

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637

BROJ
3
1988

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
BERGBAUZEITSCHRIFT

I Z D A V A Č: R U D A R S K I I N S T I T U T. B E O G R A D (Z E M U N), B A T A J N I Č K I P U T 2
E D I T O R: I N S T I T U T O F M I N E S, B A T A J N I Č K I P U T 2, B E O G R A D (Z E M U N), Y U G O S L A V I A
Š T A M P A: Z A V O D Z A G R A F I Č K U D E L A T N O S T I N S T I T U T A Z A V O D O P R I V R E D U „J A R O S L A V
Č E R N I“ – B E O G R A D, B U L V O J V O D E M I Š I Č A 43, T E L. 651–067

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637

BROJ
3
1988

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
BERGBAUZEITSCHRIFT

Izdavač:

RUDARSKI INSTITUT – BEOGRAD
11080 Zemun, Batajnički put br. 2

Redakcija:

11000 Beograd, Zmaj Jovina 21

Glavni urednik:

dr inž. ĐURO MARUNIĆ

Redakcioní odbor:

**RADMILO OBRADOVIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
DRAGORAD IVANKOVIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
ALEKSANDAR ĆURČIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
BORISLAV PERKOVIC, dr inž., Rudarski institut, Beograd
LJUBOMIR ČOLIĆ, dipl.inž., Rudarski institut, Beograd
MILETA SIMIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
VELIBOR KAČUNKOVIĆ, dipl.inž., Rudarski institut, Beograd
MIRA MITROVIĆ, dipl.inž., Rudarski institut, Beograd**

Redakcija:

MIRA MARKOVIĆ, dipl.fil., Rudarski institut, Beograd

U finansiranju časopisa učestvuje Republička zajednica za naučni rad, Beograd

S A D R Ž A J

Eksplotacija mineralnih sirovina

PETAR MILANOVIĆ – BORISAV ZAJIĆ

Opis programa graničnih elemenata za određivanje stabilnosti rudarskih prostorija i otkopa	5
Summary	7
Zusammenfassung	7
Rezjume	7

ZORAN ROSIĆ

Vrsta i proračun rudarskih radova na otvaranju površinskog kopa krečnjaka brdskog tipa ležišta	8
Čikatovo kod Prištine	8
Summary	12
Zusammenfassung	12
Rezjume	12

Priprema mineralnih sirovina

MARKO ERCEGOVAC

Uticaj teksture i strukture na kvalitet i reaktivnost koksa	13
Summary	20
Zusammenfassung	20
Rezjume	21

DRAGAN RADOJIČIĆ

Rezultati preliminarnih ispitivanja mogućnosti koncentracije talkista sa Goča	22
Summary	25
Zusammenfassung	26
Rezjume	26

ANDRIJANA BUŽALO

Utvrđivanje sadržaja žive kao štetne komponente u metalurškoj obradi koncentrata rude zlata u ležištu Kvauk-Pah-To, Burma	27
Summary	30
Zusammenfassung	31
Rezjume	31

Ventilacija i tehnička zaštita

DRAGAN GUZIJAN – MIROSLAV MRVOŠ

Doprinos rešenju problema povećane zaprašenosti u radnoj sredini klasirnice sušenog uglja u RO Kolubara – Prerada	32
Summary	36
Zusammenfassung	36
Rezjume	37

MARIJA IVANOVIĆ	
Ispitivanje stepena opasnosti od agresivne mineralne prašine u jami Petnjik, Ivangrad	38
Summary	42
Zusammenfassung	43
Rezjume	43
 <i>Informatika i ekonomika</i>	
JOVAN VUJIĆ	
Proračun stabilnosti kosina metodom konačnih elemenata za slučaj kombinovanog kružno–ravnog loma	44
Summary	47
Zusammenfassung	48
Rezujume	48
 <i>Nova oprema i nova tehnička dostignuća</i>	49
 <i>Kongresi i savetovanja</i>	51
 <i>Bibliografija</i>	55

UDK 622.83:65.012,2
Originalni naučni rad
—primenjeno—istraživački

OPIS PROGRAMA GRANIČNIH ELEMENATA ZA ODREĐIVANJE STABILNOSTI RUDARSKIH PROSTORIJA I OTKOVA

(sa 1 slikom)

Petar Milanović—Borisav Zajić

Uvod

Opis programa graničnih elemenata, koji je dat u ovom članku, može se primeniti kod proračuna stabilnosti rudarskih prostorija, otkopa i stubova.

Ovaj problem se danas, uglavnom, rešava metodom fotoelastičnosti, metodom konačnih elemenata (MKE) i metodom graničnih elemenata (MGE). Zadržaćemo se na matematičkim metodama.

Metoda konačnih elemenata je moćna tehnika za analizu rasporeda napona oko podzemnih objekata (hodnik, stub, otkop), ali i pored prividne jednostavnosti postoje i neki fundamentalni nedovoljno rešeni problemi, od kojih je najozbiljniji rešenje diferencijalnih jednačina ravnoteže unutar elemenata, ili postizanje kontinuiteta napona i deformacije između susednih elemenata.

Kod metode graničnih elemenata za homogene materijale potrebno je izvršiti diskretizaciju samo konture, a dobija se potpuna neprekidnost promena napona i deformacija proučavane oblasti. Naročita prednost ove metode je kod rešavanja problema beskonačnog tela, kao što je slučaj kod podzemnog otkopavanja. Druga prednost je u ograničenoj količini podataka potrebnih za definisanje problema i mogućnosti da se eksplisitno odrede i vrednosti za tačke u masivu. Rešenje se traži za beskonačnu sredinu, a proračun je vezan za elemente na konturi površine, stenska masa se posmatra kao kontinuum i ne deli se u elemente.

Opis programa

Program je napisan u FORTRAN-u 77, za rad je potrebno min. 512 kb memorije personalnog računara.

Problemi koji se mogu rešavati u uslovima deformacije i napona u ravni su:

- prostorije bilo kog oblika (jedna ili više)
- otkopi (jedan ili više po horizontu ili dubini otkopavanja)
- stubovi

Potrebni ulazni podaci

- dubina, m
- modul elastičnosti, MPa
- koeficijent Poissona
- zapreminska težina, MN/m³
- jednoaksijalna čvrstoća na pritisak monolita, MPa
- konstante s i m
- odnos horizontalne i vertikalne komponente primarnog napona masiva
- broj graničnih elemenata kojima se aproksimira kontura; zavisi od memorije računara
- broj pravaca u masiv (neograničen)
- početne i krajnje koordinate pravaca od konture ka masivu.

Karakteristike čvrstoće stenskog masiva u programu baziraju na empirijskom zakonu loma (Hoek i Brown)

$$\sigma_1 = \sigma_3 + (m\sigma_c \cdot \sigma_3 + s\sigma_c^2)^{1/2}$$

gde je:

- σ_1 – veći glavni napon pri lomu
- σ_3 – manji glavni napon pri lomu
- m i s – konstante koje zavise od vrste stenskog materijala i stepena ispucalosti (Hoek i Brown).

Izlazni parametri programa

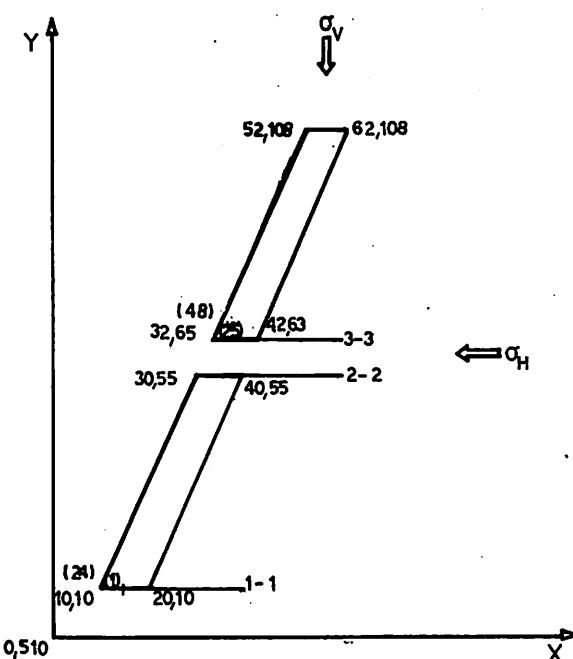
Za svaku tačku sredine graničnog elementa na konturi i u masivu program izračunava:

- koordinate sredine graničnog elementa, X_{sr} , Y_{sr}
- pomeranja u pravcu X i Y ose, U_x , U_y
- komponente napona SIG-x, SIG-y, TAU-xy
- komponente glavnih napona SIG-1, SIG-3
- faktor sigurnosti, F.S.
- vrstu loma (zatezanje ili smicanje).

Na slici 1 dat je primer dva otkopa sa sledećim ulaznim podacima:

- dubina 510 m
- modul elastičnosti 5200 MPa
- koeficijent Poissona 0.20
- jednoaksijalna čvrstoća na pritisak SIG-c = 75 MPa
- materijalne konstante, $m=1.7$ $s=0.004$
- zapreminska težina GAMA 0.025 MN/m³
- odnos horizontalne sa vertikalnom komponentom napona, 0.50
- broj graničnih elemenata 48
- broj linija u masivu 3

Delimični rezultati su dati u tablicama 1 i 2.



Sli. 1 – raspored otkopa.

Tablica 2

Br. el.	SIG-1 (MPa)	SIG-3 (MPa)	F.S.	Lom na
1	24.90	0.00	0.19	smicanje
2	9.51	0.00	0.50	smicanje
3	4.17	0.00	1.14	—
25	5.86	0.00	0.31	zatezanje
26	4.68	0.00	1.01	—
27	8.07	0.00	0.59	smicanje
46	2.39	0.00	1.99	—
47	3.96	0.00	1.20	—
48	18.39	0.00	0.26	smicanje

Tablica 1

Br. el.	X _{sr} (m)	Y _{sr} (m)	U _x (m)	U _y (m)	SIG-x (MPa)	SIG-y (MPa)	TAU-xy (MPa)
1	12.50	10.0	-0.0623	0.0106	-24.90	0.00	0.00
2	17.50	10.0	-0.0666	0.0466	-9.51	0.00	0.00
3	21.00	12.25	-0.0656	0.0657	-0.69	-3.48	-1.55
.
25	34.50	63.	-0.0399	-0.0213	-42.73	0.00	0.00
26	39.50	63.	-0.0486	0.0592	-5.83	0.00	0.00
27	43.00	65.25	-0.0385	0.0890	-0.77	-3.91	-1.74
.
46	37.00	74.25	0.0560	-0.1028	-0.39	-1.99	-0.89
47	35.00	69.75	0.0438	-0.1048	-0.65	-3.31	-1.47
48	33.00	65.25	0.0190	-1.004	-3.03	-15.36	-6.83

Zaključak

Program graničnih elemenata se može koristiti na personalnom računaru za analizu parametara stabilnosti otkopa, hodnika i stubova pri projekto-

vanju. Ima relativno prost način unošenja podataka i ne zahteva veliki računar. Omogućava projektantu da izvrši analizu i odabere optimalni oblik prostorije i dimenzije otkopa i prostorija.

SUMMARY

Description of a boundary element methods computer program applied for solving a stability problems of roadways and stopes

Boundary element computer program is described as a tool for mine project engineers in solving a stability of roadways and stopes. Program is written in Fortran 77 for PC computers with min 512 kb memory.

ZUSAMMENFASSUNG

Beschreibung der Grenz–Elementen für die Bestimmung von Stabilität für die Bergbauräume und dem Abbau

Das Programm der Grenz–Elementen kann man bei dem dem persönlichen Rechner nützen für die Analyse von Parametern der Abbau–Stabilitäten, der Strecken und der Abbaupfeilern bei der Projektierung. Es besteht eine einfache Art zur eintragung der Daten und es erfordert keinen grossen Rechner. Es ermöglicht dem Projektanten eine Analyse und dass man eine optimale Form des raumes und die Dimensionen des Abbaues und des Raumes auswählt.

РЕЗЮМЕ

Описание программы конечных элементов для определения устойчивости горных выработок и забоев

Программу конечных элементов можно использовать на персональной вычислительной машине для анализа параметров устойчивости забоев, штреков и столбов при проектировании. Внесение данных довольно простое и не требует большую вычислительную машину. Она дает возможность проектировщику выполнить анализ и выбор оптимального вида горной выработки и габаритов забоев и выработок.

Literatura

- 1., Hoek, E., Brown, E. T. 1980: Underground excavations in rock, Inst. Minn. Metall., London
- 2., Crouch S. L. Starfield A. M. 1983: Boundary element methods in solid mechanics, George Allen & Unwin, London.
3. Brebbia C. A. 1984: Boundary element technique, Springer.

VRSTA I PRORAČUN RUDARSKIH RADOVA NA OTVARANJU POVRŠINSKOG KOPIA KREČNJAKA BRDSKOG TIPO LEŽIŠTA ČIKATOVO KOD PRIŠTINE

(sa 1 slikom)

Zoran Rosić

Otvaranje jednog površinskog kopa krečnjaka brdskog tipa predstavlja radove vezane za stvaranje uslova za nesmetan rad mehanizacije, koja treba da ostvari pun godišnji kapacitet. Tipičan površinski kop krečnjaka, kakvi su kod nas kopovi Čikatovo, Krupac, Banjani, Virpazar itd., ostvaruje godišnju proizvodnju od oko 500.000 m³ sirovine korištene mahom kao granulat za izgradnju puteva, ali i druge svrhe.

Rudarskim radovima na otvaranju, tj. stvaranju platoa za pristup i rad mehanizacije projektovane za zahtevanu proizvodnju, prethode građevinski radovi: izrada objekata separacije sa drobljenim postrojenjem, lociranje i priprema odlagališta, izrada pristupnih puteva i sva potrebna infrastruktura.

Opis radova na otvaranju

Radovi na izradi pripremnog platoa počinju usecanjem u masiv sa nivoa pristupnog puta. Skida se sloj jalovine s humusom i na raskrivenoj sirovini formira plato sa minimalnim dimenzijama 30 x 50 m (prema priloženoj tehnoškoj šemi), koje obezbeđuju normalan rad odabrane mehanizacije.

Ukupan obim radova na otvaranju (prema projektu za PK Čikatovo) iznosi oko 33.500 m³ čm, od čega 8.500 m³ humusa, a 25.000 m³ krečnjačkog materijala.

Jalovina sa humusom se dobija buldozerskim preguravanjem na nivo rada osnovne mehanizacije. Tu jalovinu, jednim delom, u zavisnosti od udaljenosti odlagališta, transportuje i odlaže utovarivač ($L_j < 100$ m), a na veću daljinu ($L_j > 100$ m) jalovinu transportuju i odlažu kamioni kiperi.

Sirovina se posle bušenja i miniranja utovari utovarnom lopatom u kamione i vozi do drobiličnog postrojenja (L_g).

Za ove poslove može se odabratи sledeća mehanizacija:

- buldozer, (300 KS)
- utovarivač, ($q = 2,7$ m³)
- damperi od 11 m³ (22,5 t)
- bušilica ϕ 86 m, s prosečnom brzinom bušenja, za ove uslove, od oko 12 m/h.

