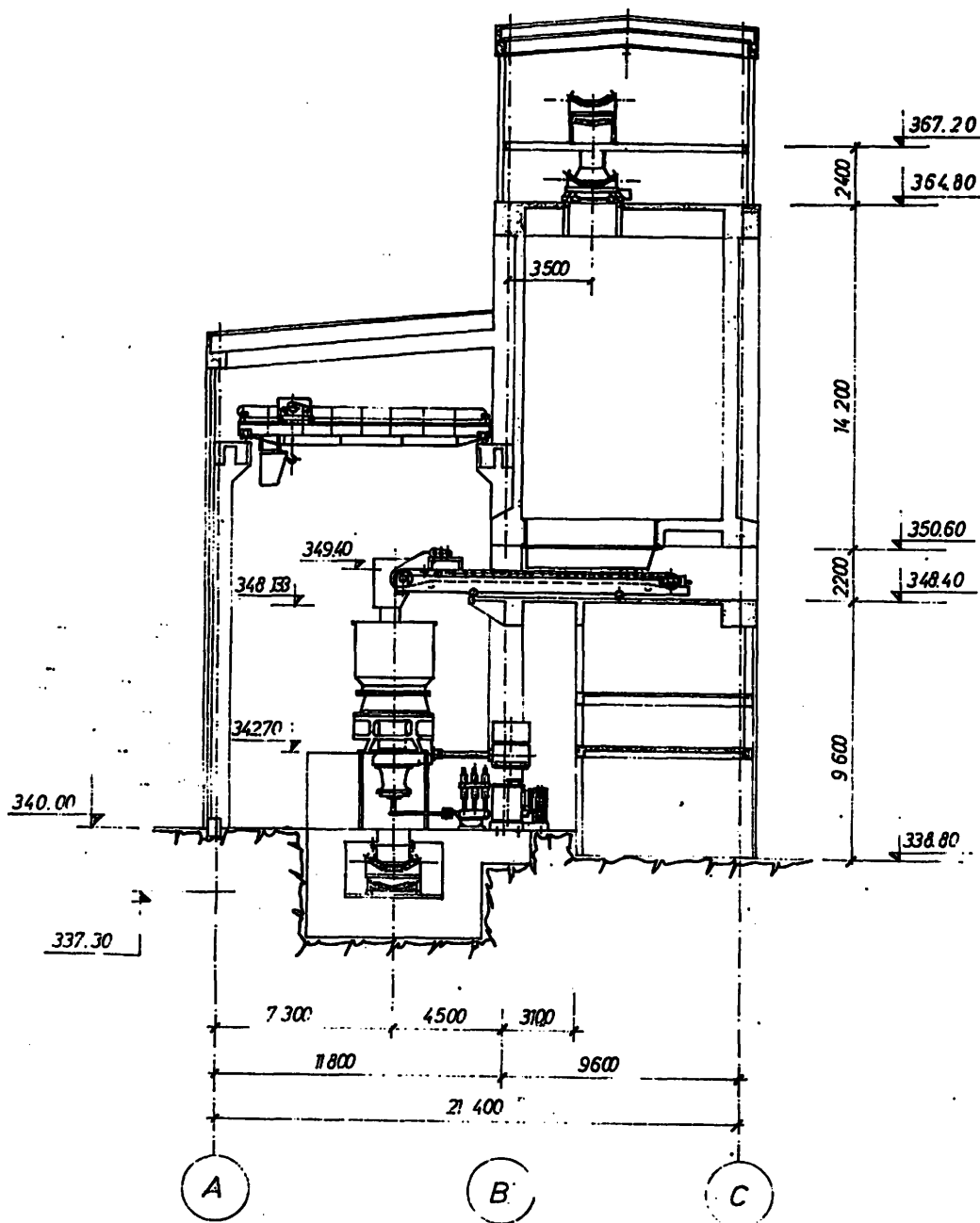
tunel do trake odlagača (poz. 0820), koji je istovara u skladište (poz. S-1). Skladište je otvorenog tipa. Njegova aktivna zapremina može da obezbedi kontinuirani rad flotacije od oko 6 smena. Ako se unapred planira zastoje, onda se



Sl. 3 — Međusobni raspored objekata opreme za sekundarno-tercijarno drobljenje i sejanje.



Sl. 3a — Međusobni raspored objekata za sekundarno-tercijarno drobljenje i sejanje — osnova.

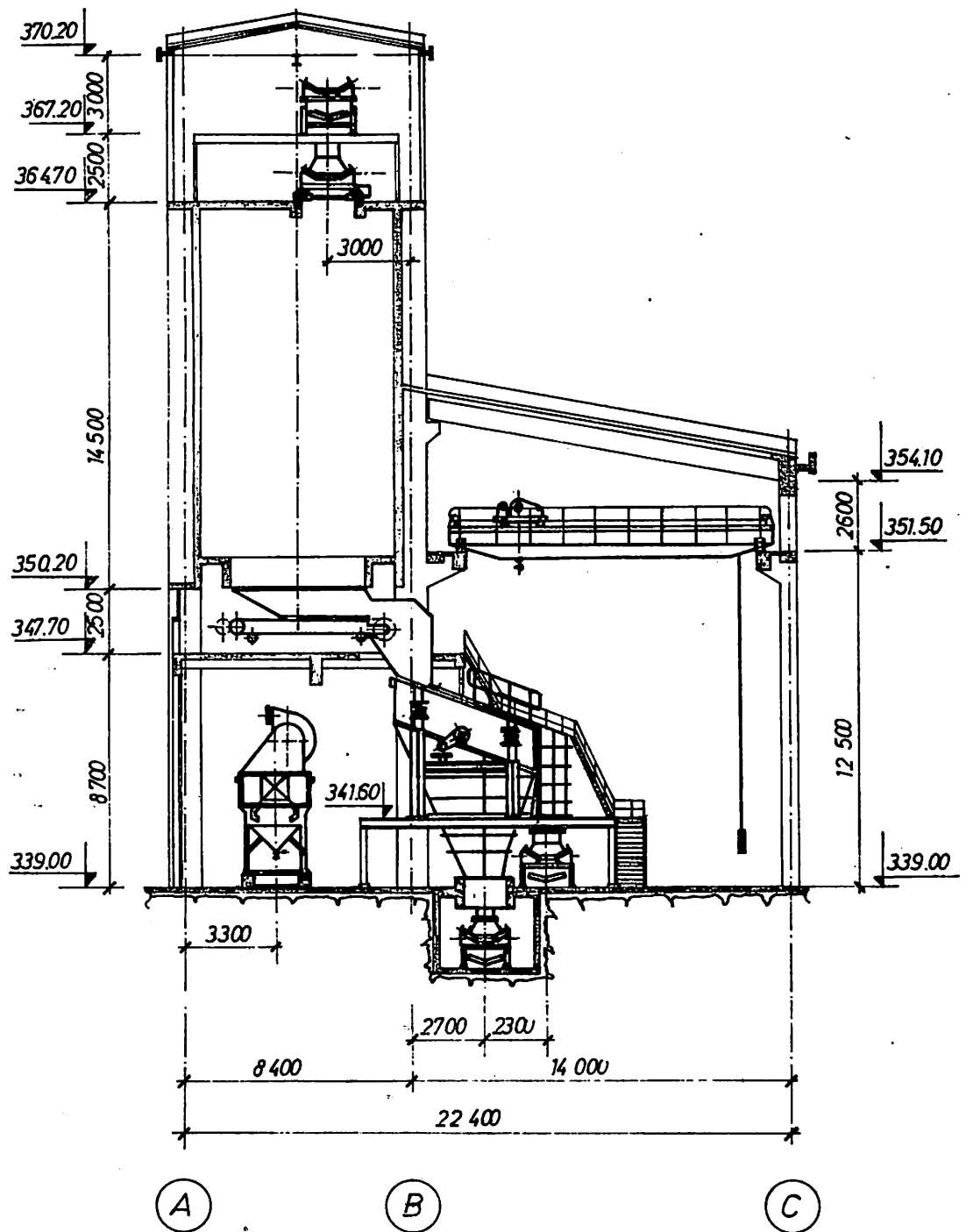


Sl. 4 — Hranjenje sekundarnih — tercijarnih drobilica.

pomoću buldozera može da iskoristi ukupno usklađena ruda, koja obezbeđuje rad flotacije od oko 4 dana.

Iz skladišta ruda se izvlači pomoću dve

grupe od po dva zvezdasta dodavača, prečnika zvezde $D = 3200$ mm (poz. 1110, 1120, 1130 i 1140), a potom se pomoću transportnih traka (poz. 1210 i 1220) transportuje do primarnih sita (poz. 2110 i 2120) u zgradi sejanja. Trake (poz.



Sl. 5 – Karakterističan presjek kroz sejanje.

1210 i 1220) sipaju rudu na vibrirajuća sita (poz. 2110 i 2120), površine 8' x 20'. Ova sita imaju dvostruku mrežu otvora 40 i 25 mm. Podrešetni proizvod, krupnoće – 25 + 0 mm transportuje se

pomoću sistema transportnih traka do skladišta sitne rude iznad flotacije. Nadrešetni proizvod pomoću transportnih traka (poz. 2210 i 2220) odlazi u bunke iznad sekundarnih drobilica.

Iz bunkera sekundarnih drobilica ruda se izvlači pomoću trakastog dodavača (poz. 1310 i 1320), i doprema do sekundarne drobilice, tipa Hydrocone, veličine 13" x 84" (poz. 1410 i 1420). Proizvod sekundarnog drobljenja pomoću transportnih traka (poz. 1710 i 1720) i istovari-vača (poz. 1730) vraća se u bunke sejanja zajedno sa proizvodom iz tercijarnog drobljenja. Iz ovog bunkera ruda se izvlači pomoću trakastih dodavača (2310—2360) i doprema do vibrirajućih sita, površine 8' x 20' (poz. 2410 — 2450) sa otvorom mreže sita od 25 mm. Podrešetni proizvod odlazi pomoću sistema transportnih traka u bunker iznad flotacije, a nadrešetni proizvod krupnoće + 25 mm pomoću transportnih traka (poz. 2510, 2520 i 2530) na tercijarno drobljenje.

Iz bunkera iznad tercijarnog drobljenja ruda se izvlači pomoću trakastih dodavača, (poz. 1510—1540) i doprema do tercijarnih drobilica, tipa Hydrocone, veličine 3 1/2" x 84" (poz. 1610—1640). Izdrobljena ruda se transportnom trakom, (poz. 1710) vraća u zgradu sejanja. Tako je ostvaren zatvoren ciklus drobljenja rude.

U zgradi drobljenja nalazi se mostni kran (poz. 1910) nosivosti 30/5 Mp.

U zgradi sejanja nalazi se mostni kran (poz. 2710), nosivosti 30/5 Mp.

U zgradi drobljenja i sejanja su, takođe, kaptirana sva mesta pretovara i povezana sa otprišivačima prašine (poz. 1810 i 2610).

Izdrobljena ruda, krupnoće — 25 + 0 mm, doprema se do skladišta sitne rude transportnom trakom (poz. 2910). Na ovoj traci nalazi se automatska tračna vaga (poz. 3010), koja neprekidno registruje količinu otpremljene rude ka flotaciji.

Kod flotacije se ruda pretovaruje na sledeću transportnu traku (poz. 3110) koja hrani bunke sitne rude. Istovar rude sa trake u skladište vrši se pomoću dvostranih istovarnih kolica — tripera (poz. 3120).

Tehnička rešenja projekta drobljenja

Mnoga od tehničkih rešenja su klasična, više puta proverena u praksi drobljenja i sejanja rudnika bakra visokog časovnog kapaciteta.

Primarno drobljenje je klasičnog tipa.

Obim i način punjenja i pražnjenja otvorenog skladišta krupne rude omogućuju maksimalno korišćenje rezerve uskladištene rude. Na slici 2 daje se karakterističan poprečni presek skladišta na kojem se vidi položaj odlagača rude (koji hrani skladište) i zvezdastih dodavača (koji ga prazne).

Međusobni raspored objekata opreme sekundarnog/tercijarnog drobljenja i sejanja daje se na slici 3. Vidi se da je za proširenje kapaciteta dovoljno prosto produženje građevinskih objekata u već definisanom gabaritu poprečnog preseka.

Na slici 4 daje se karakterističan presek hranjenja sekundarnih/tercijarnih drobilica. Brzina dodavača koji izvlače rudu iz bunkera i dodaju napojnom košu drobilice automatski se reguliše meraćem nivoa u košu.

Na slici 5 daje se karakterističan presek kroz sejanje iz kojeg se vidi da je omogućen rad sita pod punim opterećenjem. Rezerva rude u napojnim bunkerima omogućava da se pusti u rad samo onoliko sita za koliko ima rezerve rude u bunkerima.

SUMMARY

Ore Concentration Plant Veliki Krivelj — Ore Crushing, Screening and Transportation —

The paper outlines the effects of ore natural properties on the selection of technical solutions for ore crushing and screening. Specific care was devoted to the effect of the degree of weathering of the ore on the selection of technical solutions and fineness of crushing end product. Characteristic details are given from the crushing plant design that were developed specifically for the requirements imposed by the natural properties of Krivelj ore.

ZUSAMMENFASSUNG

Erzanreicherungsanlage Veliki Krivalj — Zerkleinerung, Siebung und Transport von Erz —

Im Artikel wird der Einfluss der Erznatureigenschaften auf die Wahl der technischen Lösung für die Erzzerkleinerung und — Siebung dargestellt. Speziell wurde der Einfluss von Verwitterungsgrad des Erzes für die Wahl der technischen Lösung und Feinheit des Endzerkleinerungsprodukts bearbeitet. Es wurden auch charakteristische Details aus dem Zerkleinerungsprojekt angeführt, die speziell deswegen ausgearbeitet wurden, weil sie durch Natureigenschaften des Erzes von Veliki Krivalj erforderlich waren.

РЕЗИОМЕ

Установка для концентрации руды в руднике „Велики Кривель“

— Дробление, грохочение и транспорт руды

В статье дается обзор влияния свойств руды на выбор технических решений для дробления и прохочения руды. Специально разработано влияние степени распадаемости руды на выбор технических решений и на качество конечного продукта дробления. Даются также характеристичные детали из проекта дробления, которые специально разработаны вследствие природных свойств кривельской руды.

Literatura

1. Kostić, J., Jeremić, N., Guconja, N., 1971: Izgradnja novog rudnika Veliki Krivalj. — Bakar br. 3/71, Bor.
2. Aleksić, D., 1979: Karakteristike rudne supstance ležišta Veliki Krivalj. — Izveštaj geološke službe basena Bor.
3. Glavni tehnološki projekat koncentracije rude Krivalj — Tehnološke osnove, knj.1, Rudarski institut, Beograd, 1979.
4. Glavni tehnološki projekat koncentracije Krivalj — Drobljenje rude, knj.2, Rudarski institut, Beograd, 1979.
5. Malcolm, D. Flavel, 1980: Energy Mathematics for Crushing Applications and Systems for Optimising Comminution Costs.— SME—AIME, Las Vegas.
6. Rowland, C.A., 1976: The Bond Work Index, a Tool to Measure Grinding Efficiency.— SME—AIME, Denver.

Autori: dipl.inž. Miloljub Grbović, dipl.inž. Ljutica Košutić, dipl.inž. Vasilije Vasić, rud.tehn. Stavan Nikolić, Zavod za pripremu mineralnih sirovina i dipl.inž. Kostantin Stefanović i dipl.inž. Slobodan Stupar, Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. M.Jošić, Beograd

Članak primljen 24.6.1980, prihvaćen 22.7.1980.

UTICAJ RASPONA KRUPNOĆE NA OŠTRINU ODVAJANJA U PROCESU GRAVITACIJSKE KONCENTRACIJE U TEŠKOJ SREDINI U DWP UREĐAJU

(sa 5 slika)

Mr inž. Božidar Branković

Uvod

Program istraživanja, „Uticaj raspona krupnoće na oštrinu odvajanja u procesu gravitacijske koncentracije u teškoj sredini u DWP uređaju“ ima za cilj da utvrdi kako raspon krupnoće ispitivane mineralne sirovine utiče na oštrinu odvajanja u samom uređaju, koji se feonomeni pri tome javljaju, uzimajući u obzir osobine ispitivane mineralne sirovine.

Kod ispitivanja mogućnosti koncentracije neke mineralne sirovine u teškoj sredini samo polazna ispitivanja mogu biti laboratorijska, dok sva dalja ispitivanja moraju imati karakter industrijskih ispitivanja, te su naša ispitivanja vršena preko realne sirovine u uređaju industrijskih dimenzija.

Odabrana je siromašna oksidno-sulfidna ruda Sb za predmet ispitivanja, a cilj je bio da ispitivanja budu izvedena na sirovini koja se postupkom gravitacijske koncentracije uspešno valorizuje.

Kako DWP uređaj za koncentraciju u teškoj sredini predstavlja moderan, dinamički uređaj, koji je prihvaćen u svetskoj praksi za koncentraciju brojnih mineralnih sirovina, to smo odlučili da naša ispitivanja izvršimo u ovom uređaju.

Kod koncentracije siromašnih ruda Sb gravitacijskim putem, da bi se dobio bolji kvalitet koncentrata i veće iskorišćenje metala, mora se pristupiti otvaranju mineralne sirovine. Otvaranje

mineralne sirovine, tj. smanjenje ggk dovodi do većeg stvaranja sitnih klasa. Veća količina sitnih klasa, po pravilu, je nepovoljna za koncentraciju u uređajima za tešku sredinu, tj. u tim klasama su najčešće i najveći gubici korisne supstance metala.

Program ispitivanja imao je i praktičan cilj da utvrdi koje su to klase krupnoće koje ometaju proces koncentracije, tj. pri kojoj gornjoj i donjoj graničnoj krupnoći treba izvesti proces koncentracije, da bi se dobio zadovoljavajući kvalitet koncentrata uz najveće moguće iskorišćenje metala.

Ovako postavljen zadatak pruža praktičan odgovor, omogućuje izbor raspona krupnoće u procesu koncentracije u ispitivanom uređaju i doprinosi dobijanju kvalitetnijeg koncentrata i boljeg iskorišćenja mineralne sirovine, a samim tim ima i pun ekonomski značaj za razvoj čitavog preduzeća.

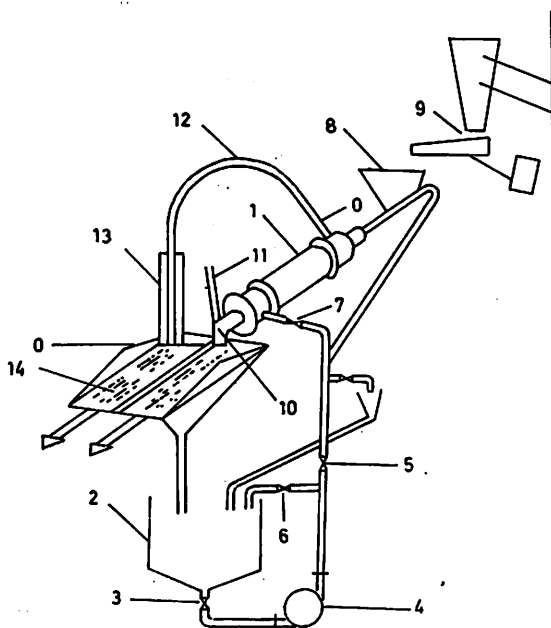
DWP uređaj na kome su vršena ispitivanja

DWP uređaj, na kome su vršena ispitivanja, predstavlja najmanji industrijski uređaj, čiji kapacitet može dostići 10 t/h. On se u nekoliko institucija u svetu koristi kao poluindustrijski za ispitivanja i proveru mogućnosti koncentracije mineralnih sirovina pre izgradnje većih industrijskih kapaciteta.

Industrijska primena DWP uređaja uspešno se vrši na različitim mineralnim sirovinama: olovo i

cink – Masia, Sardinija, Italija i Tennessee, SAD; fluoriti – Kentucky, SAD; baritno-fluoritne rude – SAD; fluoritne rude – Turska; kalaj – Bolivija i Južnoafrička Republika; gips – Kanada; rude gvožđa – SAD, Angola; bituminozni uglj – SAD; antracit – SAD, Južnoafrička Republika.

Dispoziciona šema instalacije za koncentraciju u DWP uređaju na kojoj su izvršena ispitivanja prikazana je na slici 1.



Sl. 1 – Šematski prikaz instalacija za tešku sredinu sa DWP uređajem na kojoj su izvršena ispitivanja
1 – DWP uređaj; 2 – sud za spremanje suspenzije; 3, 5, 6, 7 – ventil; 4 – pumpa; 8 – prihvatni koš; 9 – uređaj za dodavanje rude; 10 – cev za pražnjenje lakog proizvoda; 11 – cev za izjednačavanje pritiska; 12 – cev za pražnjenje teškog proizvoda; 13 – cev za podizanje prelivnog praga; 14 – sito za otkopavanje.

Mineralna sirovina na kojoj su vršena ispitivanja

Za ispitivanje uslova rada DWP uređaja korišćeni su uzorci antimonsko-oksido-sulfidne rude ležišta Brasina, polazne krupnoće – 20 + 0,5 mm, odnosno pojedine klase krupnoće u ovom dijapazonu.

Ispitivana ruda, sa aspekta mineralnog sastava, predstavlja kriptokristalastu rudu u kojoj se zapaža pojava antimonovih minerala u obliku

sulfida i oksida. Ruda je brečaste strukture sa oštrim granicama srastanja sulfidnih minerala i žutih oksida antimona sa pratećom jalovinom, dok je granica srastanja belih oksida sa jalovinom nejasna. Učešće belih oksida u rudnoj masi je neznatno.

Antimonit se javlja u relativno krupnim kristalima, koji grade žice i gnezda, veoma retko potiskuju jalovu rudnu masu ili se nalaze uprskani. Oksidi antimona javljaju se na antimonitu, s tim što potiskuju antimonit kako po obodu, tako i po ravni cepljivosti kristala i agregata. Antimonski oksidi zbog svoje sličnosti nisu mogli biti sa sigurnošću identifikovani mikroskopskim ispitivanjima. Jalova rudna masa predstavljena je jako silifikovanim krečnjakom, sekundarnim kvarcom, kvarcom, krečnjacima i škriljcima.

Zapažene su pojave kalcita i aragonita koje se javljaju u prslinama i šupljinama stenske mase.

Kao prateći rudni minerali u podređenim količinama javljaju se limonit, siderit i zrna pirita. Limonit se javlja u vidu skrama, navlaka na karbonatnim tvorevinama, dok je pojava siderita vezana za pojavu gnezda. Zrna pirita su retko napadnuta korozijom i ne predstavljaju značajnu mineralošku pojavu.

Hemijskim ispitivanjem utvrđeno je da ispitivana klasa krupnoće – 20 + 0,5 mm sadrži:

Sb ukupni	1,75
Sb oksidni	0,92
Sb sulfidni	0,83
S	0,35
Fe ₂ O ₃	2,34
Al ₂ O ₃	0,53
CaO	27,30
MgO	13,35
SiO ₂	52,38
Pb	0,01
Zn	0,03
As	0,01
Cu	trag
Ni	trag

Ukupno: 99,90*

Gustina klase – 20 + 0,5 mm određena piknometrom iznosi 2,82 g/cm³.

Granulometrijski sastav ispitivane sirovine dat je u tablici 1 zajedno sa sadržajem i raspodelom antimona po klasama krupnoće.

Granulometrijski sastav ispitivane rude

Tablica 1

Klasa krupnoće u mm	T %	Sb%	Raspodela Sb %
Ulaz	100,00	1,80	100,00
- 20 + 15	17,17	1,40	13,31
- 15 + 10	15,97	2,05	18,13
- 10 + 5	30,78	1,88	32,05
- 5 + 1,5	32,19	1,73	30,95
- 1,5 + 0,5	3,89	2,58	5,56

koji tone je 7,67% i maksimalni sadržaj Sb 25,48%. Raspodela Sb metala po klasama varira, ali ipak ostaje bez većih promena.

Kod proizvoda koji tone, izdvojenog na gustini teške tečnosti 2,70, vidi se da sa smanjenjem klase krupnoće opada težinsko učešće proizvoda koji tone, a sadržaj Sb raste za oko 10%, da bi se dobile ekstremne vrednosti za klase krupnoće - 5 + 1,5 mm i - 1,5 + 0,5 mm kada težinsko učešće proizvoda koji tone iznosi 1,99% + 2,86% sa sadržajem Sb od 48,64% + 50,94%. Raspodela Sb metala varira i uvek je veća od 56,00 %.

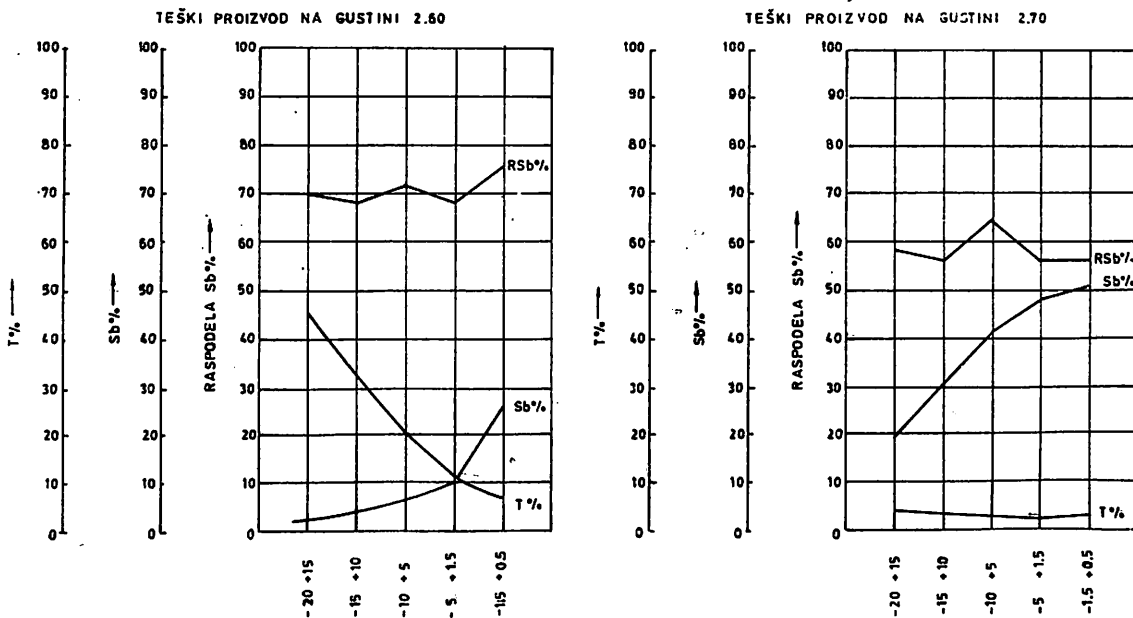
Pliva–tone (P–T) analize

Na svakoj klasi krupnoće obavljene su P–T analize, koje se ne mogu prikazati zbog obima članka. Na osnovu njih su izdvojene dve gustine (2,60 g/cm³ i 2,70 g/cm³) u kojima dolazi do povećanja koncentracije korisnog antimona (sl. 2).

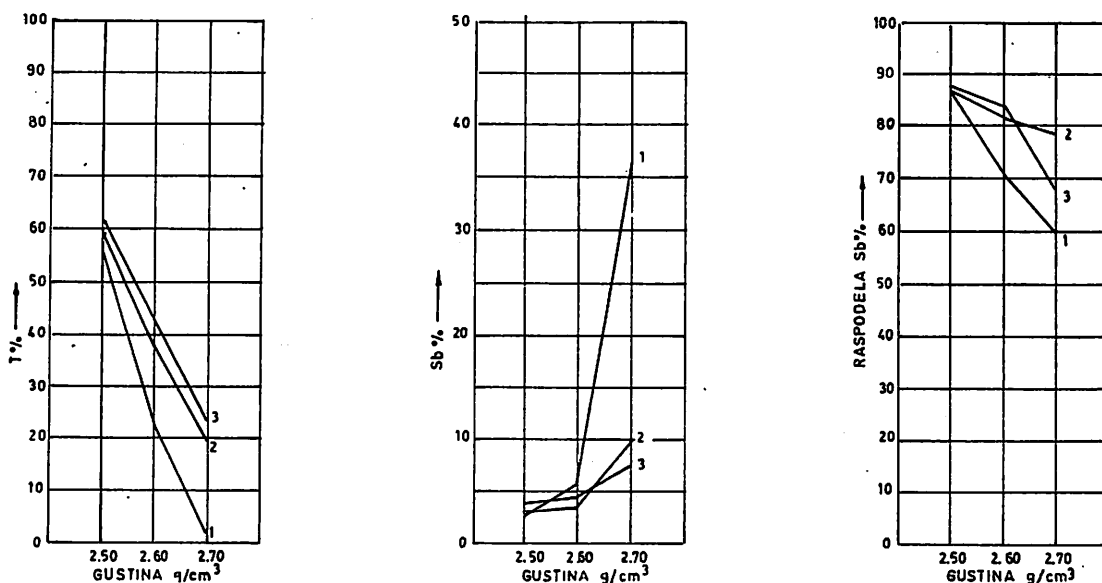
Kod proizvoda koji tone, izdvojenog na gustini 2,60, vidi se da sa smanjenjem klase krupnoće veoma brzo opada težinsko učešće proizvoda koji tone prosečno za 10%, a da pri tom povećanje sadržaja Sb raste umereno; za klasu krupnoće - 1,5 + 0,5 mm ove vrednosti su ekstremne, minimalno težinsko učešće proizvoda

Upoređujući proizvode koji tonu, izdvojene u teškim tečnostima na gustinama 2,60 i 2,70, vidi se da im je zajedničko da sa smanjenjem klase krupnoće smanjuju i težinsko učešće proizvoda koji tone. Smanjenje težinskog učešća proizvoda koji tone, izdvojenog na gustini 2,60, je izraženije nego kod proizvoda koji tone izdvojenog na gustini 2,70.

Sadržaj metala u proizvodu koji tone na gustini 2,60 sa smanjenjem krupnoće raste umereno, dok kod proizvoda koji tone, izdvojenog na gustini 2,70, sadržaj metala sa smanjenjem krupnoće raste naglo i brže nego kod proizvoda na gustini 2,60.



Sl. 2 – Grafički prikaz proizvoda koji tone izdvojenog u teškim tečnostima na gustini 2,60 i 2,70 g/cm³.



Sl. 3 — Grafički prikaz rezultata koncentracije klase $-20+0,5$ mm na različitim gustinama odvajanja.

Ako se izvrši numeričko upoređivanje proizvoda koji tone na gustini 2,70 i 2,60 za ceo raspon krupnoće, vidi se da je težinsko učešće proizvoda koji tone na gustini 2,70 četiri puta manje nego na gustini 2,60, da je sadržaj Sb oko 7 puta veći, a raspodela Sb manja za 11 jedinica.

Izvršena upoređivanja jasno govore da ispitivana ruda predstavlja sirovinu čija je koncentracija veoma teška, bez obzira na odabranu gustinu raslojavanja.

Koncentracija u DWP uređaju

Dalja ispitivanja koncentracije rude na različitim gustinama izvršena su u DWP uređaju.

Dobijeni rezultati koncentracije dati su na grafičkom prikazu slike 3. Kriva 1 predstavlja očekivani rezultat prema pliva-tone analizi za datu gustinu proizvoda koji tone, kriva 2 srednje vrednosti dobijene u DWP uređaju pri ulaznom pritisku suspenzije (0,45 at), a kriva 3 srednje vrednosti za ulazni pritisak suspenzije (0,55 at).

Na osnovu obavljenih ispitivanja i dobijenih rezultata može se zaključiti da povećanje pritiska radne suspenzije, za ispitivanu mineralnu sirovinu i ispitivani raspon krupnoće $-20 + 0,5$ mm utiče na povećanje težinskog učešća teškog proizvoda, pa je za dalja ispitivanja usvojen niži pritisak od 0,45 at.

U toku ispitivanja mogućnosti koncentracije u DWP uređaju utvrđeno je da se na gustini odvajanja 2,50 dobijaju proizvodi koncentracije koji su po težinskom učešću proizvoda i sadržaju metala u njima skoro identični sa proizvodima koji se očekuju na osnovu pliva-tone analize. Na gustini odvajanja 2,60 dobijaju se proizvodi koncentracije koji po težinskom učešću i sadržaju metala u njima odstupaju od očekivanih rezultata na osnovu pliva-tone analize. Kako se na osnovu drugih ispitivanja na istoj sirovini, a na gustini odvajanja 2,60, očekuje i proizvodnja kvalitetnog pretkoncentrata uz visoko iskorišćenje metala Sb, a u prečišćavanju pretkoncentrata na gustini 2,70 proizvodnja visokokvalitetnog koncentrata, to je za dalja ispitivanja odabrana gustina odvajanja 2,60 sa ciljem da se utvrdi kako promena raspona krupnoće ispitivane mineralne sirovine utiče na oštrinu odvajanja i na bilans koncentracije.

Uticaj raspona krupnoće

Da bi se utvrdilo koja klasa krupnoće ometa proces koncentracije u DWP uređaju pristupilo se formiranju uzorka krupnoće:

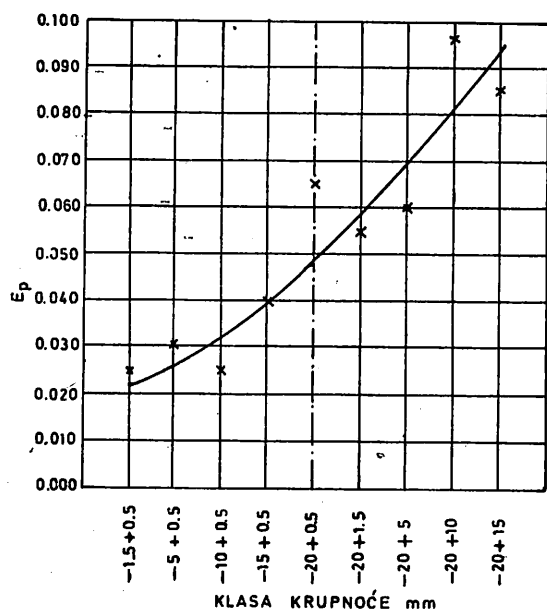
- 20 + 15 mm
- 20 + 10, mm
- 20 + 5 mm
- 20 + 1,5mm
- 20 + 0,5mm

- 15 + 0,5mm
- 10 + 0,5mm
- 5 + 0,5mm
- 1,5 + 0,5 mm

Uzorci su formirani tako, što su se iz osnovnog uzorka krupnoće - 20 + 0,5 mm odsejavanjem uklanjale pojedine klase krupnoće i dobio na taj način uzorak sa konstantnom donjom, a promenljivom gornjom graničnom krupnoćom, odnosno konstantnom gornjom, a promenljivom donjom graničnom krupnoćom.

Na svakoj klasi krupnoće izvršena je koncentracija na gustini $2,60 \text{ g/cm}^3$, a potom poznatom metodom podeonih brojeva određen parametar oštine odvajanja E_p .

Dobijeni rezultati oštine odvajanja dati su na slici 4.



Sl. 4 - Vrednosti oštine odvajanja po klasama krupnoće.

Poređenjem rezultata oštine odvajanja za raspone sa konstantnom gornjom graničnom krupnoćom i rezultata oštine odvajanja sa konstantnom donjom graničnom krupnoćom vidi se, da je oštrina odvajanja znatno bolja pri konstantnoj donjoj, a promenljivoj gornjoj graničnoj krupnoći, te bi ocena bila, da smanjenjem krupnoće dolazi do veće oštine odvajanja, ako bi

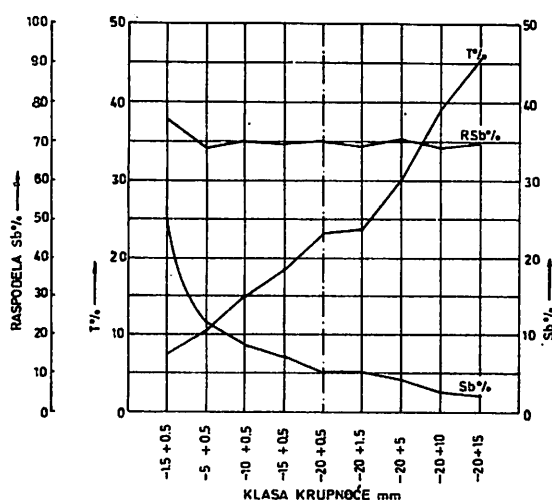
se odvajanje, uslovno, posmatralo izolovano od drugih uticajnih i prisutnih faktora u DWP uređaju.

Na početku ispitivanja u DWP uređaju konstatovano je da na gustinama odvajanja $2,60$ i $2,70$ dolazi do odstupanja u težinskom učešću, kvalitetu i raspodeli metala, teškog proizvoda u odnosu na očekivane vrednosti na koje je ukazivala pliva-tone analiza. Do odstupanja nije dolazilo samo na gustini $2,50 \text{ g/cm}^3$. Pretpostavlja se da do ovih odstupanja dolazi zbog malog težinskog učešća teškog proizvoda.

Iz slike 5 se vidi, da se smanjenjem klase krupnoće smanjuje i težinsko učešće teškog proizvoda, izdvojenog na gustini odvajanja $2,60 \text{ g/cm}^3$, a da pri tom sadržaj Sb metala raste, a raspodela metala ostaje relativno ujednačena. Smanjenje težine teškog proizvoda u proseku iznosi 10%, računato na ukupnu težinu posmatrane klase krupnoće.

Sadržaj antimona raste umereno kod klasa gde je gornja granična krupnoća konstantna. Smanjenjem gornje granične krupnoće, uz konstantnu donju graničnu krupnoću, sadržaj Sb počinje brže da raste.

Izuzetne vrednosti su kod klase - 1,5 + 0,5 mm, gde je najveći sadržaj Sb 25,48%, a najmanje težinsko učešće 7,67% pri najvećoj raspodeli Sb 75,68%.



Sl. 5 - Grafički prikaz teškog proizvoda izdvojenog u teškim tečnostima na gustini $2,60$ (prema pliva-tone analizi).

Klasa krupnoće mm	Gustina	
	lakog zrna	teškog zrna
– 20 + 10	2,68	3,87
– 15 + 0,5	2,66	3,94
– 5 + 0,5	2,67	4,18

Ako se na osnovu dobijenih rezultata odredi kriterijum koncentracije:

$$K = \frac{\Delta T - \Delta S}{\Delta L - \Delta S}$$

gde je:

ΔT – gustina teškog zrna u klasi
 ΔL – gustina lakog zrna u klasi
 ΔS – gustina suspenzije 2,60

za klasu – 20 + 10 mm on iznosi:

$$K_1 = \frac{3,87 - 2,60}{2,68 - 2,60} = 15,88$$

za klasu – 15 + 0,5 mm

$$K_2 = \frac{3,94 - 2,60}{2,66 - 2,60} = 22,33$$

za klasu – 5 + 0,5 mm

$$K_3 = \frac{4,18 - 2,60}{2,67 - 2,60} = 22,57$$

pri čemu je

$$K_1 < K_2 < K_3$$

Iz ovih podataka, sa pouzdanošću koju nosi u sebi, postupak merenja specimena izabranih vizuelno, može se zaključiti da u domenu sitnijih klasa raste kriterijum koncentracije, a porast kriterijuma koncentracije primetan je upravo na užim klasama krupnoće, kod kojih je dobijena i najveća oštrina odvajanja. Prema tome, uticaj raspona krupnoće na oštrinu odvajanja, ne može se, ili bar ne u svim slučajevima, posmatrati izolovano od drugih fizičkih svojstava sirovine, a u ovom slučaju od razlike u gustini zrna u datoj klasi krupnoće.

Zaključak

Cilj ispitivanja je bio da se utvrdi uticaj raspona krupnoće na oštrinu odvajanja u procesu gravitacijske koncentracije u teškoj sredini u DWP uređaju, polazeći od optimalnih uslova rada uređaja za koncentraciju siromašne oksidno-sulfidne rude antimona.

Odabrana sirovina, na kojoj su izvršena ispitivanja, predstavlja siromašnu rudu antimona, koja sadrži 1,85% Sb, 27,30% CaO, 13,35% MgO, 52,38% SiO₂, 2,34% Fe₂O₃, dok se svi drugi elementi nalaze u podređenoj količini. Sa mineraloškog aspekta ispitivana ruda predstavlja čistu kriptokristalastu oksidno-sulfidnu rudu antimona.

Ispitivanja uticaja raspona krupnoće na oštrinu odvajanja u procesu gravitacijske koncentracije u teškoj sredini u DWP uređaju obavljena su u uređaju prečnika 150 mm, čiji najveći kapacitet može biti 10 t/h. Izvedena ispitivanja su obavljena pri uslovima koncentracije, kada se iz ispitivane rude može dobiti kvalitetan teški proizvod sa visokim sadržajem Sb i visokim iskorišćenjem u njemu.

Odabrana sirovina na kojoj su izvršena ispitivanja predstavlja siromašnu rudu u pogledu sadržaja korisne komponente, a samim tim i u pogledu sadržaja teškog proizvoda.

Mada izvršena ispitivanja nisu obuhvatila sve moguće klase krupnoće, vidi se da su bolji rezultati postignuti na sitnijim klasama, i da DWP uređaj veoma uspešno radi sa sitnim klasama.

U tom momentu bilo je teško poverovati da samo raspon krupnoće može biti odlučujući faktor i za dobru oštrinu odvajanja, pa je izloženom proverom kriterijuma koncentracije utvrđeno da većoj oštrini odvajanja odgovara i veći kriterijum koncentracije, a veći kriterijum koncentracije se postiže u sitnijim klasama krupnoće.

SUMMARY

Influence of Size Distribution Range on the Rate of Separation in the Heavy Medium Gravity Concentration Process by Use of DWP Apparatus

The paper presents the results of investigations into the influence of size range on the rate of separation in the process of gravity concentration of antimony in heavy medium by use of the DWP apparatus.

Tests were carried out on low grade antimony ore for the purpose of producing a high grade antimony concentrate.

The dependence of separation rate on the size range was determined, as well as on the rate of concentration in treating antimony ore of class $-20 + 0.5$ mm in heavy medium in the DWP apparatus.

ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss der Kornklassenspannweite auf die Trennschärfe im Schwerflüssigkeitsverfahren in DWP-Gerät

In dieser Arbeit wurden die Untersuchungsergebnisse des Einflusses der Kornklassenspannweite auf die Trennschärfe im Schwerflüssigkeitsverfahren zur Antimonerzkonzentration im DWP-Gerät dargestellt.

Die Untersuchungen wurden an einem armen Antimonerz durchgeführt und bei Ausbringungsbedingungen eines guten Antimonkonzentrats durchgeführt.

Es wurde die Trennschärfe von Kornklassenspannweite und vom Konzentrationsgrad bei Antimonerzbehandlung der Kornklasse $-20 - 0,5$ mm in der Schwerflüssigkeit im DWP-Gerät bestimmt.

РЕЗЮМЕ

Влияние диапазона кусковатости руды на границу разделения в процессе гравитационного обогащения в тяжелой среде (ПМС) в ДВП установке

В статье даны результаты исследований влияния диапазона кусковатости руды на границу разделения в процессе гравитационной концентрации руды антимона в тяжелой среде в ДВП установке.

Исследования были сделаны с некачественной рудой антимона, а под условием получения качественного концентрата антимона.

Установлена зависимость границы разделения от диапазона кусковатости руды и от степени концентрации при обработке руды антимона класса крупности $-20 + 0,5$ мм в тяжелой среде в ДВП установке.

Autor: mr inž. Božidar Branković, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. D. Ivanković, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 19.6.1980, prihvaćen 22.7.1980.

EKSPERIMENTALNO OBARANJE PRAŠINE PUTEM OTPRAŠIVANJA U TRANSPORTNIM PROSTORIJAMA NA PRIMERU JAME PESJE RUDNIKA LIGNITA VELENJE

(sa 3 slike)

Dipl.inž. Slavko Kisić — dipl.inž. Dušan Stajević

Uvod

Rudarski institut — Beograd izradio je studiju „Borba za rudničkom prašinom u jami rudnika Velenje” u kojoj su data kompleksna tehnička rešenja otprašivanja u prostorijama transporta uglja gumenim trakama. Neka od ovih tehničkih rešenja su primenjena u jami Pesje, odnosno na jednom presipnom mestu sa trake na traku i u jednom uskopu neposredno od ovog presipnog mesta u smeru kretanja gumenih traka. Zapravo, ugrađena je oprema za automatsko orošavanje primenom kvašitelja, kao i žičano-vodena zavesa. Pored ovoga, izvršeno je nanošenje vodenog rastvora CaCl_2 na površine niskopa.

Iako ovaj eksperiment nije obiman, a izveden je u vrlo nepovoljnim uslovima sekundarnog izdvajanja prašine, omogućio je da se merenjem utvrde neki efekti otprašivanja primenom ovih mera.

Eksperimentalni radovi

U eksperimentalnim radovima, kao i u utvrđivanju efekata otprašivanja, učestvovali su u zajedničkom radu saradnici rudnika Velenje i saradnici Rudarskog instituta, Beograd.

Priprema, ugrađivanje opreme i eksperimentalni radovi obavljani su u periodu januar-maj 1980. godine.

Utvrdjivanje efekata otprašivanja izvršeno je merenjem određenih parametara zaprašenosti na presipnom mestu u različitim uslovima i to:

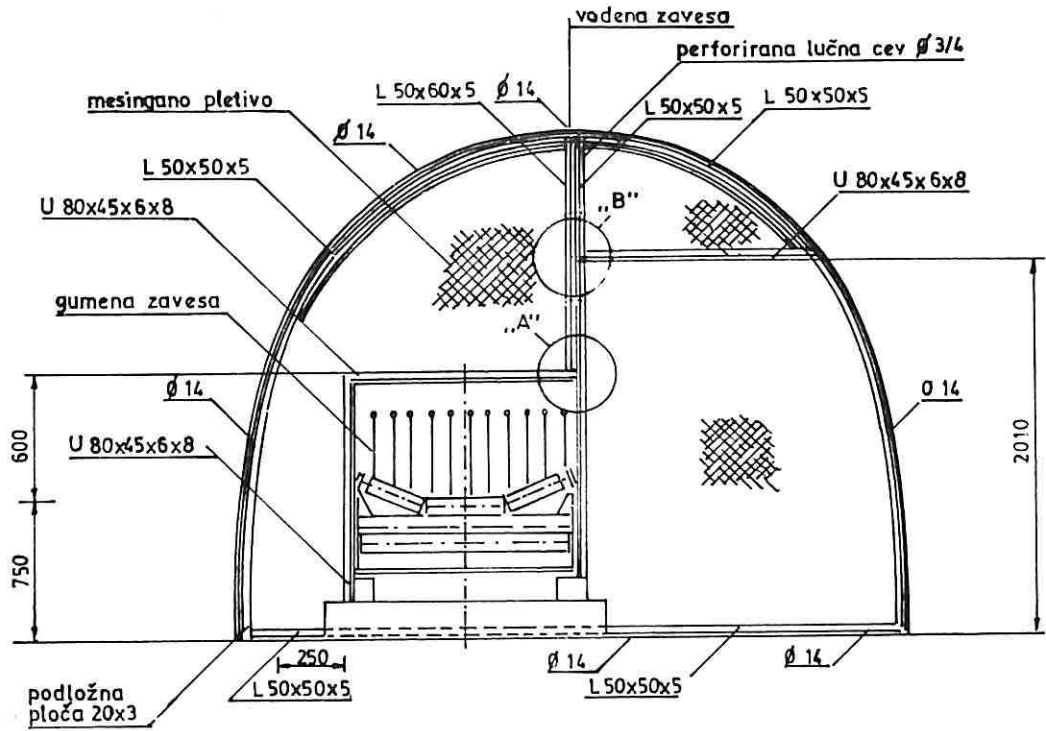
- bez primene bilo kakvih mera otprašivanja
- primenom automatskog orošavanja na presipnom mestu čistom vodom
- primenom automatskog orošavanja na presipnom mestu i žičano-vodene zavesa iza presipnog mesta čistom vodom
- primenom automatskog orošavanja na presipnom mestu vodom i kvašiteljem
- primenom automatskog orošavanja na presipnom mestu i žičano-vodene zavesa iza presipnog mesta vodom i kvašiteljem i
- primenom žičano-vodene zavesa iza presipnog mesta vodom i kvašiteljem.

Oprema za automatsko orošavanje na presipnom mestu sastojala se je iz sledećih elemenata: 1 blokadnog ventila, 3 mlaznice od 3/8" za fino raspršivanje vode, 1 cevni filter od 1/2", 1 štop kugličnog ventila 1/2" i odgovarajućih gumenih creva i vodovodne armature.

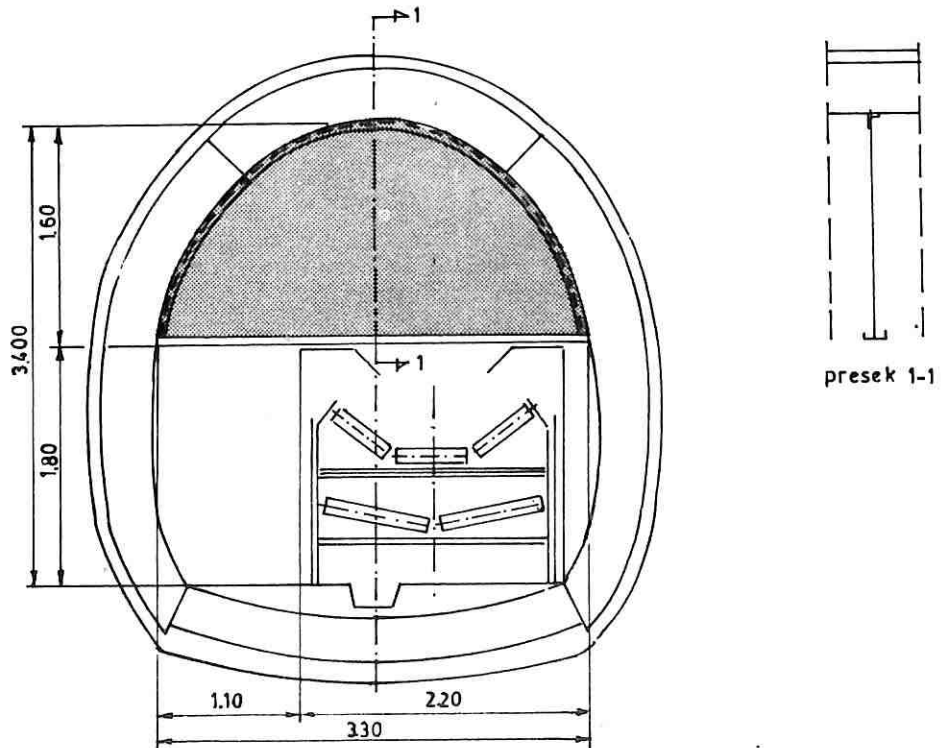
Žičano-vodena zavesa (projektovano rešenje prikazano je na sl. 1, a izvedeno stanje na sl. 2) je izrađena od mesingane žice, U i L profila i odgovarajuće perforirane cevi.

Za dodatak kvašitelja korišćen je jedan sud pod pritiskom, zapremine 200 l i energija komprimiranog vazduha.

Nanošenje vodenog rastvora CaCl_2 na površine transportnog niskopa izvršeno je pomoću tog suda pod pritiskom, kao i pomoću ručnog hidropneumatskog raspršivača HPM—R1—72.A. I u ovom slučaju kvašitelj je korišćen primenom energije komprimiranog vazduha.



Sl. 1 — Žičano-vodena zavesa (projektovano rešenje)



Sl. 2 — Žičano-vodena zavesa (izvedeno stanje)

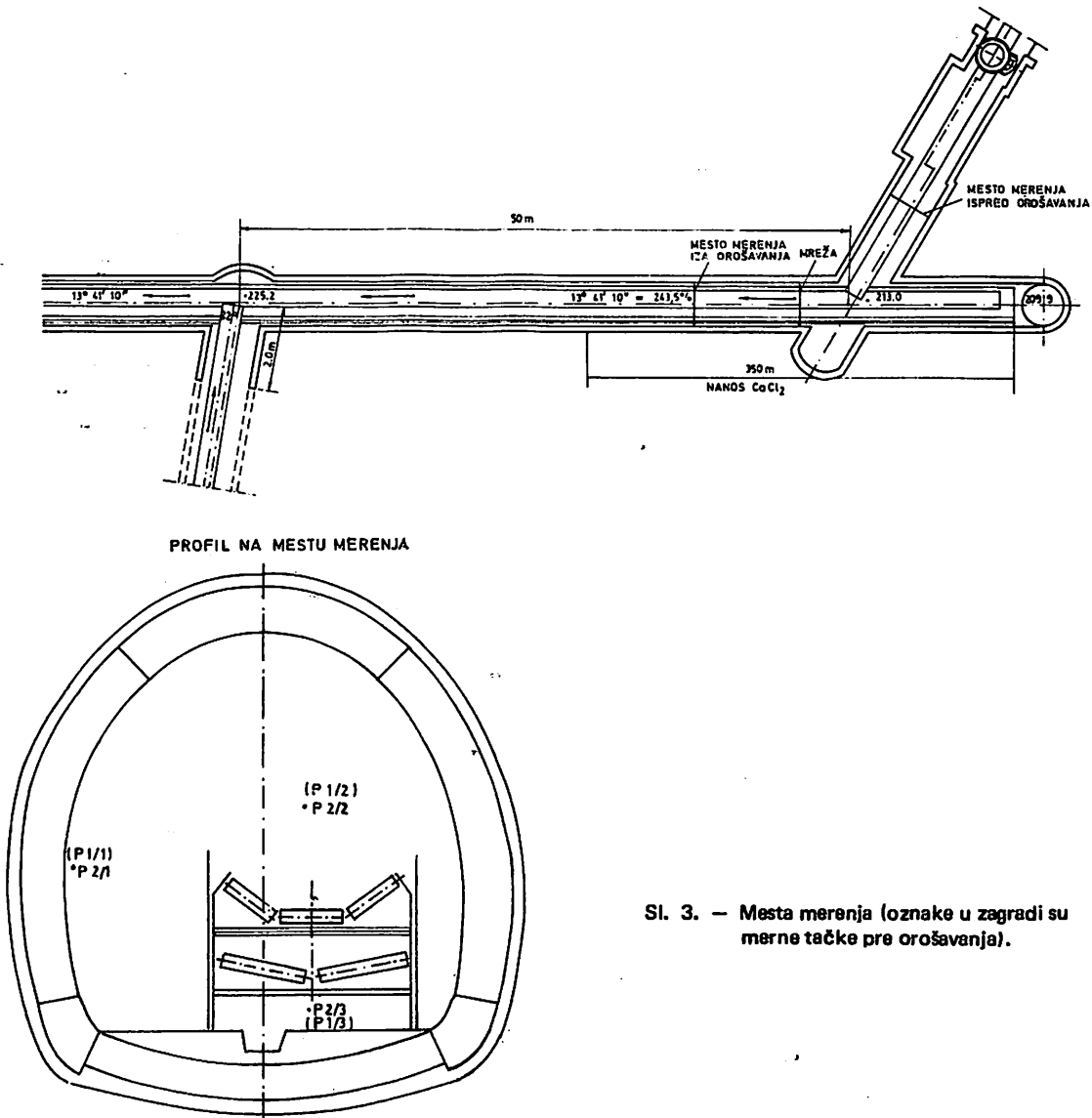
Utvrđivanje efekata otprašivanja izvršeno je upoređenjem intenziteta izdvajanja u različitim uslovima primenjenih mera otprašivanja sa intenzitetom izdvajanja prašine bez primene mera za otprašivanje. Utvrđivanje intenziteta izdvajanja izvršeno je merenjem koncentracija ukupne lebdeće prašine. Merenje koncentracija izvršeno je gravimetrijskim uzorkovačem sovjetske proizvodnje, tipa AERA i vrećastim filtrima čehoslovačke proizvodnje.

Merenje koncentracija vršeno je istovremeno pomoću 6 instrumenata. Tri instrumenta su locirana ispred presipnog mesta, a druga tri instru-

menta locirana su iza presipnog mesta. Položaj instrumenata, u odnosu na presipno mesto, dat je u poprečnom preseku transportnih prostorija kako je to prikazano na sl. 3.

Uzimanje uzoraka lebdeće prašine trajalo je, za svaki slučaj, po 60 minuta. Za to vreme merene su brzine vazduha struje u transportnim prostorijama, kao i temperature suvog i vlažnog vazduha.

Za vreme orošavanja na presipnom mestu i spiranja vode na žičano-vodenoj zavesi merena je potrošnja vode i kvašitelja.



Sl. 3. — Mesta merenja (oznake u zagradi su merne tačke pre orošavanja).

Tablica 1

Tehnički uslovi primenjeni kod eksperimentalnog smanjivanja zapašenosti	Oznaka mernog mesta	Brzina vazdušne strujanja V m/sek	Temperatura i relativna vlažnost oC	Izmerene koncentracije prašine N _k mg/m ³	Prosečna vrednost koncentracije prašine u profilu NSR mg/m ³	Apsolutni prinos prašine I _A mg/min	Intenzitet izdvajanja na presip. mestu I _p mg/min
I slučaj: Snižljeni su uslovi normalnog rada presipnog mesta bez primene tehničkih mera za smanjenje zapašenosti	P _{1/1}	0,90	t _s =16,0 t _v =15,8 R _v =98°C	12,54	15,09	4074,30	
	P _{1/2}	0,85		16,95			
	P _{1/3}	1,00		15,79	59,01	15932,70	11858,40
	P _{2/1}	0,90	t _s =16,0 t _v =15,8 R _v =98°C	52,08			
	P _{2/2}	1,00		70,75			
		P _{2/3}	0,50		54,20		

Tablica 2

Tehnički uslovi primenjeni kod eksperimentalnog smanjivanja zapašenosti	Oznaka mernog mesta	Brzina vazdušne strujanja V m/sek	Temperatura i relativna vlažnost oC	Izmerene koncentracije prašine N _k mg/m ³	Prosečna vrednost koncentracije prašine u profilu NSR mg/m ³	Apsolutni prinos prašine I _A mg/min	Intenzitet izdvajanja na presipnom mestu I _p mg/min
II slučaj: Instrumentalna merenja su izvršena za vreme primene orošavanja tehničkom vodom na presipnom mestu Orošavanje je vršeno sa tri mlaznice. Potrošnja vode na presipnom mestu za vreme normalnog rada iznosi je q=0,034 l/sek, za jednu mlaznicu odnosno ukupno za tri mlaznice: q _v =0,1025 l/sek Potrošnja vode po 1 m ³ vazduha iznosila je: $q_m = \frac{q_v}{Q} = \frac{0,1025}{4,5} = 0,0227 \text{ l/m}^3$ Potrošnja vode po 1 t uglja iznosi je: q _u = 2,306 l/t	P _{1/1}	0,85	t _s =17,0	20,16	16,99	4587,30	
	P _{1/2}	0,85	t _v = 16,0 R _v =90%	15,54			
	P _{1/3}	1,05		15,29	42,37	11439,90	6852,6
	P _{2/1}	1,00	t _s =16,8	37,79			
	P _{2/2}	0,95	t _v =16,4	51,54			
		P _{2/3}	0,45	R _v =96°C	37,79		

Tablica 3

Tehnički uslovi primenjeni kod eksperimentalnog smanjivanja zaprašnosti	Oznaka mernog mesta	Brzina vazdušne struje V m/sek	Temperatura i relativna vlažnost	Izmerene koncentracije prašine N _k mg/m ³	Prosečna vrednost koncentracije prašine u profilu NSR ³ mg/m ³	Apsolutni prinos prašine IA mg/min	Intenzitet izdvajanja na presipnom mestu I _p mg/min
III slučaj: Instrumentalna merenja su izvršena za vreme primene orošavanja tehničkom vodom na presipnom mestu i primene žičano-vodane zavese. Potrošnja vode bila je: Na presipnom mestu q _p =0,1025 l/sek Na žičano vodenoj zavesi q _z = 0,086 l/sek Ukupno na presipno-žičano vodenoj zavesi q = 0,189 l/sek po 1 m ³ vazduha: q _m =0,042 l/m ³ po 1 t uglja: q _u = 3,89 l/t	P ₁ /1	0,85	t _s =17,0 t _v =16,0 R _v =90%	14,04	13,92	3758,4	4780,0
	P ₁ /2	0,85		14,87			
	P ₁ /3	1,05		12,87			
	P ₂ /1	1,00	t _s =16,8 t _v =16,4	26,10	31,62	8538,4	
	P ₂ /2	0,95	R _v = 96°C	34,0			
	P ₂ /3	0,45		34,76			

Tablica 4

Tehnički uslovi primenjeni kod eksperimentalnog smanjivanja zaprašnosti	Oznaka mernog mesta	Brzina vazdušne struje V m/sek	Temperatura i relativna vlažnost	Izmerene koncentracije prašine N _k mg/m ³	Prosečna vrednost koncentracije prašine u profilu NSR ³ mg/m ³	Apsolutni prinos prašine IA mg/min	Intenzitet izdvajanja na presipnom mestu I _p mg/min
IV slučaj: Instrumentalna merenja izvršena su za vreme primene orošavanja na presipnom mestu tehničkom vodom u kojoj je izvršeno dodavanje kvaštelja u koncentraciji od 0,2%. Potrošnja vode sa kvašteljem bila je: na presipnom mestu: q _v = 0,1025 l/sek po 1 m ³ vazduha: q _m = 0,0227 l/m ³ po 1 t uglja: q _u = 2,306 l/t Potrošnja kvašit, po 1 t uglja iznosi: q _k = 4,61 x 10 ⁻³ l/t	P ₁ /1	0,90	t _s =17,0 t _v = 16,2 R _v =90%	13,29	13,18	3558,6	5791,5
	P ₁ /2	0,85		12,79			
	P ₁ /3	1,00		13,46			
	P ₂ /1	1,00	t _s =16,8 t _v =16,4	27,12	34,63	9350,1	
	P ₂ /2	0,90	R _v =96°C	35,20			
	P ₂ /3	0,40		41,58			

Tablica 5

Tehnički uslovi primenjeni kod eksperimentalnog smanjivanja zaprašnosti	Oznaka mernog mesta	Biržina vazdušne struje V m/sek	Temperatura i relativna vlažnost	Izmerene koncentracije prašine N_k mg/m ³	Prosečna vrednost koncentracije prašine u profilu NSR mg/m ³	Apsolutni prinos prašine I_A mg/min	Intenzitet izdvajanja na presipnom mestu I_i mg/min
V slučaj: Instrumentalna merenja izvršena su za vreme primene orošavanja na presipnom mestu i primene žičano vodene zavese. U tehničku vodu izvršeno je dodavanje kvašitelja u koncentraciji od 0,2%. Potrošnja vode bila je: —na presipnom mestu $q = 0,1025$ l/sek na žičano-vodenoj zavesi $q_z = 0,086$ l/sek Ukupno na presipu i žičano-vod.zav. $q_v = 0,1891$ l/sek po 1 m ³ vazduha: $q_{pm} = 0,042$ l/sek po 1 t uglja: $q_v = 3,89$ l/sek Potrošnja kvašit. po 1 t uglja: $q_k = 7,78 \times 10^{-3}$ l/sek	P ₁ /1	0,40	$t_s = 17,0$	19,66			
	P ₁ /2	0,85	$t_v = 16,2$ $R_v = 92\%$	20,20	17,50	4725,0	
	1/3	1,00	$t_s = 16,8$	12,66			3960,0
	P ₂ /1	0,95	$t_v = 16,4$ $R_v = 96\% C$	31,10	32,16	8685,0	
	P ₂ /2	0,95		31,40			
	P ₂ /3	0,45		34,0			

Tablica 6

Tehnički uslovi primenjeni kod eksperimentalnog smanjivanja zaprašenosti	Oznaka mernog mesta	Brzina vaz- dušne stru- je V	Temperatura i relativna vlažnost	Izmerene koncentraci- je prašine N _k	Prosečna vrednost koncentraci- je prašine u profilu NSR ₃	Apsolutni prinos prašine I/A	Intenzitet izdvejanja na presipnom mestu I _i
		m/sek		mg/m ³	mg/m ³	mg/min	mg/min
VI slučaj: Instrumentalna merenja izvršena su za vreme primene žičano-vodne za- vese. U tehničku vodu izvršeno do- davanje kvaštelja u koncentraciji od 0,2%. Ukupna potrošnja tehničke vode sa kvašteljem je: — na presipnom mestu q = 0,086 l/sek — po 1 m ³ vazduha: q _m = 0,019 l/sek — po 1 t uglja: q _u = 1,73 l/sek Potrošnja kvaštelja po 1 t uglja iznosi: q _k = 3,46 x 10 ⁻³ l/sek	P ₁ /1	0,70	t _s =18,0	15,75			
	P ₁ /2	0,60	t _v =17,2 R _v =92%	14,20	14,37	3879,9	
	P ₁ /3	0,80		13,16			8636,0
	P ₂ /1	0,75	t _s =17,6 t _v =17,2 R _v =96°C	40,40	46,35	12515,9	
	P ₂ /2	0,85		52,61			
	P ₂ /3	0,35		46,04			

Elementi ugrađene opreme za otprašivanje

Ugrađena oprema za automatsko orošavanje na presipnom mestu po svim karakteristikama je ista kao i u predviđenom tehničkim rešenjima, u studiji, ali je broj mlaznica manji. Zapravo, ovde treba reći, da je tehničkim rešenjem u studiji bilo predviđeno da se u eksperimentalnom radu isprobaju dva tipa blokadnih ventila, a isproban je samo jedan tip. Studijom su predviđene 4 mlaznice, a u eksperimentu na presipnom mestu isprobane su samo 3 mlaznice.

Nedostatak ugrađene opreme bio je nepovoljan položaj blokadnog ventila. Zapravo, on je

bio za 10 cm više odmaknut od povratnog bubnja trake i nije bio u osi trake. Ovaj položaj blokadnog ventila nije mu dozvoljavao da se, kad traka nije puna (sa nešto manjom količinom uglja), otvori, pa nije moglo doći do orošavanja, što je uticalo i na efekte otprašivanja. Da je blokadni ventil bio postavljen pravilno, on bi se i kod manjih količina uglja na traci otvarao i došlo bi do orošavanja.

Žičano-vodena zavesa, prikazana na sl. 2, nije u potpunosti izvedena prema studijskom rešenju. Naime, veličine otvora na krivoj cevi veće su od projektovanih, pa je potrošnja vode velika. Žičana mreža nije bila najbolje zategnuta, pa je voda dobrim delom kapala van „U” profila, koji

Prikaz parametara efekata primenjenih tehničkih mera kod eksperimentalnog smanjivanja zaprašenosti na presipnom mestu

Tablica 7

Tehnički uslovi eksperimenta	Parametri			Parametri efekata primenjenih tehničkih mera		
	Koncentracija prašine iza presipa N_p mg/m ³	Apsolutni prinos prašine presipa I_A mg/min	Intenzitet izdvajanja prašine presipa I_p mg/min	Indeks smanjene koncentracije prašine r_N	Indeks smanjenog intenziteta izdvajanja prašine r_I	Efekat smanjenja inteziteta izdvajanja prašine E ; %
I slučaj: Bez primene tehničkih mera za smanj. zaprašenosti	59,01	15932,7	11858,40			
II slučaj: Primenjeno orošavanje tehn. vodom	42,37	11439,9	6852,6	0,282	0,422	42,20
III slučaj: Orošavanje i žičano-vodene zavesa teh.vodom	31,62	8538,4	4780,0	0,464	0,596	59,60
IV slučaj: Orošav. tehn. vodom i 0,2% kvašitelja	34,63	9350,0	5791,5	0,413	0,511	51,10
V slučaj: Orošavanje i žičano-vodena zavesa. Tehn. voda sa 0,2% kvašitelja	32,16	8650,0	3960,0	0,455	0,666	66,60
VI slučaj: Žičano-vodena zavesa sa tehn. vodom sa 0,2% kvašitelja	46,35	12514,50	8636,0	0,214	0,272	27,20

služi za prikupljanje vode sa mreže. Žičano-vodenom zavesom je blokiran samo gornji deo hodnika, a deo koji služi za prolaz ljudi ostao je bez žičano-vodene zavese (vidi sl. 1).

Oprema za nanošenje kvašitelja i vodenog rastvora CaCl_2 je takva, da u slučaju masovne upotrebe obe hemikalije sigurno ne bi mogla da se primeni. Međutim, ovakva kakva je bila, ona je izvršno poslužila kako za eksperiment sa upotrebom kvašitelja, tako i za eksperiment sa nanošenjem vodenog rastvora CaCl_2 .

Rezultati istraživanja

U tablicama 1—6 dati su rezultati izvršenih istraživanja. Prikazane su izmerene vrednosti brzine vazduha, koncentracije prašine, temperature na suvom i vlažnom termometru, a na osnovu ovih parametara određena je i vrednost relativne vlažnosti vazduha.

Na osnovu izmerenih vrednosti koncentracija prašine (N_k) u pojedinim tačkama (slika 3) određene su i prosečne vrednosti koncentracija N_{sr} . U tablicama su date i vrednosti apsolutnih prinosa prašine, kao i vrednosti intenziteta izdvajanja prašine na presipnom mestu trake.

Na osnovu dobijenih rezultata minimalnog obima eksperimentalnih istraživanja, na malom prostoru, može se zaključiti sledeće:

— primenom orošavanja tehničkom vodom koncentracija prašine iza presipa smanjena je za 28,2% odnosno intenzitet izdvajanja prašine manji je za 42,20%

— primenom orošavanja i žičano-vodene zavese sa tehničkom vodom koncentracija prašine iza presipa smanjena je za 46,40% odnosno intenzitet izdvajanja prašine smanjen je za 59,60%

— primenom orošavanja tehničkom vodom sa sadržajem 0,2% kvašitelja proizvodnje „Župa“ u Kruševcu koncentracija prašine iza presipnog mesta smanjena je za 41,3%, a intenzitet izdvajanja prašine za 51,10%

— primenom orošavanja i žičano-vodene zavese i tehničkom vodom sa sadržajem 0,2% kvašitelja proizvodnje „Župa“ Kruševac koncentracija prašine iza presipa smanjena je za 45,5%, a intenzitet izdvajanja za 66,6%

— samo primena žičano-vodene zavese i tehničke vode sa sadržajem 0,2% kvašitelja smanju-

je koncentraciju prašine iza presipa za 21,4% odnosno smanjuje intenzitet izdvajanja prašine za 27,20%.

Mora se naglasiti, da su, kada se pojedinačno upoređuju rezultati, sekundarna izdvajanja prašine važna i da imaju znatan uticaj na efekte otprašivanja.

Isto tako treba naglasiti, da je procentualno povećanje vlažnosti vazduha usled orošavanja oko 6%, mereno u zoni eksperimenta, i da je manje od prethodnih merenja bez orošavanja, s obzirom da su drugi spoljni činioci imali veći uticaj toga dana.