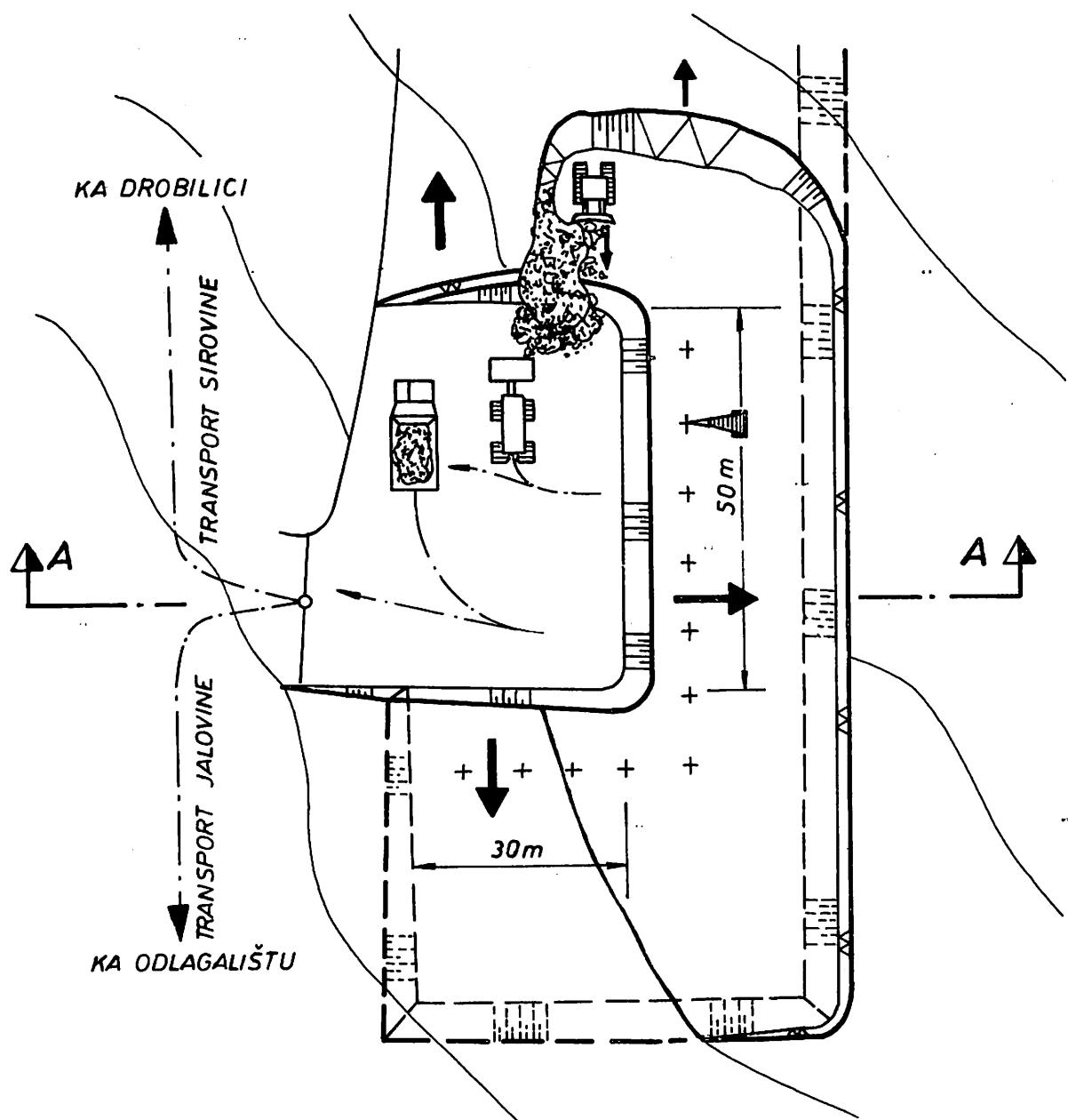
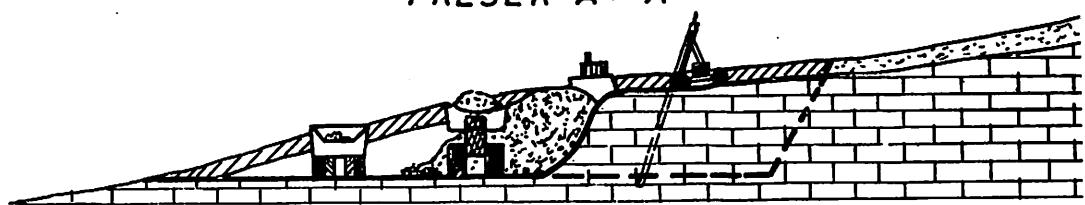
Tipski proračun mehanizacije za definisane rudarske radove u otvaranju

Proračun buldozerskog rada

Časovni učinak buldozera može se najpouzdanoje odrediti iz Caterpillarovog priručnika, prema obrascu:

$$Q_h = Q_t \cdot K \text{ (m}^3\text{rm/h)}$$

PRESEK A – A



Sl. 1 – Tehnološka šema rada

gde je:

Q_t – teoretski učinak mašine, određen prema datom dijagramu za snagu odaigrane mašine i daljinu preguravanja masa

K – korektivni faktor popravke teoretskog kapaciteta, koji uzima u obzir:

- uticaj rukovaoca (0,6 – 1,0)
- korekciju zbog težine materijala (u odnosu na $\gamma = 1,7 \text{ t/m}^3$, prema kojoj je rađen dijagram za Q_t)
- uticaj lepljivosti (0,7 ÷ 0,9)
- način doziranja (niz ili uz etažu, 1,2 ÷ 0,8)
- efikasnost posla (0,67 ÷ 0,83).

Broj časova rada mašine iznosi:

$$T = \frac{Q}{Q_h} \left(\frac{\text{mase jalovine}}{\text{časovni učinak}} \right) \quad (\text{h})$$

Proračun utovara

a) Učinak utovarivača na utovaru, transportu i odlaganju masa jalovine određuje se prema obrascu:

$$Q_{h_1} = \frac{60}{t_c} \times q \times K_p \times K_v \quad (\text{m}^3 \text{rm/h})$$

gde su:

q – zapremina utovarne kašike (m^3)

K_p – koeficijent punjenja kašike (0,8 ÷ 0,9)

K_v – koeficijent korišćenja radnog vremena (0,67 ÷ 0,83)

t_c – trajanje ciklusa (min)

$$t_c = (\text{vreme utovara, istovara i manevra}) + (\text{vreme vožnje})$$

$$\text{vreme vožnje iznosi } \frac{60 \times 2L_1}{v}$$

Vreme angažovanja utovarivača iznosi:

$$T_1 = \frac{Q_1}{Q_{h_1}} \quad (\text{h})$$

b) Učinak utovarivača na utovaru sirovine:

$$Q_{h_2} = \frac{60}{t_c} \times q \times \frac{K_p}{K_r} \times K_v \quad (\text{m}^3 \text{čm/h})$$

gde su:

K_r – koeficijent rastresitosti (1,35 ÷ 1,5)

t_c – trajanje ciklusa (utovar, istovar i manevri – 0,75 min)

Potrebno vreme za angažovanje utovarivača u radu na sirovini iznosi:

$$T_2 = \frac{Q_s}{Q_{h_2}} \quad (\text{h})$$

Ukupno potrebno vreme za rad utovarivača je:

$$T = T_1 + T_2 \quad (\text{h})$$

Proračun transporta

Časovni učinak kamiona računa se po obrascu:

$$Q_h = \frac{60}{t_c} \times Q_k \times K_v \quad (\text{m}^3 \text{čm/h})$$

gde su:

Q_k – koristan teret u korpi kamiona ($\text{m}^3 \text{čm}$)

$$Q_k = \frac{Q}{K_r} \times K_p \quad (Q \text{ – zapremina korpe kamiona})$$

K_r – koeficijent rastresitosti

K_p – koeficijent punjenja

t_c – trajanje ciklusa (min)

$$t_c = t_u + t_{im} + t_v$$

$$t_u \quad (\text{vreme utovara}) = n \times t_{cu} \quad (n \text{ – broj kašika utovara u kamion})$$

t_{cu} – ciklus utovarivača

$$t_{im} \quad (\text{vreme utovara i manevra}) (2 \div 4 \text{ min})$$

$$t_v \quad (\text{vreme vožnje})$$

$$t_{v1} = \frac{60 \times 2 L_1}{v_1} \quad \text{za jalovinu}$$

$$t_{v2} = \frac{60 \times 2 L_s}{v_2} \quad \text{za sirovinu.}$$

Potrebno vreme za rad kamiona iznosi:

$$T_1 = \frac{Q_1}{Q_{h_1}} \quad (\text{h}) \quad \text{na jalovini}$$

$$T_2 = \frac{Q_s}{Q_{h_2}} \quad (\text{h}) \quad \text{na sirovini}$$

$$\text{odnosno } T = T_1 + T_2 \quad (\text{h})$$

Bušenje i miniranje

Bušenje se izvodi pod uglom od 75° * i sa 10% probušenja ispod nivoa etaže. Geometrija bušenja definisana je izrazom $W \times a$ (m^2), pa, na osnovu toga, količina masa koje treba minirati i brzine bušenja ukupno potrebno vreme za bušenje iznosi:

$$T = \frac{Q_j}{W \times a} \times \frac{1,1}{\sin 75^{\circ}} \times \frac{1}{v_b} \quad (\text{h})$$

Izbor, vrste i količine eksploziva

Dobri rezultati miniranja, za ovakve uslove, postižu se klasičnim amonijum nitratnim, praškastim TNT eksplozivima (amonal, pojačani).

Količina eksploziva u jednoj bušotini iznosi:

$$Q_b = n \times g \times L_s \quad (\text{kg})$$

gde su:

n – broj patrona

g – težina jedne patrone

L_s = dužina stuba eksplozivnog punjenja (m)

$$L_s = l_b - l_c$$

gde su:

l_b – dužina bušotine sa probušenjem (m)

l_c – dužina čepa = 0,8 W (W=dužina najmanjeg otpora, m)

Količina materijala po bušotini:

$$Q_m = Q \times W \times H \quad (\text{m}^3)$$

Specifična potrošnja eksploziva:

$$q = \frac{Q_b}{Q_m} \quad (\text{kg/m}^3)$$

Prosečan normativ bušenja:

$$Nb = \frac{l_b}{Q_m} \quad (\text{m}'/\text{m}^3)$$

*Ugao pod kojim se izvodi bušenje definisan je uglom sigurnosnog spuštanja eksploziva.

Ukupna potrebna količina eksploziva, na osnovu ovoga, iznosi:

$$Q = Q_s \times q \quad (\text{kg})$$

Potrebna količina detonirajućeg štapina:

$$Q_{st} = \frac{Q_s}{Q_m} (l_b + a) \quad (\text{m})$$

Potrošnja normativnog materijala

Osim eksplozivnog materijala, normativni materijal su nafta i gume.

Potrošnja nafte se računa za svaku mašinu prema specifičnoj potrošnji goriva i sračunatom broju sati rada:

$$N = \frac{q_s \times T}{Q_{god}} \quad \left(\frac{1}{t}\right)$$

Potrošnja guma računa se za prosečan vek gume od 2000 – 2500 h za kamione i 2500 – 3000 h za utovarivače.

Na osnovu iznete metodologije proračuna, a na osnovu količine masa u otvaranju, vremena rada odabrane mehanizacije iznose:

- vreme rada buldozera $T_b = 414$ h
- vreme rada utovarivača $R_u = 500$ h
- vreme rada kamiona $T_k = 1330$ h
- radno vreme bušenja $T_b = 822$ h

Prema ovim vremenima rada u otvaranju treba računati s radom jednog buldozera, jednog utovarivača, tri kamiona i jedne bušilice.

Zaključak

Ovaj sažeti prikaz rudarskih radova sa proračunom tehničkog procesa u fazi otvaranja površinskog kopa za sirovine koje osim humusnog ili tankog jalovinskog sloja praktično predstavljaju celokupan stenski masiv koji treba eksplorativati interesantan je jer se kod njih otvaranje tretira kao nezavisna faza u eksploraciji i obično tereti investicije. S druge strane, s tehničko-tehnološkog stanovišta, pravilno otvaranje takvih kopova značajno je zbog dalje dinamike razvoja eksploracije sa ujednačenim eksploracionim troškovima.

SUMMARY

Calculation of the Type of Mining Operations for Opening Limestone Quarry of Hill Type in Deposit Čikatovo near Priština

This presentation of mining operations with flow-sheet calculations in the stage of mineral material openpit opening, which in addition to a humus or thin overburden layer include the whole rock massif to be mined, is of interest because opening is treated as a separate stage of exploitation normally charged as capital investments. On the other hand, from the techno-technological point of view, appropriate opening of such quarries is of importance for further schedule of exploitation with uniform winning costs.

ZUSAMMENFASSUNG

Art und Berechnung von Bergbauarbeiten bei der Öffnung vom Kalktagebau mit Bergetyp in der Lagerstätte Tshikatovo bei Prishtina

Dies Darstellung der Bergbauarbeiten für die Berechnung von dem technologischen Prozess in der Öffnungsphase vom Tagebau für die Rohstoffe, die außer einen humusigen der dünner Bergeschicht praktisch im Ganzen ein Gesteinsgebirge vorstellen, kommen zur Gewinnung. Das Gesteinsgebirge ist von Interesse, weil man bei ihm die Öffnung als unabhängige Phase in der Gewinnung trittet und sie regelmäßig die Investitionen belastet. Anderseits vom technisch-technologischen Standpunkt eine regelmäßige Öffnung solcher Tagebauen ist bedeutend wegen der weiterer Dynamik von der Gewinnungs-Entwicklung mit ausgeglichenen Gewinnungsausgaben.

P E S O M E

Вид и расчет горных работ на вскрытию карьера известняка холмистого типа
месторождения Чикатово вблизи Приштины.

Этот обзор горных работ с расчетом технологического процесса во фазе вскрытия карьера для сырья, которое кроме гумусного или тонкого пласта вскрыши, практически представляет собой целый горный массив который надо отрабатывать, интересный потому что их вскрытие рассматривается как независимая фаза в эксплуатации и обычно загружает капиталовложения. С другой стороны, с технико-технологической точки зрения, правильное вскрытие таких карьеров важное из-за последующей динамики развития эксплуатации с уравновешенными расходами.

Literatura

1. Caterpillar performance handbook
2. Elaborat „Otvaranje PK Čikatovo“, Rudarski institut
1979, Beograd.

Autor: dipl.inž. Zoran Rosić, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dipl. inž. M. Ljubinović, Rudarski Institut, Beograd
Članak primljen 3.10.1988, prihvacen 2.11.1988.

UDK 662.74

Originalni naučni rad
primenjeno-istraživački

UTICAJ TEKSTURE I STRUKTURE NA KVALITET I REAKTIVNOŠT KOKSA

Marko Ercegovac

Za određivanje optimalnih uslova karbonizacije i dobijanje kvalitetnog metalurškog koksa poseban značaj imaju mikropetrografska ispitivanja rovnog uglja i koksa. Ova ispitivanja imaju, u pravom smislu, teorijski i praktični značaj samo ako se vrše paralelno sa potrebnim hemijsko-tehnološkim analizama, koje se koriste za definisanje kvaliteta pojedinačnih („slojnih“) ugljeva ili premljenih mešavina za koksovanje. Rezultati ovih ispitivanja moraju se koristiti sa svim bitnim parametrima koji definišu tehničke uslove pod kojima se odvija proces karbonizacije u visokim pećima. Savremena tehnika mikroskopskih ispitivanja i oprema omogućavaju da se bliže definišu strukturne i teksturne karakteristike međuproizvoda (posebno polukoksa) i krajnjih proizvoda (koksi drugi oblici ugljenika kao što su sferolitni ugljenik, čađ, koksna prašina, antracit i dr.). Sudeći prema dosada postignutim rezultatima mikroskopska ispitivanja umnogome doprinose objašnjenju složenog mehanizma konverzije uglja u koks.

Proizvođači koksa u svetu, kao i kod nas, neprestano teže dobijanju koksa boljeg kvaliteta i niske reaktivnosti. Da bi se to ostvarilo potrebno je neprestano usavršavanje metoda ispitivanja u cilju dobijanja optimalnih mešavina ugljeva za karbonizaciju prema petrografskom i granulometrijskom sastavu, kao i stepenu karbonifikacije. U nastojanju da se savremene metode ispitivanja koksa

ovedu i kod nas, u radu se detaljnije razmatra mogućnost primene optičkih analiza tekture i strukture koksa, kao i njihov uticaj na čvrstoću i reaktivnost koksa. Tako-e se po prvi put daje osvrt na savremene klasifikacije mikroskopskih sastojaka koksa.

U složenoj tehnologiji procesa koksovanja mikropetrografska ispitivanja vrše se u dve osnovne faze i to:

- pri karakterizaciji pojedinačnih (slojnih) ugljeva i pripremi mešavina u cilju izbora takvih ugljeva od kojih će se dobiti koks dobrog kvaliteta i povoljne reaktivnosti,
- kod određivanja strukturalnih i teksturnih karakteristika polukoksa i koksa iz procesa karbonizacije, kao veoma značajnih parametara za ocenu njihovog kvaliteta.

Poznato je da ugljevi sa nepovoljnim petrografskim i hemijskim sastavom utiču na pogoršavanje čvrstoće koksa i nepovoljno se odražavaju na režim karbonizacije ugljeva. Iz tog razloga petrografska sastav i kvalitet uglja treba posmatrati u funkciji njihove sposobnosti koksovanja i kvaliteta dobijenih proizvoda. Da bi se to ostvarilo, potrebno je u svakom konkretnom slučaju razraditi sistem korelacije, koji će omogućiti praćenje promena tehničkih uslova koksovanja u zavisnosti od petrografskega sastava i ranga odabranih ugljeva za karbonizaciju.

ciju, kao i njihov zajednički uticaj na kvalitet koksa. Definisane petrografskog i granulometrijskog sastava, kvaliteta i stepena karbonifikacije uglja odvija se sledećim postupcima mikroskopskih (morfografskih) i optičkih ispitivanja:

- određivanje petrografskog sastava analizom macerala i mikrolitotipova na uzorcima uglja određenog granulometrijskog sastava. Pri ovim analizama, posebno kada se one izvode na manjim klasama krupnoće, potrebno je utvrditi učešće i način pojavljivanja liptinita i inertinita u klaritu, duriću i duro-klaritu, kao i inertinitu u vitrinertitu. Veoma je bitno da se granulo sastav mešavine posmatra u funkciji koncentracije određenih asocijacija macerala, što je od bitnog značaja za ponašanje uglja u tzv. fazi plastičnog sloja.
- određivanje sadržaja isparljivih materija (bez vlage i pepela) iz analize macerala računskim putem i iz tehničke analize uglja. Poznato je da sadržaj isparljivih materija nije uvek pouzdan parametar za utvrđivanje sposobnosti nekog uglja za koksovanje. Naime, ugljevi sa istim sadržajem isparljivih materija imaju različite sposobnosti koksovanja.
- određivanje stepena karbonifikacije (rang) prema refleksiji vitrinita (zavisno od ranga uglja određuju se srednja i maksimalna refleksija) vrši se na uzorcima pojedinačnih ugljeva i mešavinama za koksovanje prema utvrđenim standardima koje propisuju ICCP, ISO i ASTM. Pomoću refleksije vitrinita određuje se procentualno učešće ugljeva različitog ranga u ispitivanim mešavinama. Na osnovu analize macerala i ranga ugljeva koji čine mešavine predskazuje se kvalitet koksa (čvrstoća i faktor stabilnosti).
- određivanje fizičkih i hemijskih karakteristika ugljene supstance na izdvojenim maceralima, odnosno na mono-, bi- i tri-macernalim mikrolitotipovima. Njihove fizičke i hemijske osobine određene su sastavom, teksturom i strukturom macerala, odnosno mikrolitotipa.
- određivanje stepena primarne i sekundarne oksidacije uglja u mešavini ima prvorazredni značaj za kvalitet koksa. Stepen oksidacije se određuje mikroskopskim i hemijskim putem. Oba postupka se obično istovremeno primenjuju. U SAD se uspešno koristi test alkalne ekstrakcije za identifikaciju količine oksidisanog uglja u mešavini za metalurški koks (1). Učešće oksidisanog uglja (obično do 10%) u mešavini utiče na smanjenje stabilnosti koksa, kao i njegove produkcije u visokoj peći. Njegovo prisustvo, takođe, utiče na pregrevanje koksne šarže i na smanjivanje brzine karbonizacije, kao i na povećanje reaktivnosti i

brzine taloženja u visokoj peći različitih oblika ugljenika.