Rezultati nanošenja vodenog rastvora CaCl_2

U toku jednog dana vodeni rastvor CaCl_2 nanet je dva puta uzastopno na sve površine jedne deonice transportne prostorije. Zidovi i strop prostorije bili su dobro ovlaženi, tako da se na betonskoj podgradi formirao jedan film, a na puno mesta zadržale su se i čitave kapi vodenog rastvora. Na podove je naneto nešto više rastvora, tako da su i tu ovlažene sve površine, odnosno gornji sloj nataložene prašine. Tri dana posle nanošenja rastvora CaCl_2 , na kablovima i cevovodima preko ovlaženog vezanog sloja prašine formirao se je novi sloj nevezane prašine, koji je mogao da se uzvitra vazдушnom strujom.

Ovi rezultati pokazuju da su efekti od jednog nanošenja rastvora CaCl_2 dobri, ali ceo ovaj postupak zahteva kontinuitet u radu i potrebu da se rastvor CaCl_2 nanosi organizovano u svim rudarskim prostorijama. Vreme između dva nanošenja rastvora CaCl_2 je u početku kraće, a posle više uzastopnih nanošenja vremenski interval postaje veći.

Izuzetno je važno da se ovlažena prašina čisti i iznosi iz jame, što doprinosi da sekundarna izdvajanja prašine budu minimalna, a efekti primenjenih kompleksnih mera zadovoljavajući.

Zaključak

Na osnovu izvršenih istraživanja, pod uslovima da je eksperiment izveden u minimalnom obimu i sa izvesnim nedostacima u odnosu na studijsko rešenje, može se zaključiti da je dao vrlo dobre rezultate smanjenja zaprašivosti.

Istraživanja smanjenja zaprašenosti šireg obima treba nastaviti u pravcu orošavanja uz primenu kompleksnih mera i sa obaveznim čišćenjem i odstranjivanjem nataložene prašine, kako bi se izbegle sve potencijalne opasnosti koje donosi nataložena ugljena prašina.

SUMMARY

Experimental Dust Suppression by Dedusting in Haulage Roadways in Pit Pesje — Lignite Mine Velenje

The paper presents the results of investigations into the rate of dustiness in Pit Pesje — Lignite Mine Velenje.

Experimental investigations provided by technical solutions were completed in a part of the haulage system, and are related to the decrease of dust generation and preventing the raise of already deposited dust.

The results also include the parameters on the effects of applied technical measures.

ZUSAMMENFASSUNG

Experimentelle Staubniederschlagung mit Hilfe der Entstaubung von Förderräumen am Beispiel der Grube Pesje des Braunkohlenbergwerks Velenje

In dem Aufsatz wurden die Ergebnisse der Verstaungsuntersuchungen in der Grube Pesje des Braunkohlenbergwerks Velenje diskutiert.

Die durch technische Lösungen vorgesehene experimentelle Untersuchungen wurden auf einem Förder-systemzweig durchgeführt und beziehen sich auf die Minderung der Staubentstehung und Verhinderung der Aufwirbelung des schon abgelagerten Staubs.

Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse wurden auch die Parameter der Wirksamkeit der angewandten technischen Massnahmen dargestellt.

РЕЗЮМЕ

Экспериментальное осаждение пыли с помощью пылеулавливания в транспортных помещениях, как это делается в шахте Песие рудника лигнита Веление

В статье даны результаты исследований запыленности в шахте Песие рудника лигнита Веление.

Экспериментальные испытания, которые предвиделись техническими решениями, были проведены в одной части транспортной системы и относятся на уменьшение выделения пыли и на препятствование поднятию уже осажденной пыли.

На основании полученных результатов даны и параметры эффекта предпринятых технических мероприятий.

Literatura

1. Kisić, S., Stajević, D: Fizički model za utvrđivanje efekata tehničkih rešenja otprašivanja u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom.
2. Studija borbe sa rudničkom prašinom u jami rudnika lignita Velenje. — Rudarski institut, Beograd.
3. Marcol, J., Stolecki, M: Zwalczenie zapylenia lokalnego w wyrobiskach gorniczych.

Autori: dipl.inž. Slavko Kisić i dipl.inž. Dušan Stajević, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. A. Ćurčić, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 2.7.1980, prihvaćen 22.7.1980.god.

ANALIZA MOGUĆNOSTI NASTAJANJA EKSPLOZIJE PRAŠINE ŠEĆERA U POGONSKIM USLOVIMA PROIZVODNJE

(sa 4 slike)

Dipl.inz. Obren Koprivica

Uvod

I pored izraženog prisustva prašine šećera u radnim okolinama industrijskih pogona za proizvodnju šećera ne poklanja se dovoljna pažnja kontroli pokazatelja zaprašenosti i utvrđivanju potencijalnih opasnosti u pogledu mogućnosti nastajanja samozapaljivih i eksplozivnih karakteristika.

Realno gledajući, situacija može biti ozbiljna zbog potencijalnih opasnosti koje nastaju usled prisustva većih i stalnih izvora ove prašine. Šećerna prašina u radnim okolinama odeljenja za sušenje i pakovanje šećera, bilo da se nalazi u lebdećem stanju, bilo da je nataložena po obodu prostorije, uvek predstavlja potencijalnu opasnost za ličnu i kolektivnu bezbednost zaposlenih radnika. Ukoliko ima i eksplozivna svojstva opasnost se uvećava, a s tim i obaveze organizacije udruženog rada u smislu stvaranja bezbednih uslova u svim radnim okolinama.

Problematici vezanoj za eksplozivnost šećerne prašine u industrijski razvijenim zemljama pridaje se veliki značaj. Laboratorijskim i polu-industrijskim ispitivanjima ustanovljeno je da je u većini slučajeva koncentracija prašine šećera eksplozivna u pogonskim uslovima. Praktičnih pojava opasnosti koje mogu nastati ima bezbroj kao na primer zagrevanje rotirajućih delova, zagrevanje ležišta kod mašina, nenormalno zagrevanje električnih instalacija i dr.

Istraživanje eksplozivnih osobina šećerne prašine vrši se na fino nataloženoj prašini.

Pod „fino nataloženom prašinom šećera“

podrazumeva se ona koja sadrži više od 70% zrna manjih od 71 mikrona, dok su sa stanovišta eksplozivnosti najopasnije čestice manje od 100 mikrona.

U fabrici industrije šećera i vrenja „Dimitrije Tucović“ — kristalno odeljenje izvršena su ispitivanja eksplozivnih karakteristika nataložene šećerne prašine i definisani uslovi, u zavisnosti od karakteristika tehnološkog procesa, pod kojima bi u radnoj okolini mogle nastati potencijalne opasnosti od eksplozije izdvojene prašine šećera.

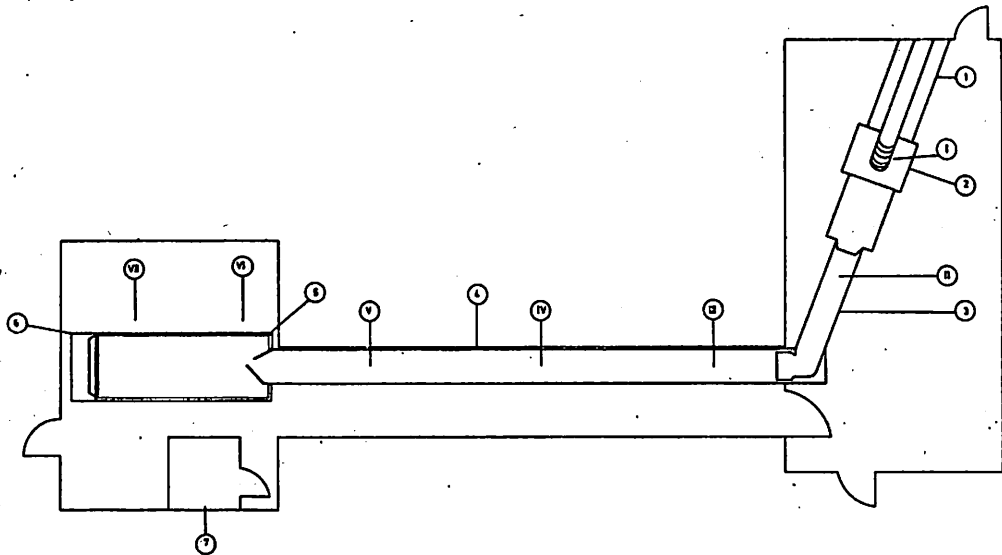
Predmet analize u ovom radu je utvrđivanje mogućnosti nastajanja eksplozivnih koncentracija prašina šećera u pogonskim uslovima proizvodnje.

Izbor osmatračkih tačaka

Ispitivanja koncentracionih i sedimentacionih karakteristika šećerne prašine u radnim okolinama kristalnog odeljenja praktično su vršena na svim primarnim izvorima prašine. Na slikama 1 i 2, dijagramima, šemama i tabličnim pregledima merna mesta su obeležena rimskim brojevima.

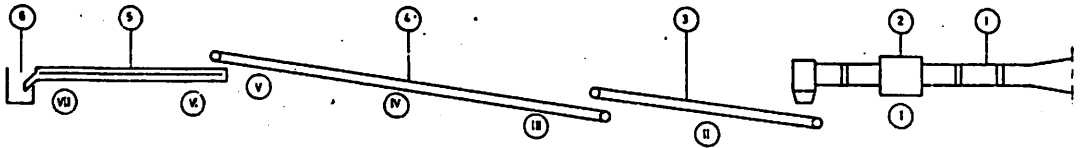
Izdvojene su sledeće operacije i procesi kao mogući primarni izvori prašine u kristalnom odeljenju:

- presip šećera iz obrnutog bubnja sušenja na traku
- presip u transportu sa trake na traku
- presip sa trake na vibraciono sito (treskalice) i
- utovarno mesto — punjenje krupnog šećera u džakove.



Sl. 1 – Situaciona šema snimljenih zona sa mernim tačkama uzorkovanja

Legenda: 1 – bubanj za sušenje šećera; 2 – odstranjivač vodene pare; 3–4 – transportne trake; 5 – vibraciono sito; 6 – sanduk; 7 – kabina stepeništa; m – mesto uzorkovanja prašine.



Sl. 2 – Uprošćena tehnološka šema snimljenih zona sa mernim tačkama uzorkovanja

Legenda: 1 – bubanj za sušenje šećera; 2 – odstranjivač vodene pare; 3–4 – transportne trake; 5 – vibraciono sito; 6 – sanduk; 7 – kabina stepeništa; m – mesto uzorkovanja prašine.

Osim primarnih izvora prašine tehnologiju obavezno prate i izvori sekundarnog izdvajanja prašine, čiji intenziteti u određenim uslovima mogu biti veoma značajni.

Izvori sekundarnog izdvajanja vrlo su promenljivi, kako u vremenu tako i u prostoru, stalno su prisutni, i mogu konstantno ili trenutno da povećaju prinos prašine iz primarnih izvora.

Izbor pokazatelja zapašenosti

Na svakom mernom mestu izvršena su instrumentalna opažanja u cilju utvrđivanja pokazatelja zapašenosti:

- koncentracija lebdeće prašine N_m (mg/m^3)
- apsolutni prinos prašine I_a (mg/m^3)
- intenzitet taloženja prašine I_t ($\text{g}/\text{m}^2/\text{na dan}$)

Koncentracija lebdeće prašine u radnoj okolini određena je neposredno instrumentalnim opažanjem.

Apsolutni prinos prašine određen je pomoću relacije

$$I_a = N_n \cdot Q \text{ (mg/min)}$$

gde je:

N_n – merena prosečna koncentracija lebdeće prašine u posmatranom mernom profilu prostorije (mg/m^3)

Q — količina vazduha koja protiče kroz posmatrani merni profil u prostoriji (m^3/min).

Intenzitet taloženja prašine na posmatranoj deonici ($a=a+1$) posmatrane prostorije računat je prema jednačini

$$I_t = \frac{(I_a - I_{a+1}) \cdot t_e}{U \cdot L} \quad (mg/m^3/na\ dan)$$

gde je:

U = obim prostorije (m)

L = dužina posmatrane deonice (m')

t_e = vreme efektivnog delovanja izvora (min/dan).

Tehnika uzorkovanja

Uzorkovanje lebdeće prašine izvršeno je aspiracionim uređajima „Aera“, mikrovlaknastim filtrom AF-PC sa mesinganim prstenovima i držačima.

Vreme uzorkovanja je određeno prema minimalno potrebnoj količini prašine za određeni filter.

Uzorkovanje zaprašenog vazduha vršeno je u prvoj i drugoj smeni po mernim tačkama prikazanim na sl. 1 i 2.

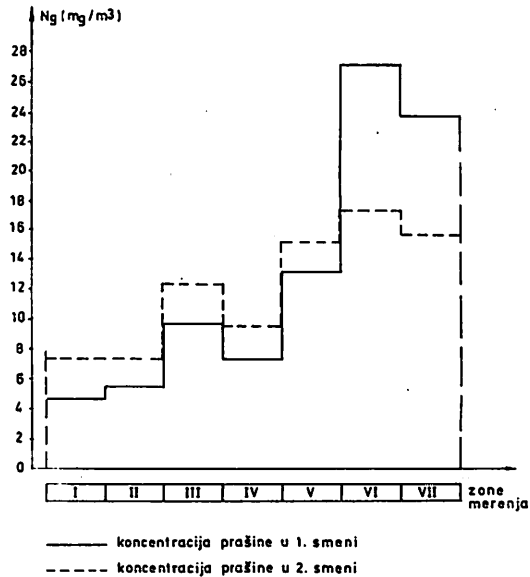
Merenje intenziteta taloženja prašine vršeno je pomoću postavljenih „papira“, veličine jednog kvadratnog metra, na svim mernim tačkama. Ovom metodom uzorkovanje je vršeno neprekidno u sve tri smene, odnosno 24 časa.

Rezultati merenja na analiziranim mernim mestima prikazani su tablično (tablice 1 i 2) i grafički (slike 1, 2, 3 i 4). Vršeno je i uzorkovanje čestičnih koncentracija prašine na istim mestima kao u prethodnim slučajevima.

Utvrđivanje intenziteta izdvajanja prašine na mernim mestima

Pokazatelji koji karakterišu intenzitet izdvajanja direktno su saglasni sa jačinom izvora prašine, količinom i kvalitetom šećera i geometrijskim i ventilacionim karakteristikama zone.

Ukupna prašina, stvorena u jedinici vremena, predstavlja apsolutni intenzitet izdvajanja prašine i izražava se u g/min .



Sl. 3 — Grafički prikaz gravimetrijske koncentracije prašine u I i II smeni u mernim tačkama pogona šećerane „Dimitrije Tucović“

U tablici 1 dati su rezultati istraživanja gravimetrijskih i konimetrijskih koncentracija, kao i intenziteti izdvajanja prašine.

Iz tablice 1 se može videti da su intenziteti izdvajanja prašine šećera u prvoj i drugoj smeni najveći u prostoriji sa vibracionim sitom i u odeljenju transportnih traka.

Na dijagramu sl. 3 dat je grafički prikaz gravimetrijske koncentracije prašine u I i II smeni u mernim tačkama pogona kristalnog odeljenja. Iz dijagrama se može videti da su koncentracije u prvoj i drugoj smeni najveće u prostoriji sa vibracionim sitom.

Utvrđivanje sedimentacionih pokazatelja u radnim okolinama svih izvora prašine

Sedimentacioni pokazatelji predstavljaju, za svaku zonu, karakteristiku iz koje se može sagledati koliko je od izdvojene prašine u toku tehnološkog procesa nataloženo, odnosno koliko je „odselo“ u prostoriji posmatrane zone.

Prikaz pokazatelja zaprašenosti vazduha i intenziteta izdvajanja prašine

Tablica 1

Red. br.	Zona uzorkovanja	Oznaka mernog mesta	h (m')	P (m ²)	N _g (mg/m ³)	N _k (č/cm ³)	I _a (g/min)
1	2	3	4	5	6	7	8
I smena							
1.	Bubanj za sušenje šećera	I	5,5	150	4,63	320	4,60
2.	Transportna traka	II	5,5	150	5,60	400	
3.	Transportna traka	III	2,0	88	9,60	370	10,50
4.	Transportna traka	IV	2,0	88	7,31	540	
5.	Transportna traka	V	2,0	88	12,94	610	12,23
6.	Vibraciono sito	VI	4,0	48	27,09	840	
7.	Vibraciono sito	VII	4,0	48	23,86	740	
II smena							
1.	Bubanj za sušenje šećera	I	5,5	150	7,50	350	6,75
2.	Transportna traka	II	5,5	150	7,50	380	
3.	Transportna traka	III	2,0	88	12,25	400	12,99
4.	Transportna traka	IV	2,0	88	9,42	430	
5.	Transportna traka	V	2,0	88	15,25	510	9,76
6.	Vibraciono sito	VI	4,0	48	17,42	670	
7.	Vibraciono sito	VII	4,0	48	15,75	640	

Objašnjenje oznaka

h – visina zone

P – površina taloženja prašine

N_g – gravimetrijska koncentracija lebdeće prašine

N_k – konimetrijska koncentracija lebdeće prašine

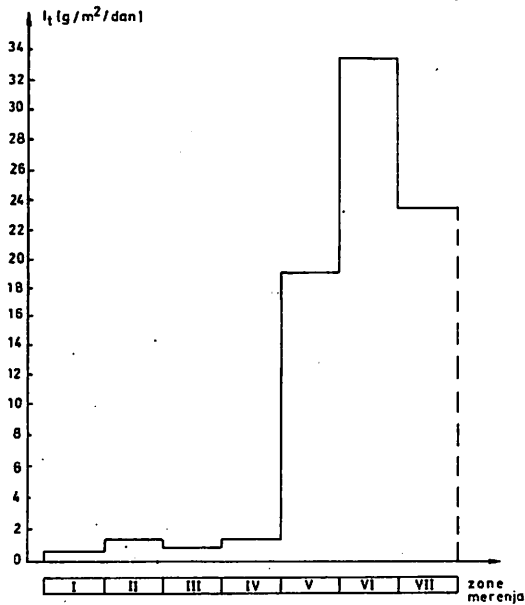
I_a – apsolutni intenzitet izdvajanja prašine

Količina prašine, koja je izdvojena po površinama u prostoriji zone gde je vršeno uzorkovanje, u direktnoj saglasnosti je sa intenzitetom izdvajanja, odnosno sa izvorom koji stvara prašinu.

Količina prašine zavisi od količine šećera i njegovog granulog sastava, koji se transportuje putem traka i sita, kao i od geometrijskih i ventilacionih karakteristika prostorije – zone u kojoj se obavlja transportni proces.

Sedimentacioni pokazatelji, dobijeni na osnovu instrumentalnih opažanja, predstavljaju u svim posmatranim zonama podatak, na osnovu koga se određuje vremenski faktor opasnosti od eksplozije.

U svakoj analiziranoj zoni izvršena su instrumentalna opažanja na karakterističnim mestima. Na osnovu izvršenih merenja dobijeni su pojedinačni rezultati prikazani u tablici 2 i dijagramu na sl. 4.



Sl. 4 — Grafički prikaz intenziteta taloženja prašine za 24 časa u mernim tačkama pogona šećerane „Dimitrije Tucović”.

Iz tablice 2 i sl. 4 vidi se da je najveće taloženje u prostoriji sa vibracionom sitom, gde su nagomilanja veća, u odnosu na prethodne prostorije, za 4–25 puta.

Izrada bilansa intenziteta taloženja prašine u radnu okolinu

Prerada šećera je tehnološki kontinualni proces u trajanju od oko 130 dana u godini. Izdvajanje šećerne prašine je, takođe, kontinualno. Na osnovu dobijenih rezultata—sedimentacionih pokazatelja i intenziteta izdvajanja izrađen je skupni bilans količina izdvajanja i taloženja prašine. Dobijeni pokazatelji se odnose na jedinične vrednosti vremenskog (minuta) i prostornog (m³) izdvajanja i taloženja prašine.

U prostorijama gde su vršena merenja, na određenim površinama na kojima se izdvojena prašina taloži, utvrđena je za svaku zonu ukupna količina prašine koja se izdvaja i taloži u toku 24 časa i to:

— u prostoriji za sušenje šećera, za 24 časa kontinualnog tehnološkog procesa izdvoji se i

Pregled vremenskog faktora opasnosti i intenziteta taloženja prašine

Tablica 2

Red. br.	Zona uzorkovanja	Oznaka mernog mesta	N_n (mg/m ³)	I_t (g/m ² /dan)	$I_{t\text{sr}}$ (g/m ² /d)	T_o (dana)
1	2	3	4	5	6	7
1.	Bubanj za sušenje šećera	I	6,07	0,85		
2.	Transportna traka	II	6,55	1,48	1,17	780
3.	Transportna traka	III	10,93	1,12		
4.	Transportna traka	IV	8,37	1,56	7,42	46
5.	Transportna traka	V	14,10	19,57		
6.	Vibraciono sito	VI	22,26	33,68		
7.	Vibraciono sito	VII	14,60	23,86	28,77	24

Objašnjenje oznaka:

N_n — srednja koncentracija lebdeće prašine u vazduhu
 I_t — pojedinačni intenziteti taloženja prašine
 $I_{t\text{sr}}$ — srednji intenzitet taloženja prašine u prostoriji
 T_o — vremenski faktor opasnosti

nataloži 175,5 g prašine koja odgovara površini od 150 m²

– na površini od 88 m² koja se odnosi na hodnik transportne trake, za 24 časa nataloži se ukupno 652,95 g prašine šećera

– u prostoriji sa vibracionim sitom za 24 časa rada, na površini od 48 m², izdvoji se i nataloži 1380,96 g prašine šećera

– pošto se tehnološki proces posmatra kao celina, onda je ukupno taloženje prašine jednako zbiru taloženja u svim zonama i ono iznosi 2,209 g prašine/dan.

Proračun vremenskog faktora opasnosti za formiranje eksplozivnih koncentracija u vazduhu

Na osnovu ispitivanja prašine šećera, minimalna koncentracija lebdeće prašine pri kojoj dolazi do eksplozije iznosi $N_e = 170 \text{ g/m}^3$ *)

Vremenski faktor opasnosti, odnosno stepen rizika od eksplozije određuje se iz odnosa:

$$T_o = \frac{(N_e - N_n) \cdot h}{I_{tsr}} \text{ (dana)}$$

gde je:

T_o – vremenski faktor rizika (dana)

N_e – minimalna koncentracija lebdeće prašine pri kojoj dolazi do eksplozije (g/m³)

N_n – srednja koncentracija lebdeće prašine u prostoriji, zoni (g/m³)

h – prosečna visina posmatrane prostorije, zone (m)

I_{tsr} – srednji intenzitet taloženja prašine u posmatranoj prostoriji – zoni (g/dan).

U tablici 2 prikazane su proračunate vrednosti vremenskog faktora rizika za prikazane prostorije.

Na osnovu proračunatih vrednosti faktora opasnosti i drugih pokazatelja zaprašivosti utvrđeno je sledeće:

– koncentracije lebdeće prašine, dobijene u

vazduhu, posmatrano sa stanovišta eksplozivnosti, nisu opasne, pošto su u svim zonama manje od 27,09 mg/m³. Potencijalnu opasnost treba očekivati od nataložene prašine;

– najveći intenzitet taloženja prašine vezan je za neposrednu okolinu vibracionog sita;

– eksplozivni faktor opasnosti ima promenljivu vrednost i zavisi od jačine izvora prašine i udaljenosti od njega, kao i od ostalih prirodnih faktora šećerne prašine (granulosastav, vlažnost i dr.);

– prema tablici 2 rizični intenzitet taloženja prašine u prostoriji sušenja šećera je 780 dana; za to vreme nataloži se sloj prašine dovoljno visok da u pogodnim uslovima uskovitlavanja da eksplozivnu koncentraciju;

– u prostoriji transportne trake vreme taloženja minimalno potrebne količine prašine iznosi 46 dana;

– potrebno vreme taloženja u prostoriji sa vibracionim sitom iznosi 24 dana;

– međutim, najveće opasnosti od eksplozije postoje u neposrednoj blizini vibracionog sita i na presipnim mestima transportera.

Zaključak

Na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja nataložene prašine šećera u odeljenju za sušenje i pakovanje može se zaključiti sledeće:

– s obzirom na vreme trajanja šećerne kampanje i neprekidnost tehnološkog procesa postoji objektivna opasnost da u toku kampanje nastanu eksplozivne koncentracije nataložene prašine u prostorijama transportnih traka i vibracionog sita

– neophodno je povremeno vršiti detaljno uklanjanje nataložene prašine sa svih površina taloženja, u vremenskim razmacima znatno nižim od izračunatog minimalnog vremenskog faktora rizika koji iznosi 24 dana, da bi se otklonila potencijalna opasnost od samoupale i eksplozije nataložene prašine

– uzimajući u obzir povećani koeficijent sigurnosti, neophodno je da se u svim prostorijama odeljenja za sušenje i pakovanje šećera najmanje jedanput nedeljno vrši detaljno čišćenje i uklanjanje nataložene prašine šećera sa svih površina taloženja prigodnim industrijskim usisivačima prašine.

* Podatak je uzet iz elaborata o ispitivanju zapaljivih i eksplozivnih osobina šećerne prašine i ispitivanju koncentraciono-sedimentacionih karakteristika u odeljenju za sušenje i pakovanje šećera, koji je radio Rudarski institut – Beograd.

SUMMARY

Analysis of the Possibility of Sugar Dust Explosion under Plant Production Conditions

In some industrial plants, such as sugar works, little care is devoted to potential hazards due to explosion and/or selfcombustion of deposited sugar dust.

The paper presents the experience gained in the Sugar Plant „Dimitrije Tucović“, Belgrade regarding the separation and depositing of sugar dust in order to highlight the fact that in some plant sections potentially hazardous concentrations are created.

Particular attention was paid to the hazard time factor, indicating that hazardous dust concentrations were formed over short periods of time, in the treated case after 25 days, capable of exploding under specific conditions.

ZUSAMMENFASSUNG

Analysen von Möglichkeiten zur Entstehung von Zuckerstaubexplosionen unter Betriebsverhältnissen

In einigen Industrieobjekten, wie Zuckerfabriken, wird geringe Aufmerksamkeit den potentiellen Explosionsgefahren und der Selbstentzündung der abgelagerten Zuckerstaubs geschenkt.

In diesem Artikel wird am Beispiel der Zuckerfabrik „Dimitrije Tucović“ die Intensität der Staubausscheidung und – Ablagerung von Zucker mit dem Ziel dargelegt, um auf die potentiell gefährliche Staubkonzentrationen in einzelnen Fabrikräumen hinzuweisen.

Speziell wurde der Zeitfaktor der Gefahr bearbeitet, mit dem hingewiesen wird, dass binnen kurzer Zeit zur Bildung von gefährlichen Konzentrationen des abgelagerten Zuckerstaubs kommt; im konkreten Fall binnen 25 Tagen, kann unter bestimmten Bedingungen zur Explosion kommen.

РЕЗЮМЕ

Анализ возможности взрыва сахарной пыли при производственных условиях выработки сахара

На некоторых промышленных объектах, как например на сахарных заводах, уделяется мало внимания потенциальными опасностями от взрыва и самовозгорания осадков сахарной пыли.

В этой статье для примера взят сахарный завод „Димитрий Туцович“ в Белграде, дана интензивность выделения и осаждения сахарной пыли с целью указать как в отдельных помещениях фабрики создаются потенциально опасные концентрации сахарной пыли.

Специально обработан временский фактор опасности, который показывает что за короткое время создаются опасные концентрации осажденной пыли, конкретно в этом случае в течении 25 дней, которые могут довести при определенных условиях до взрыва.

Autor: dipl.inž. Obren Koprivica, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. A. Ćurčić, Rudarski Institut, Beograd

Članak primljen 24.6.80, prihvaćen 22.7.1980.

ZAVISNOST PROMENA PROTOKA USLED PROMENA
 AERODINAMIČKIH OTPORA JAMSKE VENTILACIONE
 MREŽE SA REDNO-PARALELNO M VEZOM GRANA U PRELAZNIM REŽIMIMA

(sa 6 slika)

Mr inž. Vojislav Vuletić

Ventilaciona mreža je objekt jednog multi-varijabilnog sistema automatskog upravljanja, koji se sastoji od lokalnih sistema automatske regulacije koncentracije gasovitih štetnih primesa i lokalnih sistema automatske regulacije protoka vazduha.

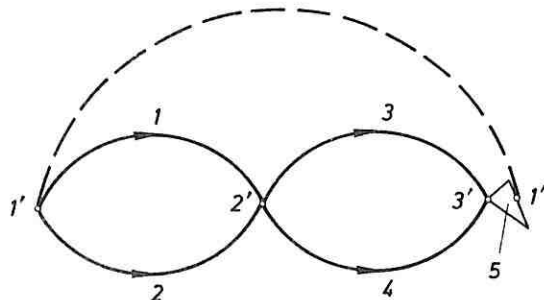
Sistem automatske regulacije koncentracije gasovitih štetnih primesa i protoka vazduha, dobijen na bazi neproverene pretpostavke o autonomnosti (međusobne nezavisnosti regulisanih veličina), po pravilu daje nezadovoljavajuće rezultate. Prilikom realizovanja autonomnosti [6], javljaju se greške koje su nužne zbog aproksimativnosti matematičkog opisa. Uticaj greške na kvalitet rada sistema može da bude veći od greške koju unosi pretpostavka o apsolutnoj autonomnosti sistema, u slučaju kada međusobne zavisnosti protoka nisu velike.

Ispitivanje intenziteta međusobnih zavisnosti protoka vazduha kod redno-paralelne veze grana

Osnovne karakteristike ventilacione mreže na osnovu kojih su vršena istraživanja date su u literaturi [10] i [11].

Analičko određivanje međusobnih zavisnosti protoka vazduha je veoma složeno pri čemu dolazi do prenosnih funkcija visokog reda. Red prenosne funkcije zavisi od složenosti ventilacione mreže. Iz tog razloga je intenzitet međusobnih zavisnosti protoka vazduha, pri promeni aerodinamičkog otpora pojedinih grana, ispitan simulacijom na analognom računaru.

Kod redno-paralelne veze grana jamske ventilacione mreže, za opisivanje prelaznih aerodinamičkih procesa, koristio se linearizovan matematički model. U prethodnim istraživanjima izvršena su ispitivanja greške koju unosi linearizacija. Istraživanja su pokazala [10] vrlo veliku približnost rezultata te se iz tih razloga, za istraživanja intenziteta međusobnih zavisnosti promena protoka, koristio linearizovan matematički model.



Sl. 1 – Kanonska šema ventilacione mreže sa redno-paralelnom vezom grana.

Osnovni podaci o ventilacionoj mreži

Simulacija je vršena sa raznim vrednostima protoka vazduha, aerodinamičkih otpora i koeficijentata inercije vazdušne struje. Navedeni su samo najkarakterističniji primeri:

$$1. Q_{01} = 20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}; \quad R_{01} = 0,5625 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-8};$$

$$K_1 = 100 \text{ kg m}^{-4}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{02} &= 10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}; & R_{02} &= 2,25 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-8}; & \frac{T_1}{K_{(2)1}} \frac{dQ_1(t)}{dt} + \frac{1}{K_{(2)1}} Q_1(t) + \\
 & & K_2 &= 100 \text{ kg m}^{-4} & + \frac{K_{(1)1}}{K_{(2)1}} R_1(t) + \frac{T_3}{K_{(2)3}} \frac{dQ_3(t)}{dt} + \\
 Q_{03} &= 20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}; & R_{03} &= 0,5625 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-8}; & + \frac{1}{K_{(2)3}} Q_3(t) + \frac{K_{(1)3}}{K_{(2)3}} R_3(t) - \\
 & & K_3 &= 100 \text{ kg m}^{-4} & - d(t) + R_{v1} Q_m(t) = 0 \\
 Q_{04} &= 10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}; & R_{04} &= 2,25 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-8}; & \\
 & & K_4 &= 100 \text{ kg m}^{-4} &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad Q_{01} &= 15 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}; & R_{01} &= 1 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-8} & \frac{T_1}{K_{(2)1}} \frac{dQ_1(t)}{dt} + \frac{1}{K_{(2)1}} Q_1(t) + \\
 & & K_1 &= 100 \text{ kg m}^{-4} & + \frac{K_{(1)1}}{K_{(2)1}} R_1(t) - \frac{T_2}{K_{(2)2}} \frac{dQ_2(t)}{dt} - \\
 Q_{02} &= 15 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}; & R_{02} &= 1 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-8} & - \frac{1}{K_{(2)2}} Q_2(t) - \frac{K_{(1)2}}{K_{(2)2}} R_2(t) = 0 & (2) \\
 & & K_2 &= 100 \text{ kg m}^{-4} & \\
 Q_{03} &= 20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}; & R_{03} &= 0,5625 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-8}; & \\
 & & K_3 &= 100 \text{ kg m}^{-4} & \\
 Q_{04} &= 10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}; & R_{04} &= 2,25 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-8}; & \frac{T_1}{K_{(2)1}} \frac{dQ_1(t)}{dt} + \frac{1}{K_{(2)1}} Q_1(t) + \\
 & & K_4 &= 100 \text{ kg m}^{-4} & + \frac{K_{(1)1}}{K_{(2)1}} R_1(t) + \frac{T_4}{K_{(2)4}} \frac{dQ_4(t)}{dt} + \\
 & & & & + \frac{1}{K_{(2)4}} Q_4(t) + \frac{K_{(1)4}}{K_{(2)4}} R_4(t) - \\
 & & & & - d(t) + R_{v1} Q_m(t) = 0 \\
 & & & & Q_3(t) + Q_4(t) - Q_m(t) = 0 \\
 & & & & Q_1(t) + Q_2(t) - Q_m(t) = 0
 \end{aligned}$$

Ventilator je jednostupni, aksijalni tip V – UPD, proizvodnje iz SSSR-a, sa sledećim karakteristikama:

prečnik rotora: $D = 1800 \text{ mm}$
 broj obrtaja: $n = 750 \text{ min}^{-1}$,
 sa parametrom režima rada: $d = 3000 \text{ Nm}^{-2}$
 aerodinamički otpor ventilatora sa linearnom karakteristikom je: $R_{v1} = 83,5 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-8}$.

Aerodinamički procesi u ventilacionoj mreži

Prelazni aerodinamički procesi u ventilacionoj mreži, čija je konfiguracija data na slici 1, određeni su prema [1], [2], [3], [4], sistemom jednačina:

$$\begin{aligned}
 H_1(t) + H_3(t) - H_m(t) &= 0 \\
 H_1(t) - H_2(t) &= 0 \\
 H_1(t) + H_4(t) - H_m(t) &= 0 & (1) \\
 Q_3(t) + Q_4(t) - Q_m(t) &= 0 \\
 Q_1(t) + Q_2(t) - Q_m(t) &= 0
 \end{aligned}$$

koji se prema [10] i [11] svodi na sistem linearizovanih diferencijalnih jednačina:

koje odgovara sistem mašinskih jednačina:

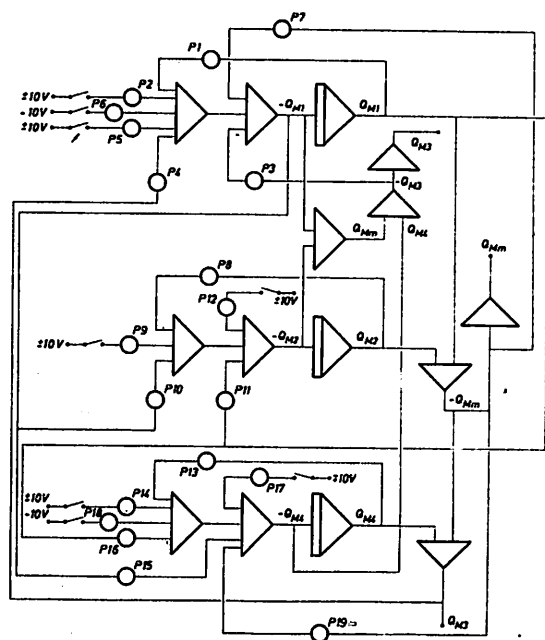
$$\begin{aligned}
 \dot{Q}_{M1}(t) &= -k_L \frac{1}{T_1} Q_{M1}(t) - k_A \frac{K_{(1)1}}{T_1} R_1(t) - \\
 &- \frac{K_{(2)1}}{K_{(2)3}} \frac{T_3}{T_1} \dot{Q}_{M3}(t) - k_L \frac{K_{(2)1}}{K_{(2)3}} \frac{1}{T_1} Q_{M3}(t) - \\
 &- k_A \frac{K_{(2)1}}{K_{(2)3}} \frac{K_{(1)3}}{T_1} R_3(t) + k_A \frac{K_{(2)1}}{T_1} d(t) - \\
 &- k_L \frac{K_{(2)1}}{T_1} R_{v1} Q_m(t) \\
 \dot{Q}_{M2}(t) &= -k_L \frac{1}{T_2} Q_{M2}(t) - k_A \frac{K_{(1)2}}{T_2} R_2(t) + \\
 &+ \frac{K_{(2)2}}{K_{(2)1}} \frac{T_1}{T_2} \dot{Q}_{M1}(t) + k_L \frac{K_{(2)2}}{K_{(2)1}} \frac{1}{T_2} \\
 Q_{M1}(t) &+ k_A \frac{K_{(2)2}}{K_{(2)1}} \frac{K_{(1)1}}{T_2} R_1(t) & (3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{M4}(t) = & -k_L \frac{1}{T_4} Q_{M4}(t) - k_A \frac{K(1)4}{T_4} R_4(t) - \\ & - \frac{K(2)4}{K(2)1} \frac{T_1}{T_4} \dot{Q}_{M1}(t) - k_L \frac{K(2)4}{K(2)1} \\ & \frac{1}{T_4} Q_{M1}(t) - k_A \frac{K(2)4}{K(2)1} \frac{K(1)1}{T_4} R_1(t) + \\ & + k_A \frac{K(2)4}{T_4} d(t) - k_L \frac{K(2)4}{T_4} R_{V1} Q_{Mm}(t) \end{aligned}$$

$$Q_{Mm}(t) = Q_{M1}(t) + Q_{M2}(t)$$

$$Q_{Mm}(t) = Q_{M3}(t) + Q_{M4}(t)$$

Analogna šema, formirana na osnovu sistema mašinskih jednačina (3), data je na slici 2.



Sl. 2 – Analogna šema za simulaciju prelaznih aerodinamičkih procesa u ventilacionoj mreži sa redno-paralelnom vezom grana – linearizovan model.

Vrednosti potencijometara za simulaciju prema šemi na slici 2:

$$\begin{aligned} P1: & k_L \frac{1}{T_1}; & P2: & k_A \frac{K(1)1}{T_1} \Delta R_1; \\ P3: & \frac{K(2)1}{K(2)3} \frac{T_3}{T_1}; & P4: & k_L \frac{K(2)1}{K(2)3} \frac{1}{T_1}; \\ P5: & k_A \frac{K(2)1}{K(2)3} \frac{K(1)3}{T_1} \Delta R_3; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P6: & k_A \frac{K(2)1}{T_1} d; & P7: & k_L \frac{K(2)1}{T_1} R_{V1}; \\ P8: & k_L \frac{1}{T_2}; & P9: & k_A \frac{K(1)2}{T_2} \Delta R_2; \\ P10: & \frac{K(2)2}{K(2)1} \frac{T_1}{T_2}; & P11: & k_L \frac{K(2)2}{K(2)1} \frac{1}{T_2}; \\ P12: & k_A \frac{K(2)2}{K(2)1} \frac{K(1)1}{T_2} \Delta R_1; & P13: & k_L \frac{1}{T_4}; \\ P14: & k_A \frac{K(1)4}{T_4} \Delta R_4; & P15: & k_A \frac{K(2)4}{K(2)1} \frac{T_1}{T_4}; \\ P16: & k_L \frac{K(2)4}{K(2)1} \frac{1}{T_4}; \\ P17: & k_A \frac{K(2)4}{K(2)1} \frac{K(1)1}{T_4} \Delta R_1; \\ P18: & k_A \frac{K(2)4}{T_4} d; & P19: & k_L \frac{K(2)4}{T_4} R_{V1}. \end{aligned}$$

gde je:

$$k_A = \frac{k_{\dot{Q}}}{\alpha_t}; \quad k_N = \frac{k_{\dot{Q}}}{\alpha_t k_{\dot{Q}}^2} \quad \text{i} \quad k_L = \frac{k_{\dot{Q}}}{\alpha_t k_Q}$$

$k_{\dot{Q}}$ – koeficijent razmere brzine protoka vazduha

k_Q – koeficijent razmere protoka vazduha

α_t – koeficijent razmere vremena

Analiza rezultata simulacije

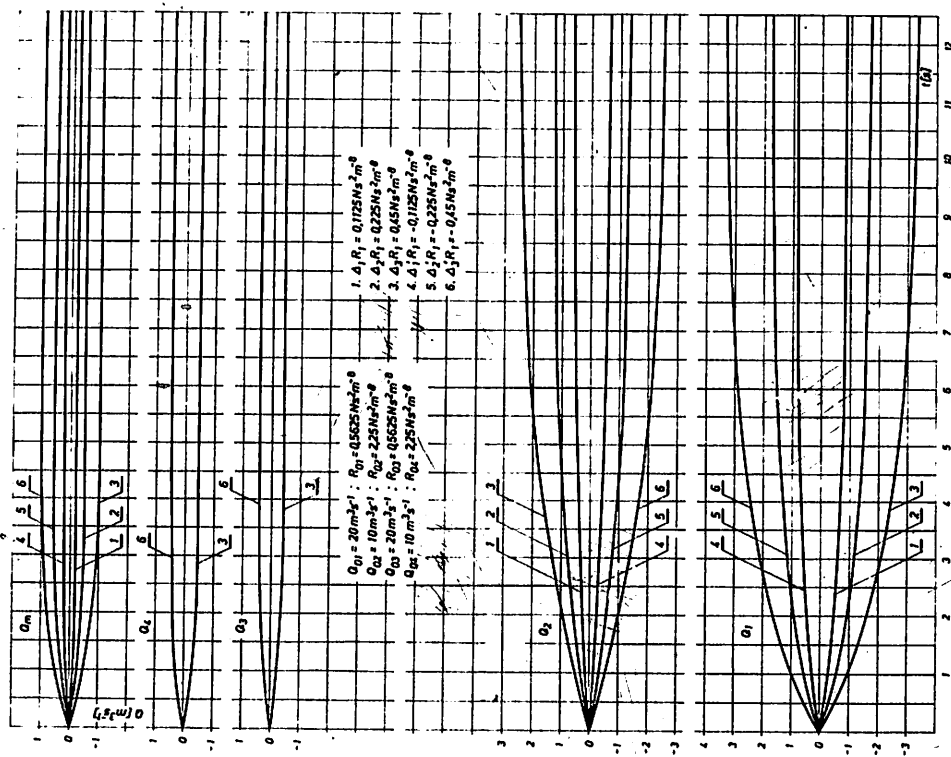
– Razlike protoka vazduha u ustaljenim režimima, pri odskočnoj promeni aerodinamičkog otpora grane 1, najveće su u grani 1, a zatim u grani 2, koja je u ventilacionoj mreži 3 i 4 (sl. 3).

– Razlike protoka vazduha u ustaljenim režimima, pri odskočnoj promeni aerodinamičkog otpora grane 2, najveće su u grani 2, a zatim u grani 1. Ove razlike su znatno manje u granama 3 i 4 (sl. 4).

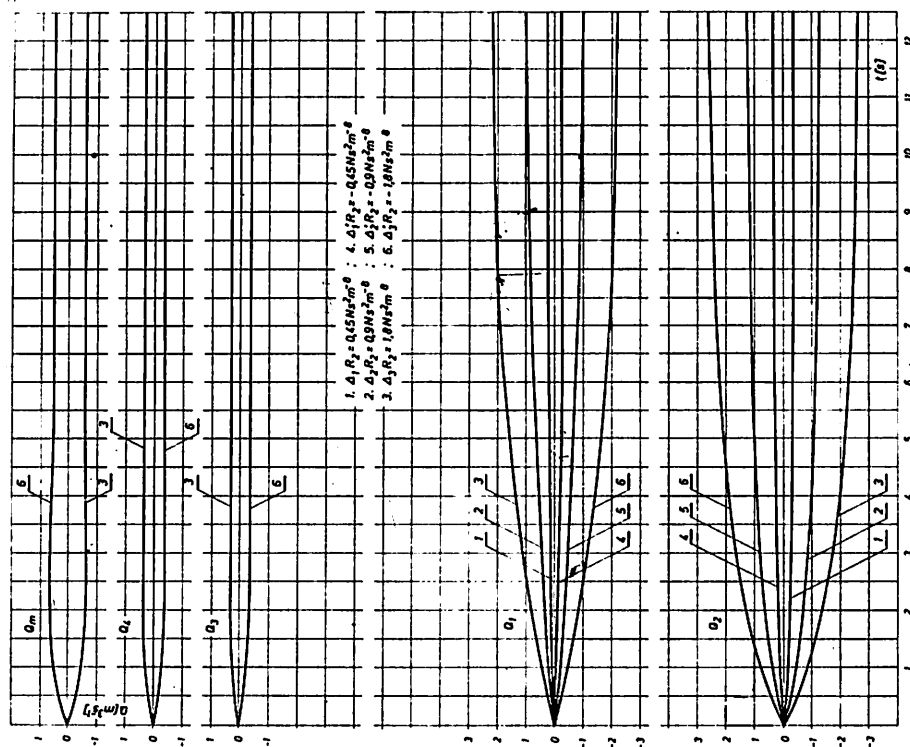
– Razlike protoka vazduha u ustaljenim režimima, pri odskočnoj promeni aerodinamičkog otpora u grani 4, najveće su u samoj grani 4, a zatim u grani 3, koja je u ventilacionoj mreži paralelna grani 4. Ove razlike su znatno manje u granama 1 i 2 (sl. 5).

– Uticaj promene aerodinamičkog otpora na promenu protoka vazduha najveći je u sopstvenoj grani (sl. 3 do 6).

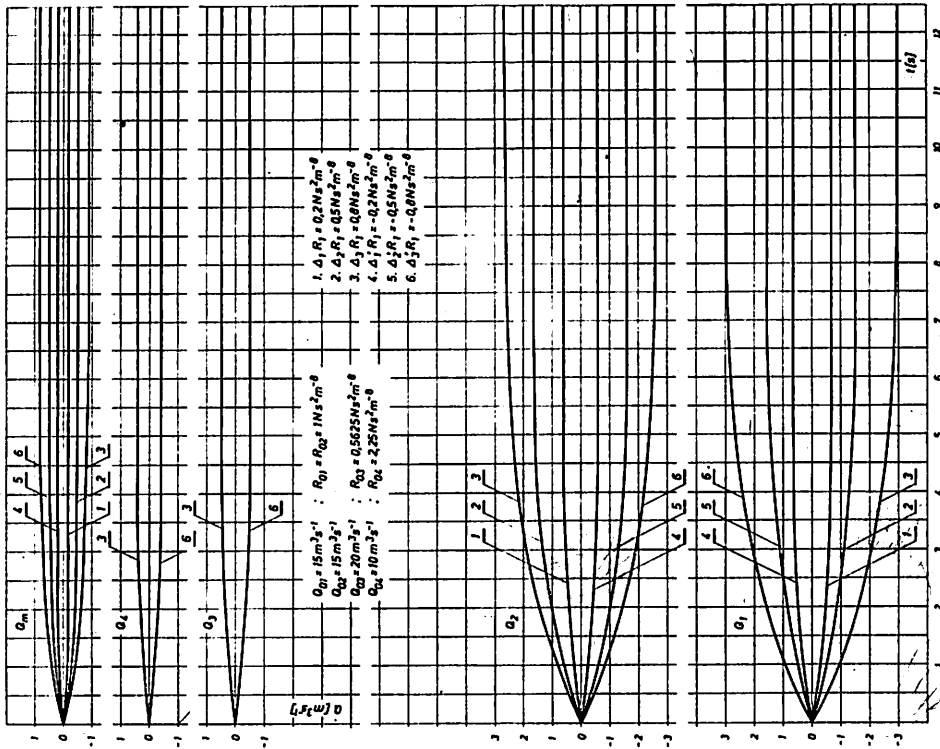
– Prelazni aerodinamički procesi, u grani čiji se aerodinamički otpor menja, sporiji su ukoliko postoji manja razlika u količinama protoka u granama. Isto važi i kod povećanja



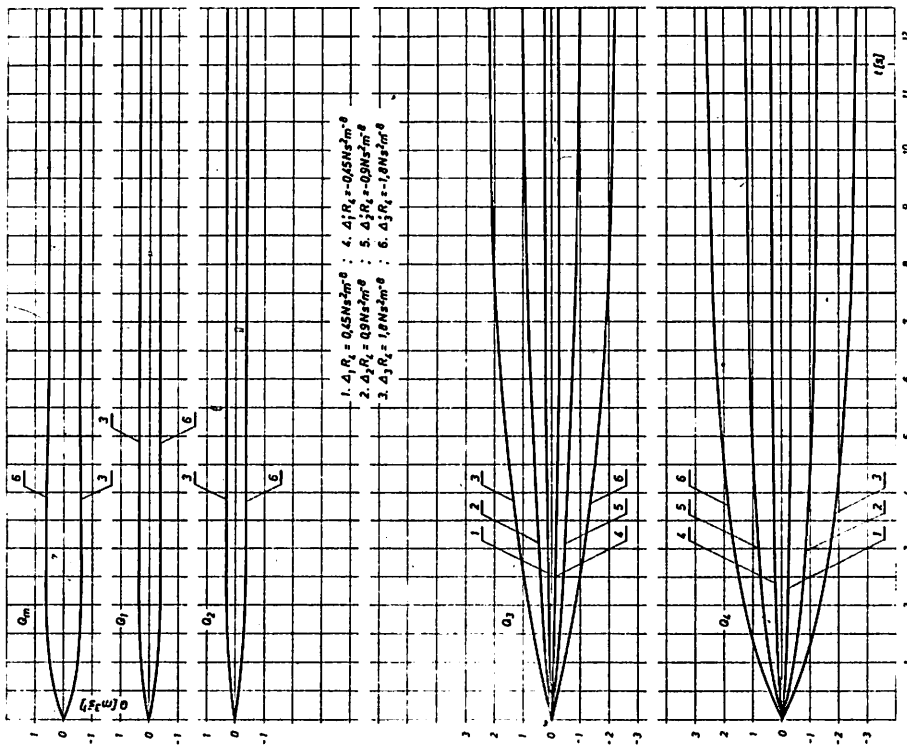
Sl. 3 -- Odziv ventilacione mreže na odskočnu promenu R_1 .



Sl. 4 -- Odziv ventilacione mreže na odskočnu promenu R_2 .



Sl. 6 — Odziv ventilacione mreže na odskočnu promenu R_1 .



Sl. 5 — Odziv ventilacione mreže na odskočnu promenu R_4 .

aerodinamičkog otpora, s tim što su prelazni aerodinamički procesi brži (sl. 3 do 6).

— Uticaj odskočne promene aerodinamičkog otpora u jednoj grani na promene protoka u drugim granama raspodeljuje se. Raspodela zavisi od proizvoda osnovnog protoka i osnovnog aerodinamičkog otpora grane čiji se protok menja.

Za veće vrednosti proizvoda promena protoka je manja i obrnuto (sl. 3 do 6).

— Prelazni aerodinamički procesi, koji nastaju kao odziv na odskočne promene aerodinamičkih otpora grana, su čisto aperiódni (slike 3 do 6).

SUMMARY

Dependence of Flow Variations on the Changes of Aerodynamic Resistances in Underground Mine Ventilation Systems with Line-Parallel Branch Connections

The paper deals with the parameters of ventilation systems affecting the intensity of interdependences of flow variations and changes of aerodynamic resistances in individual branches of the ventilation system. The investigations were carried out by simulation on an analogue computer.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Abhängigkeit der Durchflussänderungen infolge Änderungen der aerodynamischen Grubenwetternetz widerstände mit reihenparallelen Zweigverbindungen im Übergangszustand

Im Betrieb wurden Parameter des Wetternetzes untersucht, die die Intensität der gegenseitigen Abhängigkeiten von Durchflussänderungen infolge Änderungen der einzelnen Grubenwetternetzweige beeinflussen. Intensitätsuntersuchungen der gegenseitigen Abhängigkeiten von Durchflussänderungen infolge der Änderungen der aerodynamischen Widerstände der einzelnen Zweige des Wetternetzes mit reihenparallelen Zweigverbindungen der Grube mit Untertagegewinnung wurden durch Simulation auf dem Analogrechner durchgeführt.

РЕЗЮМЕ

Зависимость изменения протока воздуха вследствие аэродинамических сопротивлений шахтной вентиляционной сети с последовательно-паралельным примыканием отдельных вентиляционных участков при переходных режимах

Во время работы шахты проводились исследования параметров вентиляционной сети, которые влияют на интенсивность взаимных зависимостей изменения протока воздуха вследствие перемены аэродинамических сопротивлений в отдельных участках вентиляционной сети. Исследования интенсивности взаимных зависимостей изменения протока воздуха вследствие изменения аэродинамических сопротивлений в отдельных участках с последовательно-паралельным примыканием участков шахты с подземной эксплуатацией были проведены с симуляцией на отвечающей вычислительной машине.

Literatura

1. Abramov, F.A., 1972: Rudničnaja aerogazodinamika.
2. Abramov, F.A., Bojko, V.A., 1967: Avtomatizacija provetryvanija šaht.— Naukova dumka, Kijev.
3. Abramov, F.A., Tjan, R.B., Potemkin, V. Ja, 1971: Vozduhoraspredelenie v ventiljacionnyh setjah šaht. — Naukova dumka, Kijev.
4. Coj, S. Rogov, E.I., 1965: Osnovy teorii ventiljacionnyh setej.— Nauka, Alma Ata.
5. Feldman, L.P., Svjatnyj, V.A., 1966: Issledovanie dinamiki vozdušnogo potoka na analogovoj vyčislitel'noj mašine.— Gornyj žurnal, No.6.
6. Kocić, D.D., 1975: Autonomnost lokalnih sistema automatske regulacije provetravanja rudnika sa podzemnom eksploatacijom, disertacija, Beograd.
7. Litwiniszyn, J., 1951: A problem of Dynamics Flows in Conduit Networks. — Bull.Acad.Polon.Sci. et de Lettres Ser.A, Sci.Math., Vol.I, No.3.
8. Litwiniszyn, J., 1959: Flow Stability in Pipe Networks.— Bull.Acad.Polon.Sci. Ser.Sci.Tech. Vol.VII, No.10.
9. Osipov, S.N., i dr., 1970: Matematičeskaja model'perehodnyh aerogazodinamičeskich processov pri reverrirovanii ventiljacionnoj strui vyemočnogo učastka. — Gornyj žurnal, No. 7.
10. Vuletić, V., 1979: Intenzitet međusobnih zavisnosti protoka vazduha kroz pojedine grane jamske ventilacione mreže u prelaznim režimima, magistarski rad, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
11. Vuletić, V., 1979: Uticaj promena aerodinamičkih otpora na protoke vazduha jamske ventilacione mreže sa paralelnom vezom grana.— Rudarski glasnik br. 4, Beograd.

Autor: mr inž. Vojislav Vuletić, Zavod za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: mr inž. B.Perković, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 2.7.1980, prihvaćen 22.7.1980.

KORIŠĆENJE ČELIČNIH REMENATA PODGRADE KAO ARMATURA BETONSKIH OBLOGA PODZEMNIH PROSTORIJA

Prikaz na primeru uskopa za transport rude u postrojenju flotacije Veliki Krivelj

(sa 12 slika)

Dipl.inž. Miloš Pribićević

Uvod

Kod izgradnje rudarskih podzemnih prostora, posebno hodnika i tunela za transport rude, u velikoj meri se koristi betonska obloga klasične gradnje, odnosno obloga koja se betonira na licu mesta.

Ako se uzme u obzir da su opterećenja na oblogu, po pravilu, uvek vrlo velika, znači da je i njihovo armiranje znatno.

Pored znatne količine armature, doprema i ugrađivanje je vrlo komplikovano, što još poskupljuje ove i onako skupe radove — da ne govorimo još o vrlo sporom radu i gubitku vremena.

Prilikom iskopa primenjuje se razna podgrada, koja se nakon betoniranja obloge vadi ili ostaje zarobljena. Radovi oko vađenja podgrade su mukotrpniji, a ako ostaje zarobljena, onda se radi o gubitku i velikom poskupljenju radova.

U ovom članku daje se prikaz primene čeličnih remenata podgrade pri iskopu kao zamena klasične armature. Naime, umesto da se remenata vade, ubetoniraju se i uz dodatak dela armature čine statički stabilnu konstrukciju. Tako se znatno ubrzava rad, a uštede u materijalu i vremenu su takođe znatne.

Prikaz u članku dat je tako da, pored predstave i objašnjenja same ideje, daje i sistem proračuna i rada koji može koristiti svaki konstruktor u bilo kom drugom slučaju.

Sistem konstrukcije

Osnovni uslov kod ovog sistema je da se podgrada kod iskopa radi od čeličnih remenata. Ove remenata su najpogodnije ako se rade od normalnih I profila (sl. 1 i 2).



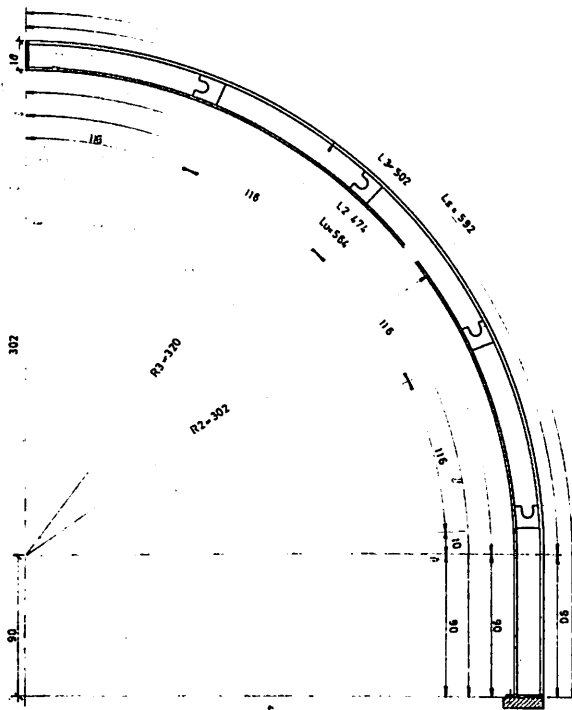
Sl. 1 — Fotografija podgrade od čeličnih remenata (uskop u Velikom Krivelju).

Veličina profila zavisi od opterećenja, sistema konstrukcije i usvojenog razmaka remenata. Kod odabiranja razmaka remenata mora se voditi računa o tome, da razmak mora zadovoljiti uslove dimenzionisanja betonskih ploča (o čemu će kasnije biti reči). Prema ovim uslovima, i do sada izvedenim radovima, može se dati kao preporuka da se usvoji sledeće:

Debljina bet. obloge u cm	Razmak remenata λ – u cm
d = 20 cm	$\lambda = 80$ cm
d = 30 cm	$\lambda = 90$ cm
d = 40 cm	$\lambda = 100$ cm
d \geq 50 cm	$\lambda = 100$ cm

Kao što se vidi, razmak remenata ne treba da bude veći od 100 cm iz uslova samog podgrađivanja.

U ovakvim slučajevima vrlo je važan pravilan razmak remenata i centričnost pri postavljanju. Da bi se ovo postiglo, postavljaju se poprečni razupirači od cevnih profila koji se lako montiraju na ugrađena ležišta na remenatama (sl. 2). (Napominje se da se sve dimenzije i kote prikazane na slikama odnose na konkretan profil uskopa u V. Krivelju koji se ovde obrađuje – sl. 4.).

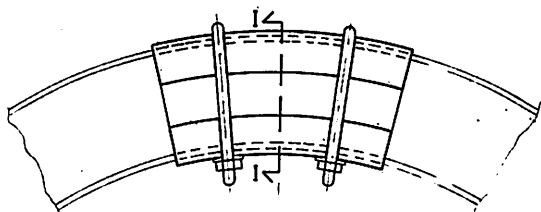


Sl. 2 – Prikaz čelične remenate sa ležištima za razupiranje.

Radi obezbeđenja svetlog profila, kao i iz uslova podgrade, remenate u konačnom sistemu ostaju u tzv. „gornjoj zoni” obloge, što znači da

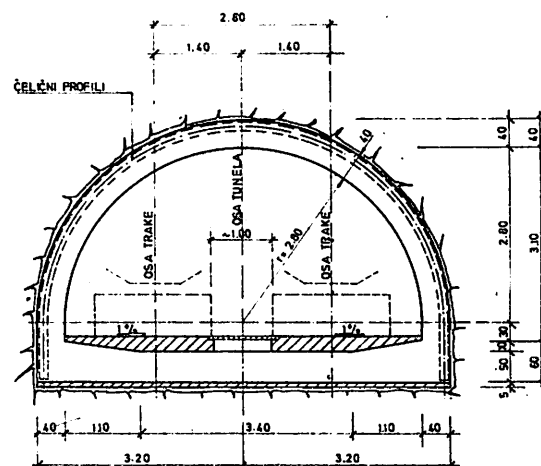
mogu zameniti samo armaturu gornje zone (sl. 4.). Najčešće, kao što je i ovde slučaj, iz uslova transporta i montaže, remenate se rade iz komada. Praksa je pokazala da se i kod velikih profila mogu raditi remenate samo iz dva komada. Konstruktivno, nastavak je najpogodniji u samom temenu, a s obzirom da su tu momenti pozitivni, remenate se nalaze u zoni pritiska, pa je veza na tom mestu najpogodnija.

Zbog takvog položaja nastavka sama veza može biti prosta – sa podvezicama (sl. 3) ili sa čeonim pločama i sistemom zavrtnjeva.



Sl. 3 – Nastavak remenata podvezicama.

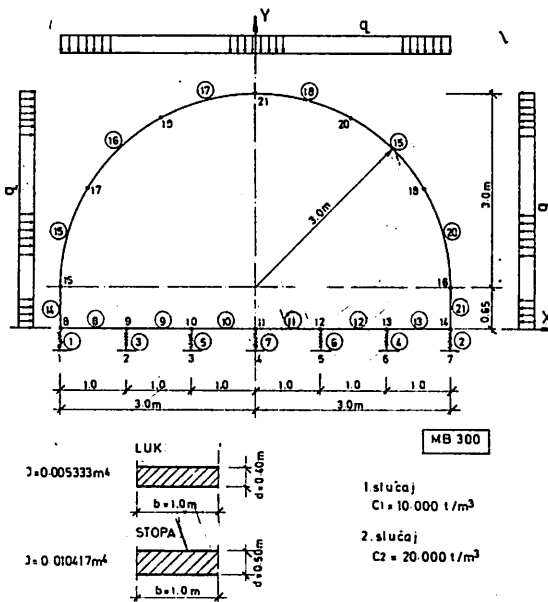
U svim sistemima korišćenje remenata ima smisla samo u svodu i vertikalnim stranama, dok u podnoj ploči (kod zatvorenih sistema) nema značaja (sl. 4.).



Sl. 4 – Sistem obloge i položaj remenata (uskop V. Krivelj).

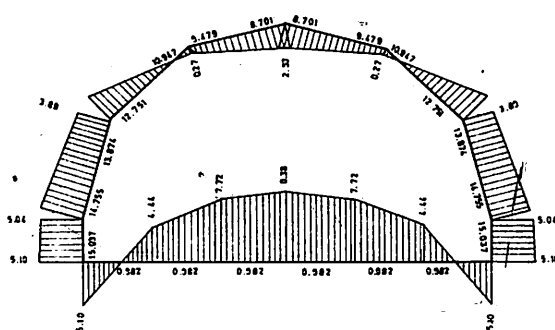
Proračun obloge

Obloga se proračunava na jedan od važećih načina. U ovom slučaju proračun je rađen na računaru kao sistem na elastičnoj podlozi opterećen vertikalnim i horizontalnim opterećenjem (sl. 5).



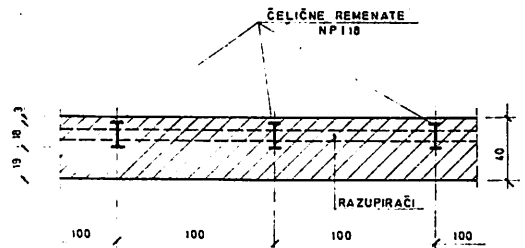
Sl. 5 – Sistem za proračun na računaru.

Cilj ovoga članka nije da objašnjava način proračuna, odnosno dobijanja statičkih uticaja u zadatim tačkama sistema, već postupak dalje – dimenzionisanje složene konstrukcije. Zato će se ovde dati samo gotova slika dijagrama momenata (i veličine normalnih sila), jer ove vrednosti direktno utiču na dalji tok dimenzionisanja (sl. 6).



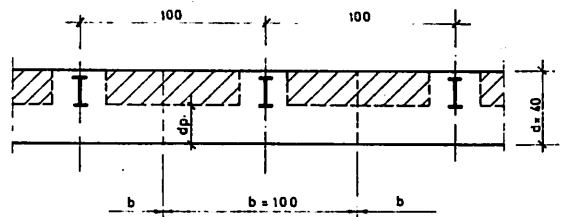
Sl. 6 – Dijagram momenata i veličine normalnih sila.

Dalji tok rada daje se za konkretan, naš primer. Debljina betonske obloge je $d = 40$ cm, marka betona MB 300, a veličine remenata NPI 18, sračunate za uticaje iz dijagrama na sl. 6. Kod dimenzionisanja samih remenata mogu se koristiti uslovi totalnog opterećanja, jer se radi o kratkom trajanju same podgrade pre betoniranja. Razmak remenata je $\lambda = 100$ cm (sl. 7).



Sl. 7 – Položaj i raspored remenata u preseku betonske obloge.

Obloga se može tretirati kao ploča sa rebrima, odnosno kao sistem nosača „T” preseka sa širinom $b = \lambda$, u ovom slučaju $b = 100$ cm (sl. 8).



Sl. 8 – Statički tretman konstrukcije obloge – ploča sa rebrima.

Debljina fiktivne ploče je slobodan deo ploče od profila do ivice ploče, odnosno

$$d_p = d - a - d_n$$

gde je:

- d_p – fiktivna ploča „T” preseka
- a – zaštitni sloj (3 cm)
- d_n – visina čeličnog nosača

u ovom primeru je:

$$d_p = 40 - 3,0 - 18,0 = 19,0 \text{ cm}$$

Najnepovoljniji presek u ovom primeru je tačka 1 sa sledećim karakteristikama:

$$M = 5,10 \text{ Mp m}$$

$$N = 15,04 \text{ Mp}$$

$$M_a = M + N a = 5,10 + 15,04 (20,0 - 0,05)$$

$$M_a = 7,36 \text{ Mp m}$$

Krak armature je:

$$h = d - a' = 40 - 12,0 = 28,0 \text{ cm}$$

$$r = \frac{28,0}{\sqrt{7360}} = 0,326$$

$$\sigma_b / \sigma_a = 59 / 1400$$

$$X = 0,296 \cdot 28,0 = 8,28 \text{ cm} < d_p = 19 \text{ cm}$$

$$\mu = 0,625\%$$

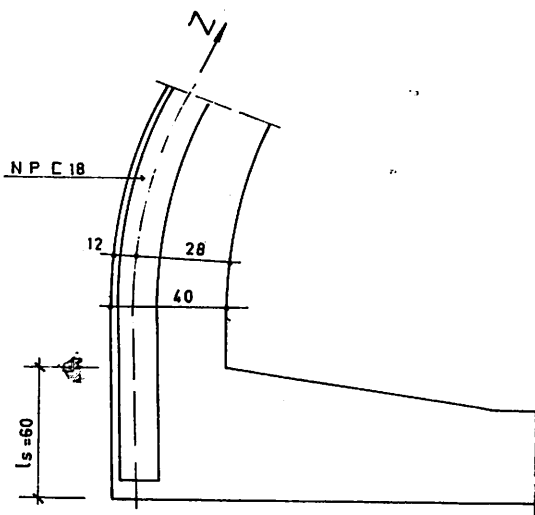
$$F_a = \frac{100 \cdot 28}{100} \cdot 0,625 - \frac{15,040}{1400} = 6,75 \text{ cm}^2$$

Površina profila I 18 iznosi

$$F = 27,0 \text{ cm}^2$$

Po armaturi ovi profili redovno zadovoljavaju. Profil zamenjuje armaturu fiktivnog rebra.

Pošto profil nema iste uslove prijanjanja za beton kao armatura, mora se obezbediti sidrenje



Sl. 9 - Skica za proračun sidrenja.

profila u podnožni svod (temelji) kao i prenošenje sila zatezanja sa betona na profil.

Sidrenje profila proverava se na sledeći način (sl. 9).

Momenat u preseku	$M = 5,10 \text{ Mp m}$
Krak momenta	$h = 28,0 \text{ cm}$

Sila zatezanja je:

$$Z = \frac{M}{h} = \frac{5,10}{0,28} = 18,21 \text{ Mp}$$

Dužina sidrenja, po propisima za beton, iznosi:

$$l_s = \frac{1}{O_s} \cdot \frac{\sigma_o}{\gamma \cdot \tau_p}$$

gde je:

- O_s - specifični obim
- σ_o - stvarni napon u profilu
- γ - koef. sigurnosti ($\gamma = 1,80$)
- τ_p - napon prijanjanja ($\tau_p = 7,50 \text{ kp/cm}^2$)

Za profil I 18

$$F = 27,0 \text{ cm}^2$$

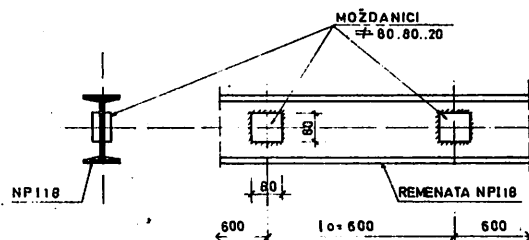
$$O \approx 62,20 \text{ cm}$$

$$O_s = \frac{O}{F} = \frac{62,20}{27,0} = 2,30 \text{ l/cm}$$

$$\sigma_o = \frac{Z}{F} = \frac{18,210}{27,0} = 674,44 \text{ kp/cm}^2$$

$$l_s = \frac{1}{2,30} \cdot \frac{674,44}{1,80 \cdot 7,50} = 21,71 \text{ cm} < 60$$

Preuzimanje sile smicanja vrši se moždanica-ma ili odgovarajućim „brkovima“ armature. Ovde je dat prikaz proračuna za primenu moždanika.



Sl. 10 - Položaj moždanika.

Moždanici su čelične ploče navarene na rebro profila sa obe strane simetrično (sl. 10).

Veličina i debljina moždanika se usvaja, a na osnovu toga i na osnovu dužine zone zatezanja i sračunava se nosivost i raspored moždanika (sl. 11).

Moždanici primaju pritisak na čelo, pa je potrebna njihova odgovarajuća debljina. Pokazalo se da debljina od 20 mm odgovara proračunima i daje realan raspored moždanika.

Dužina l_m je dužina na kojoj se raspoređuju moždanici; a ona je, u stvari, zona dijagrama koji daje zatezanje u remenati (sl. 11). U ovom slučaju je $l_m \approx 400$ cm.