S obzirom na karakter rada posebna pažnja se posvećuje problematici mikroskopije koksa sa aspekta primene savremenih metoda i rezultata ispitivanja.

Mikroskopska analiza koksa

Koks kao proizvod suve destilacije uglja na temperaturi većoj od 850°C ima najznačajniju primenu u procesu dobijanja gvožđa gde služi kao gorivo i redukciono sredstvo. Kvalitet koksa, odnosno njegove fizičke i hemijske karakteristike u prvom redu zavise od petrografskog i granulometrijskog sastava, stepena karbonifikacije i temperaturnog režima pod kojima se odvija proces karbonizacije. Svi ti faktori zajedno određuju teksturu i strukturu koksa i imaju direktni uticaj na kvalitet i reaktivnost. Prema opšte prihvaćenim normativima, dobar metalurški koks treba da se odlikuje ujednačenim sadržajem vlage, niskim udelom mineralnih materija, niskom reaktivnoću i visokom čvrstoćom (2). Da bi se to postiglo, veoma je značajno da se obezbede svi potrebni uslovi kako bi se proces karbonizacije odvijao u funkciji težine ukupne šarže i brzine zagrevanja u koksnim pećima.

Mikroskopska ispitivanja koksa su starijeg datauma (3, 4, 5, 6), mada se može reći da se intenzivnija ispitivanja vrše u periodu posle 1960. godine (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 i 17). U ranoj fazi istraživanja strukture koksa posebna pažnja je posvećivana izgledu i orientaciji pukotina na tzv. Rose-preparatima (3, 5) pomoću binokularne lufe pod manjim uvećanjima. Stereomikroskopsko ispitivanje orijentisanih preseka uzoraka koksa davalо je podatke o pravcima i veličini sistema pukotina (na jedinici površine). Ti podaci su korišćeni za utvrđivanje stepena homogenosti i čvrstoće koksa. Karakter i dimenzije pukotina su odraz uslova koksovanja i zbog toga utiču na fizičko-mehaničke osobine samog koksa.

Prednost mikroskopskih ispitivanja koksa je u tome, što se istovremeno dobijaju podaci o teksturi i strukturi koksa, kao i podaci o prisustvu i načinu pojavljivanja tzv. pomešanih sastojaka koksa. Sam postupak mikroskopske analize vrši se prema normativima koje propisuju ICCP, ASTM i ISO, s napomenom da se sam postupak analize nalazi još uvek u fazi razrade i usaglašavanja na međunarodnom nivou, a u okviru programa rada

IČCP-a. Mikroskopska ispitivanja treba primenjivati za bližu karakterizaciju proizvoda iz pojedinih faza karbonizacije (posebno iz faze omešavanja i ponovnog očvršćavanja) u cilju postizavanja optimalnih uslova konverzije u zavisnosti od kvaliteta koksnih mešavina. Ne treba posebno naglašavati da je u svakom konkretnom slučaju potrebno utvrditi zavisnost karbonizacije od konstrukcije visoke peći, težine koksne šarže, uslova istiskivanja koksa, reaktivnosti koksa i temperature zagrevanja.

Mikroskopske analize koksa na posebno pri-premljenim preparatima za odbijenu svetlost daju informacije o:

- stepenu izmene zrna uglja u odnosu na primarni petrografski sastav i karakteru kontaktnih površina između reaktivnih i inertnih macerala;
- intenzitetu oslobađanja gasova, omešavanja i nastajanja pora u plastičnoj fazi. Faza plastičnosti je veoma značajna i u njoj treba sprečiti stvaranje „nodularnih“ struktura, posebno cenosfera od monomaceralnih mikrolitotipova koji se mogu grupisati u određenim klasama krupnoće. Zavisno od uslova karbonizacije, a posebno od temperature, potrebno je da granice koje definišu plastičnu fazu budu dovoljno široke i da viskozitet ove faze bude dovoljno visok da bi se vršilo maksimalno oslobađanje gasova;
- toku stvaranja deformacija na zrnima uglja (kako spoljašnjih, tako i unutrašnjih) zavisno od sastava macerala i veličine;
- svim bitnim karakteristikama mezofaznog mehanizma;
- načinu pojavljivanja inertinita (izotropnog i anizotropnog);
- strukturi (pretežno izgled i dimenzije pora) i teksturi (bliža karakterizacija stopljenog dela koksa anizotropnog karaktera) koksa;
- odnosu raspodele reaktivnih i inertnih sastojaka, kao veoma bitnom faktoru za određivanje čvrstoće i reaktivnosti koksa.

U složenom procesu transformacije uglja u koks pri visokim temperaturama u redukcionoj atmosferi postoje još uvek neki nedovoljno objašnjeni momenti. Proces karbonizacije je uotoliko složeniji, jer u njemu učestvuju sve tri faze (čvrsta, tečna i gasovita) sa jako složenim interakcijama pri nižim i višim temperaturama. Prema dosadašnjim podacima iz literature (2, 17, 18, 20), proces karbonizacije se odvija kroz više faza, s napomenom da mehanizam u celini i granice između pojedinih faza nisu još dovoljno precizno određeni. Za objašnjenje procesa karbonizacije veoma su značajna do-

sadašnja iskustva dobijena hidrogenizacijom kamenih i mrkih ugljeva (18).

U početnoj fazi zagrevanja sve promene na organskoj supstanci zavise u prvom redu od petrografskega sastava, veličine zrna uglja, stepena hemijske zrelosti, temperature i vremena njenog trajanja. U ovoj fazi slabije su izražene morfografske promene na zrnima uglja i zbog toga se one ne mogu dovoljno precizno definisati. U procesu karbonizacije veoma je značajna faza omešavanja uglja, koja dovodi do stvaranja tzv. plastičnog sloja ili metaplasta (2) u spoljašnjim delovima koksnih peći. Proses omešavanja dovodi se u vezu sa zagrevanjem polimernih frakcija uglja tako da kratkotrajna termo-plastična faza najverovatnije prolazi kroz stadijum „tečnih kristala“. Ona je bitna za stvaranje različitih mozaičnih tekstura. Optička anizotropnost nije ništa drugo do složeni raspored kristala ugljenika. Nastanak mozaičnih tekstura stopljenog dela koksa tesno je povezan sa petrografskega sastavom i stepenom karbonifikacije uglja, kao i temperaturom koksovanja. Neki autori detaljnije razmatraju nastanak „tečnih kristala“ kako bi objasnili stvaranje anizotropnih tekstura koksa (2, 13, 17). Dokazano je da sa porastom ranga koksnih ugljeva raste i intenzitet anizotropije.

Mikroskopska ispitivanja su veoma značajna za dobijanje podataka o izgledu i veličini pora i pukotina iz plastične faze, kao i iz faze očvršćavanja koje su veoma bitne za stvaranje polukoksa i koksa. Veličina i izgled pora su veoma značajni, jer bitno utiču na čvrstoću i reaktivnost koksa (2, 3, 4, 6, 11, 13, 17). Prisustvo pora različitog oblika i veličine ukazuje da u fazi omešavanja nisu vladali ujednačeni temperaturni uslovi u svim delovima visoke peći. Kod dobro stopljenog koksa, na primer, preovlađuju okrugle pore sa glatkim zidovima, koje su najčešće izolovane. Pore ovalnog oblika obično nastaju pri postepenom oslobađanju gasova (volatila) još u plastičnoj fazi transformacije uglja. Ako, pak, ovalne pore imaju veće dimenzijs, može se pretpostaviti da je otpuštanje gasova bilo naglo, što u svakom slučaju nije povoljna okolnost. Pri takvim uslovima karbonizacije smanjuje se čvrstoća koksa. Pri karbonizaciji mešavina, u kojima je visoko učešće ugljeva nižeg ranga, dobija se koks sa dominacijom pora neravnih zidova i neujednačenih dimenzija. Takve pore intenzivnije reaguju sa CO_2 u odnosu na glatke pore. Čvrstoća takvog koksa je niža u odnosu na koks koji se dobija iz mešavina uglja sa manjim sadržajem isparljivih materija. Sve ovo ukazuje da se

proučavanjem karaktera pora i pukotina mogu bilo definisati proizvodi plastične faze.

Uticaj tekture na reaktivnost koksa

Poznato je da tekstura i struktura koksa, kao i temperatura karbonizacije, imaju bitan uticaj na reaktivnost. To znači da mikroskopska ispitivanja koksa daju veoma značajne podatke o njegovoj reaktivnosti. U industrijskom dobijanju koksa vrše se rutinske analize da bi se pratila reaktivnost koksa iz pojedinih faza karbonizacije i pojedinih delova koksnih peći. Ove analize su veoma značajne, jer ukazuju na vreme kada je postignuta zadovoljavajuća reaktivnost, a istovremeno i na lokaciju uzoraka u peći. Podaci o reaktivnosti koriste se za određivanje kvaliteta koksa, odnosno stepena njegove homogenosti. Prema metodi koja je razrađena u SAD (Bethlehem Steel, 2), reaktivnost koksa se određuje iz gubitka težine koksa pri reakciji sa CO_2 u određenom vremenskom periodu pri visokoj temperaturi ($900\text{--}1000^\circ\text{C}$), koja je označena kao „zona kontrolisanih hemijskih reakcija“ (20). Pri reakciji koksa sa CO_2 ($\text{C} + \text{CO}_2$) grade se 2CO pri čemu dolazi do omekšavanja postojeće tekture i strukture i smanjivanja čvrstoće koksa. Po ovoj metodi reaktivnost se kreće u granicama 9–16%. U ovim granicama se nalazi većina koksnih ugljeva SAD.

Iz dobijenih vrednosti o reaktivnosti koksa utvrđuju se optimalni uslovi karbonizacije u koksnih pećima na osnovu kojih se obezbeđuje proizvodnja koksa sličnog kvaliteta.

Reaktivnost koksa je tesno povezana sa optičkim osobinama različitih kristalnih oblika ugljenika koji izgrađuju zidove koksa. Oni mogu imati različit intenzitet izotropnosti, a posebno anizotropnosti. Već je istaknuto da na stvaranje različitih tekturnih jedinica utiču primarni petrografska sastav i stepen karbonifikacije, kao i drugi uslovi pod kojima se odvija koksovanje u visokim pećima, pri čemu je temperatura, svakako, najznačajnija. Stvaranje pojedinih tekturnih jedinica počinje u tzv. mezofaznom mehanizmu koji je okarakterisan omekšavanjem i ponovnim očvršćavanjem uglja. Na tablici 1 prikazan je odnos između tekture i reaktivnosti koksa (20).

Kao što se vidi iz tablice 1, reaktivnost koksa tesno je povezana sa teksturom. Koks sa izotropnim teksturama lakše reaguje sa CO_2 , dok grubozrne mozaične i fibrozne tekture pokazuju više izraženu inertnost prema CO_2 . Pri reakciji sa CO_2

zidovi koksa postaju tanji, što utiče i na pogoršavanje čvrstoće koksa.

Odnos između tekture i reaktivnosti (20)

Tablica 1

Slojni ugalj	k o k s	
Vitrinit, R%	Tekstura	Redosled reaktivnosti $\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO}$
<0,8	izotropna	1 najveća
0,9–1,1	finomozaična	3
1,2–1,4	grubomozaična	4 najniža
1,5–1,8	fibrozna	4
>1,9	izotropna	1

U programu budućih istraživanja naših prozvođača karbonizacije potrebno je preciznije utvrditi mehanizam nastajanja anizotropnih sastojaka i njihov međusobni odnos u matriksu koksa. Po nekim autorima (2, 17), veoma su značajni kontakti između nastalih kristala u jednoj mozaičnoj teksturi. To su, obično, površine različitog oblika i veličine sa drugim optičkim karakteristikama u odnosu na anizotropni mozaik. Po njima su to, u stvari, površine tzv. mehaničkog diskontinuiteta između jedinica sa visokom anizotropijom. Broj i raspored anizotropnih sastojaka su veoma značajni za kvalitet koksa. Kod finozrnnih mozaičnih tekstura broj kristala na određenoj površini je veći u odnosu na neki grubozrni mozaik. Ponovo ističemo da nastanak i optičke osobine anizotropnih tekstura treba korelatisati sa petrografskim sastavom uglja, stepenom njegove hemijske zrelosti i temperaturom koksovanja.

Prema istraživanjima nekih autora (2, 17, 18, 19, 20), nastanak anizotropnih jedinica, odnosno pregrafske kristala povezan je sa mobilitetom mezofaznog mehanizma iz rane faze karbonizacije. Pri tome veoma su bitne interakcije koje prate vezivanje pojedinih zrna uglja. Pri omekšavanju zrna uglja, izgrađena pretežno od reaktivnih macevara, brže menjaju zapreminu, šire se i ispunjavaju slobodan prostor šarže koja se koksuje. Ukoliko je veća pokretljivost aromatičnih grupa u plastičnoj fazi i ukoliko je viša temperatura karbonizacije, utoliko je izraženije stvaranje anizotropnih tekstura. Ovo je posebno karakteristično za masne kamene ugljeve. Nema sumnje da nastanak anizotropnih tekstura treba dovesti u vezu sa stepenom viskoznosti uglja u plastičnoj fazi. Viskoznost uglja u ovoj fazi zavisi od sastava macevara i veličine zrna uglja. Pri koksovanju posnih kamenih ugljeva, na primer, stvaraju se relativno velike površine

anizotropnih tekstura, jer je već prethodno, s obzirom na rang uglja, izvršena određena izmena aromatičnih grupa, čiji se kristali pojavljuju već pri slabijem omešavanju uglja. To je u svakom slučaju dokaz da postoji uzajamna zavisnost između anizotropnih tekstura i stepena karbonifikacije uglja (17).

Izotropne i inicijalne anizotropne teksture stvaraju se pretežno od ugljeva sa povećanim sadržajem isparljivih materija ($R = 0,80\%$); sferične do finosćivaste teksture stvaraju se od visoko do srednje volatilnih ugljeva sa refleksijom vitrinita od 0,90–1,10%; srednje sočivaste do fino trakaste anizotropne teksture obično su vezane za ugljeve sa 1,20 – 1,60% R, dok su srednje i grubo trakaste teksture karakteristične za ugljeve visokog ranga (preko 1,60% R) (2, 17). Neki autori koriste količnik anizotropije za izražavanje stepena anizotropnosti matriksa koksa (17). Isti autori su dokazali da postoji veoma dobra linearna korelacija između količnika anizotropije (Aq) i isparljivih materija (bvp) na jednoj (s $r = -0,939$), i stepena refleksije vitrinita, na drugoj strani ($r = 0,983$).

Uticaj strukture na reaktivnost koksa

Reaktivnost koksa takođe zavisi od veličine, oblika i međusobnog odnosa pora. Ovi strukturalni elementi su veoma bitni, jer određuju ukupnu reaktivnu površinu koksa koja dolazi u kontakt sa CO_2 . Raspoloživi i izgled pora određuju intenzitet uzajamnih reakcija adsorpcije i desorpcije. Međusobni odnos zidova i pora, u stvari, čine homogenost koksa, koja je u funkciji sa brzinom reakcije CO_2 . Sistem finih pôra u koksu, koje su ravnomerne raspoređene, utiče na povećanje indeksa adsorpcije usled „velike unutrašnje površine“. Ukoliko su pore međusobno više povezane, utolikoj je jače izraženo prodiranje CO_2 u strukturu koksa. Samo koks koji se odlikuje dominacijom debelih zidova i minimalnim sadržajem izotropnog ugljenika može imati nisku reaktivnost. U tablici 2

Odnos između strukture i reaktivnosti koksa (20)

Tablica 2.

Mešavina uglja	k o k s	
Maksimalna fluidnost ddpm	Struktura	Redosled reaktivnosti $C + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO}$
<60	kontaktna	1 najveća
60–200	stopljena	3
200–1000	dobre stopljena	4 najniža
>1000	porozna	2

prikazan je odnos između strukture i reaktivnosti koksa (20).

Kao što se vidi iz tablice 2, struktura koksa dobijenog iz različitih mešavina uglja zavisi i od maksimalne fluidnosti; ona, takođe, zavisi od materalnog sastava, međusobnog odnosa macerala u zrnima i stepena karbonifikacije uglja (20). Maksimalna fluidnost mešavine povezuje se sa karakterom strukture i tekture koksa. Ako je maksimalna fluidnost mešavine uglja manja od 60 ddpm, zrna uglja se međusobno povezuju bez naglašenog stapanja i zbog toga na njih brže deluje CO_2 . Ako je fluidnost veća od 200 ddpm, zrna uglja se bolje stapanju i istovremeno smanjuju reakciju sa CO_2 . Struktura koksa postaje veoma porozna tako da raste reaktivnost pri fluidnosti preko 1000 ddpm.