Površina čela moždanika

$$F_1 = 2,0 \cdot 6,0 = 12,0 \text{ cm}^2$$

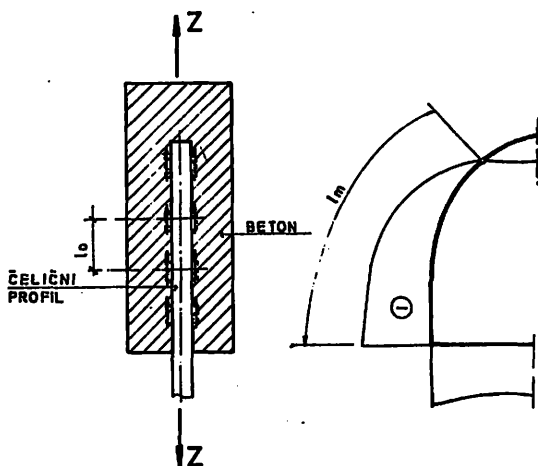
prema propisu, sila koju prima jedan moždanik je

$$Z_m = \sigma_0 \cdot F_1 \cdot k$$

$$K = \sqrt[3]{\frac{F_2}{F_1}}, F_2 \approx 3F_1, k \approx 1,45$$

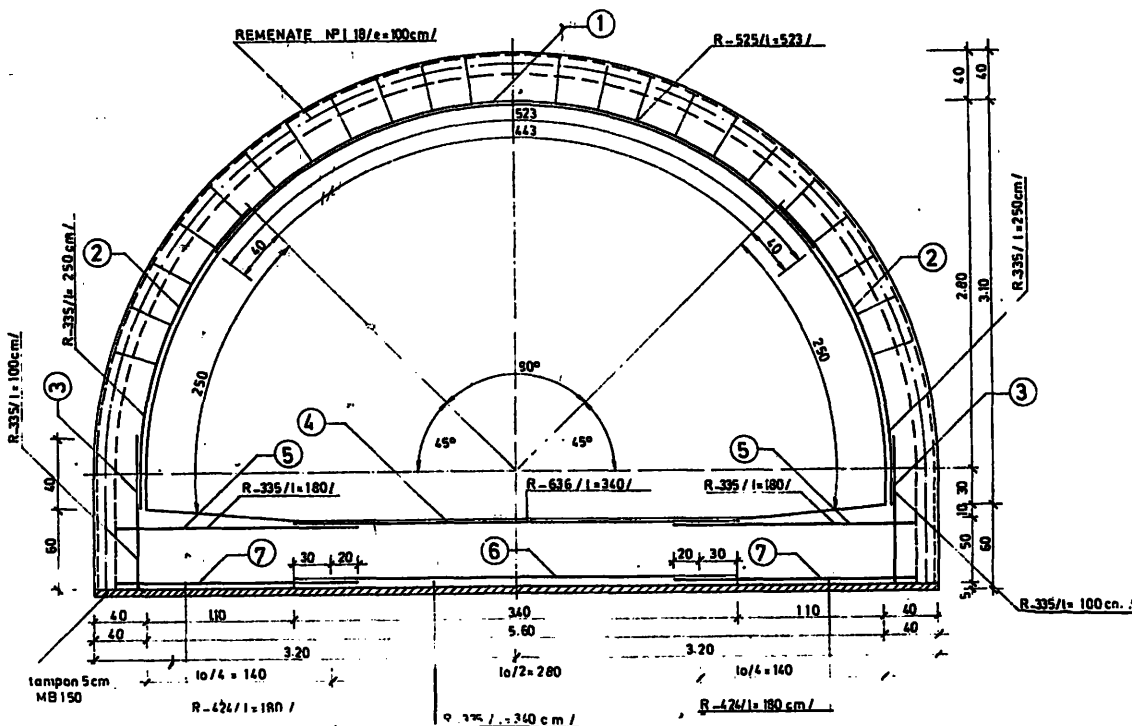
$$\sigma_0 = 100 \text{ kp/cm}^2 \text{ (po propisu)}$$

$$Z_m = 100 \cdot 12,0 \cdot 1,45 = 1740 \text{ kp.}$$



Sl. 11 – Zona postavljanja i raspored moždanika.

Par moždanika prima



Sl. 12 – Prikaz konačnog armiranja.

$$2 Z_m = 3480 \text{ Kp}$$

$$\text{Usvaja se } \ell_0 = 60 \text{ cm}$$

Potreban broj parova

$$n = \frac{Z}{2Z_m} = \frac{18,21}{3,48} = 5,24$$

$$n = 6$$

Razmak moždanika

$$\ell_0 = \frac{\ell_m}{n} = \frac{400}{6} = 66,67 \text{ cm}$$

U ostalim zonama sračunava se i postavlja klasična armatura. U poslednje vreme sve više se upotrebljavaju gotove tipske mreže. Na sl. 12 dat je prikaz kompletnog armiranja – sa mrežama i remenatama.

Ovakvi sistemi konstrukcija, način proračuna i armiranja i način rada primenjuju se uspešno u našoj praksi i pokazuju se kao dosta praktični za rad, pored već napomenutog ekonomskog efekta.

SUMMARY

Use of Steel Arch Support Sections as Reinforcement in Underground Rooms Concrete Linings

– Exemplified by the Ore Haulage Raise in Veliki Krivelj Flotation plant –

Economic effects of construction and exploitation are of particular importance in the process of adapting any plant technology or system.

Mining operations, especially the underground ones, are normally expensive, so this moment is even more important in this case. Therefore, all efforts to realize innovations that promise appropriate economy should be supported.

The paper deals with the use of steel arch support sections as reinforcement in concrete linings, affording significant savings that lead to improved economy of the very structures and process as a whole.

ZUSAMMENFASSUNG

Ausnutzung der zum Grubenausbau verwendeten Stahlremenaten zur Armierung von Betonauskleidung der Grubenräume

– Darstellung an Beispiel einer Schrägstrecke zur Erzförderung in die Flotationsanlage Veliki Krivelj –

Die wirtschaftliche Auswirkung des Ausbaues und der Nutzbarmachung ist von entscheidender Bedeutung bei der Annahme jeder Technologie und des Anlagensystems.

Bergmännische Arbeiten, speziell Grubenräume, sind grundsätzlich teuer und dieser Moment hat hier noch grössere Bedeutung. Deswegen ist jeder Versuch zur Verwirklichung einer Neuerung, die eine entsprechende Wirtschaftlichkeit sichert, zu unterstützen.

Hier wird eine Darstellung der zum Ausbau verwendeten Stahlremenaten zum Ersatz von armerter Betonauskleidung gegeben, was grosse Ersparnisse möglich macht und der Wirtschaftlichkeit sowohl der Objekte selbst als auch des Prozesses als Ganzes beiträgt.

РЕЗЮМЕ

Использование стальных рамных креплений как арматуры для бетонной обшивки подземных выработок

— Объяснение на примере восстающего штофа для транспорта руды в установке флотации рудника „Велики Кривель”

Экономические эффекты строительства и эксплуатации имеют решающее значение при выборе отвечающей технологии и системы установки.

Горные работы, особенно подземные выработки, в принципе стоят очень дорого и это обстоятельство сильно влияет на экономику ведения работ. Потому надо поддерживать всякую попытку введения новых мероприятий, которые бы обеспечивали лучшую экономичность строительства и эксплуатации.

В этой статье показывается использование стальных рамных креплений как замену арматуры для бетонной обшивки подземных выработок, что сильно уменьшает расходы и обеспечивает большую экономичность работы как на объектах, так и в целом процессе.

Literatura

1. Tehnički propisi za beton i armirani beton — Sl. list SFRJ br. 51/71.
2. Tehnički propisi za noseće čelične konstrukcije — Sl. list SFRJ.
3. Tehnička dokumentacija Rudarskog instituta — Beograd (projekti — Krivelj).
4. Materijali računskog centra Građevinskog fakulteta, Beograd.

Autor: dipl.inž. Miloš Pribičević, Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd.

Recenzent: dr inž. B.Kapor, Rudarski institut, Beograd.

Članak primljen 8.7.1980, prihvaćen 22.7.1980.

DISTRIBUCIJA RASKRIVKE SA POVRŠINSKOG OTKOPA MAJDANPEK NA ODLAGALIŠTA IZABRANA OPTIMIRANJEM SA ASPEKTA NAJMANJIH TROŠKOVA TRANSPORTA (sa 4 slike)

Dipl.inž. Petar Urošević – dipl.mat. Ljiljana Andrić

Uvod

Površinski otkop rudnika bakra Majdanpek – Južni revir, podeljen na istočni i zapadni deo, perspektivnim planom razvoja treba da realizuje sledeću raskrivku:

– u I fazi, do kraja 1985. godine, 161.633.192 t

– u II fazi, od 1986. godine do kraja 2000. godine, 299.097.196 t, računato do etaže 350 m.

Spuštanje otkopa u dubinu ima za posledicu povećanje koeficijenta raskrivke i transportnih dužina za rudu i jalovinu uz istovremeno smanjenje sadržaja bakra u rudi. Ovi faktori se bitno odražavaju i utiču na stalno povećanje potreba za prevozom većih količina raskrivke, samim tim za većim brojem vozila, a da se pri tom učinci na transportu ne prestano smanjuju. Sve to navodi na potrebu detaljnog analiziranja transporta raskrivke i njene optimalne distribucije na raspoloživa odlagališta.

Jalove mase, dobijene raskrivkom do 1983. godine, transportovane se kamionima na odlagališta Šaška i Bugarski potok, a od 1983. godine se računa i na odlagalište Ujevac, koje će sa površinskim otkopom, odnosno od drobilice, biti povezano sistemom traka.

Zadatak rešavan u studiji koju je obradio Rudarski institut bio je da se analizom transportnih puteva površinski otkop – odlagališta (ima ih tri) odredi pripadnost jalovih masa pojedinim

odlagalištima, odnosno izvrši distribucija raskrivke na taj način što će se otkopane količine jalovine transportovati na ono odlagalište gde su troškovi transporta najmanji. Praktično, izvršeno je optimiranje izborom najpovoljnije varijante puta od tri moguća, pri čemu je funkcija cilja bila postizanje najmanjih troškova transporta uz uslov poštovanja postavljenih uslova i ograničenja.

Pri rešavanju programskog zadatka, obrađivači su koristili sledeću računsku tehniku Rudarskog instituta:

– očitavanje površina sa etažnih karata vršeno je digitajzerom CALCOMP 600

– etažne karte su crtane na ploteru CALCOMP 1051

– programska podrška je realizovana na računaru HONEYWELL 66/05.

Osnovne koncepcije primenjene u rešavanju zadataka

Podloge sa kojima su obrađivači studije raspolagali sastojale su se od situacione karte, etažnih karata od k. 230 do k. 590 m/nm i definisanih ograničenja i uslova iz tehnološkog procesa eksploatacije.

Koristeći se etažnim kartama sa ucrtanim konturama sadašnjeg i projektovanog stanja površinskog otkopa, svaki etažni nivo (jalovinski deo) je podeljen na odgovarajući broj etažnih

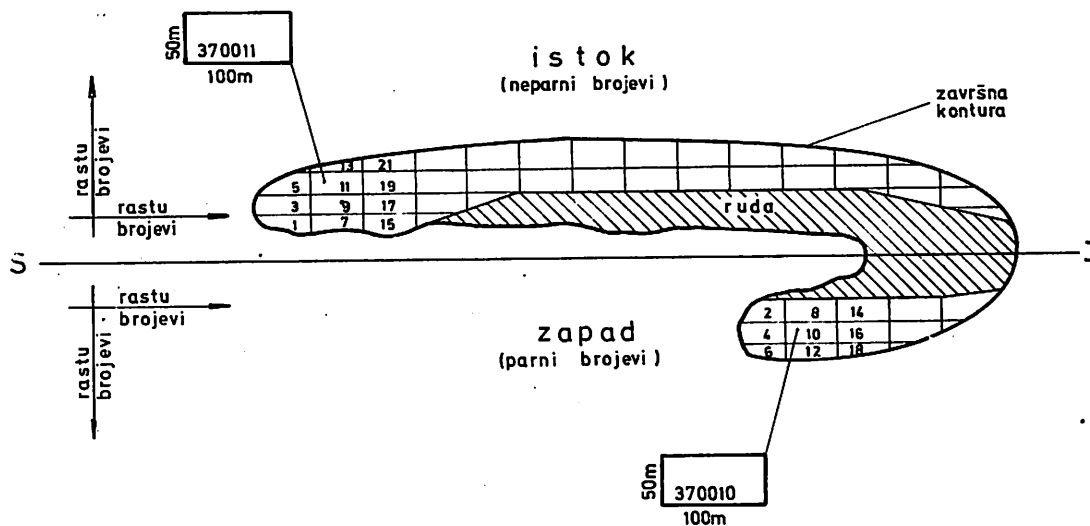
blokova. Etažni blok predstavlja deo jalove mase čije otkopavanje, transportovanje i odlaganje predstoji, a koji je ograničen:

- po vertikali, visinom etaže 15 m
- po dužini, rastojanjem između dve susedne paralelne profilne ravni 100 m, i
- po širini, izabranom dimenzijom 50 m.

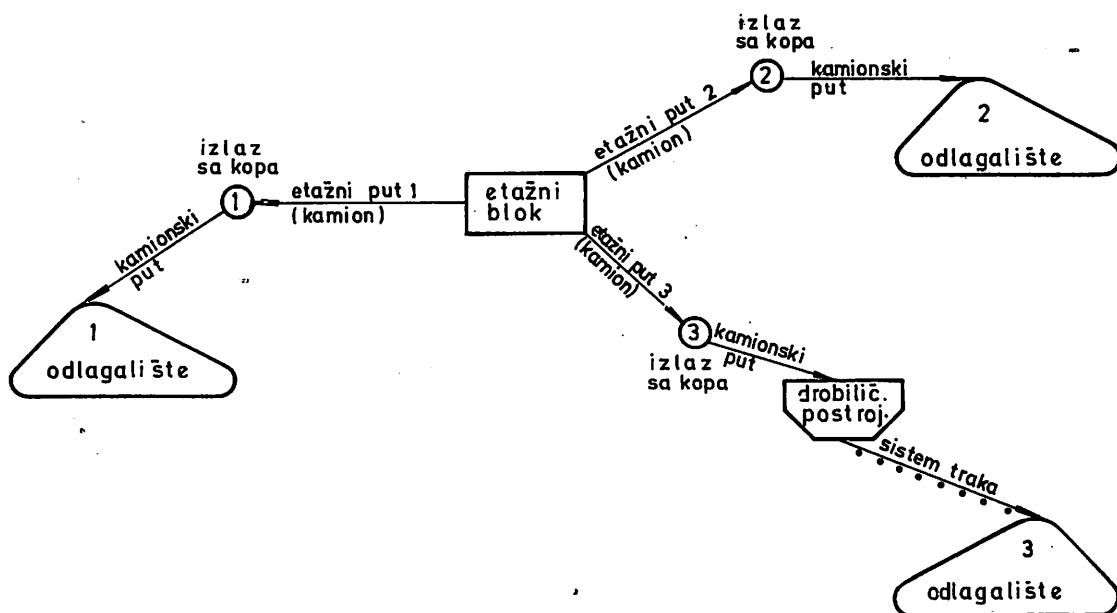
Praktično, maksimalna zapremina bloka iznosi 75.000 m^3 , dok je minimalna u zavisnosti od geometrije etaže.

Položaj i raspored blokova prilagođeni su konturama etaža, kada su u pitanju etaže malih površina, a kod etaža većih površina postojećoj koordinatnoj mreži i konturama etaža.

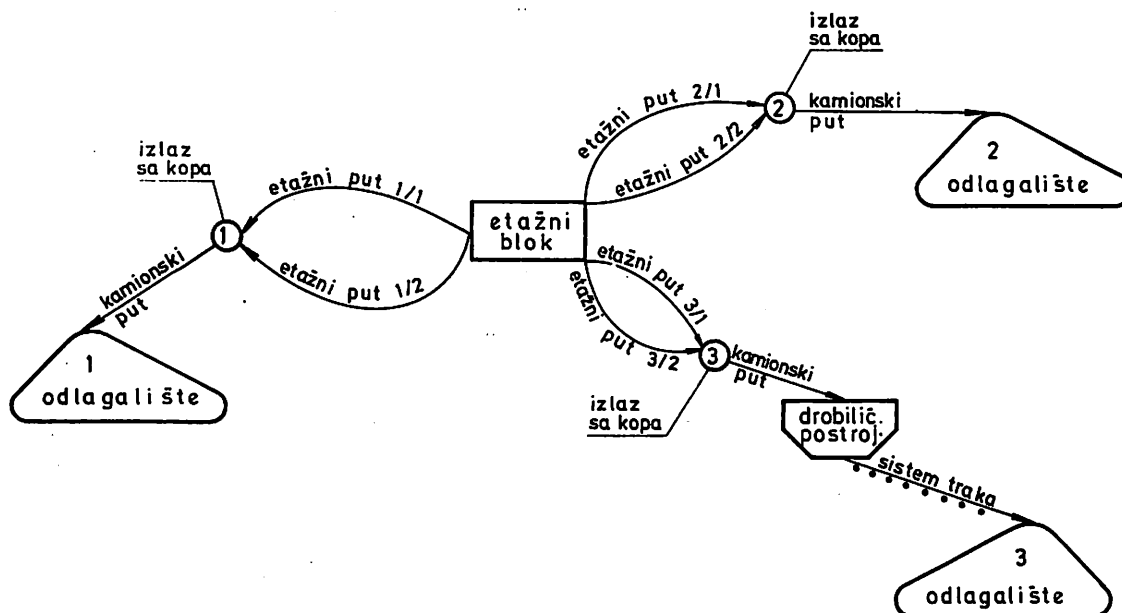
Podela etaže na blokove data je na sl. 1, za



Sl. 1 — Etaža 370 — podela na etažne blokove.



Sl. 2 — Sistem transportnih puteva — jednostavan slučaj.



Sl. 3 — Šema transportnih puteva — složen slučaj.

konkretno izabranu etažu, sa tumačenjem principa identifikacije svakog pojedinog bloka. Treba napomenuti da prva tri mesta u broju, koji nosi svaki blok, predstavljaju broj etaža, a sledeća tri, broj bloka na toj etaži.

Za svaki ucrtani blok određivani su i analizirani transportni putevi od njegovog položaja na etaži do fiksnih izlaznih tačaka sa površinskog otkopa. Postoje tri takve tačke i one se nalaze izvan graničnih kontura otkopa. Transportni putevi, od svakog pojedinog bloka do sve tri izlazne tačke, određivani su po istoj metodologiji po kojoj se projektuju i realizuju u praksi etažni putevi unutar površinskog otkopa Majdanpek. Na sl. 2 dat je šematski prikaz transporta — jednostavan slučaj — iz koga se vidi koje su varijante tretirane. Međutim, u zavisnosti od svog položaja, jedan broj blokova može se na jednu istu izlaznu tačku transportovati na dva načina, tj. u dva pravca. Ovaj slučaj je dat na sl. 3 i za dalji tretman uziman je kraći transportni put.

Transportni putevi od izlaznih tačaka sa otkopa do odlagališta su konstantni za određenu fazu eksploatacije.

Pored varijantno sračunatih dužina transportnih puteva, kao ulazni podaci za dalju obradu na računaru, za svaki blok je sračunata i njegova

težina, dok su troškovi transporta za sistem traka i kamionski prevoz dati u din/tkm.

Definisanje ograničavajućih faktora koji neposredno utiču na rezultate optimiranja

Pri razradi matematičkog modela uključeni su sledeći ograničavajući faktori i ostali uslovi:

- kapacitet odlagališta Šaška u prvoj fazi eksploatacije je 90.000.000 t, a u drugoj 55.000.000 t
- kapacitet odlagališta B. Potok u prvoj fazi je 30.000.000 t, a u drugoj 50.000.000 t
- kapacitet odlagališta Ujevac je 600.000.000 t; međutim, ovo odlagalište se aktivira tek 1983. godine i njegovo dalje korišćenje je ograničeno kapacitetom sistema traka od 27.000.000 t godišnje
- svi etažni blokovi sa etaže 350 i ispod, transportovane se isključivo na odlagalište Ujevac.

Znači, da pri postavljanju i razradi matematičkog modela koji rešava predmetni zadatak, zadata funkcija cilja, da troškovi transporta budu minimalni, mora se rezultatski realizovati uz istovremeno uključivanje prethodno definisanih uslova i ograničenja.

REDNI BROJ ULOŠA	ETAŽNI PROJ BLOKA	PROFIL	DISTRIBUCIJA NA OBLAS. TROŠKOVI TRANSPORTA TEŽINA BLOKA											
			U DINARIMA			U TONAMA			U TONAMA			U TONAMA		
			SASNA B. POTOK	UJEVAC	SASKA	HUGARSKI POTOK	UJEVAC	SASKA	B. POTOK	UJEVAC	SASKA	B. POTOK	UJEVAC	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
134	350074	11-12	1	2	3	3337267.		1541258.	195000.			34006.		
151	350075	11-11	1	2	2	2456414.		874028.	157560.			54015.		
155	350076	11-12	1	2	3	3621743.		2263872.	195000.			126438.		
562	350077	11-12	1	2	2	2479479.		1109283.	153270.			56378.		
136	350078	11-12	1	2	3	934319.		3335120.	47190.			132715.		
553	350079	11-12	1	2	3	3153173.		2739088.	105000.			164775.		
157	350080	12-13	1	2	3	2923366.		818982.	168887.			43485.		
564	350081	11-12	1	2	2	5117162.		2835525.	195000.			155477.		
158	350082	12-13	1	2	3	3172309.		3611373.	136420.			172660.		
565	350083	11-12	1	2	3	1113421.		3319095.	67499.			195000.		
159	350084	12-13	1	2	3	3326924.		2695596.	195000.			143130.		
566	350085	12-13	1	2	2	3076983.		1224149.	195000.			70278.		
160	350086	12-13	1	2	3	3352791.		3405285.	195000.			195000.		
567	350087	12-13	1	2	2	3085602.		712261.	195000.			39790.		
568	350088	12-13	1	2	3	3387267.		195000.	195000.			195000.		
162	350089	12-13	1	2	3	3085602.		163500.	195000.			195000.		
569	350090	12-13	1	2	3	236702.		163500.	163500.			163500.		
163	350091	12-13	1	2	3	410155.		23779.	163500.			23779.		
570	350092	12-14	1	2	3	1712300.		1044681.	1712300.			1712300.		
164	350093	13-14	1	2	3	538343.		35100.	195000.			35100.		
571	350094	13-14	1	2	3	3214887.		195000.	195000.			195000.		
165	350095	13-14	1	2	2	2982174.		195000.	195000.			195000.		
572	350096	13-14	1	2	3	3232125.		181740.	195000.			195000.		
166	350097	13-14	1	2	3	2795452.		195000.	195000.			195000.		
573	350098	13-14	1	2	3	3266601.		195000.	195000.			195000.		
167	350099	13-14	1	2	2	1381388.		20037.	195000.			195000.		
574	350100	13-14	1	2	3	3225152.		190315.	195000.			195000.		
168	350101	14-15	1	2	2	2495272.		165555.	195000.			195000.		
575	350102	14-15	1	2	3	1602600.		93673.	195000.			195000.		
169	350103	14-15	1	2	3	1579346.		98436.	195000.			195000.		
576	350104	14-15	1	2	3	2624045.		165750.	195000.			195000.		
170	350105	14-15	1	2	3	2305768.		141375.	195000.			195000.		
577	350106	14-15	1	2	3	2244384.		135408.	195000.			195000.		
171	350107	14-15	1	2	3			1541258.	195000.			195000.		
578	350108	14-15	1	2	3			874028.	195000.			195000.		
172	350109	14-15	1	2	3			2263872.	195000.			195000.		
579	350110	14-15	1	2	3			1109283.	195000.			195000.		
173	350111	14-15	1	2	3			3335120.	195000.			195000.		
580	350112	14-15	1	2	3			2739088.	195000.			195000.		
174	350113	14-15	1	2	3			818982.	195000.			195000.		
581	350114	14-15	1	2	3			2835525.	195000.			195000.		
175	350115	14-15	1	2	3			3611373.	195000.			195000.		
582	350116	14-15	1	2	3			3319095.	195000.			195000.		
176	350117	14-15	1	2	3			2695596.	195000.			195000.		
583	350118	14-15	1	2	3			1224149.	195000.			195000.		
177	350119	14-15	1	2	3			3405285.	195000.			195000.		
584	350120	14-15	1	2	3			712261.	195000.			195000.		
178	350121	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
585	350122	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
179	350123	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
586	350124	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
180	350125	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
587	350126	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
181	350127	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
588	350128	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
182	350129	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
589	350130	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
183	350131	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
590	350132	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
184	350133	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
591	350134	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
185	350135	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
592	350136	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
186	350137	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
593	350138	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
187	350139	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
594	350140	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
188	350141	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
595	350142	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
189	350143	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
596	350144	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
190	350145	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
597	350146	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
191	350147	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
598	350148	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
192	350149	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
599	350150	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
193	350151	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		
600	350152	14-15	1	2	3			195000.	195000.			195000.		

Opis modela

Postavljeni problem je rešen metodom linearnog programiranja, a sam postupak obrade izvršen je u tri faze.

U prvoj fazi su na osnovu ulaznih podataka o blokovima izračunati svi potrebni tehno-ekonomski pokazatelji za svaki blok, kao i redosled odlaganja bloka po odlagalištima prema troškovima odlaganja.

U drugoj fazi je izvršeno sortiranje blokova po etažama (opadajući redosled) i po rednom broju bloka (rastući redosled), što je poslužilo kao osnova za treću fazu u kojoj se vrši konačna distribucija svakog bloka na izabrano odlagalište, pri čemu se vrši kontrola ispunjavanja zadatih ograničenja.

Opšti blok — dijagram treće faze dat je na slici 4.

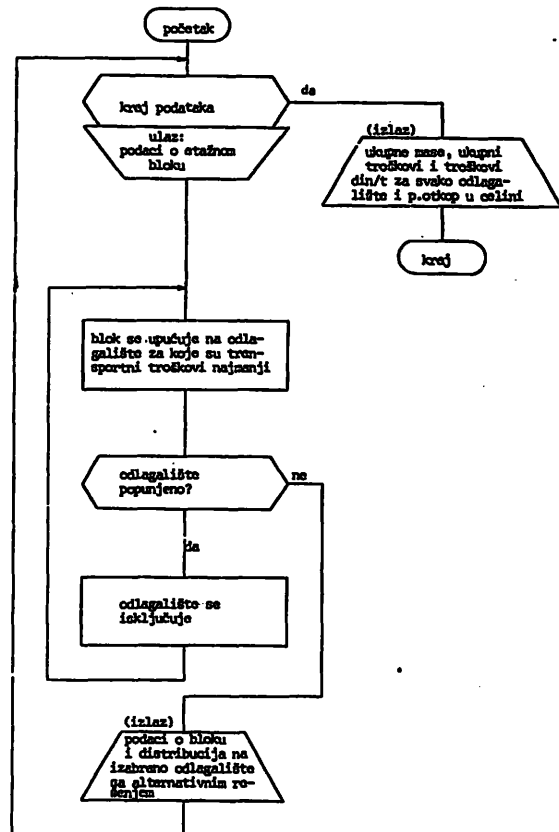
Rezultati optimiranja

Obradom na računaru, u formi štampanih izveštaja za obe faze eksploatacije, dobijeni su rezultati optimiranja (vidi tablicu 1). Izveštaj dat u ovoj tablici uzet je kao primer, jer sadrži određenu grupu rezultata kao rešenje postavljenog programskog zadatka pomenute studije:

- položaj bloka na etaži
- pripadnost bloka izabranom odlagalištu, tj. „uput“ za njegovu distribuciju (1), alternativna rešenja (2 i 3) i zabranu (*), ako postoji — deluje — ograničenje
- troškove transporta po odlagalištima, za svaki pojedinačni blok
- težinu svakog pojedinačnog bloka.

U ostalim izveštajima koji se štampaju dati su svi drugi podaci, kao: mase po etažama, ukupne mase po odlagalištima i za otkop kao celinu, troškovi po odlagalištima, ukupno za otkop i po toni transportovane raskrivke.

Ukupno je distribuirano 3078 blokova, ili 460.730.388 t raskrivke, s tim što su pored optimalno izabranog odlagališta, označeno brojem „1“, za svaki blok data i alternativna rešenja, označena brojevima „2“ i „3“ gde odlagalište označeno brojem „2“ ima prednost u odnosu na odlagalište „3“. Simbol „*“ označava da te



Sl. 4 — Algoritam

odlagalište nije moglo biti izabrano zbog delovanja ograničavajućih faktora.

Rekapitulacija rezultata optimiranja distribucije raskrivke data je u tablici 2, koja je sastavni deo prethodnih izveštaja, i u kojoj su date ukupno distribuirane mase po odlagalištima, ukupni troškovi po odlagalištima i prosečni troškovi po toni prevezene raskrivke.

Pored izveštaja štampanih na računaru, i u grafičkim priložima — etažnim kartama, crtanim na ploteru — takođe je izvršena interpretacija rezultata optimiranja. Ove etažne karte su identične karti datoj na sl. 1, s tim što su svaki blok ili grupa blokova dobili i adresu — uput na izabrano odlagalište.

Praktično, svaki blok jalove mase, čije otkopavanje predstoji, definisan je tehno-ekonomskim parametrima i „upućen“ na ono

I FAZA

tablica 2

ODLAGALISTE	RASKRIVKA TONA	UKUPNI TROSKOVI DIN	TROSKOVI DIN/T
SASKA	89.150.906	1.266.138.112	14,20
B.POTOK	29.996.426	398.451.528	13,28
UJEVAC	42.485.859	885.504.720	20,84
SUMA	161.633.192	2.550.094.368	15,78
II FAZA			
SASKA	54.999.204	915.821.264	16,65
B.POTOK	49.999.677	709.245.880	14,19
UJEVAC	194.098.316	4.647.651.904	23,94
SUMA	299.097.196	6.272.719.040	20,97
I+II FAZA			
SASKA	144.150.110	2.181.959.376	15,14
B.POTOK	79.996.103	1.107.697.408	13,85
UJEVAC	236.584.175	5.533.156.624	23,39
SUMA	460.730.388	8.822.813.408	19,15

odlagalište na kojem je zadovoljena postavljena funkcija cilja da troškovi transportovanja budu najmanji, istovremeno poštujući uslove i ograničenja sadržana u programskom zadatku.

Zaključak

Imajući u vidu raspoložive podloge i vrlo dug planski period za koji je izvršena distribucija raskrivke, može se zaključiti da će dobijeni rezultati imati svoj praktičan značaj i primenu, ali se istovremeno može zaključiti da je problem distribucije samo generalno rešen. Naime, pomenuta studija nema karakter operativne tehničke dokumentacije, što je logično i uobičajeno za studiju, te bi se u tom smislu do sada urađeno moglo smatrati kao prvi korak u rešavanju tretiranog problema. S obzirom da tačno izvršena distribucija raskrivke nepogređno utiče na ekonomske efekte — direktne troškove eksploatacije — to bi se s pravom moglo zaključiti sledeće:

— dalju aktivnost na ovoj problematici treba nastaviti izradom elaborata operativnog karaktera koji bi obuhvatili planski period od jedne — najviše dve godine

— podloge koje bi se koristile za predložene operativne elaborate sadržale bi detaljnije razrađen redosled i dinamiku otkopavanja etažnih blokova, u funkciji planiranog otkopavanja korisne mineralne supstance

— za raskrivku, predviđenu za otkopavanje u ovom jednogodišnjem (dvogodišnjem) planskom periodu, bilo bi potrebno odrediti, na sva tri odlagališta, što tačnija mesta odlaganja, čime se u mnogome dobija na tačnosti dužine transportnih puteva, a samim tim i u računu troškova transporta

— za odlagališta na koja se raskrivka transportuje kamionima bilo bi svrsishodno izvršiti analizu tehničkih elemenata trase, i eventualno razgraničiti troškove transporta po tkm, koji su sada isti za obe trase

— postavljena ograničenja u pogledu kapaciteta odlagališta Šaska i B.Potok, trebalo bi podvrgnuti analizi, u tom smislu, što bi se ispitala mogućnost povećanja kapaciteta uz dodatna finansijska ulaganja i zatim ta ulaganja svela na troškove po tkm, formirali ukupni troškovi po tkm i izvršilo upoređenje sa ostalim varijantama

— u periodu korišćenja predloženog elaborata može doći do izvesnih odstupanja — promena — ulaznih podataka: izmena redosleda otkopavanja, izmena cena goriva i energije i sl., te se u tom slučaju može vršiti ažuriranje prema nastaloj situaciji.

Sigurno je da predložene novine u daljem tretiranju problematike optimalne distribucije raskrivke nisu jedine koje bi uticale na kvalitetnije rezultate, ali je sigurno i to da je predloženo jedan korak dalje u tom smislu.

SUMMARY

Distribution of Openpit Mine Majdanpek Overburden to Disposal Areas Selected by Optimization from the Aspect of Lowest Transportation Costs

The paper, which is an abstract from the study, outlines a brief review of the problem, methodology, solving procedure and obtained results of optimization of overburden distribution from Openpit Mine Majdanpek to three possible disposal areas.

In the optimization procedure, lowest costs of overburden transportation to the disposal areas were taken as the objective, taking into account existing conditions and restrictions.

The optimization result is „direction“ of overburden blocks to the disposal area with lowest transportation costs.

ZUSAMMENFASSUNG

Durch Optimierung bestimmte Abraumverteilung im Tagebau Majdanpek auf die Abraumkippen von Standpunkt der Transportmindestkosten

In dem Artikel, der einen Auszug aus der Studie darstellt, eine kurze Darstellung der Probleme, der Methodik, des Verfahrens zur Problemlösung und der erhaltenen Ergebnisse der Abraumverteilung vom Tagebau Majdanpek auf drei mögliche Abraumkippen, gegeben.

Bei der Verfahrensoptimierung wurden, als Zielfunktion die Mindestkosten für Abraumförderung für die Abraumkippe genommen, wobei gestellte Bedingungen und Beschränkungen beachtet wurden.

Das Optimierungsergebnis ist eine „Unterweisung“ des Abraumlocks auf jene Abraumkippe, wo die Förderkosten am geringsten sind.

РЕЗЮМЕ

Дистрибуција пустой породы от вскрыши из карьера Майданпек на отвалы выбирается путем оптимализации с аспекта минимальных затрат за транспорт

В статье, которая, представляет выдержку из студии, дается короткий обзор проблем, методологии, поступка решения проблем и полученных результатов оптимализации дистрибуции пустой породы от вскрыши из карьера Майданпек на три возможных отвала.

При поступке оптимализации как целевая функция взяты минимальные затраты за транспорт пустой породы на отвалы, но при этом должны быть взяты во внимание и поставленные условия и ограничения.

Результаты оптимализации указывают на то, что транспорт пустой породы из блока вскрыши нужно вести на тот отвал, где затраты за транспорт минимальные.