Uticaj strukture koksa na reaktivnost je veoma značajan i zbog toga treba u toku daljih istraživanja detaljnije razmotriti neka od sledećih pitanja:

- uticaj petrografskog i granulometrijskog sastava uglja na debljinu zidova i reaktivnost koksa. Ispitivanja treba izvršiti na ugljevima različite geneze, kao i na mešavinama u laboratorijskim uslovima, a dobijene rezultate korelisati sa proizvodima industrijske karbonizacije;
- odnos između debljine zidova i reaktivnosti koksa;
- odnos između poroznosti i reaktivnosti koksa;
- odnos između refleksije zidova koksa i reaktivnosti. Stepen refleksije zidova koksa treba posmatrati u funkciji formiranja mozaičnih struktura mezofaznog mehanizma.

Poseban značaj imaju mikroskopska ispitivanja kod praćenja efekata karbonizacije koksnih mešavina uz dodatak aditiva. Ona daju veoma bitne informacije o načinu vezivanja i stapanja uglja uz pomoć aditiva u pojedinim fazama mezofaznog mehanizma. Mnoge savremene tehnologije koksovanja uglja u znatnoj meri baziraju na upotrebi različitih aditiva, čije prisustvo povećava kvalitet koksa, jer omogućava korišćenje ugljeva sa lošijim koksnim osobinama. Prema rezultatima nekih dosadašnjih istraživanja (21, 22, 23), za dobijanje koksa zadovoljavajuće čvrstoće potrebno je 5% aditiva, dok je količina od 2% minimalni udeo u koksnih mešavinsama. Ove tehnologije koksovanja posebno se razrađuju u Japanu, s obzirom na ograničene geološke rezerve kamenih ugljeva. Kao aditivi se koriste derivati uglja (rastvorni rafinisan

ugalj), katran, asfaltna i naftna smola, kao i neki drugi aditivi koji imaju vezivni karakter. Korišćenjem aditiva smanjuje se udeo koksnih ugljeva u mešavina.

Nomenklatura i klasifikacija teksture koksa

S obzirom na veliki značaj nomenklature i klasifikacije teksturnih jedinica koksa ovim problemima se posvećuje izuzetna pažnja. Nomenklatura i klasifikacija texture koksa u osnovi bazira na definisanju različitih oblika ugljenika, veličini i načinu pojavljivanja osnovnih jedinica, kao i stepenu njihove anizotropnosti. Kada se govori o problemu klasifikacije texture koksa, u prvom redu se misli na tvorevine iz vezivne faze nastanka polukoksa i koksa. S obzirom da su inertne komponente u koksu prisutne kao uklopci i da su pretežno izotropne, one, takođe, predstavljaju sastavni deo jednog klasifikacionog sistema, koji u sebi sadrži i elemente strukture (pore i pukotine).

Problemima klasifikacije texture i strukture koksa bavio se veći broj autora (2, 3, 4, 5, 6, 14, 17, 20). U svetu se danas koriste različiti sistemi klasifikacija koji se međusobno ne mogu u potpunosti korelirati, iako se zasnivaju na sličnim kriterijumima. Ovaj nedostatak je uočen i Međunarodni komitet za petrologiju uglja (ICCP; Komisija za nomenklaturu i analizu) već duži niz godina aktivno radi na standardizaciji kriterijuma, nomenklature i same klasifikacije texture koksa. U tablici 3 prikazan je predlog klasifikacije texture koksa koji je dao ICCP, koji koriste članovi radne grupe pri zajedničkim eksperimentalnim istraživanjima texture i strukture koksa. Kao član ovih komisija, autor predlaže da se istraživanja texture i strukture koksa u nas vrše prema ovom predlogu, kako bi na samom početku postigli maksimalnu ujednačenost kriterijuma analize koksa i kako bi se lakše uključili u program rada ICCP-a na ovoj problematici.

Radi poređenja u tablici 3 dati su i drugi, danas najaktueltiji sistemi klasifikacije texture koksa (2, 14, 17). Jasno se uočava da se u pojedinim klasifikacijama posebno izdvajaju sastojci iz vezivne faze, faze punjenja i pomešanih kategorija.

Stopljeni deo koksa izgrađuju izmenjeni reaktivni macerali, dok se inertne komponente nalaze u vidu neizmenjenih uklopaka. Vezivnu fazu karbonizacije izgrađuju izotropni i anizotropni sastojci u promenljivim procentualnim odnosima. Prema di-

menziji i obliku, kao i prema refleksiji kristalnih oblika ugljenika, izdvajaju se sferični, sočivasti i trakasti anizotropni sastojci, koji su istaknutivo prema dimenzijama svrstani u tri kategorije: fina, srednja i gruba (tablica 3). U klasifikacijama (2, 14) mozaične anizotropne texture se koreliru sa rangom rovnog uglja (prema V-tipovima). Mikroskopska analiza koksa omogućava da se indirektno izračuna učešće ugljeva određenog ranga u koksnoj mešavini.

Izotropne texture uglavnom nastaju od ugljeva koji se nalaze na donjoj granici sposobnosti koksovanja (refleksija vitrinita je ispod 0,8% V-tip 6,7,2). Texture iz početne faze karbonizacije označavaju prelaz između izotropnih i anizotropnih texture. Površina ovih jedinica je homogena (V-tip 8). Sferične anizotropne texture nastaju koksovanjem kamenih ugljeva, čija se refleksija vitrinita kreće u granicama V-tipa 9, 10 i 11. Osnovni teksturni elementi imaju sferični oblik, prema dimenzijama su izdvojeni u tri subkategorije: fina, srednja i gruba sa veličinom između 0,5–2,0 µm. Kod ovih teksturnih jedinica dužina je jednaka širini. Pri povećanju učešća ugljeva višeg ranga (preko V-tipa 11) znata počinju da se izdužuju. Istovremeno se menja i njihova boja od ružičastocrvene do plave i žute (2). Sočivasta anizotropna vezivna faza stvaranja anizotropnih texture vezuje se za ugljeve sa srednjim sadržajem isparljivih materija (V-tipi 12, 13 i 14). Kod ovih teksturnih jedinica veoma je značajan odnos između dužine i širine, kako se to vidi iz tablice 3. I ovde su izdvojene tri subkategorije u okviru 1,0–12,0 µm. Promene boje su, takođe, izražene i pretežno su nijanse žute, plave i ružičasto-crvene (2). Ugljevi sa niskim sadržajem volatila pri karbonizaciji pretežno daju trakaste anizotropne texture, koje se manifestuju u vidu trakastih polja međusobno paralelnih i različitih dimenzija. Prema širini, koja se kreće između 2,0–25,0 µm, i one su podeljene na tri subkategorije s napomenom da je kod njih veoma značajan odnos između dužine i širine (tablica 3; 2). I ovde se zapažaju karakteristične promene boje pri rotaciji teksturnih jedinica.

Sa stanovišta mikroskopskih ispitivanja koksa veoma su značajne mikrotekture iz faze punjenja, koje su predstavljene inertnim sastojcima ili mineralnim materijama. Prema poreklu izdvajaju se organski inerti (macerali inertinitiske grupe), mešoviti inerti (oksidisan ugalj, brečast ugalj i nekoksujući vitrinit) i neorganski inerti (mineralna materija) (2). Ova klasifikacija sa oblikom ugljenika iz faze punjenja nalazi se još u fazi razrade.

Klasifikacioni sistemi teksture i strukture koksa

Tablica 3

Gray, 1976.							Gray i Devannev, 1986.							Diesel i Wolff, 1986.							ICCP, 1987.								
%	μm	%	Š μm	D/Š	V-tip	%	μm	%	Š μm	D/Š	V-tip	%	μm	%	Š μm	D/Š	V-tip	%	μm	%	Š μm	D/Š	V-tip	%	μm	%			
izotropna poteto- anizotropna sfarčno- anizotropna	—	izotropna poteto- anizotropna	—	—	—	6,7	izotropni koks finčarna mozačna anizotropna tekstura srednjozrna anizo- tropna tekstura	<0,15	izotropna nestopljena	—	—	—	0,15–1,5	—	izotropna nestopljena	—	—	—	0,15–1,5	—	izotropna nestopljena	—	—	—	—	—			
— fina	0,5–1,0	— srednja	0,5–1,0	D=Š	8	—	—	—	—	—	—	—	1,5–5,0	inertinit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
— srednja	1,0–1,5	— gruba	1,0–1,5	D=Š	9	—	gruboza anizo- tropna tekstura	5,0–20,0	—	—	—	—	—	—	izotropni anizotropni mozačna-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— gruba	1,5–2,0	sočivasto- anizotropna	1,5–2,0	D<Š	11	—	gruboza anizo- tropna stopljenja	>5,0	—	—	—	—	—	—	izotropni anizotropni mozačna-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— fina	2,0–5,0	— srednja	1,0–3,0	D≥2Š	12	—	—	D:Š>3	—	—	—	—	—	—	izotropni srednja (d)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— srednja	5,0–10,5	— gruba	3,0–8,0	D>2Š	13	—	—	D:Š>3	—	—	—	—	—	—	izotropni srednja (d)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— gruba	10,0–15,0	trakasto- anizotropna	8,0–12,0	D>2Š	14	—	—	D>20,0	—	—	—	—	—	—	izotropni srednja (d)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— fina	15,0–20,0	— srednja	2,0–12,0	D>4Š	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	izotropni srednja (d)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— srednja	20,0–25,0	— gruba	12,0–25,0	D>4Š	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	izotropni srednja (d)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— gruba	>20,0	pirolitički ugļenik	>25,0	D>4Š	17	—	kokši grus minerali pone u stopljenom koksu	—	—	—	—	—	—	—	izotropni srednja (d)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
izotropni inertinit anizotropni inertinit minerali	—	—	—	—	—	—	pore u nestopljenom koksu pukotine	—	—	—	—	—	—	—	izotropni srednja (d)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Napomena:

- dimenzije čestica: D — dužina i Š — širina
- klasifikovani su samo oblici ugļenika iz vezivne faze
- V-tip: 6–7–10 visok udeo volatila
- 11–12 visok—srednji udeo volatila
- 13 srednji udeo volatila
- 14–15 srednji–nizak udeo volatila
- 16–17 nizak udeo volatila

U klasifikaciji tekture koksa izdvajaju se posebno tzv. pomešane kategorije (2), čije se procentualno učešće iskazuje u analizi koksa. Različite pomešane kategorije su veoma značajne, jer njihovo prisustvo ili odsustvo ukazuje na određeni režim karbonizacije. Prema literaturi (2) pomešane kategorije obuhvataju: nataložen ugljenik (u obliku čadi, sferolitnog i piroličkog ugljenika), koksnu prašinu, antracit, petrol koks i „zeleni koks”.

Zaključak

Za tumačenje mehanizma karbonizacije mešavina kamenih ugljeva različitog ranga neophodna je primena kombinovanih petrografske, fizičke i hemijske metode ispitivanja sa ciljem dobijanja koksa dobrog kvaliteta i niske reaktivnosti. Mirko-

skopske metode ispitivanja tekture i strukture koksa doprinose boljem upoznavanju procesa transformacije uglja u polukoks i koks, što ima bitan značaj za optimizaciju uslova karbonizacije. Poseban značaj imaju istraživanja vezana za problematiku nomenklature i klasifikacije različitih oblika ugljenika iz vezivne faze (stopljeni deo koksa) i faze punjenja (inerti—nestopljeni koks). U budućim istraživanjima potrebno je preciznije definisati izdvojene kategorije anizotropnih tekstura, kako bi se sačinio jedinstven sistem klasifikacije. Primenom ove metodologije treba, takođe, bliže definisati stepen reaktivnosti inertinita u nestopljenom koksu, kao i u pripremljenim mešavinama za koksovanje. Ova ispitivanja treba, takođe, više usmeriti na utvrđivanje količine oksidisanog uglja u mešavinama, s obzirom da njegovo prisustvo u znatnoj meri pogoršava kvalitet koksa. Isto tako treba utvrditi koja to količina oksidisanog uglja u mešavini bitno ne utiče na kvalitet koksa.

SUMMARY

Effect of Texture and Structure on Coke Grade and Reactivity

For interpretation of the mechanism of carbonization of bituminous coals of varying ranks use is made of combined methods of petrographic, physical and chemical tests in order to produce good grade coke with low reactivity. Particular consideration is given to microscopic methods of coke texture and structure examination, indicating their importance and introduction in future investigations of carbonization processes and obtained products in our country.

The paper considers the possibility of using microscopy for interpretation of the origin of anisotropic carbon forms in different stages of carbonization, and particularly of its importance for defining the interstage mechanism. Due attention is also paid to the effect of texture and structure on coke reactivity. Of particular importance are investigations related to problems of nomenclature and classification of different anisotropic textures from the binding stage (fused coke part) and filling stage (inert—unfused coke). The program of future investigations in our country requires more precise definition of the separated category of anisotropic textures and determination of their practical importance in optimization of carbonization conditions for blends of different composition coals, grades and rates of carbonization.

ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss von Bänder-textur und Struktur auf die Güte und der Reaktion vom Koks

Zur Erläuterung vom Mechanismus der Karbonisierung der Steinkohle von verschiedener Stufe nutzt man kombinierte Methoden von petrografischen, physischen und chemischen Untersuchungen, um guten Kokskontakt mit niedriger Reaktionsfähigkeit zu gewinnen. Besonder betrachtet man die mykroskopische Methoden der Untersuchungen von der Textur und der Struktur vom Koks, und es wird auf die Bedeutung und der Einführung vom Inkolungsprozesse in den zukünftigen Untersuchungen, sowie der bekommenden Produkte in unserem Land gezeigt.

Im Artikel tretiert man die Möglichkeit der Verwendung von Mikroskopie zur Erklärung von Entstehen der anisotrope Formen vom Kohlenstoff in verschiedenen Phasen der Karbonisierung, und besonder ihre Bedeutung für die Festlegung ihren Mesophasen—werkes. Der Bedeutung von Textur und Struktur auf die Reaktionsfähigkeit vom Koks ist eben so Aufmerksamkeit gewidmet. Besondere Bedeutung haben Untersuchungen die an die Problematik der Nomenklatur und der Klassifikation verschiedener anisotropen Texturen aus der Bindephase (verschmelzter Koks—Teil) und der Füllungsphase (inert—nicht verschmelzter Koks). Im Programm unserer zukünftlichen Untersuchungen muss man präziser festlegen die abgesonderte Kategorien von anisotropen Texturen und ihr anwendbare Bedeutung bei der Optimierung der Verhältnisse der Karbonisierung für die Mischung der verschiedenen Kohle, verschiedenen Güte und der Grad der Inkohlung.

P E Z D M E

Влияние текстуры и структуры на качество и реактивность кокса

Для объяснения механизма углефикации каменных углей различного качества, используются комбинированные методы петрографических, физических и химических исследований, с целью получить качественный кокс с низкой реактивностью.

Отдельно рассматриваются микроскопические исследования текстуры и структуры кокса и указывается на их значение и нужность их ввода в будущие исследования процесса углефикации и полученных продуктов в нашей стране.

В статье рассматривается возможность применения микроскопического анализа для выяснения возникновения анизотропических видов углерода в различных фазах углефикации, а отдельно ее значение при определении меzo-фазного механизма. Влиянию текстуры и структуры на реактивность кокса также обращено определенное внимание. Особое значение имеет исследование в связи с проблемами номенклатуры и классификации разнообразных анизотропических текстур из фаз связывания /спекающей части кокса/. В программе будущих исследований у нас, надо точнее дефинировать выделенные категории анизотропических текстур и определить их практическое значение в оптимизации условий углефикации для смеси углей различного состава, качества и степени углефикации.