Автори: dipl.inž. Petar Urošević i dipl.mat. Ljiljana Andrić, Zavod za informatiku i ekonomiku u Rudarskom institutu, Beograd

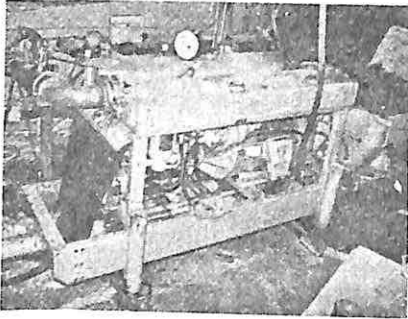
Recenzent: prof. dr inž. M. Perišić, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 17.6.1980, prihvaćen 22.7.1980.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

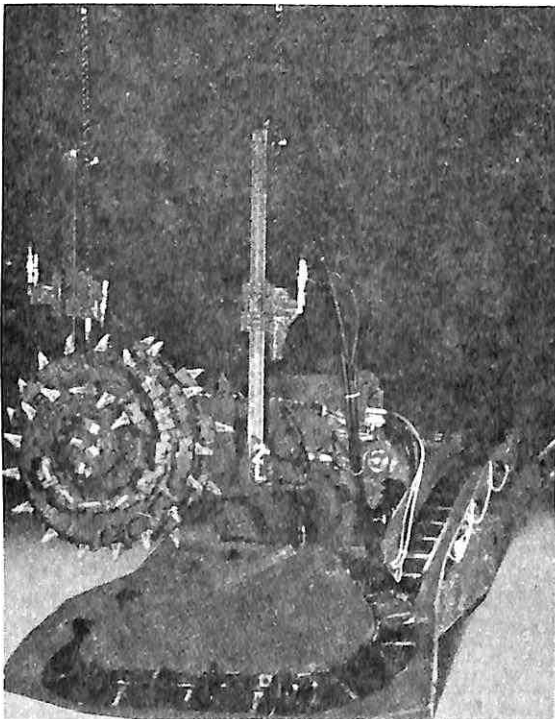
Pumpa za beton sa bacanjem od 340 m

Postavljena na fiksnom mestu, pumpa za beton BA 1403 HD, koju pogoni elektromotor od 95 kW, je u radu na ventilacionom oknu „Motto di dentro“ blizu južnog portala tunela Gotthard, gde je dopremala oko 4.000 m³ betona sačinjenog od agregata krupnoće do 30 mm na visinu do 340 m. Proizvođač navodi, da pumpa stvara



teorijski pritisak od čak 167 bara u betonu. Dovodna cev je duga oko 600 metara sa prečnikom od 125 mm. Ubrzavajuće sile, stvarane u cevi pri svakom hodu, se sigurno savlađuju visokopritisnim spojnicama, manometrom za beton i visokopritisnim ventilima.

Mining Reporter, 12



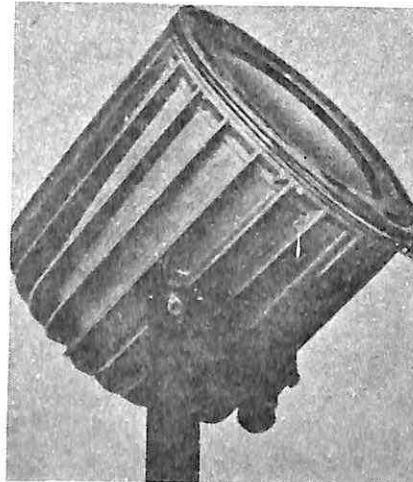
Kopačica sa katarkom

Kopačica „Boom Miner“ je najmanja mašina za izradu hodnika britanskog proizvođača i konstruisana je, uglavnom, kao opštenamenska mašina pogodna za rad u uglju, škriljcima i pešćarima. Zbog kompaktnosti konstrukcije idealno je pogodna za rad u sloju gde su potrebne veće brzine napredovanja i u pripremnim otkopnim hodnicima u kojima se očekuju meke do srednje-tvrde stene. Kopačica je veoma pokretljiva mašina za selektivno rezanje, teška 21 tonu i ima ukupnu instalisanu snagu od 120 kW. Reznu katarku, koja nosi dvovrzinsku, koaksijalnu reznu glavu, napaja elektromotor od 60 kW, dok se ostale funkcije kontrolišu hidraulički iz pogonskog sklopa od 60 kW. Mašina je na gusenicama i može da otkopa presek širine 3,71 m i visine 3,66 m iz jednog mesta. Za ankerovanje krovine konstruisana je ovakva mašina sa dvema ankerskim burgijama na katarci. Burgije mogu da rade nezavisno i napajaju hidraulički sistem mašine.

Mining Reporter, 23

Sigurnosne lampe

Sigurnosne lampe tipa dTLS 74 250 imaju visoki nivo osvetljenosti i konstruisane su kao sistem za osvetljavanje mehanizovanih čela i radova na izradi okana. Proizvođač tvrdi, da halogene sijalice sa metalnom parom od 250 vati, korišćene u ovoj lampi, imaju svetlo



konvencionalne svetiljke od 1000 vati. Uređaj za napajanje energijom, sijalice, držač sijalice i reflektor su smešteni u antikoroziorno, vodonepropusno kućište. Lampa dTLS 250 S je opremljena multifaznim reflektorom i obezbeđuje osvetljenje fara. P tip ove lampe koristi parabolni reflektor i daje osvetljenje reflektora sa do metrom od 412 m pri osvetljenju od 1 lx. Tehničke specifikacije lampe su sledeće: radni napon 220 V,

potrošnja struje 3 A, faktor snage 0,42 ind, halogena metalna sijalica tip HQI-TS 250 vati. Lampa teži 25 kg i izrađena je od odlivka lakog metala.

Mining Reporter, 27

Mašina za izradu tunela TBS V

Ova mašina je posebno namenjena za izradu hodnika u rudarstvu. Zadržani su osnovni principi na kojim su zasnovane TBS mašine. Jedan od važnih faktora bio je obezbeđenje dovoljno prostora za ugrađivanje cevi neposredno iza mašinske glave i prilagođavanje veznog uređaja za razne tipove i dimenzije cevi. Sama glava se pogoni neposredno na glavnom ležaju, a materijal se izbacuje kroz unutrašnju rudnu sipku. Potisni cilindri se nalaze na zadnjem kraju mašine, a vezni oklopi se mogu postavljati između lukova na rastojanju od 75 cm. Tehnički podaci: prečnik bušenja 5,64 – 6,70 m; obrtni momenat 990 kNm; stezanje 22,6 MN, dve ravnj; radni pritisak u hidraulici 225 bara; podni pritisak pri maksimalnoj veznoj sili 18 kp/cm²; mašina se rastavlja u prenosne sklopove.

Mining Reporter, 32

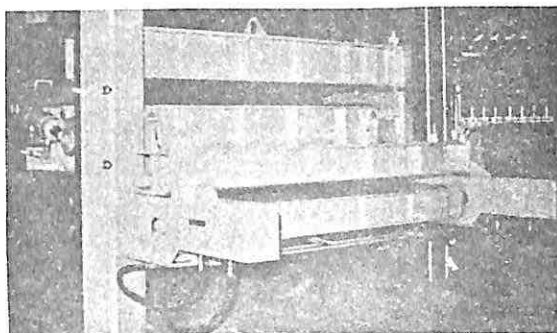
Dizel rudarska lokomotiva DP 150/134 B + B

Ovo je najveća lokomotiva te vrste koja će biti šteta u rad u jami ove godine. Težina joj je 34.000 kg, snaga 125 kW sa četiri pogonske osovine i kabinom za 8 lica. Brzina iznosi 14 ili 20 km na čas. Lokomotiva je opremljena nezagađujućim, vodom hlađenim dizel motorom. Isporučuje se za širine koloseka od 540 mm naviše. Dužina od odbojnika do odbojnika je 11303 mm, širina 1080 mm i visina 1730 mm. Transportna dužina iznosi 2 x 3300 mm. Obe jedinice kod dvoglave lokomotive su povezane podesivim antišok Brelo spojnicom koja još više poboljšava inače izvanredno vozno ponašanje koje ispoljavaju lokomotive ovog proizvođača. Lokomotiva koristi hidrauličku transmisiju i ima ugrađene sigurnosne kočnice. Sva sigurnosna oprema je visokog standarda. Sve lokomotive se isporučuju sa klimatizovanim kabinama.

Mining Reporter, 64

Univerzalna spojnica za transportne trake

U strmim podzemnim hodnicima ugradnja traka, il određivanje mesta za njih uvek stvaraju probleme. Gradijenti faktori mogu da uslove prekomerno ubrzanje trake i tendenciju spadanja trake sa linije. Osnovno pitanje je ovde da se izbegne oštećenje skupih sistema traka tokom spajanja. Sa ovim na umu izrađena je hidromehanička spojnica koja je stalno ugrađena u transportni sistem i koja obavlja nekoliko funkcija: poravnanje trake, držanje opterećenih traka i umirivanje traka pri povratku, kao i postavljanje novih traka. Iste spojnice obavljaju posao

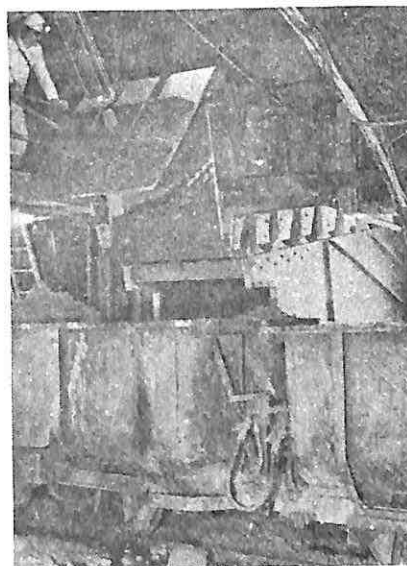


aktivnih ili povratnih umirivača i sprečavanja spadanja i klizanja. Vezna sila je proporcionalna sa vučom trake. Dve čeljusti se paralelno navlače na traku u pravcu vuče. Spojnice se oslobađaju putem hidrauličkih cilindara.

Mining Reporter, 70

Vibro sipke za pražnjenje bunkera

Dve vibro sipke dužine po 5,5 m i širine 1,4 m pod uglom od 10° su u radu u jednom rudniku u Harzu, gde ispuštaju 800 t olovno-cinkane rude iz sipke visoke 100 m, prečnika 4,5 m, u vagone za rudu u parovima. Ruda se pojavljuje u komadima do 800 mm sa vlagom između 3 i 6% težinskih. Proizvođač tvrdi da gruba konstrukcija i



odabrani vibracioni parametri održavaju pražnjenje i pored velikih bunkerskih pritisaka i kekovanja i začepljivanja koje uslovljavaju osobine rude. Ispusti iz bunkera su, takođe, oblikovani tako da obezbeđuju ravnomerni tok. Po potrebi, igličasti klizači zatvaraju bunker iznad sipki.

Mining Reporter, 106

Pneumatski transport uglja

Pneumatski cevovodni sistem za transportovanje uglja na površinu radi već u nekoliko britanskih rudnika uglja. Mineral prosejan na minus 25 mm u jami se transporterima prenosi do rotacionog dodavača koji, takođe, služi kao ustava. Ovim se ugaj ubacuje u transportni cevovod koji se pruža duž navozišta, vertikalno uz okno i na površini do istovarnog ciklona. Ovde se vrši separacija smeše mineral – vazduh. Vazduh se ispušta kroz vrh, dok ugaj pada kroz dno na površinski transporter. Vazduh se za sistem obezbeđuje preko duvaljke tipa Roots koja radi pod pritiskom do 1.013 bara i nalazi

se blizu rotacionog dodavača. Odvod duvaljke je povezan sa dodavačem čeličnom cevi, a cevi za materijal su izrađene od specijalno odabranog legiranog čelika sa okaljenim unutrašnjim zidovima. Kontrolni sistem obezbeđuje sekvencijalno uključenje i isključenje. Vodene prskalice su obezbeđene za suzbijanje prašine i prigušivači smanjuju buku od duvaljke. Pneumatskim transportnim sistemom rukuje jedno lice u kontrolnoj kabini u kojoj kontrolna tabla pokazuje rad uređaja, pritiske i temperature.

Mining Reporter, 101

Izrada tunela '79. Predavanja sa 2. internacionalnog simpozijuma (Tunnelling '79. Proceedings of the 2nd International Symposium) London 1979, 408 str., Institution of Mining and Metallurgy, London WIN 4BR(1980), cena 30 £

Posle prve istoimene priredbe godine 1976. dao je ovaj simpozijum o tunelogradnji sa 35 odštampanih predavanja, uključujući i diskusije, dobar i obiman uvid u stanje tunelogradnje u svetu. Dominiraju praktična predavanja, orijentisana na pojedine projekte, koja obuhvataju izradu tunela, niskopa-uskopa i vertikalnih okana u stenama i rastresitim sedimentima. Pomenućemo samo izvedene projekte tunel Seikan (Japan) dug 53,8 km ispod mora, švedski tunel Bolmen 80 km, kose niskepe za otvaranje Selby Coalfield i hidrocentralu Dinorvic/North Wales (17 km potkopa i okna od 1,8 do 30 m ϕ).

Sve jamske prostorije u tvrdim stenama izrađene su bušenjem i miniranjem, što pokazuje da u pojedinim slučajevima mogu konkurisati mašinama za parcijalno isecanje profila. Samo 4 predavanja se odnose na rudarstvo, dok se ostala odnose na izradu puteva, hidrocentrala i željezničkih tunela.

Beskolosečna tehnika u jami (Gleislostechnik Unter Tage); Verlag Glückauf, Essen, 145 str., 79 sl., 12 tabl., cena: 48 DM

U ovoj knjizi, koju je izdao Glückauf Verlag, prikazano je sadašnje stanje razvoja beskolosečne tehnologije u jami pretežno u rudarstvu u SR Nemačkoj. Kratak istorijski pregled daje brz razvoj te tehnologije u debelim horizontalnim i strmo zaležućim ležištima rudnika kalaja i soli, koji počinje 60-ih godina.

Najpre su opisana razna vozila kao mobilni utovarač sa lopatom, izvrtač, kola za bušenje, vozila za miniranje, bušenje, čupanje podgrade i prevoz radnika kao i neka druga vozila i dati su njihovi parametri u tablicama. Sledeće poglavlje je posvećeno dizel motorima, pri čemu je izložena konstrukcija, stepen iskorišćenja nosivosti mašine, a naročito opširno je obrađen problem izduvnih gasova. U sledećem poglavlju su obrađeni propisi za izradu vozila, izdati početkom 1974. godine, kao i pitanje kočnica, pretvarača, komandnog mesta i sedišta vozača, prekidača i vodova, zaštite od požara itd.

U poslednjem poglavlju je obrađena beskolosečna tehnika u rudnicima kamenog uglja, pre svega manje jedinice sa zaštitom od eksplozije.

Vrlo opširno je obrađeno pitanje izduvnih gasova dizel motora sa rezultatima ispitivanja pod različitim uslovima, o kojima se mora voditi računa pri korišćenju dizel vozila u jami.

Litton, C.D: Detektori za otkrivanje požara u jami (Fire Detectors in Underground Mines), Bureau of Mines 1979 – Information Circular 8786.

Ovaj spis daje pregled o detektorima za otkrivanje požara, kojima se sad raspolaže, u pogledu njihove upotrebljivosti u jamama. Obrađeni su termički i optički detektori, kao i detektori koji reaguju na proizvode sagorevanja, koji su nastali u nekom požaru, kao gasni detektori (CO) ili signalizator dima, odnosno jonizacije (čestice). Iznete su njihove prednosti i nedostaci. Konstatovano je, da su detektori za ugljenmonoksid i submikrometerske čestice najpodesniji za rano utvrđivanje požara. I dalje se radi na poboljšanju i pouzdanosti tih aparata.

Kod Bureau of Mines razvijen je prototip aparata za merenje čestica, koji nadmašuje sve dosadašnje detektore u pogledu osetljivosti, pouzdanosti, prenosivosti i troškova.

Veder, Ch., Hilbert, F: Klizišta i njihovo saniranje (Rutschungen und ihre Sanierung), Springer Verlag 1979, 231 str.; cena 78 DM.

Saniranje klizišta i preventivno tretiranje nestabilnih obronaka, postaje za geotehničara sve važnije, pogotovu što se neočekivano često projektuju građevine i saobraćajnice po obroncima sa izvesnim problemima stabilnosti. Osim toga su regioni u alpskim zemljama geološki i geomehanički za to unapred predodređeni i prema uticaju ekscesivnih padavina u najvećoj meri labilni, tako da tretiranje tog problema ima veliku važnost.

Posle uvodnog definisanja pojmova i ekonomskog aspekta saniranja klizišta slede poglavlja o najvažnijim uzrocima nastajanja klizišta (3), teoretskim osnovama za izračunavanje kosina (4), kao i terenskim i laboratorijskim ispitivanjima (5). Najveći prostor zauzima – shodno naslovu knjige – glavno poglavlje „Metode saniranja klizišta“ (6), koje je tematski raščlanjeno na velik broj primera bez menjanja i na takve sa suštinskim promenama morfologije terena. U prvom odseku već se moraju fundirati građevinski objekti na labilnim obroncima, u drugom se zemljište toliko uznemiruje usled građevinskih objekata, da nastaje kretanje, koje se mora podesnim protivmerama ukočiti ili zadržati. Na stranama 76 do 185 objašnjavaju se primeri vrlo pedantno i opisuju izvedene sanacione mere. Tu se nalazi vrlo mnogo mogućnosti i detalja za izvođenje i za otklanjanje nestabilnosti obronaka. Vrlo instruktivna je tablica sa sinoptičkim opisom karakterističnih klizišta iz Japana. Ovde je ukazano na jedan zemljotres M – 7,4 (MS) 1947. godine, koji je izazvao 44000 klizanja.

U 7. poglavlju daje se uvid u fizikalnu hemiju klizišta u finim peskovima i glinama. Po prvi put se ugrađuju u geomehanički način razmatranja direktno dva

vrlo značajna uticajna faktora: mineralogija glina i električni potencijal tla. Slojevit silikatni udeo, naročito u monmorilonitu, mora se smatrati kao vrlo negativan uticajni faktor mehaničkih procesa. Redoks potencijal se može prema Vederu, posle dugogodišnjih opita koristiti kao pozitivan faktor kod tretiranja i saniranja klizišta, ako se uvođenjem kratko spojenih provodnika skida električna potencijalna diferencija na jednoj površini klizanja.

Smernice za formiranje i korišćenje bagerskih jezera (Richtlinie für die Gestaltung und Nutzung von Baggerseen); KWK-DVWW+Regeln zur Wasserwirtschaft, Heft 108; Kommissionsverlag Paul Parey, 1978, cena: 9 DM.

Ovde obuhvaćene smernice za bagerska jezera, koja su nastala kopanjem šljunka i peska u području podzemnih voda, su vrlo mnogostrane, ali ih treba već na početku radova na svaki mogući način uklopiti u sliku terena. Pored prostornog planiranja obrađeni su razni tipovi jezera. Uvođenje otpadnih i površinskih voda je principijelno zabranjeno. Kod planiranja se mora voditi računa o kvalitativnom i kvantitativnom uticaju na bilans podzemnih voda, a isto tako i dubini jezera u odnosu na eutrofiju. Isto tako treba učvrstiti kosine, kao i obale sađenjem nadvodnih i podvodnih biljaka. Odobrenje za kopanje jezera je vezano za određene podloge kod podnošenja zahteva i stručne izveštaje.

Journal, A.G., Huijbregts, Sh.J: Rudarska geostatistika (Mining Geostatistics); London Academic Press 1978, 600 strana.

Procena još postojećih rezervi sirovina dobija sve veći značaj. Tačnost tih procena zavisi od stepena poznavanja, ali u još većoj meri od metode procenjivanja koja se koristi. Pod pojmom „geostatistika“ obuhvaćene metode za procenu lokalno zavisnih varijabla, koje su razvili G.Matheron i njegovi saradnici u Centre de Morphologie Mathématique u Fontainebleaus, daju u poređenju sa dosadašnjim postupcima bolje vrednosti procene i tačnije procene grešaka.

U ovoj knjizi se prikazuje primena geostatistike na probleme rudarstva. Ona sadrži, pored uvoda u metodu geostatistike (lokalno zavisna varijabla, variogram, strukturna analiza, kriging, simulacija, numerički modeli ležišta), i velik broj studija, slučajeva i računске programe Fortran IV.

Meksiko – ekonomika sirovina pojedinih zemalja: bakar –cink–olovo–zlatu–srebro – (Rohstoffwirtschaftlicher Länderbericht XXIV Mexiko – Kupfer–Zin–Blei–Gold–Silber); Schweizerarbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart, str. 165, cena: 48,50 DM.

Meksiko, zemlja „srebra“, je od španskog osvajanja pa do danas najveći proizvođač u svetu sa oko 1600 t/a (1978) iz 120 rudnika. Kod bakra, cinka i olova stoji na 7. odnosno na 6. mestu proizvođačkih zemalja. Zlatu sa 6200 kg/a (1978) dobija se, uglavnom, kao pratilac srebra. Svi metali imaju znatne rezerve, pogotovu što istraživanje obećava dobre rezultate u svim krajevima

zemlje. Proizvodnja bakra 87000 t metalnog bakra (1978) iz 65 nalazišta, od toga 2/3 tipa porphyric copper. Godine 1979. se povećava proizvodnja u rudniku La Cananea za četiri puta. Oko 90 rudnika proizvode olavo-cinkove rude sa 170.000 t Pb i 245.000 t Zn i ovde se otvaraju nova nalazišta. Znatna deo proizvodnje se topi u zemlji i rafinira. Meksiko je jednim delom važan izvoznik olova u vidu metala, cinka kao koncentrata, a bakra kao metala i kao koncentrata. Prema vrednosti je najvažnije srebro. Rudarski proizvodi učestvuju po vrednosti sa 34% (1977) u celom izvozu, od toga nafta 23%, a ostale mineralne sirovine 11%, u što treba uračunati i nemetale sumpor i fluorit.

Godišnji izveštaj Udruženja rudnika kamenog uglja za 1979. (Steinkohlenbergbauverein – Jahresbericht 1979).

Shodno razvoju na energetskom tržištu neophodno je prestrukturiranje energetske privrede kod kamenog uglja u SR Nemačkoj, koji ima posebnu ulogu i u budućnosti treba da doprinosi sve više u snabdevanju energijom. Ovo udruženje ima zadatak, da održava i povećava proizvodne kapacitete i popravi produktivnost na svim područjima od dobijanja uglja do njegove prerade. Kod tako postavljenih zadataka stavljaju se istovremeno istraživanje i razvoj kao investicija za budućnost u isti rang, kao i osiguranje tekuće proizvodnje.

Izveštaj sadrži:

Osnovne zadatke i sigurnost
jamska klima, isplinjavanje, ventilacija i ispitivanja
tehnike strujanja

Suzbijanje prašine i sprečavanje pneumokonioze
suzbijanje prašine, merenje prašine, dejstvo prašine

Sprečavanje gorskih udara, jamomerstvo
gorskim udarima ugrožena područja, ispitivanje
napona u slojevima, dugoročne mere protiv opasnosti od gorskih udara, fundamentalna istraživanja u cilju suzbijanja gorskih udara, tehnika rasterećenja
savetovanje i obučavanje u suzbijanju gorskih udara
geološka i geofizička ispitivanja
rudarske štete

Jarńsko spasavanje
jamske čete i zaštita od gasova
akcija u slučaju opasnosti
protivpožarna zaštita na površini i u jami
samospasivoci – obučavanje
radovi na ispitivanju i razvoju

Rudarsku tehniku
oblikovanje i dimenzionisanje jame, kontrola rada

Jamsku tehniku

izrada jamskih prostorija, miniranja, mehanička
izrada prostorija hodnika po jalovini, mehanička
izrada hodnika po sloju, ispitivanje pratećih stena u cilju primene mašina za izradu hodnika, bušenje

rupa velikog prečnika u jalovini, novi postupci za razbijanje stena.

Ovladavanje gorskim pritiskom

podgrađivanje na širokom čelu, proračunavanje gorskog pritiska za planiranje otkopavanja, izračunavanje unapred konvergencije otkopnih hodnika, zahtevi koji se postavljaju u pogledu pritiska na prelazu iz širokog čela u hodnik, podgrađivanje na prelazu široko čelo – hodnik, podgrađivanje hodnika, ojačanje gorskog masiva poliuretanom.

Tehniku otkopavanja

dalji razvoj otkopnih mašina i transportera na širokom čelu, dobijanje uglja u nagnutim slojevima, zasip, tehnika na obodu širokog čela, automatizacija i daljinska kontrola, poboljšanje pogonskih mehanizama otkopnih mašina i transportera sa širokog čela.

Transportnu tehniku i tehniku snabdevanja

transportna sredstva i transportni uređaji, transport materijala, prevoz ljudi, tehnika pogonskih mehanizama, električno-mrežna tehnika u jami, zaštita na radu.

Rudnik kamenog uglja u budućnosti. Program energetskog istraživanja i energetske tehnologije (Steinkohlebergwerk der Zukunft); izdanje Ministarstva za istraživanje i tehnologiju SR Nemačke: 2 knjige, str. 111 i 317.

Prva knjiga sadrži osnovne principe, izvođenje i nove zadatke, probleme gorskog pritiska i klime kod otkopavanja dubokih ležišta, mogućnosti boljeg korišćenja ležišta u dosadašnjim dubinama, nove tehničke postupke za rudarstvo kamenog uglja u budućnosti, mogućnosti korišćenja iskustava ostale industrije za rudarstvo kamenog uglja u budućnosti.

U drugoj knjizi je obrađena tehnika i tehnologija budućeg rudnika:

1. Ležišta:

silaženje u dubinu do 2000. i 2025. godine; dubinski položaj proizvodnje u godinama 1974, 2000. i 2025; relativne količine komercijalne proizvodnje iz otkopa u godinama 1974, 2000. i 2025; relativne količine komercijalne proizvodnje iz raznih područja zaleganja u 1974, 2000. i 2025; relativne količine proizvodnje iz raznih grupa debljine slojeva u godinama 1974, 2000. i 2025; učešće jalovine u proizvodnji u 1974, 2000. i 2025; rastojanje između slojeva u tim godinama; tendencije ponašanja ležišta

2. Mehanika gorskog masiva:

dimenzije i oblik jame na osnovu proračuna pritiska
ponašanje gorskog masiva i podgrade u velikim dubinama
geomehaničke pojave u velikim dubinama – mere-

nja konvergencije u različitim geološkim uslovima na rudniku Ewald
potkopavanje sa velikim dubinskim rastojanjem sistemi podgrađivanja radi savlađivanja velikih gorskih pritisaka – korišćenje iskustava tunelogradnje u rudarstvu
teoretska i eksperimentalna geometrija u rudarstvu kamenog uglja.

3. Jamska klima

4. Izrada i proširivanje jamskih prostorija

nove metode razbijanja stena
dalji razvoj mašina za izradu hodnika u jalovini
mehanizacija radova na održavanju
dalji razvoj tehnike miniranja

5. Otkopne metode

alternative u odnosu na široko čelo
premeštanje otkopnih hodnika u pritiskom rasterećene zone
smeštanje jalovine u otkopno područje sa ciljem smanjenja sadržaja jalovine u rovnom uglju
komorna metoda po usponu sa automatskim sabijanjem zasipa
otkopavanje strmo zaležućih slojeva kamenog uglja metodom podetažnog otkopavanja sa zarušavanjem; odvodnjavanje (ocedičavanje) sitnog uglja i bistrenje cirkulacione vode u jamskom radu sa hidrotransportom
model za ocenjivanje i donošenje odluka za otkopavanje, odnosno ostavljanje strmo zaležućih delova ugljenog sloja ili drugih marginalnih rezervi.

6. Transportna tehnika

nove metode za odvoz sa širokog čela
ispitivanje mogućnosti za integraciju podzemnih transportnih postrojenja u rudarstvu kamenog uglja SR Nemačke uz poseban osvrt na nove tehnologije; beskolosečna tehnika u rudarstvu kamenog uglja

7. Oblik i dimenzije

hodnici za višekratno korišćenje
oblik i dimenzije jame radi izbegavanja zaostalih i obodnih delova ležišta
otkopavanje zaostalih i obodnih delova ležišta

8. Rukovođenje i inženjerska delatnost

poboljšanje stepena iskorišćenja otkopnog sistema
kontrola mašina i aparata
radiotelefonska veza na šlему (tehnika radioveze)
informacioni sistemi za planiranje i upravljanje organizacijom i obim inženjerskog rada
izbor i primena poboljšanih materijala u rudarstvu kamenog uglja

9. Površinska postrojenja

centralna površinska postrojenja – koncepcija o oblikovanju površinskih postrojenja
razvoj u vidu modela površinskih postrojenja na rudniku.

Bibliografija

- Burjakov, V.F., Koverznev, A.M. i dr.: **Kontinualna organizacija proizvodnje u rudnicima uglja** (Potočnaja organizacija proizvodstva na ugot'nyh šahtah) M., „Nedra“, 1980, 185 str., il., (knjiga na rus.)
- Ridel', R.I.: **Prognoziranje i optimizacija kvaliteta uglja na površinskim otkopima** (Prognozirovanie i optimizacija kačestva uglja na razrezah) M., „Nedra“, 1980, 136 str., 42 il., 13 tabl., 33 bibl.pod., (knjiga na rus.)
- Čubenko, P.F.: **Proračun ekonomskog efekta pri uvođenju nove otkopne opreme** (Raččet ekonomičeskogo efekta pri vnedrenii novogo vyemočnogo oborudovanija) „Ekon. i org. prva na ugot'n. predpriyatijah USSR“, Doneck, 1979, str. 79–90, 2 tabl., (rus.)
- Chatterjee P.K.: **Sistemi rudarske tehnike. Principi modeliranja** (Mine systems engineering. Model concepts) „J.Inst. Eng. Mining and Met. Div.“, Indija 59(1978–1979) 2–3, str. 57–60, 4 bibl.pod., (engl.)
- Mehanika razaranja stena** (Mehanika razrušenija gornyh porod) Materijali 6-j Vses. konf. po meh. gorn. porod, Frunze, 3–5 okt. 1978, Frunze, Ilim, 1980, 423 str., il., (knjiga na rus.)
- Bodziony, J.: **O jednom postupku pripremanja uzorka za laboratorijska ispitivanja** (O pewnej metodze phzygotowywania probek skalnych bo badan laboratornyh) „Arch. gorn.“, 24(1979)4, str. 405–414, 1 tabl., 9 bibl.pod., (polj.)
- Korjakin, N.M., Kuškin, S.G. i dr.: **Podzemni radiometrijski sistem za merenje jamskog pritiska** (Podzemnaja radiometričeskaja sistema izmerenija gornogo davljenja) (Uralsk.n.-i. i proekt. in-tmed. prom-sti „Unipromed“. Sverdl. gorn. in-t, Štab. voenizir. gorno-spasat. častej Urala) Avt.sv. SSSR, kl. E 21 C 39/oo, Nr. 670727, prij. 11.01.78, Nr. 2571099, objav. 13.07.79.
- Barabas, S.: **Perspektivni pravci daljeg istraživanja u mehanici stena za potrebe rudarstva** (Perspektywiczne kierunki badan dotyczace mehaniki geotechn. gorotworu na potreby gornictwa rud) „Pr. nauk. Inst. geotechn. PWr.“, (1979)16, str. 5–10, (polj.)
- Baklašov, I.V. i Kartoziya, B.A.: **Ispitivanje mehaničkih procesa deformacija i krtoq razaranja masiva stena** (Issledovanie mehaničeskikh processov deformirovanija i hrupkogo razrušenija massivov gornyh porod) „Meh. razrušenija gornyh porod. Materialy 6-j Vses. konf. po meh. gorn. porod, Frunze, 1978“, Frunze, 1980, str. 298–305, (rus.)
- Mirošnikova, L.A. i Frankevič, G.S.: **Proučavanje pojave jamskog pritiska i izbor tipa podgrade u investicionim jamskim prostorijama rudnika karagandinskog basena** (Izučenie pojavlenij gornogo davljenja i vybor tipov krepej v kapital'nyh gornyh vyrabotkah šaht Karagandinskogo bassejna) „Tr. NII str-va ugot'n. i gornorudn. predpriyatij“, (1979)18, str. 79–88, 1 il., 7 bibl.pod., (rus.)
- Tomaszewski, J.B.: **Uticaj geoloških uslova na stabilnost podzemnih prostorija** (Wplyw warunkow geologicznych na stabilność podziemnych wyrobisk gorniczych) „Pr. nauk. Inst. geotechn. PWr“, (1979)17, str. 139–143, (polj.)
- Kuznecov, S.V., Odincev, V.N. i Savost'janov, E.V.: **Sistem za kontinualnu kontrolu i prognozu stanja stenskog masiva koji obezbeđuje sprečavanje opasnosti od dinamičkih pojava jamskog pritiska** (Sistema nepreryvnogo kontrolja i prognoza sostojanija massiva gornyh porod, obespečivajuščaja predotvraščenie opasnosti dinamičeskikh pojavlenij gornogo davljenja) „Meh. razrušenija gornyh porod. Materialy 6-j Vses. konf. po meh. gorn. porod, Frunze, 1978“, Frunze, 1980, str. 281–298, (rus.)
- Hruščev, G.N., Lebedkin, Ju.M. i dr.: **Postupak sprečavanja gorskih udara** (Sposob predupreždenija gornyh udarov) (In-t gorn. dela) Avt. sv. SSSR, kl. E 21 F 5000, Nr. 675191, prij. 20.09.76, Nr. 2404540, objav. 3.08.79.
- Nova fabrika za proizvodnju mehanizovane podgrade kompanije British Powered Support** (New Manufacturing Unit Opened by British Powered Support Company) „Mining J.“, 293(1979)7520, str. 296, 1 il., (engl.)
- Sharnweber, U.: **Usavršavanje bušenja i miniranja na rudniku rude gvožđa Wohlverwahrt–Nammen** (Die Entwicklung der Bohr – und Sprengarbeit auf der Eisenerzgrube Wohlberwahrt–Nammen) „Nobel Hefte“, 46(1980)1, str. 1–9, (nem.)
- Glinski, J.: **Uticaj karakteristika eksploziva na neke pokazatelje pri miniranju** „Miniranje“, 11(1979)2, str. 17–19, 3 il., 2 bibl.pod (srp.–hrv.)
- Mladenović, D.: **Analiza tehničko-ekonomske opravdanosti uvođenja eksplozivnih smesa na površinskom kopu rudnika bakra Majdanpek** „Miniranje“, 11(1979)2, str. 27–33, 4 il., 8 tabl., (srp.–hrv.)
- Davenport, C.: **Faktori koji utiču na operacije miniranja** (Factors affecting blasting operations) „Pit and Quarry“, 72(1979)6, str. 79–83, 87, 6 il., 5 bibl.pod., (engl.)
- Trofimov, J.G.: **Usavršavanje tehnologije i organizacije izrade pripremnih prostorija** (Soveršenstvovanie tehnologii i organizacii provedenija podgotovitel'nyh vyrabotok) „Šahtn. str-vo“, (1980)2, str. 4–18, (rus.)