L iteratura

1. Lowenhaupt, D. E., Gray, R. J. 1980: The alkali-extraction test as a reliable method of detecting oxidized metallurgical coal., International Journal of Coal Geology, 1, p. 63–73, Amsterdam.
2. Gray, R. J., Devanneau, K. F., 1986: Coke carbon forms: Microscopic classification and industrial applications. International Journal of Coal Geology, 6, p. 277–297, Amsterdam.
3. Rose, H. J., 1924: Selection of coals for the manufacture of coke. AIME trans., 74, p. 600–639.
4. Hoffmann, H., Kuhlwien, F., 1934: Rohstoffliche und Verkokungstechnische Untersuchungen an Saarkohlen. Glückauf, 71, s. 625–657.
5. Krajewski, J., 1948: Microscopic research on the structure of coke produced from various Polish coals. Buletyn Inst. Naukowa-Badawczego Przemysłu Węglowego, Rep. 37, p. 1–25.
6. Abramski, C., Mackowsky, M. T., 1952: Microscopic investigations of Polish coke samples for quantitative estimation of coke structure. In: H. Freund (Editor), Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Vol. 2, p. 385–409, Frankfurt.
7. Schapiro, N., Gray, R. J., 1963: Relation of coke structure to reactivity. Blast Furnace and Steel Plant, April, p. 273–280.
8. Schapiro, N., Gray, R. J., Eusner, G., 1961: Recent developments in coal petrography. (AIME) Blast Furnace, Coke Ovens and Raw Materials Proceedings, Vol. 20, p. 89–112.
9. Wengert, R. O., Neubauer, V. A., 1970: The effect of coke plant operating variables on the quality of metallurgical coke. Journal of Metals, May, p. 1–6.
10. Thomson, R. R., Benedict, L. G., 1975: Coal composition and its influence on cokemaking. AIME Ironmaking Proc., 34, p. 112–132.
11. Benedict, L. G., Thomson, R. R., 1973: Coal and coke petrography and coke reactivity. Annual Meeting of Northeast Section of Geological Society of America, Abstract.
12. Patrick, J. W., Sims, M. J., Stacey, A. E. 1977: Quantitative characterization of the texture of coke. J. Microsc., 109, p. 137–143.
13. Marsh, H., Smith, J., 1978: The formation and properties of anisotropic cokes from coals and coal derivatives studies by optical and scanning electron microscopy. In: C.Karr (Editor). Analytical Methods for Coal and Coal Products, Vol. II, Academic Press, New York, Ch. 30.
14. Gray, R.J., 1976: A system of coke petrography. III. Min. Inst. Proc., p. 20–47.
15. Marsh, H., 1982: Metallurgical coke: formation, structure and properties. (AIME) Ironmaking Proc. 41, p. 2–11.
16. Mitchell, G. D., Benedict, L. G., 1983: The use of coke petrography as a measure of the behavior and quality of coke. (AIME) Ironmaking Proc. 42, p. 347–356.
17. Diessei, C. F., Wolff-Fischer, E., 1986: Vergleichsuntersuchungen an Kohlen und Koksen zur Frage der Inertinitreativität. Glückauf Forschungsberichte, Jg. 47, s. 203–211.
18. Neavel, R. C., 1976: Coal plasticity mechanism: interferences from liquefaction studies. Proc. Coal Agglomeration and Conversion Symposium sponsored by the W.Va. Geol. Surv. and Coal Research Bureau, West Virginia University, p. 121–133.
19. Nishioka, K., Yoshida, S., Hariki, M., 1983: A carbonization model based on coking mechanism. (AIME) Ironmaking Proc., 42, p. 207–218.
20. Matsubara, K., Miyazu, T., Takahashi, R., 1984: Usage of the gondwana coal for metallurgical coke-making in Japan. Comun. Serv. Geol. Portugal, t. 70, fas. 2, p. 161–173.
21. Robinson, J. W., 1983: Co-carbonization of selected american coals with commercial additives. Int. Journal of Coal Geology, 2, p. 279–296.
22. Kinawa, K., 1977: Comparison of the properties of various binders for coke production. BISI Translation 18491, p. 1–12.
23. Miyazu, T., Matsubara, K., Moratoni, H., 1978: New technique for producing cokeaddition of petroleum pitch or solvent refined coal. AIME Ironmaking Proc., Chicago, 37, p. 220–238.

Autor: prof. dr Marko Ercegovac, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

Recenzenti: prof dr R. Cvetičanin, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd i dipl. inž. M. Mitrić, Beograd

Članak primljen 28.6.1988, prihvatan 21.11.1988.

REZULTATI PRELIMINARNIH ISPITIVANJA MOGUĆNOSTI KONCENTRACIJE TALKISTA SA GOČA

Dragan Radojičić

Uvod

Već duže vreme Institut za istraživanje mineralnih sirovina SOUR Geozavod—Beograd vrši osnovna geološka istraživanja rude talka u zoni Koznica—Lisac na jugoistočnim padinama Goča. Preliminarna tehnološka ispitivanja izvršena su u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina 1985. godine. Tokom maja 1986. godine izvršena su preliminarna ispitivanja mogućnosti primene flotacijske koncentracije talka u Institutu „Magnohrom” — Kraljevo. I u Rudarskom institutu — Beograd tokom 1986. godine izvršeno je preliminarno ispitivanje mogućnosti koncentracije talka sa Goča, kao i sveobuhvatni izveštaj o dosadašnjim preliminarnim tehnološkim ispitivanjima aprila 1987. godine.

Geološke karakteristike ležišta talka

Osnovna geološka istraživanja rude talka u zoni Koznica—Lisac na Goču su započeta 1983. godine.

Dosadašnjim rezultatima geoloških istraživanja otkriveno je više rudnih tešta talkista u zoni Koznica—Lisac. U predelu Koznice otkriveno je rudno telo površine cca 2500 m^2 , čije vidljive rezerve iznose preko 500.000 t rude. U predelu Lisac, u Mitrovom Polju, rudno telo je otkriveno

na površini od preko 20 ha sa preko 100 metara dubinskog prostiranja, čije rezerve iznose više miliona tona rude.

Predeo pojavljivanja talka i talknog kamena Koznica—Lisac nalazi se u gornjem delu reke Rasine u atarima sela Koznica i Brenice na teritoriji SO Aleksandrovac, kraljevačkog regiona. Rudno polje Koznica—Lisac pripada delu Vardarske strukturno—facijalne zone odnosno Dinarskoj urbanoj oblasti. Na osnovu rejonizacije rudonosnog prostora 1979. god, rudno polje talka Koznica—Lisac pripada kopaoničkom rudnom rejonu odnosno rudnom polju „Goč“ koji, pored hroma, platine, zlata, kobalta i nikla, karakteriše pojava azbesta i novo-otvorenih prostorno i genetski bliskih pojava talka.

Rudna pojava Koznica nalazi se u okviru hlorit—sericitskih škriljaca koji pripadaju metamorfitima trijasa odnosno paleozoika. Glavno rudno telo se pruža po dužini od preko 100 m, prosečna debљina je od 25 m, sa strmim padom od 60—70° prema istoku. U severnom delu rudno telo je presećeno rasedom, a u južnom, takođe, razlomnom zonom dolinom Kozničke reke.

U tablici 1 prikazane su hemijske analize koje ilustruju kvalitet mineralne sirovine.

Rudna pojava Lisac podrazumeva tri rudna tela talka odnosno talkista, situirana u južnim i

zapadnim odnosno u istočnim podinama Lisca. Glavno rudno telo № I sa površinom 180.000 m², otkriveno na južnoj padini Lisca, ograničeno je rupturnim deformacijama, odnosno pratećim rasедима u predelu Lukovičkog i Čoličkog potoka, kao i gabrodnim masom u istočnom i severnom ležištu. Mineralni sastav talknih i talkistih stena predstavljen je dominirajućim talkom i brojneritom, zatim sporadično karbonatima, kvarcom, hloritom, autigaritom, magnetitom, hematitom, hromitom, hidroksilunom, zlatom i dr. Na osnovu petroloških proučavanja mineralnog sastava strukturno-teksturnih i drugih fizičkih osobina utvrđeno je da je rudno telo I sastavljeno od dominirajućeg talka (50–65%), Fe-magnezita-brojnerita (30–40%) i drugih komponenata.

Hemiske analize proba A i B rudne pojave Koznica

Tablica 1

Komponenta	Sadržaj, %			
	Proba A (0,0–12,5 mm)		Proba B (12,5–25,0 mm)	
	Hemiska laboratorija			
Geozavod ITNMS-Bgd	Geozavod ITNMS-Bgd			
SiO ₂	34,20	34,82	33,04	34,04
Al ₂ O ₃	1,13	2,37	1,30	2,19
Fe ₂ O ₃	9,11	7,22	9,43	6,82
TiO ₂	trag	—	trag	—
CaO	0,30	1,0	0,40	1,44
MgO	34,05	37,70	34,10	31,80
Cr ₂ O ₃	0,29	n.r.	0,22	n.r.
Na ₂ O	trag	0,04	trag	0,029
K ₂ O	trag	0,01	trag	0,02
G.Z.	21,20	22,47	21,01	23,42
Au, g/t	0,33	0,01	0,13	n.r.

Hemiske analize proba 3 i 4 rudne pojave Lisac

Tablica 2

Komponenta	Hemiske analize						
	Proba 3				Proba 4		
	I	II	I	II	III	IV	
rudna tela							
SiO ₂	52,02	50,78	40,20	40,00	38,10	38,00	
Al ₂ O ₃	1,31	2,33	1,79	—	3,01	—	
Fe ₂ O ₃	6,20	5,61	9,19	—	7,54	—	
TiO ₂	trag	—	trag	—	—	—	
CaO	0,30	0,55	0,30	—	0,65	—	
MgO	25,05	24,60	31,02	—	30,86	—	
Cr ₂ O ₃	0,07	n.r.	0,15	—	n.r.	—	
Na ₂ O	trag	0,04	trag	—	0,06	—	
K ₂ O	trag	0,02	trag	—	0,02	—	
G.Z.	14,50	15,80	19,20	—	19,84	—	
Au, g/t	0,17	n.r.	0,07	—	n.r.	—	
UKUPNO	99,62	99,73	101,92	—	100,08	—	

U tablici 2 prikazane su hemijske analize koje ilustruju kvalitet mineralne sirovine.

Preliminarna laboratorijska ispitivanja

Sva dosadašnja preliminarna laboratorijska ispitivanja izvršena su na različitim uzorcima iz ležišta Lisac-Koznica, Goč, Mineraloška ispitivanja, kao i ispitivanja mogućnosti primene gravitacijske pretkoncentracije i flotacijske koncentracije talka i magnezita, izvršena su u Institutu „Magno-hrom“, Kraljevo. Ispitivanja mogućnosti primene elektromagnetske koncentracije visokog intenziteta izvršena su u ITNMS, Beograd, a ispitivanja mogućnosti flotacijske i elektromagnetske koncentracije izvršena su u Rudarskom institutu, Beograd.

Hemiski sastav ispitivanih uzoraka prikazan je u tablici 3

Hemiski sastav ispitivanih uzoraka

Tablica 3

Komponenta	Sadržaj, %
SiO ₂	32,10 – 35,04
Al ₂ O ₃	1,70 – 1,81
Fe ₂ O ₃	4,16 – 7,09
FeO	2,22 – 2,28
TiO ₂	—
P ₂ O ₅	—
MnO	0,10 – 0,12
Na ₂ O	0,02
K ₂ O	0,02
CaO	0,41 – 1,99
MgO	31,11 – 34,04
S	—
G.Z.	23,03 – 24,98

Od štetnih komponenti u rovnim uzorcima uočava se visok sadržaj fero–feri oksida, koji je karakterističan za skoro sve pojave talka u našoj zemlji. Uporedni sadržaj FeO i Fe_2O_3 u rovnim uzorcima po pojedinim ležištima prikazan je u tablici 4.

Sadržaj Fe–oksida u pojedinim jugoslovenskim ležištima talka

Tablica 4

Lokaliteti	Sadržaj Fe oksida u rudi, %
Koznica	6,8 – 9,4
Lisac	5,6 – 9,19
Streoci	7,26
Koprivna	4,50
Kesendre	4,7 – 6,6
Izvor	6,30

Mineraloški sastav ispitivane rude

Ruda talka ima sivu boju sa mestimičnim koncentracijama oker i bele boje, masan opip i sjaj, škriljavu do kompaktnu teksturu. Mestimično se javljaju bele vlknaste žilice i koncentracije talka.

Rendgenskim i mikroskopskim ispitivanjima utvrđeno je da se osnovna masa rude sastoji od talka u kojoj je talk maseno zastupljen sa oko dve trećine.

Talk gradi listaste i vlknaste agregate sa veličinom kristala 10 do 20 mikrometara.

Magnezit ima krupnokristalastu strukturu. Kristali se najčešće javljaju sa izraženom cepljivošću nepravilnog oblika. Postoji neravnomernost u pogledu veličine kristala, od desetak mikrona do milimetarskih dimenzija, i rasporeda magnezita u talku. Magnezit se javlja u obliku žilica, gnezda, sočiva i često je sitnije kristalast magnezit izmešan sa talkom. U nekim kristalima magnezita formirani su duž pravca cepljivosti hidroksidi gvožđa.

Rendgenskim i mikroskopskim ispitivanjima je konstatovano da se oker obojene partie rude sastoje pretežno od magnezita, za koji je vezana izvesna količina minerala koji su nosioci Fe_2O_3 u steni.

U rudi se javljaju mestimično i spinelidi (hromit, magnetit). Oni su kao individualni kristali ili koncentracije kristala i zrnastih agregata zastupljeni u svim delovima stene. Mineraloškim ispitiva-

njima je utvrđeno da su najzastupljeni sledeći akcesorni minerali: hlorit, dolomit, kvarc, kalcedon, hromit, magnetit i hidroksidi gvožđa.

Opiti flotacijske koncentracije talka

U procesu flotacijske koncentracije talka korишćeni su sledeći reagensi: borovo ulje, kerozin i H_2SO_4 .

Gornja granična krupnoća mlevenja je 0,2 mm. Posle grubog flotiranja izvršeno je jednostruko prečišćavanje bez doziranja reagensa.

Bilans flotacijske koncentracije

Tablica 5

Proizvodi	Masa %	Sadržaj, %			
		MgO	SiO_2	Fe_2O_3	G.Z.
Jalovina	74,22	36,35	27,54	7,27	28,80
Grubi koncentrat	25,78	30,07	56,38	3,59	8,48
Međuproizvod	9,84	30,05	53,83	4,07	11,07
Def. koncentrat	15,94	30,10	60,50	2,82	5,60
Ulaž	100,00	33,14	35,38	6,25	23,36

Prema prikazanim rezultatima flotacijskom koncentracijom postigao se zadovoljavajući sadržaj talka oko 96% u definitivnom koncentratu, ali sa visokim sadržajem Fe_2O_3 od 2,82% uz maseno učešće od 15,94%.

Opiti elektromagnetne koncentracije

Elektromagnetna separacija je izvršena elektromagnetskim separatorom visokog intenziteta „Humboldt–Jones“ pri ggk rovne rude od 0,2 mm i na elektromagnetskom separatoru visokog intenziteta tipa „Sala“ pri finooči samlevene rovne rude do 88,92% – 0,062 mm.

Elektromagnetskom separacijom talka na uređaju tipa „Humboldt–Jones“ postignut je nezadovoljavajući kvalitet koncentrata talka kako u pogledu sadržaja talka tako i u pogledu ukupnog sadržaja Fe_2O_3 .

Rasejavanjem nemagnetne frakcije na uske klase krupnoće konstatovano je da je oksidno gvožđe homogeno raspoređeno po klasama krupnoće.

Bilans elektromagnetne separacije uzorka talka na uređaju tipa „Sala“

Tablica 6

Proizvodi	Masa %	Sadržaj, %				
		SiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	G.Ž.
Magnetično	60,06	22,60	2,29	13,41	30,20	25,70
Nemagnetično	39,94	39,50	2,00	2,19	28,61	17,10
Ulez	100,00	29,34	2,17	8,93	29,59	22,26

Primenom odmuljivanja pre elektromagnetskog čišćenja postignuti su znatno bolji rezultati u pogledu sadržaja oksida gvožđa; naime, nemagnetska frakcija je sadržala FeO 1,59% i Fe₂O₃ 1,67% sa masenim iskorišćenjem od 53,04% računato na ulaz u elektromagnetski separator.

Kombinovani opit koncentracije talka

Opiti koncentracije talka flotacijskim postupkom kojem je prethodila magnetna separacija sa odmuljivanjem uz pokušaj odvajanja magnezita iz otoka flotacije talka nisu dali pozitivne rezultate.

Zaključak

Preliminarna tehnološka ispitivanja koja su izvršena na uzorcima talkista ukazala su da se postupcima pripreme ne postiže visokokvalitetni koncentrati talka zbog visokog sadržaja Fe-oksida u njima. Prema sadržaju Fe-oksida koncentrat talka može se primeniti u mnogim industrijama kao što su: industrija keramike i vatrostalnog

materijala, industrija hartije, gumarstvo i građevinarstvo.

Po sadržaju Fe-oksida ovo ležište talkista je identično ostalim jugoslovenskim ležištima talka koje karakteriše visok sadržaj Fe-oksida. Feroferi gvožđe je homogeno raspoređeno u rovnoj rudi u vidu finih čestica i prevlaka po talku tako da se jednostavnim postupcima pripreme ne može bitno smanjiti sadržaj oksida gvožđa u rovnoj rudi i samim tim postići visokokvalitetni koncentrat talka, jer je očigledno da se fero-feri gvožđe javlja u rovnoj rudi u sledećim mogućim oblicima:

- u vidu prevlaka po površinama korisnih minerala
- u vidu finih do koloidnih čestica ili se nalazi u samoj kristalnoj rešetki minerala talka.

S obzirom na rasprostranjenost ovakvog tipa ležišta u Jugoslaviji, na ogromne potencijalne rezerve koje se procenjuju na više desetina miliona tona rude talka, kao i na mogućnost njegove primene, treba nastaviti sa detaljnim tehnološkim ispitivanjima ovog tipa rude.

SUMMARY

Results of Preliminary Technological Testing of the Possibility of Concentration of Goč Talc-schist

The paper presents the results of preliminary laboratory tests on Goč talc-schist ore leading to the conclusion that by its Fe-oxides content this deposit is identical with other Yugoslav talc deposits characterized by a high Fe-oxide content, that produced talc concentrates may be used in industries such as ceramic industry, refractory materials industry, paper industry, rubber industry and building industry.

ZUSAMMENFASSUNG

Ergebnisse der Preliminären Technologischen Untersuchungen zur Möglichkeit der Konzentration der Talkschiefer bei Goč

In dieser Arbeit sind die preliminären Ergebnisse der laboratorijum Untersuchung von dem Erz Talkschiefer bei Goč vorgeführt, auf Grund welchen konstatiert ist, dass nach erhalt von Fe-oxid diese Lagerstätte gleich ist mit den anderen jugoslawischen Lagerstätten von Talk, welche charakteristisch sind von grossem gehalt Fe-oxid, weiter kann man die realisierten Konzentraten vom Talk in der Industrie verbrauchen, so wie dass die Industrien von Keramik und feuerfeste Materialen sind, weiter die Industrie von Papier, Gummi und Bauwesen.

P E Z Y M E

Результаты предварительных исследований возможности концентрации талькового сланца из горы Гоч

В этой статье сделан обзор результатов лабораторных исследований руды талькового сланца из горы Гоч, на основе которых можно заключить что по содержанию окислов Fe это месторождение подобное иными югославскими месторождениями талька, характеризующиеся высоким содержанием окислов Fe, и что полученные концентраты талька могут использоваться в промышленности как керамическая, промышленность огнеупорного материала, бумаги, резины и в строительстве.