- Bilinski, A., Markefta, P.:** Pitajnja podzemnog otkopavanja ležišta kamenog uglja u Belgiji (Podzemne gornictwo węgla kamiennego Belgii) „Wiad. gorn.” 30(1979)8–9, str. 238–241, 8 il., 27 tabl., (polj.)
- Kowalski, Z., Zajega, W.:** Savremene tehnologije otkopavanja moćnih, blago nagnutih, kosih i strmih slojeva uglja u Jugoslaviji (Nowoczesne technologie wybierania grubych, poziomych i silnie nachylonych pokladow węgla w Jugosławii) „Prz. gorn.”, 35(1979)7–8, str. 305–312, (polj.)
- Konopko, W., Hrynuik, E. i dr.:** Optimalna dužina otkopa sa upravljanjem krovina postupkom obrušavanja (Optymalna długość ścian zawalowych) „Prz. gorn.”, 35(1979)7–8, str. 1–7, 19 il., 8 tabl., 3 bibl. pod., (polj.)
- Skafo, B.F. i Batygin, S.P.:** Tehnologija otkopavanja strmih slojeva Donbasa agregatima sa štitom (Tehnologija razrabotki krutych plastov Donbassa ščitovymi agregatami) M., „Nedra”, 1980, 119 str., 38 il., 20 tabl., 39 bibl. pod., (knjiga na rus.)
- Dobijanje mrkog uglja u Rajnskom basenu (Exploitation du lignite en Rhenanie)** „Relais”, (1980)122, str. 10–12, 5 il., 1 tabl., (franc.)
- Hoňrjakov, V.S.:** Problemi optimizacije površinskih otkopa budućnosti (Problemy optimizacii kar'erov budućegogo) „Nauč. osnovy sozdanija kompleksno-mehanizir. i avtomatiz. kar'erov i podvod. dobyči polezn. iskopaemyh. Tez. dokl. Vses. nauč. konf., 1980”, M., 1980, str. 14–51, (rus.)
- Tartakovskij, B.N.:** Tehnologija i kompleksna mehanizacija dubokih površinskih otkopa budućnosti (Tehnologija i kompleksnaja mehanizacija glubokih kar'erov budućegogo) „Nauč. osnovy sozdanija kompleksno-mehaniz. i avtomatiz. kar' - erov i podvod. dobyči polezn. iskopaemyh. Tez. dokl. Vses. nauč. konf. 1980”, M., 1980, str. 37–40, (rus.)
- Ovodenko, B.K.:** Duboki površinski otkopi: perspektive i problemi (Glubokie kar'ery: perspektivy i. . . problemy) „Nauč. osnovy sozdanija kompleks.-mehanizir. i avtomatiz. kar'erov i podvod. dobyči polezn. iskopaemyh. Tez. dok. Vses. nauč. konf., 1980”, M., 1980, str. 50–51, (rus.)
- Mining, S.E.:** Normiranje eksploatacionih gubrtaka rude korišćenjem stohastičkih modela (Normirovanie eksploatacionnyh poter' rudy s ispol'zovanjem stohastičeskih modelaj) Vses. n.-i. i projekt. — konstruk. In-t po osuš. mestorožd. polezn. iskopaemyh, spec. gorn. rabotam, rudnič. geolog. i marš. dokl., Belgorod, 1979, 32 str., il., 5 bibl. pod., (Rukopis dep. u in-te Čermetinformacija 15 febr. 1980, Nr. 901), (rus.)
- Mednikoy, N.N.:** Prognoziranje parametara površinskih otkopa (Prognozirovanie parametrov kar'erov) „Nauč. osnovy sozdanija kompleks.-mehaniz. i avtomati-
- zir. kar'—erov i podvod. dobyči polezn. iskopaemyh. Tez. dok. Vses. konf. 1980”, M., 1980, str. 59–61, (rus.)
- Eskin, V.S., Emeč, N.A.:** Kombinovani postupak otkopavanja horizontalnih ležišta na velikim dubinama (Kombinirovannyj sposob razrabotki gorizontaľnyh mestoroždений na bol'ših glubinah) „Nauč. osnovy sozdanija kompleks.-mehaniz. i avtomatiz. kar'—erov i podvod. dobyči polezn. iskopaemyh. Tez. dokl. Vses. nauč. konf. 1980”, M., 1980, str. 56. (rus.)
- Ždamirov, V.M.:** Praksa rada bagera EŠ–25/100 (Opyt eksploatacii ekskavatorov EŠ–25/100) „Ugol”, (1980)3, str. 33–34, 1 il., 2 tabl., (rus.)
- Vladimirov, V.M.:** Problemi daljeg usavršavanja konstrukcije i povećanja efektivnosti iskorišćenja rotornih bagera (Problemy dal'nejšego soveršenstvovanija konstrukcij i povyšeniija efektivnosti ispol'zovanija rotornyh ekskavatorov) „Nauč. osnovy sozdanija kompleks.-mehaniz. i avtomatiz. kar' —erov i podvod. dobyči polezn. iskopaemyh. Tez. dokl. Vses. nauč. konf. 1980”, M., 1980, str. 25–27, (rus.)
- Astafov, Ju.P., Bevz, N.D. i dr.:** Uticaj karakteristika brzine kopera na efektivnost njihovog rada na površinskom otkopu (Vlijanie skorostnyh karakteristik avtosamosvalov na efektivnost' ih raboty v kar'ere) „Razrab. rudn. mestorožd.”, Kiev, (1980)29, str. 6–9, 3 il., (rus.)
- Polovov, B.D.:** Uzroci niske efektivnosti veštačkog učvršćenja etaža na površinskim otkopima (Pričiny nizkoj efektivnosti iskusstvennogo ukreplenija ustupov v kar'erah) „Bezopasn. truda v prom-sti”, (1979)11, str. 56–59, (rus.)
- Šapar, A. G.:** Neki aspekti uspravljanja stanjem masiva na dubokim površinskim otkopima (Nekotorye aspekty upravlanija sostojaniem massivov na glubokih kar'erah) „Nauč. osnovy sozdanija kompleks.-mehaniz. i avtomatiz. kar'erov i podvod. dobyči polezn. iskopaemyh. Tez. dokl. Vses. nauč. konf. 1980”, M., 1980, str. 77–79, (rus.)
- Sprouls, M.W.:** Ripovanje stena na površinskom otkopu potpomaže rekultivaciju (Ripping aids reclamation at easteru Kentucky mine) „Coal Mining and Process”, (1979)7, str. 68–70, 5 il., (engl.)
- Podzemna gasifikacija uglja (Underground coal gasification test burn starts up)** „World Coal”, 5(1979)12, str. 6, (engl.)
- Eksperimenti na podzemnoj gasifikaciji uglja (Underground coal gasification test burn starts up)** „World Coal”, 5(1979)12, str. 6, (engl.)
- Poison, J.B.:** Distanciono upravljanje utovarno-transportnim mašinama pri komornom otkopavanju sa obrušavanjem (Le telecommande des chargeurs transporteurs en chambres soutirées) „Ind. miner. Ser. mine”, (1979)5, str. 339–345, 15 il., 2 tabl., (franc.)

Podzemni transport u rudnicima. Deo 1 (Underground transport in mines. Part 1)
„Quarry, Mine and Pit”, 18(1979)12, str. 6–8, 21–23, (engl.)

Podzemni transport u rudnicima. Deo 2 (Underground transport in mines. Part 2)
„Quarry, Mine and Pit”, 19(1980)1, str. 10–12, 17–18, (engl.)

Kargem, A.: Jamski izvozni uređaji (Gornicze wyciągi wydobywcze)
„Wiad. gorn.”, 30(1979)11, str. 303–308, 6 il., 1 tabl., (polj.)

Waterworth, S.: Konstrukcija, izrada i rad jamske izvozne opreme (Design, manufacture and operation of shaft winding equipment)
„Colliery Guard.”, 228(1980)2, str. 37, 39–40, (engl.)

Traube, E.S., Najdenko, I.S.: Uređaji za kočanje i sigurnost jamskih izvoznih mašina (Tormoznye ustrojstva i bezopasnost' šaftnyh pod'emnyh mašin)
M., „Nedra”, 1980, 256 str., (knjiga na rus.)

Dvornikov, V.I., Šajhet, L.E.: O rezervama čvrstoće izvoznih užeta dubokih jama (O zapasah pročnosti pod'emnyh kanatov glubokih šaft)
„Sb. nauč. tr. VNII gorn. meh. im. M.M. Fedorova”, (1979)48, str. 3–9, (rus.)

Tjurnikova, V.I., Naumov, M.E.: Povećanje efektivnosti flotacije (Povyšenie effektivnosti flotacii)
M., „Nedra”, 1980, 224 str., il., (knjiga na rus.)

James, H. E.: Perspektiva razvoja prerade uranovih ruda (Hitting up the centuries)
„Nucl. Ascite”, (1980)22, str. 17–21, 7 il., 2 tabl., 17 bibl. pod., (engl.)

Pokretne drobilice za rudnike uglja i ruda (Mobile crusher for South African coal and ore mines)
„Mining J.”, 294(1980)7541, str. 161, 1 il., (engl.)

Boulton A.J.: Oprema za kontinualno fino mlevenje (Continuous fine grinding techniques)
„POWTECH'79. 6th Int. Conf. Powder Technol., Birmingham 1979”, S.I., s.a.g/10–g/29, 13 il., (engl.)

Mezrin, V.V.: Optimizacija procesa pneumatskog obogaćivanja (Optimizacija procesa pnevmatičeskogo obogaćenija)
In-t obogašč. tverd. gorjuč. iskop. Ljubercy, 1980, 5 str., il., 5 bibl. pod., (Rukopis deponovan u CNIElugolj 12 febr. 1980, Nr. 19663).

Rey, M.: Zapisi o pripremi i metalurgiji. I. flotacija oksidnih ruda (Memoirs of milling and process metallurgy: I—flotation of oxidized ores)
„Trans. Inst. Mining and Met.”, C88(1979)dec., str. 245–250, 10 bibl. pod., (engl.)

Gladyshev, V.P., Korobočkin, V.P.: Karakteristike sorpcije sulfidnih jona na sulfidnim mineralima bakra (Osobennosti sorpcii sulfid-ionov na sulfidnyh mineralah medi)

„Kompleks. ispol'z. mineral'n. syr'ja”, (1980)3, str. 19–22, 1 tabl., 11 bibl. pod., (rus.)

Abeidu, A.M., Almahdy, A.M.: Flotaciono odvajanje pirita od halkopirita i arsenopirita magnezijumovom smešom (Magnesia mixture as a regulator in the separation of pyrite from chalcopyrite and arsenopyrite)
„Int. J. Miner. Process.” 6(1980)4, str. 285–302, 10 il., 1 tabl., 27 bibl. pod., (engl.)

Kondrat'eva, L.V., Glembockij, O.V. i dr.: Kolektor sekundarnih sulfida bakra pri flotaciji ruda koje sadrže bakar (Sobirateľ vtoričnyh sul'fidov medi pri flotacii med'soderžaščih rud)
Avt. sv. SSSR, kl. B 03 D 1/02, Nr. 648273, prijav. 11.11.77, Nr. 254533, objav. 28.02.79.

Klimenko, N.G., Šapiro, A.P.: Depresor za flotaciju polimetalničnih ruda (Depressor dlja flotacii polimetalličeskijh rud) /Centr. n.–i. i geologorazved. i blagorod. met./
Avt. sv. SSSR, kl. B 03 d 1/02, Br. 676325, prij. 31.03.78, Nr. 2598059, objav. 30.07.79.

Liu, Y.A.: Primena magnetne separacije u industriji (Industrial Applications of Magnetic Separation)
Proc. Int. Conf. Franklin Pierce Coll., Rindge, N.H. July 30 – Aug. 4 1978. Ed. Liu Y.A., New York, N.Y., IEEE, 1979, VIII, 201 str., (zbornik radova na engl.)

Eissenberg, D.M., Hise, E.C., Silverman, M.D.: ORNL program razvoja magnetnog obogaćivanja suve ugljene prašine (ORNL program for development of magnetic beneficiation of dry pulverized coal)
„Ind. Appl. Mag. Separ. Proc. Int. Conf. Franklin Pierce Coll., Rindge, N.H., 1978”, New York, N.Y., 1979, str. 91–94, 4 il., 1 tabl., (engl.)

Sladek, Th.A., Cox, Ch.H.: Obogaćivanje uglja pomoću magnetnih tečnosti (Coal beneficiation with magnetic fluids)
„Ind. Appl. Mag. Separ. Proc. Int. Conf. Franklin Pierce Coll., Rindge, N.H. 1978”, New York, N.Y. 1979, str. 105–111, 3 tab., 26 bibl. pod., (engl.)

Oberteuffer, J.A., Arvidson, B.R.: Osnovne konstrukcione karakteristike industrijskih visokogradientnih magnetnih filtera i separatora (General design features of industrial high gradient magnetic filters and separators)
„Ind. Appl. Mag. Separ. Proc. Int. Conf. Franklin Pierce Coll., Rindge, N.H., 1978”, New York, N.Y., 1979, str. 17–21, 7 il., (engl.)

Jones—Type separatori za norveške rude gvožđa (Jones—Type Separators for Norwegian Iron Ores)
„Mining J.”, 294(1980)7541, str. 161, (engl.)

Urvancev, A.I.: Određivanje veličine naboja polidispersnih tokova mineralnih čestica u električnim separatorima (Opredelenie veličiny zarjada polidispersnyh potokov mineral'nyh čestic v elektročeskijh separatorah)
„IVUZ. Gornyj ž.”, (1980)2, str. 99–101, 3 bibl. pod., (rus.)

Živaeva, A.B., Grinberg, A.L., Gurovič Š.R.: Razvoj tionskih bakterija na sulfidnim rudama i

koncentratima (Razvitie tionovih bakterij na sulfidnih rudah i koncentratih)
„Tehnol. obogašč. polezn. iskopaemyh Sredn. Azii“, Taškent, (1979)2, str. 96–101, 4 tabl., 4 bibl.pod., (rus.)

Leonov, S.B. iofe, V.M.: Uticaj brzine kretanja filtracione površine pri filtraciji koncentrata rude gvožđa (Vlijanie skorosti dvizenija fil'trujuščej poverhnosti pri fil'tracii železородnih koncentratov)
„Gidrodinam. i javlenija perenosa v dvuhfazn. disperz. sistemah“, Irkutsk, 1979, str. 57–60, 2 il., 1 tabl., (rus.)

Kagramanova, N.G.: Čišćenje otpadnih voda od toksičnih jona fluora metodama sorpcije (Očistka stočnyh vod ot toksičnyh flor-ionov sorpcionnymi metodami)
„Tehnol. obogašč. polezn. iskopaemyh Sredn. Azii“, Taškent, (1979)2, str. 47–50, 2 tabl., 3 bibl.pod., (rus.)

Meric, J.P., Le Jean, Y.: Aparat za kontinualno merenje finoće mliva cementa u mlinovima sa kuglama pomoću difrakcije laserskog zraka (Appareil de mesure en continu sur broyeur a boulets de la finesse des ciments par diffraction d'un faisceau laser)
„Ind. miner. Techn.“, (1980)1, str. 3–11, 23 il., 4 bibl.pod., (franc.)

Mikroprocesor ubrzava optičko sortiranje minerala (Microprocessor speeds optical sorting of industrial minerals)
„Quarry, Mine and Pit“, 19(1980)3, str. 20, 2 il., (engl.)

Šrejder, E.A., Černova, I.N.: Ispitivanje nivoa buke jamskih ventilatora za lokalno provetranje (Issledovanie urovnej šuma šahtnyh ventilatorov mestnogo provetranija)
„Ivano-Frankov in-t nefti i gaza“, Ivano-Frankovsk, 1979, 7 str., il., 6 bibl.pod., (Rukopis depo. i Ukrniliti 3 apr. 1980., Nr. 1992).

Romanov, V.S.: O metodama merenja brzine protoka pri hidrodinamičkom modeliranju (O metodah izmerenija skorosti potoka pri gidrodinamičeskom modelirovanii)
„Povyš. effektivn. razrab. i obogašč. rud. mestorožd. Kol'sk. p-va“, Apatity, 1979, str. 64–68, 3 il., 2 bibl.pod., (rus.)

Hinsley, F.B.: Kretanja vazduha u jama pri politropnom procesu (Airflow in mines with polytropic conditions)
„Mining Eng.“, (Gr. Brit.), 139(1980)221, str. 633–639, 3 il., (engl.)

Upravljanje ventilacijom i gasno-dinamičkim pojavama u rudnicima (Upravlenie ventiljacij i gazodinamičeskimi javlenijami v šahtah)
Sb. nauč. tr. In-t gorn. dela Sib. otd. AN SSSR, Red. Černov S.I., Novosibirsk, 1979, 143 str. il., (rus.)

Frycz, A., Domagala, L.: Faktori koji utiču na uslove provetranja površinskih otkopa (Czynniki wpływające na warunki przewietrzania kopalni odkrywkowych)
„Gorn. odkrywki“, 21(1979)9–10, str. 41–49, 3 il., 2 tabl., 8 bibl.pod., (polj)

Barth, W., Nadolny, H.: Uređaj za hlađenje jamskog vazduha (Einrichtung zur Kühlung des Wetterstro-

mes im Untertagebergbau) /Ruhrkohle AG/
Patent SR Nemačke, kt. E 21 F 3/00, Nr. 2810851, prijav. 13.03.78, objav. 27.09.79.

Beljaeva, N.V.: Matematičko modeliranje procesa degazacije privremeno neotkopavane debljine ugljenog sloja (Matematičeskoe modelirovanie processa degazacii vremeno nevnimaemoj toščej ugol'nogo plast)
„Tr. Vost. Nil po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti“, 31(1979), str. 58–63, 2 il., 2 bibl.pod., (rus.)

Lockwood, A.M.: Mašine za bušenje degazacionih bušotina (Drilling mashines for methane drainage)
„Colliery Guard.“, 228(1980)2, str. 63–64, 66, 6 il., (engl.)

Buharec, B.N., Gavrilenko, P.F. i dr.: Blagovremeno otkrivanje iznenadnog izboja (Svoevremeno obnaruženie vnezapnogo vybrosa)
„Bezopasn. truda v prom-sti“, (1980)2, str. 27–28, 1 il., (rus.)

Rozancev, E.S., Polevščikov, G.Ja., Čerkasov, V.S.: Prognoziranje izdvajanja gasa pri iznenadnim izbojima uglja i gasa (Prognozirovanie gazovydelenija pri vnezapnyh vybrosah uglja i gaza)
„Tr. Vost. Nil po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti“, 31(1979), str. 63–68, 2 il., 3 bibl.pod., (rus.)

Tokmakov, M.A.: Pčelkino, Ju.V. i dr.: Ispitivanje zagađivanja atmosfere površinskih otkopa prašinom pri miniranju (Issledovanie zagražnenija atmosfery razrezov pyl'ju pri vrvywny rabotah)
„Bezopasn. vedenie rabot na razrezah“, Kiev, 1979, str. 26–33, (rus.)

Röttger, K., Stolz, R.: Nove mere za zaštitu od prašine kao profesionalne štetnosti (Neue Massnamen zum Schutz gegen gesundheitsgeährlichen Staub)
„Glückauf“, 116(1980)4, str. 154–159, (nem.)

Bauer, H.-D.: Individualna sredstva zaštite organa za disanje kao dopuna tehničkom otprašivanju (Persönlicher Atemschutz als Ergänzung zur technischen Staubbekämpfung)

„Ergeb. Untersuch. Gebiet Staub- und Silikosebekämpfung Steinkohlenbergbau. Bd. 2“, Essen, 1979, str. 33–37, 5 il., (nem)

Becker, H., Göretz, H., Stockmann, H.-W.: Tehnika suvog otprašivanja (Entstaubungstechnik)
„Ergeb. Untersuch. Gebiet Staub- und Silikosebekämpfung Steinkohlenbergbau. Bd. 12“, Essen, 1979, str. 91–100, 17 il., (nem.)

Becker, H., Göretz, H. i dr.: Ubrzavanje vode u ugljeni sloj (Kohlenstossstränkung)
„Ergeb. Untersuch. Gebiet Staub- und Silikosebekämpfung Steinkohlenbergbau. Bd. 12“, Essen, 1979, str. 53–59, 10 il., 2 bibl. pod., (nem.)

Wilkins, R.W.: Rudnički požari (Mine fires)
„Austral. Mining“, 71(1979)12, str. 18–21, 3 il., 1 tabl., (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
1973–1979. god. u izvornim vrednostima i težinskim jedinicama**)**

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine						
		1973.	1974.	1975.	1976.	1977.	1978.	1979.
KAMENI UGALJ								
Nemačka								
– Rurski koksni ugalj II, 10/60 mm za top. i. koks., fco rurski revir	DM/t	94,10	110,85	152,00	158,30	158,30	172,90	172,90
– Rurski orah III. spec.sagorlj. I za domać., fco rurski revir	DM/t	96,92	119,73	145,50	157,50	157,50	172,50	172,50
– Antracit orah IV 22–12 mm, za domać. fco rur- si revir	DM/t	139,75	176,17	203,00	213,00	...	...	231,00
Francuska								
– Masni orah, 50–80 mm, fco sever. revir	FF/t	125,50	186,60	...	...	..	...	...
– Antracit, fin – 0/6 mm, fco sev. franc. rud.	FF/t	...	...	192,00	192,00	201,38	250,75	...
– Plam.orah, 20/30– 15/35 mm, fco Rudn. Lothringen	FF/t	127,00	169,65	208,00	230,25	...	...	...
– Saar. A prosejan. mas., fco utovaren Benning	FF/t	205,99	324,47	434,66	355,81	...	...	...
Belgija								
– Masni orah, 30–50 mm fco vagon Rudnik Campine	B frs/t	1.095	1.700	2.450	...	...	...	...
– Antracit, orah, III, 18/30–20/30 mm. fco vagon rudnik	B frs/t	2.107	2.604	3.135	...	...	...	...
Italija – Milano								
– Gasno plam., polj., 40–80 mm, fco utovareno	Lit/t	20.850	32.995	43.900	50.063	59.115	62.800	...

*)S obzirom na vrlo česte izmene međusobnih odnosa valute, iznete dolarske cene, sem dolarskog područja, samo su približno tačne.

**)Priese Löhne Wirtschaftsrechnungen, fachserie M. Statistisches Bundesamt Wiesbaden – sveske iz 1973. – 1978. god. i Taschenbuch für den Brennstoffhandel 79/80 – Glückauf, Essen

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine						
		1973.	1974.	1975.	1976.	1977.	1978.	1979.
- Antracit orah, nem., 30-50 mm, fco utov.	Lit/t	42.675	63.950	77.088	85.525	...	...
- Antracit orah, juž. afrič., 30-60 mm, fco utovareno	Lit/t	31.133	55.204	65.992	74.400	...	...
Švajcarska								
- Antracit, Rur, 30-50 mm, uvoz. cena fco granica	Šfrs/t	234.70	289,63	303,38	303,80	...	...
SAD								
- Bitumen, domaća prodaja na veliko, pros. cena, fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb ...	...	...	...	...	...	...
- Bitumen, industr. prosejan, pros. cena fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	11,82	...	...	...	...	...
- Pensilvanija, antracit kesten, pros. cena fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	20,04	29,97	44,86	46,43	...	...
MRKI UGALJ BRIKETIRAN								
Sav.Rep.Nemačka								
- Rajnski, finozmasti, utovaren, određene cene za osnovno područje	DM/t	54,50	58,00	65,30	70,50	...	...	89
Italija - Milano								
- nemački, fco utovareno u vagon	Lit/t	25.392	38.219	45.367	57,115	...		
vajcarska								
- nemački „Union”, uvozne formi- rane cene	Šfrs/t	148,26	165,97	172,00	169,00	...	...
Austrija - Beč								
- nemački, rajnski „Union” fco veletrgovačko skladište	Sch/dt	116,63	...	...	...	...	...

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine						
		1973.	1974.	1975.	1976.	1977.	1978.	1979.
– srednjonemački „Rekord” fco veletrgovačko skladište	Sch/dt	104,81 ...	...	...	...	...	...	...
KOKS								
Sav.Rep.Nemačka								
– Rur. III, 90–40 mm, fco rurski revir	DM/t	143,79	182,92	215,50	227,50	227,50	232,00	254,00
Belgija								
– Topionički, 60–80 mm, fco vagon koksara	Bfrs/t	1.925	3.091	3.131	...	...	...	...
Francuska								
– Topionički, 60–90 mm, fco Severni revir Francuske	FF/t	203,33	291,79	360,50	396,00	422,50	465,17	...
– Livački, 60–90 mm fco Severni revir Francuske	FF/t	251,33	324,83	423,75	452,38	...	...	...
Austrija								
– 40–60 mm, težine preko 2 t, isporuke fco veliki potrošači	Sch/dt	151,00	191,83	241,57	247,18	...	...	...
Italija – Milano								
– Topionički, 40–70 mm, fco uto- vareno u vagon stanice Milano	Lit/t	36.458	73.829	96.858	101.508	122.166	123.425	...
– Livački, fco utovareno u vagon stanice	Lit/t	43.892	85.425	111.758	116.558	...	...	...
Švajcarska								
– gasni	Šfrs/t	218,08	259,33	311,06	320,00	...	...	...
– lomljen, 40–60 mm	Šfrs/t	216,35	262,61	317,08	318,17	...	...	...
SAD								
– Conelville, topionički, fco peći	Š/2000 lb	24,96	60,88	88,00	88,00	...	...	...

Cene nekih ruda i koncentrata obojenih metala ili njihove prerade polovinom januara 1978, 1979, 1980. i juna 1980. god. u Evropi*)

Opis	Januar 1978.	Januar 1979.	Januar 1980.	Jun 1980.
a) Cena ruda ili koncentrata				
Antimon				
komad, sulfid rude ili koncentrat, 50-55% Sb, cif	nom. 17-20	nom. 18,50-19,80	nom. 23,50-25,00	\$ po m. t jedinice Sb nom.
komad, sulfid. ruda od 60% Sb, cif nerafinisan (topljeni sulfid), 70%, komad	4.128 4.320	3.819 4.020	nerasp. nerasp.	\$ po m. toni nerasp. nerasp.
nerafinisan, 70%, crni prah				
Bizmut				
koncentrat, oksid, min. 60% Bi, cif.	nom.	nom.	nom.	\$ po kg sadržajnog metala (Bi) nom.
Hrom				
ruski, komad, min. 48%, Cr ₂ O ₃ , 3,5:1, cif pakistanski, drobit, komad 48% Cr ₂ O ₃ 3:1, fob	150-170	100-110	nom.	\$ po m. toni nom.
iranski, tvrdi komad, 48/50%, 3:1, cif turski, komad, 48%, 3:1, baza (skala 90 centi) fob	nom. nom.	nom. nom.	nom. nom.	nom. nom.
turski koncent. 48%, 3:1, baza (ista skala) fob	130-140	95-105	130-135	130-135
transvalski drobit komad., baza 44% cif fob albanski, tvrdi komad min. 42%, fob albanski, konc. 51%, fob	90-110 55-65	85-95 55-65	nom. 60-70	60-70 82-93 96-110
Mangan				
48/50% Mn, maks. 0,1% P, cif 38/40% Mn, cif	1,45-1,50 nom.	1,34-1,36 nom.	1,70-1,73 nom.	1,70-1,73 nom.
70/85% MnO ₂ , komad, cif.	90-102	94-107	nom.	elektro sortiran \$ po m. toni nom.
70/75% MnO ₂ , mleven, mešavina, cif.	125-144	131-151	nom.	nom.
Molibden				
koncentrat, fob Klimaks, baza min, 85% MoS ₂	8841	12.919	23.730	\$ po t Mo u MoS ₂
koncentrat nekih drugih porekla cif.	8.818-9.259	24.251-33.069	27.999-29.762	22.730 18.739-20.062
Odnos \$: £ računat u	januar 78. 1,92 : 1	januar 80. 2,28 : 1		
	januar 79. 2,01 : 1	jun 80. 2,33 : 1		

Opis	Januar 1978.	Januar 1979.	Januar 1980.	Junij 1980.
Tantal				
ruda min. 60% Ta ₂ O ₅ cif	52.360-58.970	83.775-90.389	220.462-246.917	\$ po toni Ta ₂ O ₅ 251.327 - 266.759
25/40% baza 30% Ta ₂ O ₅ cif 5	51.260-55.120	81.570-85.979	224.871-242.508	246.917 - 264.554
Titan rude				A \$ po m. t
Rutile konc. 95/97% TiO ₂ , pakovan, fob/Fid.	190-200	230-260	320-350	320-350
Rutile konc. 95/97% TiO ₂ , neupakovan, fob/Fid.	15-18	17-19	17-19	290-330
Ilmenite konc., malajski min. 54% TiO ₂ , fob				17-19
konc., ugovorne osnove, fob rudnik heksafluorid	88-97 88-101	88-97 88-101	81,6-92,6 83,8-94,8	\$ po kg U ₃ O ₆ 81,6-92,6 83,8-94,8
Vanadijum				\$ po kg V ₂ O ₃
pentaoksid, topiv, min. 98% V ₂ O ₃ , cif ostali izvori	5,2 5,1-5,3	5,5 5,4-5,6	6,4 6,3-6,8	6,6 6,3-6,8
b) Cene prerade rude ili koncentrata u Evropi				\$ po m. toni
Olovo				
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	145-155	125-135	95-120	90-100
Kalaj koncentrat				
70/75% Sn (uključivo odbitak)	nom.	205-235	451-517	478-548
30/65% Sn (uključivo odbitak)	394-480	275-325	605-715	641-757
20/30% Sn (uključivo odbitak)	422-499	310-360	682-792	722-839

Cene nekih primarnih proizvoda obojenih metala na međunarodnom tržištu polovinom januara 1978, 1979, 1980. i juna 1980. god. *)

Opis	Januar 1978.	Januar 1979.	Januar 1980.	Juni 1980.
- Bakar				
Australija, baza vajerbar, cif. gl. austral. luke (A. \$)	1.100	1.340	2.140	1.780
Belgija, elektrolitni, fco fabrika	1.283	1.563	2.486	1.992
Kanada, fob Toronto Montreal (kan. \$)	1.538	1.844-1.888	2.690-2.712	3.461
Francuska, W/B (GIRM), fot. isključ. takse	1.295	1.600	2.543	2.043
Zapadna Nemačka, elektrolitni (cene isporuke)	1.300-1.314	1.578-1.594	2.502-2.522	2.027-2.050
katode	1.252-1.271	1.508-1.551	2.261-2.290	1.981-2.009
Italija, W/B, 99,9%, fco fabrika	1.431-1.407	1.705-1.764	2.466-2.591	2.242-2.361
Japan, fco. robna kuća - zvanična cena	1.366	1.744	2.489	2.215
- tržišna cena	1.325	1.667	2.320	2.123
Južna Afrika, W/B (elektro vajerbar)	1.440	1.525	2.169	1.800
Olovo				
Australija, fob. luka Pirie (A. \$)	550	750	1050	750
Kanada, isporučeno (kan. \$)	777	1.014	1.455-1.565	1.213
Francuska, fot. isključ. takse, 99,9%	716	916	1.103	772
Zapadna Nemačka, primarno olovo	680-698	903-950	1.073-1.131	aprox. 764
Italija, 99,9%; fco fabrika	758-809	968-999	1.358-1.420	909-968
Japan, elektrolitni, - zvanične cene	475	1.077	1.181	831
- tržišne cene	753	990	1.329	923
- Cink				
Australija, HG (A. \$)	543	639	700	725
Kanada, isporučeno PW (kan. \$)	717	816-860	948	948
Francuska, fot. isklj. takse, 99,95%	648	802	868	845
oko 99,75%	631	784	849	826
Zapadna Nemačka, primarni rafinirani 99,9%	596	712-738	783-800	764-770
Italija, elektrolitički, 99,95%, fco fabrika	586	712-743	794-806	775-781
99,99% fco fabrika	609-638	766-813	822-872	789-849
98,50% fco fabrika	604-632	734-801	810-860	777-837
	598-627	742-789	797-847	765-825

*) Odnos \$: f. računat u
 - januar 78. 1,92 : 1
 - januar 79. 2,01 : 1
 - mart 80. 2,20 : 1
 - juni 80. 2,33 : 1

Opis	Januar 1978.	Januar 1979.	Januar 1980.	Juni 1980.
Japan, fco, robna kuća - zvanične cene - tržišne cene	708	836	898	969
Vel. Britanija, ingoti, GOB proizvod. osnova	700	836	839	923
Vel. Britanija - ingoti min. 99,95% - premija	610	724	811	786
određeni dobavljači - premija	8,6	9,0	10,26	10,48
min. 99,99% - premija	0	0	0	0
određeni dobavljači - premija	15,4	16,1	18,24	18,64
	7,7	0-8,0	9,12	0-9,32
- Kalaj				
Belgija, rafinisani, fco robne kuće	18.887	21.488	26.191	26.007
Francuska, fot. isključ. takse	12.691	14.656	26.903	17.946
Zapadna Nemačka 99,9%	12.396-12.517	14.650-14.794	17.499-17.673	18.240-18.421
Italija, fco fabrika	14.200-14.810	16.268-17.106	19.433-20.429	19.845-21.041
Japan, elektrolitni, fco robna kuća zvanična cena - tržišna cena	13.082	15.897	17.716	19.153
			17.884	18.645
- Aluminijum				
primami ingoti, svetska cena			1.600	1.750
Kanada, cif. Hong Kong i Rotterdam	1.124	1.235		1.820
Kaiser, cif glavne luke				1.855
Kaiser, cif luke L. Amerika	1.157	1.270		1.895
Određene ostale transakcije				
min. 99,5%, ingoti, cif Evropa neplać. carina	950-965	1.230-1.245	1.975-2.075	1.610-1.645
min. 99,7%, ingoti, cif Evropa neplać. carina	1.000-1.020	1.240-1.260	1.925-2.025	1.625-1.680
min. 99,7%, ingoti, EEC, cif. Evropa, plać. carina	964	1.255-1.280	nom.	1.715-1.755
Australija, ingoti 99,5%, fco rob. kuća (A. \$)	1.221	1.013	1.244	1.545
Francuska, 99,6%, fot. isključ. takse	1.350	1.440	1.855	1.931
Zapadna Nemačka, 99,5%	1.173-1.253	1.540	1.739-1.768	1.952-1.981
Italija, 99,5%, fco fabrika	1.271	1.352-1.423	1.968-2.118	2.152-2.271
Japan, fco robna kuća	1.168	1.436	2.025	2.215
SAD, 99,5%, fob kupac		1.168	1.455	1.587-1.653
Velika Britanija, kan. am. i engleske objavlji. cene, min. 99,5% ispor.	1.306	1.427	1.847	1.887-1.899
objavlji. cene, min. 99,8% ispor.	1.354	1.477	1.904	1.946-1.557
Norveška, 99,5-99,79%, cif, sev. Evt., neplaćena carina			1.671	1.831

Opis	Januar 1978.	Januar 1979.	Januar 1980.	Juni 1980.
- Antimon				
Evrop. slob. trž. regulus 99,6%, cif. Evropa	2.140-2.180	2.700-2.750	3.240-3.280	3.270-3.320
Francuska, 99%, fob isključ. takse	2.494	3.292	3.760	4.202
Italija, 99,6%, fco fabrika	2.506-2.848	3.050-3.419	3.613-4049	3.706-4.184
Japan-Tokio, fco robna kuća	3.188	4.820	3.585	4.200
Velika Britanija, 99%, isporuke od 5 tona	4.128	3.819	nerasp.	nerasp.
SAD, 99,5%, fob Laredo	4.176	3.869	nerasp.	nerasp.
3.871				
- Bizmut				
Evropsko slob. tržište, lot od tone, cif	6.401-5.662	3.638-4.299	5.622-6.063	5.071-5.291
Velika Britanija, proizv. prodaja 99,99%, fot	11.023	11.023	11.023	6.614
Francuska, 99,997%, fot, isključ. takse	12.209	12.508	6.184	6.267
- Kadmijum				
Evropske referencne cene, 99,95% šipke cif / fco fabrika, lot od tone	4.800-4.992	5.527-5.728	nom.	nom.
Evropsko slobodno tržište. cif. Evropa	3.660-3.770	4.475-4.608	6.283-6.614	4.630-4.960
- ingoti	3.748-3.858	4.519-4.674	6.504-6.945	4.630-4.960
- šipke	4.999	5.794	6.927	6.437
Francuska (Komora sindikata) fot	4.557-5.126	5.024-5.622	6.664-7.287	5.021-5.619
Italija, fco fabrika 99,95% šipke	9.522	11.795	9.701	10.615
Japan fco robna kuća - zvanična cena	8.280	10.256	8.014	8.769
- tržišna cena	4.960-5.512	4.960-5.512	7.165	7.165
SAD, 99,95% šipke, lotovi od tone	6.614	6.614	6.614	6.990
Velika Britanija - Komonvelt, šipke 99,95% cif	4.021-5.079	5.096-5.317	nerasp.	nerasp.
- slob. trž. ingoti				
- Kalcijum				
Vel. Britanija, šipke i dr., isporučeno	13.968	14.623	16.588	16.951
- Hrom				
Vel. Britanija, komad. min. 99%, 5-100 t lot	5.434-5.875	5.688-6.151	7.866-8.094	9.436-9.902