Literatura

1. Ilić M., Karanata S., 1973: Specijalna mineralogija, I deo.— „Bakar”, Bor.
2. Paskalev V., 1961: Osvrt na ležište talka KSENDRE.— Rudarstvo, metalurgija 12/1961.
3. Kyžavart M., 1986: Nematoličeskie poleznye iskopаемые. — „Mir”, Moskva.
4. Draškić D., 1972: Industrijska primena pripreme mineralnih sirovina, II deo, Beograd.
5. Milošević S., Simić A., 1985: Preliminarni izveštaj o mogućnosti koncentracije talka iz rude Koznica I i II — Goč. — Institut za tehnič. nukl. i drugih min. sirovina, Beograd.
6. Vučković D., Šočanac M., Živković M., 1986: Preliminarna ispitivanja mogućnosti primene flotacijske koncentracije talka iz rude „Koznica—Lisac”. — Institut „Magnohrom”, Kraljevo.
7. Ivančović D., Radojičić D., 1986: Izveštaj o ispitivanjima mogućnosti koncentracije talka ležišta „Lisac”. — Rudarski institut, Beograd.
- „Lisac”. Rudarski institut, Beograd.
8. Industrial Mineral, February 1987.
9. Tučan F., 1957: Specijalna mineralogija, Zagreb.
10. Janković S., 1962: Ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina, Beograd.
11. Fischesser R.: Les données des principales espèces minérales societe de l'industrie minérale.
12. Slavković B., 1974: Ekonomski položaj rudnika nemetala SFR Jugoslavije. — Konferencija o nemetalima, Beograd.
13. Godišnji izveštaj o izvršenim istražnim radovima na talku u zoni Koznica—Lisac u 1984 godini. — SOUR Geozavod — RO Institut za istraživanje mineralnih sirovina, Beograd.
14. Radojičić D., Vasić V., 1987: Izveštaj o laboratorijskim ispitivanjima mogućnosti koncentracije talka iz ležišta „Lisac”. — Rudarski institut, Beograd.

UTVRĐIVANJE SADRŽAJA ŽIVE KAO ŠTETNE KOMPONENTE U METALURŠKOJ OBRADI KONCENTRATA RUDE ZLATA U LEŽIŠTU KVAUK—PAH—TO, BURMA

(sa 2 slike)

Andrijan Bužalo

Uvod

U okviru tehničkog dela projekta THE KVAUK—PAH—TO PROJECT BURMA, za ocenu kvaliteta rude zlata, vršena su hemijska ispitivanja kako na ulaznoj sirovini tako i na proizvodima koncentracije.

Ova ruda je karakteristična po svom izuzetnom sastavu, prvenstveno, po visokom sadržaju sumpora i gvožđa.

Prema petrološko-mineraloškim ispitivanjima, do koncentracije zlata u ležištu je verovatno došlo u fazi formiranja kvarcnih peščara. Hemijskom obradom utvrđeno je da ruda sadrži pirit, halkopirit, arsen, mineraltitana, a i trage žive, koja se u procesu flotacijske koncentracije pojavila kao vidniji parametar. Zato je pri razradi flotacione šeme bilo neophodno da se zna njen ukupni sadržaj i u kom obliku se ona nalazi.

Za određivanje ukupnog sadržaja žive u pojedinih mineraloškim grupama, bliskim po svom hemijskom sastavu, postoje zadovoljavajuće metode, proverene u laboratoriji Zavoda za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta.

Međutim, znatno su složenije metode za određivanje žive u sulfidnim ili oksidnim mineralima. Mada metodika za određivanje ovih minerala nije

bez nedostataka, ipak njena primena omogućuje da se izabere racionalna šema pri određivanju žive u koncentratu rude zlata.

Živa je u rudama obično prisutna u obliku sulfida HgS i to najčešće kao crveni cinabarit, a ređe kao njegova crna alotropska modifikacija — metacinabarit. U nekim rudnim nalazištima sрећe se i elementarna živa u vidu sitnih kapljica, a i kao hlorid—kalomel i oksihlorid.

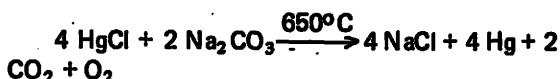
Na kraju, živa se može naći i u obliku amalgama srebra, a ređe i zlata, i tada ima vulkansko poreklo.

Fazna analiza ruda koje sadrže živu skoro da nije u potpunosti razrađena. Postoji sasvim kratka i jednostavna metoda za određivanje dva oblika žive:

- elementarne, koja se prevodi u rastvor trećiranjem uzorka razblaženog azotnom kiselinom i
- sulfidne, koja se određuje u nerastvornom oстатku.

Ako je u rudi prisutan i neki hlorid žive (kalomel ili oksihlorid), taj mineral će, takođe, preći u rastvor i određivaće se zajedno sa elementarnom živom. Za takve rude predložena metoda omogućava određivanje sva tri oblika žive pojedi-

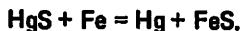
nâčno. Metoda se zasniva na tome, što se u procesu žarenja pri 650°C sa natrijum-karbonatom u prisustvu vazduha hlorid žive razlaže uz izdvajanje elementarne žive, koja se izliva na zlatnu pločicu, a zatim određuje. Proces je prikazan sledećom reakcijom:



Sulfid se pod ovim uslovima ne razlaže. Razumljivo je da se pri tom određuje i elementarna živa, koja je prisutna u uzorku takve rude. Po izvršenoj reakciji određuje se sadržaj hlorida, a zatim se računskim putem određuje živin hlorid (HgCl). Hloridi kalijuma i natrijuma ne ometaju određivanje. Metoda je proverena na smesi rude sa kalomegom, a dobijeni rezultati su bili zadovoljavajući.

Za analizu ruda koje sadrže hlorid i sulfid žive, kao i elementarnu živu, predloženo je nekoliko drugih načina.

Tretiranjem uzorka razblaženom 5%-nom azotnom kiselinom uz zagrevanje, u rastvor se prevode hlorid i oksihlorid žive. Ostatak se suši, meša sa metalnim gvožđem i pri zagrevanju se iz sulfida oslobađa metalna živa koja se kondenzuje na pločicu od zlata i određuje:



Ovim postupkom se, zajedno sa sulfidom, određuje i elementarna živa prisutna u uzorku.

Za određivanje slobodne žive, drugi uzorak se u porcelanskoj posudi pažljivo i temeljno ispira vodom, benzinom, alkoholom, etrom i, na kraju, opet vodom, tako da na površini više ne bude kapljica žive. One se dalje ispiraju vodom, kako bi se odstranile čestice nečistoće, suše alkoholom i etrom i mere. Dalje se računski određuje sadržaj svih oblika žive. U filtratu dobijenom tretiranjem sa 5%-nim rastvorum azotne kiseline određuje se sadržaj hloridnih jona. Rezultati određivanja se dobro reprodukuju, ali je ova metoda primenljiva samo pri visokom sadržaju elementarne žive.

Razrađena metoda analize ruda koje sadrže elementarnu živu, cinabarit i švatcit zasniva se na različitim isparljivostima.

Zagrevanjem smese metalne žive i sulfida žive sa čistim mineralom do temperature 1380°C, metalna živa u potpunosti ispari za prvi 1,5 min, a

sulfidi počinju da isparavaju u vrlo maloj količini posle 6 min. Koristeći ove podatke metalna živa se određuje spektralnom analizom.

Pri određivanju ukupnog sadržaja žive uzorak se meša sa cinkoksidom. Za razdvajanje sulfida žive (cinabarita i švatcita) koristi se alkalni rastvor natrijum sulfida, u kome se cinabarit potpuno rastvara, u švatcit u neznatnom stepenu. Tačnost razdvajanja zavisi od njihovog odnosa u smesi. U pomenutom reagensu se veoma primetno, mada ne i potpuno, rastvara i metalna živa, pa zbog toga ona mora biti prethodno odvojena i određena, za što je pogodna metoda koja je prikazana u eksperimentalnom delu.

Na osnovu podataka spektrohemijske i hemijske analize rude i koncentrata odabrane su najpovoljnije metode, primenljive u postojećim uslovima.

Eksperimentalni deo

Osnovna istraživanja

Da bi se došlo do ocene kvaliteta ispitivanih materijala vršene su sledeće analize:

a) Spektrohemijska analiza uzorka rude

Oznaka elementa	Sadržaj u ppm
Pb	35
Zn	90
Cu	30
Cd	trag
Mo	7
Y	50
Bi	trag
Ni	50
Co	3
Sb	trag
Se	10
W	trag
Ge	trag
Ga	3
Cr	100
Ba	300
In	trag
Mn	70
Zr	300
Hg	60
La	30
Li	100
Be	trag

b) Hemijska analiza rude

Oznaka elementa	Sadržaj u %	g/t
Pb	0,27	
Zn	0,32	
Fe	1,99	
Cu	0,012	
As	0,11	
Mn	0,030	
Sb	trag	
S	1,03	
SiO ₂	78,64	
CaO	1,85	
MgO	0,72	
Al ₂ O ₃	2,92	
Hg	0,011	
Ag		3,20
Au		6,07
gubitak žarenjem	3,56	

zapreminska gustina iznosi 1,246 g/cm³
specifična gustina iznosi 2,619 g/cm³

Postupkom koncentracije rude uz najpovoljnije uslove za krupnoću zrna (mlevenje), upotrebu odgovarajućih reagenasa, kao i dužinu trajanja flotacijskog procesa dobijen je koncentrat sledećeg sastava:

Kompletna hemijska analiza flotacijskog koncentrata zlata K/Au–2

Hemijska analiza		Racionalna analiza	
oznaka elementa	sadržaj %	oznaka jedinjenja	sadržaj %
Au	600	FeO	1,42
Ag	560	FeS ₂	63,78
Hg	0,55	SiO ₂	23,75
Fe–ox	1,10		
Fe–uk	32,43	FeAsS	4,60
S	35,56	Al ₂ O ₃	3,05
Pb	0,02	TiO ₂	0,50
Zn	0,07	alkalije	0,60
Cu	0,15	zemnoalkalije	0,45
As	2,12	Pb, Zn, Cu, Sb, Mn, F	0,30
Sb	0,02	ostatak S	0,63
Mn	0,02		
F	0,02		
Na ₂ O	0,04		
K ₂ O	0,56		
SiO ₂	23,75		
CaO	0,12		
MgO	0,33		
Al ₂ O ₃	3,04		
TiO ₂	0,50		

Na osnovu datih rezultata kvalitativne hemijske analize ispitivanog uzorka koncentrata ukupan sadržaj žive čine samorodna i sulfidna živa, s obzirom na visok sadržaj sumpora.

Fazna analiza

a. Određivanje ukupnog sadržaja žive

Uzorak u kome se određuje ukupna živa se tretira kalijum-permanganatom uz amonijum-fluorid u kiseloj sredini (H_2SO_4 2 : 1). Rastvor se zagreva 1 sat, ohladi, a zatim se vodonikperoksidom razara mangan dioksid nastao u toku ove oksidoredukcije (višak peroksida se uklanja kuhanjem). U ovako pripremljenom rastvoru živa se određuje titracijom sa rodanidom tako što se najpre dodaje azotna kiselina, a zatim titriše 0,01 ili 0,05 N rastvorom amonijum–rodanida uz fero–amonijumovu stipsu. Tačka ekvivalencije pri titraciji postignuta je u momentu obezbojavanja ružičastog rastvora.

b. Određivanje samorodne žive

Rastvor uzorka koncentrata u azotnoj kiselini (1:1) se uparava do suva, ponovo tretira azotnom kiselinom iste koncentracije i filtrira.

Filtrat, zakiseljen sumoprnom kiselinom, se ponovo uparava, a zatim se samorodna živa određuje na isti način kako je opisano u poglavљу a „Određivanje ukupnog sadržaja žive“. Ostatak (A) posle filtriranja služi za određivanje sulfidne žive (šema 1).

c. Određivanje sulfidne žive

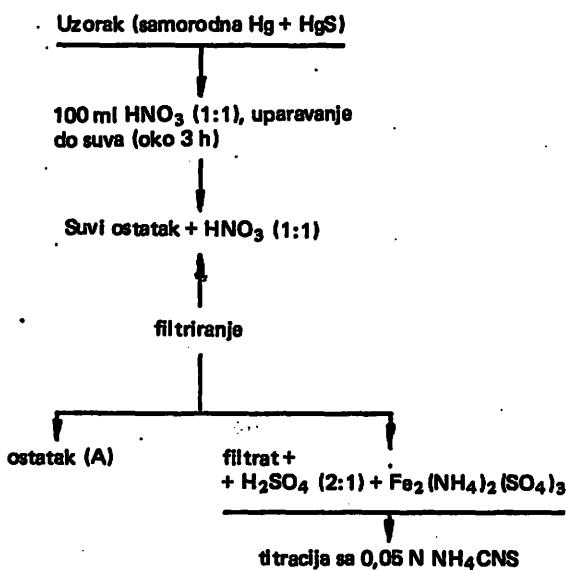
Ostatak prethodnog filtriranja (A) se tretira kalijum-permanganatom u kiseloj sredini (H_2SO_4 specif. gustine 1,84 g/cm³), uz amonijum fluorid, te kuva 30–40 min. Vodonikperoksidom se razara mangandioksid, a sam se na kraju uklanja kuhanjem. U ovako pripremljenom rastvoru sulfidna živa se određuje, takođe, titracijom sa amonijum–rodanidom kao što je opisano u odeljku „a“ (šema 2).

d. Prikaz rezultata

Primenjivanjem navedene metode dobijeni su sledeći rezultati za sadržaj sulfidne i samorodne žive:

	Proba 1	Proba 2	Proba 3	Proba 4	Proba 5	Srednja vrednost
samorodna živa (%)	0,11	0,12	0,08	0,10	0,08	0,098
sulfidna živa (%)	0,48	0,48	0,41	0,44	0,47	0,458
ukupni sadržaj žive (%)	0,56	0,52	0,57	0,54	0,58	0,554

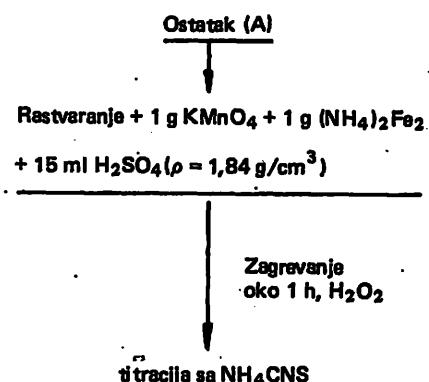
Šema 1



Zaključak

Ovaj prikaz određivanja ukupne žive, kao i njenih mineraloških oblika, daje mogućnost i označava ocenu u kom obliku je ona prisutna u rudi zlata.

Šema 2



Fazna hemijska analiza koncentrata rude zlata koji sadrži samorodnu i sulfidnu živu, zasniva se na rastvorljivosti elementarne žive u razblaženoj azotnoj kiselini i na činjenici da pri tom sulfidna živa zaostaje u nerastvornom ostaku.

Izneti rezultati ispitivanja upućuju na neophodnost da se na isti način, faznom analizom, utvre i drugi parametri koji u metalurškoj preradi zlata imaju makar i neznatan uticaj kako na tehničke rezultate tako i na aerozagađenja.

SUMMARY

Definition of Mercury as a Detrimental Component in Metallurgical Treatment of Gold Ore Concentrate in Deposit Kiauk-Pah-To, Burma

The results of spectrochemical, as well as chemical analysis of Deposit Kiauk-Pah-To ore and gold ore flotation concentrate indicated the fact that mercury represents a somewhat major parameter. Its effect as a detrimental component on technical results indicates the necessity of determination both of total mercury and its mineralogical forms, primarily of sulphides due to a high sulphur content.

Consideration of all obtained results lead to a conclusion that the most suitable methods are those based on choice of a selective solvent for elementar mercury dissolution, while the sulphide one remains unsolved under such conditions.

ZUSAMMENFASSUNG

Bestimmung von Quecksilber als schädliche Komponente bei der metallurgischen Bearbeitung vom Golderz-konzentrat in der Lagerstätte Kvauk-Pah-To, Burma

Die Ergebnisse von spektrochemischen Analysen, so wie auch die chemischen Analysen vom Erz und des Flotationskonzentrates von Golderz in der Lagerstätte Kvauk-Pah-To, Burma zeigt auf die Tatsache, dass das Quecksilber ein mehr sichtbarer Parameter ist. Ihr Einfluss als schädliche Komponente auf die Ergebnisse der Technologie unterweist auf die Notwendigkeit zur Bestimmung so wie des ganzen Quecksilbers, so auch seine mineralogische Gestalt, aber vorzugsweise der Sulfide, wegen dem hohen Schwefelgehalt.

Mit Ermessen aller bekommenen Ergebnissen kommt man zum Beschluss dass die beste Methoden die jene sind, die sich auf der Auswahl der selektiver Auflöser gründen, in denen sich das elementares Quecksilber auflöst, und die Sulfide bleiben bei selber Bedingungen nicht aufgelöst.

РЕЗЮМЕ

Установливание содержания ртути как вредной компоненты в металлургической обработке концентрата руды золота в месторождении Кваук-Пах-Те, Бурма

Результаты спектрохимического анализа, а так и химического анализа руды и концентратов флотации руды золота из месторождения Кваук-Пах-Те, Бурма, указывают на факт что ртуть представляет собой важный параметр. Ее влияние, как вредной составляющей на технологические результаты, указывает что необходимо определять, кроме общего, количество ртути и количество ее минералогических видов – преимущественно сульфидов, учитывая высокое содержание серы.

Учитывая все полученные результаты, можно сделать вывод что лучшие методы базируются на выборе селективного растворителя в котором растворяется элементарная ртуть, а сульфидная ртуть в тех же условиях остается нерастворимой.

Literatura

1. Filipova, N. A., 1975: Fazna analiza ruda i proizvoda njihove prerade, Moskva.
2. Dolivo-Dobrovolskij V. V., Klimenko, J. B., 1947: Racionalna analiza ruda, Metallurgizdat.

DOPRINOS REŠENJU PROBLEMA POVEĆANE ZAPRAŠENOSTI U RADNOJ SREDINI KLASIRNICE SUŠENOG UGLJA U RO KOLUBARA – PRERADA

(sa 2 slike)

Dragan Guzijan – Miroslav Mrvoš

U tehnološkom procesu klasiranja sušenog uglja u klasirnici RO Kolubara–Prerada dolazi do prekomerne zagađenosti radne sredine, čiju osnovnu komponentu čini lebdeća prašina uglja. Kao što je poznato, potencijalna opasnost zagađenja radne sredine od agresivnog dejstva lebdeće prašine procenjuje se prema sadržaju slobodnog SiO_2 , čiji sadržaj u konkretnom slučaju iznosi 2,7%.

Jugoslovenskim standardom JUS.Z.BO.001 utvrđen je oštar kriterijum za maksimalno dozvoljenu koncentraciju prašine uglja u radnoj sredini, u odnosu na sadržaj slobodnog silicijum dioksida u njoj. U tablici 1 date su MDK vrednosti za ovu vrstu prašine (Nd), koje propisuje navedeni standard.

Da bi se sprečila (smanjila) zaprašenost radne sredine i dovela u granice MDK, problem zaštite se danas u svetu kompleksno posmatra, odnosno primenjuje se istovremeno više elemenata – tehničkih rešenja.

Osnovni elementi kompleksnih mera zaštite od prašine su:

- aspiracija sa filtracijom uhvaćene prašine na presipnim mestima
- hermetizacija presipnih mesta (jednostrukе ili dvostrukе prekrivke)
- uklanjanje sekundarno nataložene prašine (hidrauličnim putem ili pomoću stacionarnog usisivača i dr.).

Ocena zaprašenosti radne sredine u objektu klasirnice za letnji period 1986. godine

Tablica 1

Radna sredina							
Pokaza-telj	Kriterijum	Nivo reše-tanja + 10,5 m	Kabina za povr. odmor radnika +10,5 m	Nivo kote + 15,00 m	Nivo kote +6,00– nivo traka	Nivo kote + 6,00– odeljenje vaga	Nivo kote 0,00 – ra-nžirna stanica kla-sirnice
Psio ₂	% slob. SiO ₂	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Nd	č/cm ³	1260	1260	1260	1260	1260	1260
Nd	mg/m ³	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Nk	č/cm ³	5000	4200	5000	5000	1000	3200
Nk	mg/m ³	14,0	8,6	11,2	20,0	2,0	3,2
Nk	faktor pre-koračenja	7,0	4,3	5,6	10,0	1,0	1,6
Nd							

Svi ovi elementi kompleksnih mera zaštite od prašine primjenjeni su u objektu klasirnice uglja RO Kolubara — Prerada.

Međutim, efekti rada ugrađenog sistema otprašivanja veoma su mali jer je zaprašenost radne sredine objekta klasirnice velika, što se vidi iz tablice 1 (Elaborat o periodičnim ispitivanjima hemijskih i fizičkih štetnosti radne sredine za letnji period ispitivanja 1986. god.). Kote + 6,00; 10,50; 15,00 su, i pored izvedenih mesta za lokalno odsisavanje zaprašenog vazduha, višestruko zagađene jer se faktor prekoračenja kreće od 5,6 do 10,

Isto tako se mora napomenuti da poseban problem predstavljaju pare koje se oslobađaju iz sušenog uglja, jer one u zimskim uslovima dovode do otežanog funkcionisanja kompletног sistema otprašivanja.

Da bi se stanje zaprašenosti dovelo u okvire naših pozitivnih propisa, urađena je verifikaciona analiza efekata postojećeg stanja i, na osnovu dobijenih rezultata, urađeno je novo tehničko rešenje otprašivanja kojim se rešava problem zaštite radne sredine i životne okoline.

Rezultati izvršenih merenja

Na osnovu izvršenih merenja protoka i depresije u sistemu otprašivanja utvrđeno je da postojeći ventilator ostvaruje projektovane parametre ($Q = 54600 \text{ m}^3/\text{h}$ i $H = 2500 \text{ Pa}$). Međutim, sistem je debalansiran, što se moglo videti iz rasporeda brzine po ograncima. To je posledica zapunjenošću prašinom nekih deonica cevovoda ili usisavanja vazduha iz radne sredine kroz otvore nastale na haubama i nekim deonicama cevovoda usled dejstva korozije.

Izmerene koncentracije prašine u struji zaprašenog gasa na ulazu u filter iznose pribliжно 2100 mg/m^3 (vidi tablicu 2), što je malo s obzirom na količinu prašine koja nastaje pri sejanju i pretovaru sušenog uglja. Jedan od razloga leži u tome što zagrejani vazduh, koji se dovodi da bi se sprečilo lepljenje prašine na unutrašnje zidove cevovoda, ubacuje u prekrivku odsisnih mesta u suprotnom smeru od usisavanja vazduha. Ovakvim načinom uvođenja zagrejanog vazduha onemogućeno je efikasnije hvatanje prašine na izvorima zaprašenosti.

Koncentracija prašine u struji prečišćenog gasa iznosi pribliжno 400 mg/m^3 . Mada kod nas nije donet zakon koji propisuje dozvoljene koncentra-

cije prašine koje se smeju ispuštati u atmosferu, upoređujući dobijenu vrednost sa dozvoljenom ($N_d = 150 \text{ mg/m}^3$), koju propisuju nemačke VDI-norme, vidimo da je ona oko 2,5 puta veća, što jasno govori da postojeći filter ne radi dovoljno efikasno. To se vidi i iz njegovog izračunatog stepena prečišćavanja koji iznosi samo 81,065%, što je malo s obzirom da ovakvi filtri imaju stepen prečišćavanja preko 99%. Razlog ovako lošeg rada filtera, verovatno, leži u dotrajalim i pocepanim vrećama ili u korozijom uništenom gornjem podu filtera koji odvaja komoru čistog od komore zaprašenog vazduha.

Koncentracija prašine u zaprašenom vazduhu ispred i iza filtra

Tablica 2

Red. broj	$N_{ul} (\text{mg/m}^3)$	$N_{izl} (\text{mg/m}^3)$
1.	1861,16	511,3
2.	1749,36	337,56
3.	2226,896	94
4.	2557,02	535,61
Prosečna koncentracija	2101,11	397,85
η	= 81,065%	

Izbor odsisnih mesta i proračun optimalnih količina zaprašenog vazduha na izvorima zaprašenosti

Merenja zaprašenosti radne sredine u objektu klasirnice jasno pokazuju da postojeći sistem otpašivanja ne zadovoljava.

Da bi se poboljšalo stanje zaprašenosti radne sredine progovoren je sa investitorom da se u prvoj fazi reši problem zaprašenosti na kotama + 10,50 i 15,00.

Naknadno bi se, u drugoj fazi, rešavale kote +0,00 i 6,00. Sagledavajući rezultate izvršenih merenja i na osnovu našeg višegodišnjeg iskustva na polju otpašivanja sličnih objekata izvršili smo novi proračun količina zaprašenog vazduha potrebnih za odsisavanje sa izvora zaprašenosti.

Kao što je poznato, pri pretovaru materijala s jednog dela tehničke opreme na drugi ostvaruje se jednak obrzano kretanje. Konačna brzina materijala koji se pretovaruje, pored konstruktivnih karakteristika pretovara (skliznica, vrsta i hermetičnost prekrivke) i karakteristika rude (srednji prečnik, specifična težina, temperatura i vlažnost),

PRORACUN KOLICINA VAZDUHA

COPYRIGHT: RI BEOGRAD

DO: KOLUBARA PRERADA
OBJEKAT: KLASIRNICA

ASPIRACIONI SISTEM BR: 1
PRETOVARNO MESTO BR: 1 (PRETOVAR SA TRANSPORTERA 306 NA TRANSPORTER 308)

M O D E L A

ULAZNI PODACI

.7	98	0	0
2.75	.6	0	.1
1	0	0	61.11
98	0	0	1258
.51	0	0	75
1	0	1.1	.1
.4	0	1.1	1.293
0	0	0	4
.51	0	0	0

REZULTATI

.255	9.805	0	291.963
.318	4.258	0	0
2.496	0	0	.223
89.263	0	9.805	1.045
9.805	0	.213	.162
-.099	0	0	1.4
2.508	0	0	1.625
1.006	0	0	5850.888

Sl. 1 — Listing proračuna količine vazduha na presipnom mestu br. 1.

predstavlja osnovni parametar za određivanje količine zaprašenog vazduha koje bi trebalo izvlačiti aspiracijom, da bi se sprečila pojava zaprašenosti radne sredine iznad MDK vrednosti, propisanih jugoslovenskim standardom JUS Z.BO.001.

Rudarski institut je razradio originalan matematički model koji uzima u obzir sve navedene elemente. Primer listinga sa ulaznim i izlaznim podacima za proračun potrebne količine vazduha za odsisavanje sa jednog izvora zaprašenosti dat je na sl. 1.

Projektnim rešenjem otprašivanja kota 10,50 i 15,00 klasirnice sušenog uglja obuhvaćeni su

izvori zaprašenosti koji su prikazani u tablici 3. U istoj tablici date su i potrebne količine zaprašenog vazduha za aspiraciju, usvojene kao optimalne, a dobijene putem napred pomenutog matematičkog modela u računskom centru RI-a.

Hermetizacija izvora zaprašenosti

Postojeća prekrivka na svim odsisnim mestima nalazi se u relativno dobrom stanju i iskorišćena je za novo projektno rešenje. Ova konstatacija ne odnosi se na hermetizaciju sita 70A i 70B. Postojeća prekrivka bilje je nefunkcionalna i kao takva potpuno je uništена.

Izvori zaprašenosti na kotama 10,50 i 15,00 sa optimalnim količinama zaprašenog vazduha za aspiraciju

Tablica 3

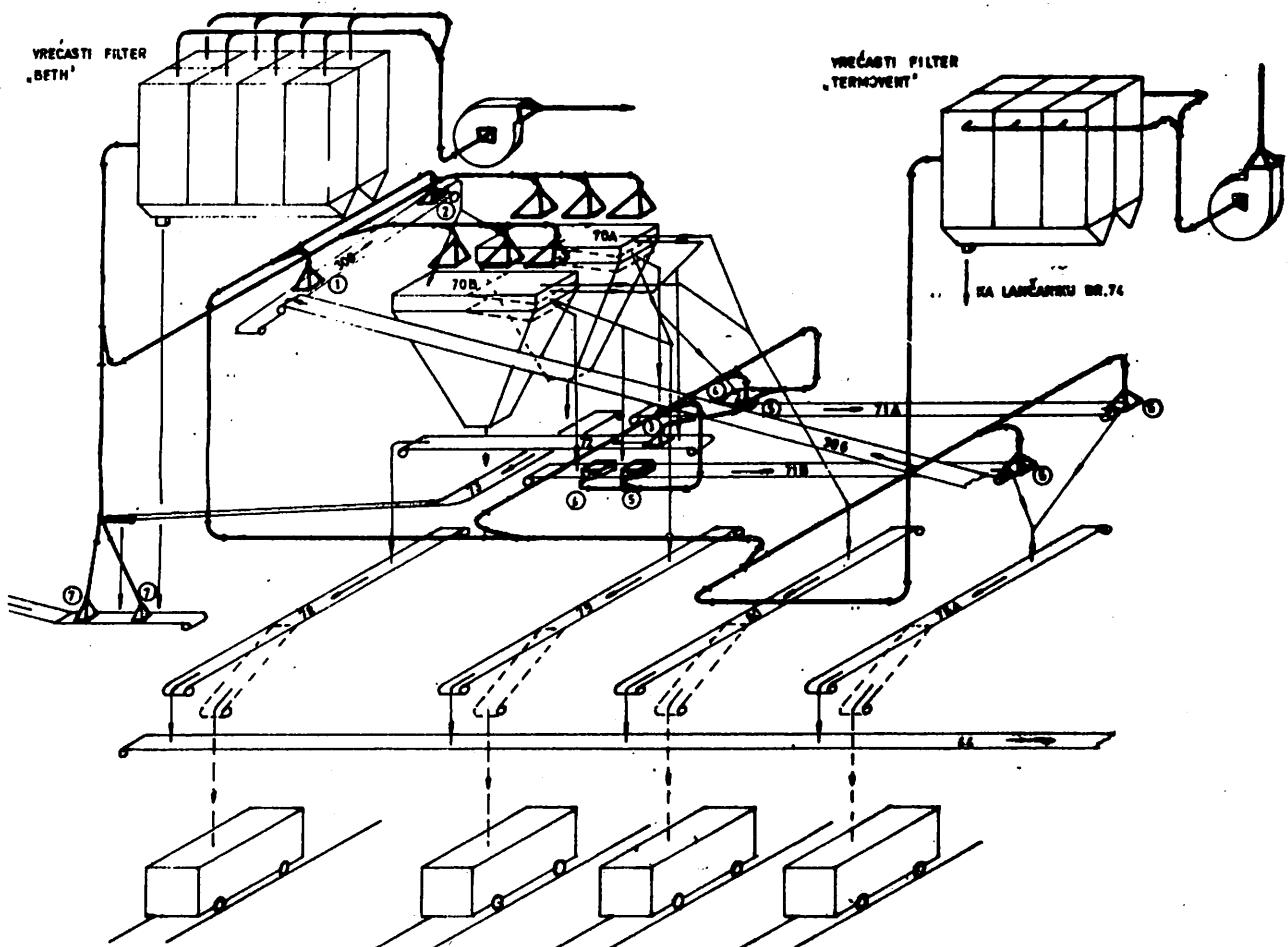
Odsisno mesto	Šifra	Optimalna količina vazduха m^3/h
Presip sa transporterom br. 306 na transporter br. 308	1	6500
Presip sa transporterom br. 308 na sita 70A i 70B	2	4500
Sita 70A i 70B	3 i 4	2x26.000
Presip sa sita 70A i 70B na transporter br. 72	5	4500
Presip sa sita 70A i 70B na transporter br. 71A i 71B	6 i 6A 7 i 7A	4x2500
Presip sa transporterom 71A i 71B na dobošasti bunker	8 i 9	2x2500
Presip sa lančanika 73 na lančanik 74	10 i 11	2x2500
Ukupno		87.500 m^3/h

Imajući u vidu dva osnovna zahteva — dobru hermatizaciju sa ciljem što boljeg otprišivanja i nesmetan pristup sitima u slučaju bilo kakvih intervencijskih — konstruisali smo novu prekrivku u obliku sanduka. Na vrhu se nalazi poklopac na kome su postavljene haube. Na bočnim stranama sita konstruisana su šiber vrata, koja su laka i veoma pokretna. Sa čeone strane na kojoj se izvlače rešeta postavljena su obična četvorokrilna vrata koja se lako otvaraju tako da se izmena rešeta može vršiti bez ikakvih posebnih smetnji.

S četvrte strane izvršena je hermetizacija gumom. I na samim sitima urađena je hermetizacija gumom da bi se bolje odsisavao zaprašeni vazduh. Inače, kompletan prekrivka sita je demontažna.

Izbor odvajača prašine

S obzirom da se postojeće filtersko postrojenje, proizvod BETH — Z. Nemačka, nalazi u



Sl. 2 — Tehnološka šema sistema za otprišivanje.

funckionalnom stanju izabrali smo dva sistema otprašivanja.

Rekonstruisano filtersko postrojenje obuhvatalo bi sita i lančanike (odsisna mesta br. 3; 4; 10 i 11) i radilo bi se kapacitetom $Q = 57,000 \text{ m}^3/\text{h}$. Na filteru bi se izvršila kompletna promena sistema otresanja, izmena vreća, gornjih i donjih podova u filteru koji su propali usled dejstva korozije.

Sva ostala odsisna mesta obuhvatao bi drugi sistem otprašivanja sa vrećastim filterom, proizvod Termoventa—Beograd, čiji je kapacitet $30,500 \text{ m}^3/\text{h}$. Sistem otresanja vreća je pomoću komprimovanog vazduha. Lokacija ovog filterskog aggregata bila bi na spoljnoj platformi klasirnice, koja se nalazi na koti + 10,50.

Rešenje problema lepljenja prašine na unutrašnje zidove cevovoda

U zimskom periodu, zbog niskih temperatura, dolazi do hlađenja odsisavanog zaprašenog vazduha ispod tačke rose, što prouzrokuje lepljenje čestica prašine na unutrašnje zidove cevovoda sistema otprašivanja; isto to se dešava i na filterskim vrećama.

Zbog toga je projektovan novi niskopritisni sistem dovoda zagrejanog vazduha do svakog odsisnog mesta. Zagrejani vazduh se ubacuje u cevovod, i to u smeru kretanja zaprašenog vazduha, čime se ujedno stvara ejekcija i potpomaže usisavanje zaprašenog vazduha sa odsisnih mesta.