Opis	Januar 1978.	Januar 1979.	Januar 1980.	Junij 1980.
- Kobalt				
Svet - Sozacom. cif (od XII 76.)	29.500	30.389-34.798	57.688	57.283
Slob. tržište, 99,5% cif, Evropa	nerasp.	nerasp.	51.809-55.115	46.848-50.155
Francuska, fot. isključ. takse 100 kg nadalje	14.110	44.092	59.124	58.055
Velika Britanija, Soracom, isp.cif	14.503	43.542	61.560	58.250
Zambijski, cif			55.115	55.115
USA, proizvodacke cene, cif	14.110	44.092	55.115	55.115
- Germanijum				
Velika Britanija zona raf. 300 oma/cm, dazb. placene, \$ po kg	232	243	529	637
- Magnezijum				
Evrop. slob. tržište ingoti min. 99,8%, cif.	1.940-2.028	2.205-2.337	2.491-2.731	2.359-2.756
Francuska, čist. fot. isključ. takse	2.368	2.758	3.018	3.134
Italija, 99,9%, fco fabrika	4.315-4.420	2.512-2.572	3.052-3.363	3.228-3.527
Velika Britanija, elektro min. 99,8%, isključ. dazb. ingoti 8/9 kg	2.571	2.691	3.121	3.190
ingoti od 8 kg min. 99,8%	2.582	nerasp.	nerasp.	nerasp.
ingoti od 4 kg, elektro 99,8%	nerasp.	2.703	3.135	3.204
prah, klasa 4, fco fabrika	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
„Raspings” isporuke u Engleskoj	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
- Mangan				
Velika Britanija, elektro min. 99,95% isključ. takse	1.267	1.126	1.482-1.493	1.584-1.596
Italija, 96/97%, fco fabrika	1.367-1.595	1.435-1.675	1.495-1.744	1.733-1.973
- Molibden				
Velika Britanija, prah	17.184-17.760	21.306-21.708	54.720-59.280	55.920-60.580
- Nikl				
Slob. tržište, rafinisani, cif Evropa	3.968-4.343	3.571-3.858	6.129-6.945	6.063-7.001
Evropa (kubanski) sinter 90	4.365	4.431	6.790	7.319
Evropa (kubanski) oksid 76	4.233	4.299	6.746	7.275
Evropa, kubanski granulati oksid 76	...	...	7.075	7.231
Francuska, rafinisani, fot. isključ. takse	5.157	5.121	6.702	8.089

Opis	Januar 1978.	Januar 1979.	Januar 1980.	Trmi 1980.
Italija, katode i zrna, 99,5%, fco fabrika	4.557-5.012	4.665-5.024	7.599-8.097	8.010-8.488
Holandija - Amax, briketi fob Rotterdam	4.542	4.674	7.055	7.606
Japan, Tokio, fco robna kuća, zvanične cene	6.707	...	9.027	10.523
Japan, Tokio, fco robna kuća, tržišna cena	6.251	6.154	8.014	10.153
Velika Britanija, rafinisani, isp. od 5 i više t	nerasp.	nerasp.	7.400	7.569
"F" kugle isp. od 5 i više t	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
sinter 90 (sadržaj nikla)	nerasp.	nerasp.	7.013	7.283
sinter 75 (sadržaj nikla)	nerasp.	nerasp.	7.013	7.584
Incomet, isporučeno \$ po t Ni	5.307	5.307	7.032	7.694
feronikli-Falconbridge \$ po t Ni	4.860	4.652	7.143	
SMIN-FNC. \$/t Ni				
SAD, 99,9%, fob proizv. rob. kuće,	4.586	4.409	7.165	7.716
uklj. uvoz. car.	4.542	4.674	7.055	7.608
Amax, briketi, fob luke	4.409	4.475	6.856	7.474
Amax, ASP				
- Platina				
Italija, 99,90%	5.742-6.026	9.671-11.268	14.450-23.357	14.406-20.861
Velika Britanija, empirički rafinisana	5.926	9.403	14.294	13.670
SAD fco Njujork	5.790	9.650	13.503	13.503
- Renijum				
engl. prah, min. 99,99%	1.334	1.407	\$ po kg	nom.
- Živa				
Evropsko slob. trž. min. 99,99% cif. gl.evr.luke	127-132	177-185	385-400	380-390
Japan, Tokio, fco robna kuća	207	287	422	494
SAD (MW Njujork)	131-135	179-185	360-370	375-390
Spanija, fob španska luka			400	415
- Selen				
Sev. Amer. proizvodnja, 99,5% komad lotovi	33	33	\$ po kg	22-26
od 100 lb Evropsko slobodno tržište, cif.	20-21	26-28	21-24	18-20
- Silicijum				
Evropsko slob. trž. norm. kval. 98,5% Si, cif.	680-750	1.060-1.100	1.330-1.380	1.275-1.325
Italija, fco fabrika	911-946	1.136-1.232	1.557-1.682	1.494-1.614
Velika Britanija, min. 98%, lot 10-20 tona	902-940	1.136-1.166	1.505	1.573
- Srebro				
Japan, fco robna kuća	161	203	\$ po kg.	539
- Tellur				
Velika Britanija, komad. i prah 99/99,5%	44.092	4.409-5.071	\$ po toni	44.092
šipke min. 99,5%	44.092	4.409-5.071	44.092 50.706	44.092
- Titan				
Velika Britanija, bijeli, 400-100 m/m				
od septembra 1977. god. sunder 99,3% max.				
120 brinela, bazna cena	2.222	6.834-7.236	7.752-8.208	7.922-8.388

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala (LME) i engleskom tržištu (MB) u 1979. god. i januar – juni 1980. god.*)

\$ po m. toni, kg i flaši

Opis	1979. god.				1980. god.		
	jan.–dec.		dece-	god.	jan.–juni		juni
	najviše	najniže	mbar	prosek	najviše	najniže	prosek
Bakar (LME)							
– cash vajerbar	2.362	1.628	2.212	1.989	3.216	1.954	2.009
– cash katode	2.295	1.585	2.138	1.948	3.079	1.890	1.949
– tromes. vajerbar	2.381	1.672	2.216	2.008	3.215	2.002	2.063
– tromes. katode	2.392	1.637	2.170	1.976	3.139	1.954	2.010
– settlem. vajerbar	2.364	1.629	2.215	1.990	3.217	1.955	2.010
– settlem. katode	2.296	1,587	2.139	1.950	3.082	1.891	1.951
– bakar, eif Evropa	...	...	...	1.982	...	...	...
Olovo (LME)							
– cash	1.509	968	1.175	1.208	1.372	703	739
– tromesečno	1.364	894	1.142	1.156	1.216	724	755
– settlement	1.510	969	1.177	1.209	1.376	704	740
Cink (LME)							
– cash	867	585	749	744	942	659	678
– tromesečno	897	610	767	767	970	684	705
– settlement	868	585	750	745	943	666	679
Cink (GOB)							
– proizvodna osnova	...	...	...	793	...	...	780
Kalaj (LME)							
– standardni							
– cash	17.306	13.494	16.982	15.498	19.773	16.889	17.241
– tromesečno	16.780	13.573	16.376	15.089	19.744	16.760	17.154
– settlement	17.359	13.504	16.996	15.509	19.785	16.895	17.253
Kalaj (LME)							
– visokog stepena							
– cash	17.306	13.504	16.982	15.521	19.773	16.889	17.257
– tromesečno	16.786	13.589	16.407	15.124	19.755	16.836	17.242
– settlement	17.359	13.525	16.996	15.536	19.785	16.895	17.273
Aluminijum (MB)							
– cash	1.987	1.314	1.914	1.605	2.262	1.896	1.671
– tromesečno	1.862	1.310	1.824	1.576	2.258	1.625	1.672
– settlement	1.994	1.315	1.917	1.820	2.267	1.598	1.763
– min 99,5% ingoti	1.740	1.509	...	...	1.675	1.640	...
– min 99,7% ingoti	1.760	1.525	...	...	1.771	1.676	...
Nikl							
– cash	6.369	5.138	5.748	6.235	7.453	5.979	6.393
– tromesečno	8.082	5.400	6.095	6.348	7.646	6.183	6.449
– settlement	6.380	5.176	5.762	6.249	7.465	5.990	6.317
– slob.trž. cif Evropa	6.367	5.794	...	...	7.004	6.036	...
Antimon (MB)							
– evrop. slob. trž. 99,6% cif		3.093	3.032	...	3.335	3.772	...
Živa (MB)							
– min 99,99% cif. glav. evr. luke, \$ po flaši od 76 lb	299	284	...	...	392	381	...
Bizmut							
– evr.slob.trž., cif	5.701	5.093	...	...	5.375	5.099	...
Kadmijum (MB)							
– evrop. ref. cene, ingoti 99,95%, cif/ex fabr.	nerasp.	nerasp.		6.614			
– Komonvelt, šipke 99,95%, cif	6.614	6.614			6.814		
– evrop. slob. trž., ingoti	5.437	5.368			5.099	4.769	
– evrop.slob. trž. šipka	5.730	5.470			5.168	4.837	
Platina, London				14.235		20.636	
Zlato–London (MB)							
– prepod, kotacija	14.307	14.631			19.333	19.327	
Srebro (LME)							
– Cash – spot	981	203	715	353	1.622	353	510
– tromesečno	1.008	208	737	362	1.624	367	530
– settlement	983	203	717	353	1.625	354	511
– godišnje							
Selen (MB) \$ /kg							
– ostali izvori, cif	26	24			21	18	...

*) Odnos \$: £ za najviše najniže i godišnji prosek za 1979. god. je 2,13 : 1, za decembar 1979. god. 2,2 : 1, a za januar–juni 1980. god. 2,34 : 1.

Promet osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala u 1975, 1976, 1977, 1978, 1979. i januar – maj 1980. god. *)

Vrsta proizvoda	Godine					
	1975.	1976.	1977.	1978.	1979.	1980. januar–maj
Bakar	3,500.000	5,076.400	4,316.475	5.270.625	5.722.600	2,536.675
Olovo	931.250	1,179,950	1,901.000	1,876.125	2.243.175	1,150.300
Cink	1,158.525	1.326.575	1,339.000	1,287.800	1.318.375	704.300
Kalaj	205.184	334.475	403.550	390.220	288.705	119.670
Nikl						60.320
Srebro						63.622

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala za period januar–decembar 1978 i 1979. i januar–maj i prosek maj 1980. *)

\$ po m. toni

Opis	1978.			1979.			1980.		
	jan.–dec.		decemb.	jan.–dec.		decemb.	ian.–dec.		decembar
	najviša	najniža	prosek	najviša	najniža	prosek	najviše	najniže	prosek
Bakar									
cash–vajerbar	1.549	1.167	1.562	2.362	1.628	2.212	3.160	2.000	2.044
–katode	1.528	1.152	1.503	2.295	1.585	2.138	3.027	1.949	2.000
tromesečno									
–vajerbar	1.580	1.194	1.562	2.381	1.672	2.216	3.160	2.059	2.100
–katode	1.561	1.176	1.538	2.397	1.637	2.170	3.085	2.009	2.052
settlement									
–vajerbar	1.549	1.168	1.532	2.364	1.629	2.215	3.162	2.001	2.046
–katode	1.523	1.153	1.504	2.296	1.587	2.139	3.029	1.950	2.270
Olovo									
cash	890	524	858	1.509	968	1.175	1.349	735	782
tromesečno	835	533	806	1.364	894	1.142	1.195	746	798
settlement	890	524	859	1.510	969	1.177	1.352	736	783
Cink									
cash	744	448	686	867	585	749	926	658	690
tromesečno	755	451	706	897	610	767	953	683	715
settlement	744	449	687	868	585	750	927	660	691
Kalaj – standard									
cash	15.989	11.025	14.172	13.494	16.982	15.498	19.435	16.600	17.165
tromesečno	15.528	11.014	10.960	13.573	16.376	15.089	19.406	16.474	17.054
settlement	15.999	11.030	14.179	13.504	16.996	15.509	19.446	16.606	17.178
Kalaj – visokog stepena									
cash	15.999	11.025	14.180	13.504	16.982	15.521	19.435	16.600	17.222
tromesečno	15.622	11.025	13.982	13.589	16.407	15.124	19.418	16.548	17.109
settlement	16.019	11.030	14.160	13.525	16.996	15.536	19.446	16.606	17.241
Srebro									
cash	199	154	191	981	203	715	1.594	347	404
tromesečno	204	156	196	1.008	208	737	1.606	361	419
settlement	205	154	201	983	203	717	1.597	347	405

*N a p o m e n a: pri pretvaranju eng. funte u am. dolare korišćeni su odnosi
– decembar 78. 1,985 \$ za 1 £
– decembar 79. god. 2,2 \$: £, a za najviše i najniže 2,13 \$: 1£
– maj 80. god. 3,20 \$: 1 £

Najviše, najniže ili proseci cena ostalih obojenih metala na Londonskom tržištu u decembru 1978. i 1979. i maju 1980. god.

Opis	Decembar 1978.		Decembar 1979.		Maj 1980.	
	najviše	najniže	najviše	najniže	najviše	prosek
Aluminijum						
- cash	1.987	1.314	1.914	1.662	1.774	1.774
- tromesečno	1.862	1.310	1.824	1.669	1.751	1.751
- settlement	1.994	1.315	1.917	1.663	1.776	1.776
- primarni ingoti, određene ostale transakcije, min 99,5% robne kuće Evrope carina nije plaćena						
- minimum 99,7%, ingoti. dažbine neplaćene	1.185	1.170	1.740	1.758	...	...
- minimum 99,7%, ingoti. dažbine neplaćene	-	-	1.760	1.770	...	...
Niki						
- cash	6.369	5.138	5.748	5.876	5.995	5.995
- tromesečno	8.082	5.400	6.095	6.078	6.210	6.210
- settlement	6.380	5.176	5.762	5.888	6.006	6.006
- evropsko slob. tržište	6.367	5.794	...	5.864	...	...
Antimon						
- regulus, evropsko slobodno tržište, 99,6%, cif Evropa	2.725	2.135	3.093	3.357	...	...
Bizmut						
- evropsko slobodno tržište, cif	4.506	3.887	5.701	5.450	...	...
Kadmijum						
- UK, cif, 99,95%, šipke, evrop. referent. cena, cif/ex-fabrike	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
- Komonvelt, cif, 99,95%, šipke	5.251	5.033	6.614	6.614	6.614	6.614
- Slobodno tržište, ingoti i šipke UK	4.636	4.560	5.437	5.368	...	...
- Evropsko slobodno tržište	4.676	4.504	5.730	5.470	5.033	5.033
- ingoti, cif					4.727	4.467
- blokovi, cif					...	4.667
Ziva						
- min. 99,90% cif. glavne evropske luke (\$/flaši)	155	148	299	284	400	388
Platina						
- London, popodnevna kotacija (\$/kg)	6.684	6.679	14.631	14.307	16.519	16.490
- prepodnevne prodaje (\$/kg)						
Srebro						
- promptne prodaje (\$/kg)	Prosek	Prosek	Prosek	Prosek	Prosek	Prosek
- tromesečne prodaje (\$/kg)	191	715	715	715	715	406
- šestomesečne prodaje (\$/kg)	196	737	737	737	737	421
- godišnje prodaje (\$/kg)	201	717	717	717	717	435
- godišnje prodaje (\$/kg)	211	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.	464
Selen						
- ostali izvori, cif (\$/kg)	29	28	26	26	22	20

Cene nekih nemetala polovinom I kvartala 1976, 1978, 1979. i 1980. i II kvartala 1980. god.

(Cene su obično cif glavne evropske luke)

\$ po m. toni

Proizvodni	I kvartal	I kvartal	I kvartal	I kvartal	I kvartal	II kvartal
	1976.	1977.	1978.	1979.	1980.	1980.
Glinica i boksit						
glinica-kalc. 98,5-99,5% Al ₂ O ₃	245-256	256-264	304-316	320-380	352-418	368-437
fco fabrika, pakovanje uključeno	272-282	276-283	332-342	370-460	407-506	425-529
glinica, kalc. srednje sadr. sode						
boksiti za abrazive i alum. min.	85-99	66-77	80-93	86-102	125-145	131-152
86% Al ₂ O ₃	125	98	156	176	194	202
boksiti vatrostalni min. 86% Al ₂ O ₃						
Abrazivi						
korund. prirodni abraz. sir., komad., cif	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.
korund. krupnozrnasti, cif	154-164	120-128	142-152	150-160	165-176	172-184
korund srednje i fino zrnasti, cif	164-184	128-144	152-171	160-180	176-198	184-207
ukrasni kamen (Idaho) 8-230						
meša, fob Frenwood	88-136	88-136	88-136	88-136	118-155	118-155
topljeni al. oksid (braun) min. 94%						
Al ₂ O ₃ , 8-220 meša, cif	383-421	394-409	475-494	630-650	136-880	874-920
topljen al. oksid (beo) min. 99,5%						
Al ₂ O ₃ , 8-220 meša, cif	474-504	472-504	570-608	700-760	968-1.012	1.012-1.058
silikon karbidi. 8-220 meša, cif						
- crni oko 99% SiC	757-767	709-724	855-874	1.120-1.160	1.254-1.298	1.311-1.359
- zeleni preko 99,5% SiC	958-968	898-913	1.083-1.060	1.420-1.460	1.562-1.606	1.633-1.670
Azbest (kanadski), fco Kvibek						
krudum No 1	3.851	4.393	4.393	4.393	nom.	nom.
krudum No 2	1.613	2.386	2.386	2.386	nom.	nom.
grupa No 3	982-1.613	1.120-1.839	1.120-1.839	1.120-1.830	1.158-1.951	1.158-1.951
grupa No 4	512-914	618-1.042	618-1.042	757-1.114	843-1.251	843-1.251
grupa No 5	306-420	349-478	349-478	428-586	485-694	485-694
grupa No 6	290	331	331	331-366	408-419	408-419
grupa No 7	98-188	111-215	111-215	125-240	132-265	132-265
Bariti						
mleveni, beo, sortiran po bojama						
96-98% BaSO ₄ 99% finoća	141-161	110-126	133-152	170-210	187-231	195-241
350 meša, Engl.	182-222	142-173	171-209	190-240	209-264	218-276
mikronizirani min. 99% fini Engl.	36-42	46-47	55-57	60-66	74-77	78-80
nemleveni, min. 92% BaSO ₄ , cif	52-56	61-65	74-78	80-84	92-97	97-101
sortirani bušenjem, mljeven. pakov.						

*JS obzirom da se izvorni materijal koristi iz Industrial Minerals, to se i njihov odnos prema £ koristi iz ovih izvora i on je u I kvartalu 1976. godine \$ 2,05 : 1 £, u I kvartalu 1977. god. \$ 1,6 : 1 £ u prvom kvartalu 1978. god. \$ 1,90 : 1 £, u I kvartalu 1980. god. \$ 2,2 : 1 £, a u II kvartalu 1980. god. \$ 2,3 : 1 £ za 1 m. tonu.

Proizvodi	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	I kvartal 1979.	I kvartal 1980.	II kvartal 1980.
Bentoniti						
drobina (shredded) vazd. osuš., fob.	10-30	9-25	11-30	12-32	28	28
mleven. vazdušno flotiran, pakovan, fob	30-81	35-66	42-80	44-84	39	39
Vajomming, livački sortiran, 85% kroz						
200 meša, u vrećama	97-103	101-107	127-133	134-140	147-158	154-166
Flint ilovača, kalcinirana, cif	61-81	55-71	85-95	90-100	110-132	115-138
Fulerova zemlja, pir. ilovač. sort. Engl.	61-71	50-58	76-95	80-100	95-121	99-126
Fulerova zemlja, za građevinarstvo, rinfuz	73-77	60-69	82-95	86-100	99-119	103-124
Feldspat						
keramički prah 200 meša, pakovan u	71-77	79-88	123-114	130-140	143-154	149-161
vreće, fco magacin						
pesak 2-3 m/m, keramički/staklarski,	40-54	44-57	61-76	68-84	75-92	78-97
cif						
keramički, nepakovan - rinfuz					41	41
fob Spruce Pine, NC, 170-250 meša					53-57	53-57
fob Monticello Ga 120-250 meša					41	41
fob Middleton, Con., - 200 meša						
staklarski nepakovan - rinfuz					26	26
fob Spruce Pine, NC, 97-200 meša					30	30
fob Middleton, Con., 96-200 meša					39	39
fob Monticello, Ga, 92-200 meša						
Fluorit						
Metalur., min. 70% Ca F ₂ , fco eng. rud.	30-61	31-47	38-57	40-60	77-99	80-103
za hem. svrhe, suv 97% CaF ₂ pak.	81-111	63-87	104-123	110-130	187-220	195-230
keramički, mleven 93-95% CaF ₂ cif	61-81	47-63	nom.	nom.	125-135	125-135
Meksički fluorit, fob Tampico, kvan. cene					120	120
za hemijske svrhe					96	96
metalurški						
Fosfat						
Florida, fco rudnik						
60% TCP					Dom. tržište	Izvoz
60-66% TCP					11,85	11,85
66-70% TCP, fob	36	36	33	33	22,83	20,02
70-72% TCP, fob	45	45	41	41	16,96	23,75
72-74% TCP, fob	52	52	47	47	19,92	23,14
74% TCP, fob	58	58	53	53	25,50	26,42
Maroko, kval. 75-77% TPC,					20,82	30,18
fas Kasablanka	48,5	48,5	48,5	48,5	48,50	48,50
Maroko, kval. 70-72%, fas Kasablanka	46	46	46	46	46,00	46,00
Tunis 65-68% TCP, fas Sfax						
Naura, kval, 83% TCP, fob	30-32	30-32	30-32	30-32	30-32,00	32,00

Proizvodni	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	I kvartal 1979.	I kvartal 1980.	II kvartal 1980.
Gips						
krudum, fco rudnik ili cif	4-5	4-5	6,65	7-8	8-9	8-9
Grafit (Cejlon)						
razni asortimani, 50-90%, C, fob						
Kolombo, upakovan	71-404	55-315	137-606	164-766	180-843	189-881
Hromit						
Transval, drobitv. hem. sortimani baza						
46% Cr ₂ O ₃ cif od 178, 44/45% Cr ₂ O ₃ fob	64-69	64-69	55-60	55-60	55-60	60-70
Transval, livacki 45% Cr ₂ O ₃ fob			60-65	60-65	60-65	70-75
Transval, vatrost. 46% Cr ₂ O ₃ fob			65-70	65-70	65-70	70-80
Filipini, grubo sortirani, mm 30% Cr ₂ O ₃ cif	77-81	87-94	95-104	100-110	110-121	85-105
u obliku peska, u kalupima, 93% finoće 30 meša, isp. Engl.	125-131	101-107	150-161	158-170	174-187	217-218
Kaolin						
rafinisani viša vrsta, neupak., rinfuz fob					110-154	115-161
slojevita glina					33-88	34-92
glina za punjenje					35-106	37-110
glina za gncariju						
Kvarc						
mlevena slika 98-99, 7% SiO ₂ - 120 meša	42	33	40	42	46	48
mlevena slika 98-99, 7% SiO ₂ - 300 meša	50	39	47	50	55	57
mlevena slika 98-99, 7% SiO ₂ 90% < 10 mikrona	119	93	112	118	130	136
Kriolit						
prit. Grenland 94/98, 5%, pakov. fob Denmark	500-550	500-550	500-550	500-550	500-550	500-550
Liskun u prahu						
suvo mleven, fco proizvođač	192-262	150-228	180-275	190-290	231-341	241-356
mokro mleven, fco proizvođač	343-404	268-315	323-380	380-480	440-572	460-598
rudarski otpaci, muskovit, bez stranih primesa, cif	111-131	87-102	104-123	110-130	132-165	138-172
mikroniziran	242-323	189-252	228-304	260-360	330-440	345-460
Magnezit						
grčki nekalc., komad., cif	77-91	71-79	85-95	90-100	99-110	103-115
kalcinirani, poljopr. stepen, cif	101-121	87-102	152-171	160-180	187-209	195-218
kalcinirani, indust. stepen, cif	131-262	102-322	171-323	180-340	220-396	230-414
dobro pečen, sortirani, cif	131-141	152-161	184-194	194-204	231-253	241-264
Engl. sirov. magnezit, komad	141-155	161-173	194-209	204-220	275-297	287-310

Proizvodi	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	I kvartal 1979.	I kvartal 1980.	II kvartal 1980.
Nitrat čileanski nitrat sode, oko 98%	147	131	156	164	231	241
Pirit, baza 48 S španski (Rio Tinto i Tharsis) fob Huelva portugalski (Ajustreal i Louzal) fot Setubal ostali (Kipar, Norveška i dr.) cif	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.
Potaša Muriata, 60% K ₂ O, cif, cena po m. t materijala	91-93	71-72	87-89	90-92	99-101	99-106
Sumpor SAD, freš, tečan, sjajan (bistar) terminal Tampa	67	67	67	73,25	95,50	116
SAD freš, tečan, sjajan (bistar) cif S. Evropa	74	74	75	75	110-115	110-115
meksički, kanadski, francuski, poljski, tečan, cif. S. Evropa	74.	74	75	75	110-115	110-115
kanadski, suve trake, fob Vankuver, spot kanadski, suve trake, fob Vankuver, ugovoreno	79-84	79-84	80-85	80-85	130	130
Talk norveški, francuski i dr., cif	61-222	71-197	85-266	90-280	90-330	90-345
Volastonit izvozno - uvozni kval. pakovan, cif aprox. 300 meša fas SAD luke, 20 t lotovi, za izvoz	161-182	126-142	aprox. 190	aprox. 100	aprox. 220	aprox. 230
					73-83	73-83

Izvori osnovnih podataka

- Metal Statistics, 1976–1980.
- Preise Löhne Wirtschaftstreckungen, 1976–1980.
- Metal Buletin – bilteni 1976–1980.
- Metals Week – bilteni 1976–1980.
- Industrial Minerals – bilteni 1976–1980.
- World Mining – bilteni 1976–1980.
- Engineering and Mining Journal 1976–1980.
- Un Quarterly Bulletin – bilteni 1976–1980.
- Metalstatistik 1967–1978 Frankfurt A/M.
- Statistisches Bundesamt, Disseldorf
- Metal Bulletin (Monthly), 1976–1980.
- South African Mining & Engineering Journal. 1976–1980.
- Bergbau, 1976–1980.
- Erzmetall, 1976–1980.
- Braunkohle, 1976–1980.
- Glückauf, 1976–1980.
- Canadian Mining Journal, 1976–1980.
- Mining Magazine 1976–1980.

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

izdaje časopis:

„RUDARSKI GLASNIK“

(izlazi 4 puta godišnje)

Oglašavajte vaše proizvode u časopisu

Cene:

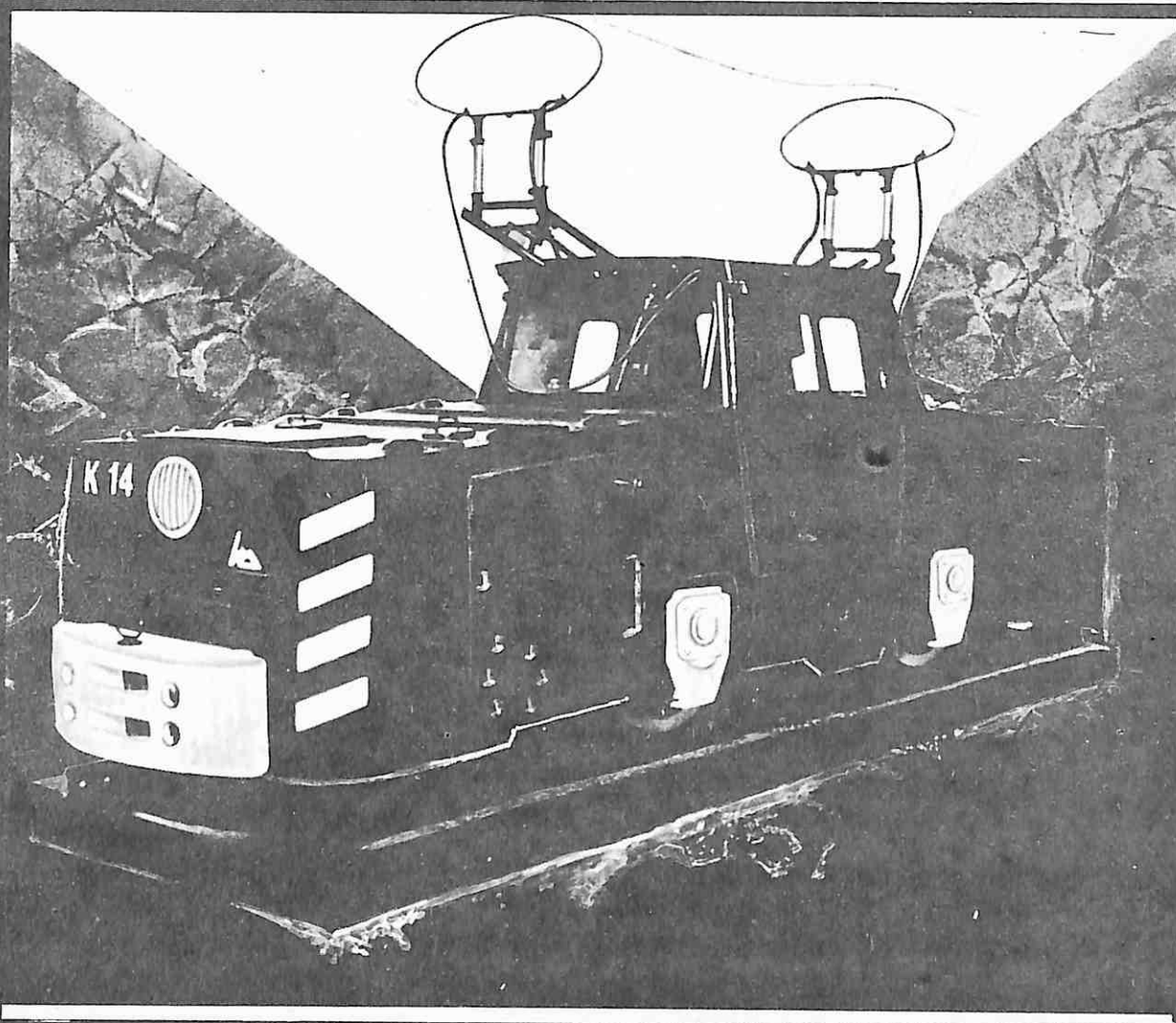
1/1 strana u crno-belaj tehnici	3.000,00.- d.
1/2 strane u crno-belaj tehnici	2.000,00.- d.

Redakcija

ZA PREVOZ RUDE I RADNIKA U RUDARSTVU

IZBOR

RUDARSKIH AKUMULATORSKIH ELEKTRIČNIH LOKOMOTIVA



MODELI:

4,5 ARP-2

5 ARV-2

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

ADHEZIONA TEŽINA t

4,5

5

VUČNA SNAGA t

0,75

0,7

BRZINA JEDNOSATNOG RADNOG REŽIMA km/h

6,4

6,44

ŠIRINA KOLOSEKA mm

550; 575; 600; 750; 900

550; 575; 600; 750; 900

VRŠIMO OBUKU KADROVA NA UPRAVLJANJU I SERVISIRANJU, KAO I ISPORUKU REZERVNIH DELOVA.



ENERGOMACHEXPORT

SSSR, 127486 MOSKVA, DEGUNINSKAJA UL., d.1, KORP. 4

TELEFON: 487-31-82

TELEKS: 411965 ENEKS SU

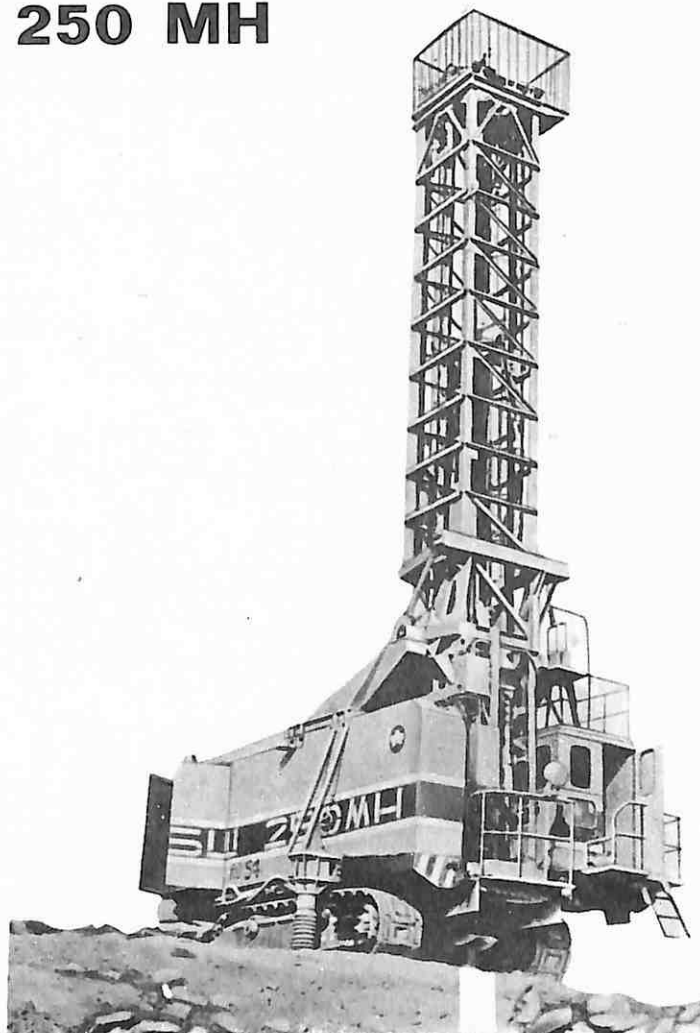
VISOKU PRODUKTIVNOST
PRI EKSPLOATACIJI POVRŠINSKIH KOPOVA

OMOGUĆUJU

SAMOHODNE MAŠINE ZA KOPANJE KRUŽNIH OTVORA

SBŠ 250 MH

- bušenje eksplozivnih pukotina na otvorenim rudarskim kopovima pod uglom prema vertikali do 30°, kao i vertikalnih pukotina prečnika do 270 mm.,
- postavljene na gusenicama sa posebnim električnim pogonom za svaku gusenicu,
- ravnomerno regulisanje brzine obrtanja dleta omogućava da se maksimalnom efikasnošću buše rude promenljive strukture i čvrstine,
- opremljene su pouzdanim sistemom za zaštitu čovekove okoline.



Prodaja i servisne usluge
Zastupnik V/O „MAŠINOEXPORT“—a u SFRJ
„RAPID“ — Export—Import
11000 BEOGRAD
Studentski trg 4
Telefon: 637 155
Telex: 11 340



MACHINOEXPORT

☎ 14715-42 ☎ 55 SR MOSKVA 117330 ☎ MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT ☎ 7207

izašao je iz štampe

Godišnjak o radu rudnika uglja u 1979. godini

Cena knjige je 2.500,00.— 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



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

Na principu inženjeringa, samostalno i u saradnji sa domaćim 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:

POSLOVNÍCU 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: MIRA MARKOVIĆ – NASLOVNA STRANA: A. KATUNARIĆ – SLIKA
NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO U RUDARSKOM INSTITUTU, BEOG-
RAD) –FOTO: S. RISTIĆ