SUMMARY

Contribution to Solving the Problem of Working Environment Increased Dustiness in Dried Coal Classifier of RO Kolubara — Prerada

Presented is the technical solution of reconstruction of the existing dedusting system in operation with the purpose of environmental protection. On the basis of an original mathematical model new volumes of dust laden air to be removed from the dustiness source were defined in order to bring the working environment rate of distiness into allowed limits. In order to prevent lowering of aspiration air temperature below the dew point a solution was afforded for aspiration air reheating in the dedusting system pipeline.

ZUSAMMENFASSUNG

Beitrag zur Lösung von Vergrößerter Bestaubung der Arbeitsmitte bei der Kohlen—Trocknungsanlage der Aufbereitungsanlage in RO Kolubara—Prerada

Es ist die technische Lösung der Rekonstruktion eines bestehenden Entstaubungssystems dargestellt, welches nicht in der Schutz-Funktion der Arbeitsmitte arbeitet. Aus Grund eines originalen rechen—Modells sind die neuen Mengen der bestaubten Luft, die man von der Quelle der Bestaubung Wegsaugen muss, mit dem Zweck dass man die Enstaubung der Arbeitsmitte im Objekt der Aufbereitung in zugelassene Gränze bringt.

Um die verniedrigung der Temperatur von der Atmungsluft verhindern unter den Taupunkt, ist auch die Lösung der Zuheizung der Atmungsluft in der Rohrleitung des Entstaubungssystems gegeben.

РЕЗЮМЕ

Вклад решению проблемы повышенной запылености в рабочей среде цеха для классификации сущенного угля в РО Колубара – Прерада

Сделан обзор технического решения реконструкции настоящей системы обеспыливания которая не работает в функции защиты рабочей среды. На основе оригинальной модели определены новые количества запыленного воздуха, с целью получить рабочую среду в цехе классификации в допускаемых пределах. Также дано и решение подогрева аспирационного воздуха в трубопроводе системы для обеспыливания с целью предупреждения охлаждения воздуха ниже точки росы.

Literatura

1. Glavni projekat rekonstrukcije sistema otpaćivanja iznad kote 10.50.m u klasirnici OOUR-a „Opremenjivanje uglja“ REIK Kolubara. — RI, Beograd, 1987.
2. Guzijan, D., Mrvoš, M., 1986: Tehničko rešenje otpaćivanja separacije uglja u RO „Rembas“. „Rudarski glasnik“ 3/86, Beograd.
3. Janković, D., Guzijan, D., Nikolić, M., Lazarević, R.: Tehničko rešenje otpaćivanja klasirnice sušenog uglja. — „Zaštita '86“, Beograd.

Autori: dipl.inž. Dragan Guzijan i Miroslav Mrvoš, maš.tehn., Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dipl.inž. D. Janković, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 8.7.1988, prihvacen 2.11.1988.

ISPITIVANJE STEPENA OPASNOSTI OD AGRESIVNE MINERALNE PRAŠINE U JAMI PETNJK, IVANGRAD

Marija Ivanović

Uvod

Za jamu mrkog uglja Petnjik nisu vršena ispitivanja potencijalne opasnosti od agresivne mineralne prašine pre početka eksploatacije kako nalaže Zakon o rudarstvu (Sl. list SR CG br. 36/1976, čl. 35). Prikazana ispitivanja su vršena da bi se došlo do saznanja da li je prašina u jami Petnjik agresivno opasna i da se istovremeno preko koncentracija koje se štvaraju u svim fazama rada i u svim radnim okolinama odredi stepen prekoračenja lebdeće prašine. Kako se nije određivala potencijalna opasnost od agresivne prašine, nije rađen ni projekat zaštite od nje.

Sve prašine koje sadrže više od 1,0% slobodnog kristalnog SiO_2 smatraju se agresivno opasnim. Ugljena prašina u kombinaciji sa kvarcnom prašinom ima posebno škodljive osobine. Uzrok škodljivog dejstva zbog te kombinacije još uvek nije potpuno razjašnjen, postoje samo pretpostavke.

Utvrđivanje zaprašenosti u svim fazama tehničkog procesa

Uzimanje prašine vršeno je na svim radnim mestima i pri svim fazama rada. Uzimanje uzoraka lebdeće prašine vršeno je sledećim uređajima za uzorkovanje:

1. gravimetrijska koncentracija

- gravimetric dust samper — MRE CASELLA — London
- lični uzorkovač prašine — CASELLA London

2. kanimetrijska koncentracija

— kanimetar 10. — ZEISS — Jena

Uzorkovanje gravimetrijskim instrumentima vršeno je za vreme I i II smene. Mesta uzimanja uzoraka u jami Petnjik označena su od 1 do 12. Pod ovim brojevima označena su sledeća radna mesta:

1. bunker rovnog uglja
2. II traka
3. presip transportera na traku br. 7
4. raskršće 72–71
5. raskršće 55–63
6. široko čelo
7. priprema 63
8. priprema za čelo 74
9. priprema 13/1 — jalovina
10. izlazna vazdušna struja
11. priprema — izrada glavnog ventilacionog hodnika (GVH) — jalovina
12. priprema — izrada glavnog transportnog hodnika (GTH) uskop — jalovina

Određivanje gravimetrijske koncentracije lebdeće prašine

Gravimetrijska koncentracija je merena na svim radnim mestima koja su označena od 1 do 12. Kod određivanja štetnosti prašine po zdravlje, obuhvaćene su pri uzorkovanju samo čestice alveolarne prašine, tj. samo one čestice prašine koje ulaze u alveole pluća i tamo se talože. Kao posledica takvog taloženja nastaje bolest pneumo-

konioza. Ako čestice prašine uglja u sebi sadrže i čestice kvarcne prašine i ako je sadržaj veći od 1,0%, može nastati bolest silikoantrakoza. Ako čestice prašine imaju u sebi manje od 1,0% slobodnog kristalnog SiO_2 , nastaje bolest pod imenom antrakoza.

Na osnovu količine mineralne prašine na filtrima i protoka vazduha kroz filtre izvršeno je određivanje koncentracije prašine na radnim mestima (mg/m^3). Ti isti uzorci se dalje spaljuju i analiziraju na sadržaj slobodnog kristalnog SiO_2 .

Računskim putem, na osnovu mernih podataka na radnim mestima, dobijene su gravimetrijske koncentracije lebdeće prašine prikazane u tablici 1.

Tablica 1

Red. broj	Mesto merenja	Koncentracija lebdeće prašine, mg/m^3
1.	Bunker rovnog uglja	5,6
2.	II traka	3,7
3.	Presip transportera na traku br. 7	4,0
4.	Raskršće 72–71	8,5
5.	Raskršće 55–63	5,6
6.	Široko čelo	6,6
7.	Priprema 63	5,6
8.	Priprema za čelo 74	4,7
9.	Priprema 13/1 – jalovina	9,4
10.	Izlazna vazdušna struja	3,7
11.	Priprema – hodnik GVH–jalovina	14,0
12.	Priprema – hodnik GTH–jalovina	14,0

Određivanje konimetrijske koncentracije lebdeće prašine

Konimetrijska koncentracija istovremeno sa gravimetrijskom služi za određivanje radnih uslova koji se odnose na zaprašenost radne okoline. Uzorkovanje konimetrom predstavlja trenutnu koncentraciju, koja je podložna i ličnoj grešci kod brojanja.

Međutim, kada se pojave neka neslaganja kod merenja uvek je merodavni gravimetrijska koncentracija prašine, jer gravimetrijska koncentracija odražava uslove za duži vremenski period (faza rada, smena), a kod procesa merenja izbegнута је lična greška u toku analiziranja uzorka.

Prema JUS standardu Z.B0.001 obvezna su merenja i konimetrijske i gravimetrijske koncentracije; u većini zemalja sveta izbačeno je uzorkovanje konimetrijskim postupkom sem azbesta i ostalih vlaknastih materija.

U tablici 2 prikazani su rezultati ispitivanja konimetrijskih koncentracija

Tablica 2

Red. broj	Mesto merenja	Koncentracija, $\text{č}/\text{cm}^3$
1.	Bunker rovnog uglja	1200
2.	II traka	1000
3.	Presip transportera na traku br. 7	960
4.	Raskršće 72–71	1800
5.	Raskršće 55–63	1200
6.	Široko čelo	1400
7.	Priprema 63	1200
8.	Priprema 74	1000
9.	Priprema 13/1 – jalovina	2000
10.	Izlazna vazdušna struja	990
11.	Priprema – hodnik GVH–jalovina	3000
12.	Priprema – hodnik GTH–jalovina	3000

MDK – maksimalno dozvoljene koncentracije za konimetrijsku koncentraciju određuju se na osnovu sadržaja slobodnog kristalnog SiO_2 određenog na uzorcima gravimetrijske koncentracije.

Konimetrijski uzorci su uzimani istovremeno sa gravimetrijskim, a suviše su mali da bi se na njima mogla uraditi analiza na sadržaj slobodnog kristalnog SiO_2 .

Određivanje slobodnog kristalnog SiO_2 u uzorcima lebdeće prašine

Da bi se ocenila opasnost da li je prašina agresivna, potrebno je odrediti sadržaj slobodnog kristalnog SiO_2 u uzorcima lebdeće prašine.

Prema sadržaju slobodnog SiO_2 u uzorcima izmerene lebdeće prašine određuje se maksimalno dozvoljena koncentracija pri radu na pojedinim radnim mestima.

Sadržaj SiO_2 u uglju i pratećim stenama uvek se po pravilu razlikuje od sadržaja SiO_2 u lebdećoj prašini. On može biti u lebdećoj prašini veći ili manji nego u litološkoj sredini iz koje nastaje lebdeća prašina. Ta razlika zavisi od sastava stene u kojoj se radi, od njene tvrdoće i to kako same stene tako i tvrdoće minerala u njoj. Pored toga, razlika sadržaja SiO_2 u lebdećoj prašini zavisi od niza pogonskih veličina kao što je faza rada, brzina vetrenje struje, brzina napredovanja, metoda otkopavanja i dr (1).

Iz tih razloga je neophodno da se stalno prati koncentracija na radnim mestima i određuje stepen

opasnosti, tj. koncentracija i sadržaj slobodnog SiO_2 u toj prašini.

Sadržaj slobodnog kristalnog SiO_2 (2, 3) u lebdećoj prašini određuje se rendgenskim putem.

Rezultati ispitivanja sadržaja slobodnog SiO_2 u uzorcima lebdeće prašine prikazani su u tablici 3.

Tablica 3

Mesto merenja i broj radnog mesta	Sadržaj slob. SiO_2 , %
1. Bunker rovnog uglja	6,5
2. II traka	6,0
3. Presip transportera na traku br. 7	6,0
4. Raskršće 72—71	6,5
5. Raskršće 55—63	5,0
6. Široko čelo	7,2
7. Priprema 63	6,4
8. Priprema 74	6,0
9. Priprema 13/1 — jalovina	10,0
10. Izlazna vazdušna struja	8,0
11. Priprema — hodnik GVH-jalovina	9,5
12. Priprema — hodnik GTH-jalovina	9,0

Određivanje stepena opasnosti od agresivne mineralne prašine

Opasnost od lebdeće prašine određuje se prema procentualnom sadržaju slobodnog kristalnog SiO_2 u lebdećoj prašini. Ukoliko je veći sadržaj slobodnog SiO_2 utoliko je veća i opasnost od nastajanja bolesti.

Ukoliko je veći sadržaj slobodnog SiO_2 u datom uzorku, utoliko je manja dozvoljena koncentracija prašine u radnoj okolini, a ukoliko je manji sadržaj SiO_2 , obrnuto. Međutim, i to ide do jedne granice, jer je i sama ugljena prašina opasna po zdravlje; zato se određuje i granica koju i sama ugljena prašina ne sme da pređe u slučaju kada je sadržaj slobodnog SiO_2 manji od 1.

Pored izazivanja bolesti silikoantrakoze, velike koncentracije lebdeće prašine stvaraju iritacije gornjih disajnih organa, traheja i bronhija tako da nastaje emfizem pluća. Iz tih razloga prašina se mora tačno ograničiti na određeni nivo. Da bi se utvrdilo da taj nivo nije prekoračen, treba stalno vršiti kontrolu lebdeće prašine na radnim mestima.

Zbog oštećenja koja nastaju delovanjem lebdeće prašine na disajne organe triput stalno proizvodnja, jer radnici vrlo često i vrlo lako dobijaju bronhitis i često izostaju sa posla. Štete koje

nastaju u proizvodnji zbog čestih odsustvovanja sa posla su daleko veće od materijalnih troškova upotrebljenih za kontrolu prašine i vršenje mera tehničke zaštite.

Ispitivanja, vršena u tom smislu u nekoliko zemalja, pokazala su da je jeftinija zaštita od šteta koje nastaju usled čestih bolovanja zbog oštećenja pluća.

Radnici sa emfizemom pluća, izazvanim iritacijom lebdeće prašine, mnogo više su podložni banalnim infekcijama od onih sa neoštećenim plućima.

Isto tako, prašina deponovana u regionu alveola pluća smanjuje kapacitet pluća usled stvaranja fibroza, što dovodi do smanjenja radnih sposobnosti (otežano disanje, brzo zamaranje).

Sve ovo utiče na produktivnost, a u najgorem slučaju dovodi do prevremenog odlaska radnika u penziju.

Određivanje maksimalno dozvoljenih gravimetrijskih koncentracija i indeksa prekoračenja lebdeće prašine

Određivanje koncentracija prašine vrši se radi procene opasnosti od prašine po zdravlje radnika koja postoji u radnoj okolini. Gravimetrijska koncentracija se meri u celoj smeni i to samo alveolarna prašina, tj. ona prašina koja ulazi u alveole pluća i tamo se taloži. Dok se traheobronhijalna prašina ili ona veća od 5 mikrometara posle 12 časova potpuno izbacuje iz pluća, dotle se alveolarna prašina, ona koja je manja od 5 mikrometara, u najvećoj meri istaloži u vazdušnim prostorima alveola i tu ostaje.

Prema JUS standardu ZBO—001 jednačina kojom se izračunava maksimalno dozvoljena koncentracija glasi:

$$\text{MDK (mg/m}^3\text{)} = \frac{10}{\text{SiO}_2\% + 2}$$

Prema ovoj jednačini i sadržaju slobodnog SiO_2 u uzorcima uzetim na radnim mestima određuje se maksimalno dozvoljena koncentracija koja ne bi smela biti prekoračena.

Odnos merene koncentracije na radnim mestima i izračunate maksimalno dozvoljene koncentracije naziva se indeks prekoračenja.

Ukoliko je indeks prekoračenja veći od 1, koncentracija prašine je prešla dozvoljene granice i morale bi se primeniti tehničke mere zaštite radi dovođenja koncentracije prašine u dozvoljene granice.

U tablici 4 prikazane su vrednosti gravimetrijskih koncentracija, sadržaja slobodnog SiO_2 , MDK — vrednosti i indeksa prekoračenja na svim radnim mestima.

Podaci iz tablice 4 pokazuju da gravimetrijska koncentracija prelazi više puta maksimalno dozvoljenu vrednost. Počev od bunkera za rovni ugalj, gde koncentracija prelazi za 4,7 dozvoljenu koncentraciju, pa dalje duž traka do širokog čela i pripremnih radilišta — svuda je koncentracija veća od 2,8 i kreće se do 15,6 puta iznad MDK-vrednosti. Ovo sve ukazuje na neophodnost stalnog praćenja koncentracije lebdeće prašine.

Određivanje konometrijskih maksimalno dozvoljenih koncentracija i indeksa prekoračenja lebdeće prašine

Kao što je ranije vršena procena ugroženosti na osnovu gravimetrijske koncentracije lebdeće prašine, tako se isto vrši procena ugroženosti prema konometrijskoj koncentraciji lebdeće prašine, a prema jednačini JUS standarda ZBO-001:

$$\text{MDK } (\text{č}/\text{cm}^3) = \frac{8800}{\text{SiO}_2 + 5} + 10\%$$

Kao i u prethodnom poglavljiju, vrši se proračun MDK-čestica u santimetru kubnom vazduha prema sadržaju slobodnog SiO_2 u datim uzorcima. Vrednosti se upoređuju sa merenim koncentracijama i na taj način dobija indeks prekoračenja (I) maksimalno dozvoljenih koncentracija.

Podaci merene konometrijske koncentracije, sadržaja slobodnog SiO_2 u njima, maksimalno

Tablica 4

Red. broj	Mesto merenja i broj radnog mesta	Gravimet. koncen. mg/m^3	Sadržaj slob. SiO_2 %	Maksimalno dozv. konc. mg/m^3	Indeks prekora- čenja I
1.	Bunker rovnog uglja	5,6	6,5	1,2	4,7
2.	II traka	3,7	6,0	1,3	2,8
3.	Presip transporter na traku	4,0	6,0	1,3	3,1
4.	Raskršće 72—71	8,5	6,5	1,2	7,0
5.	Raskršće 55—63	5,6	5,0	1,4	4,0
6.	Široko čelo	6,6	7,2	1,1	6,0
7.	Priprema 63	5,6	6,4	1,2	4,7
8.	Priprema 74	4,7	6,0	1,3	3,6
9.	Priprema 13/1	9,4	10,0	0,8	11,8
10.	Izlazna vazdušna struja	3,7	8,0	1,0	3,7
11.	Priprema—hodnik GVH	14,0	9,5	0,9	15,6
12.	Priprema—hodnik GTH	14,0	9,0	0,9	15,6

Tablica 5

Red. broj	Mesto merenja i broj radnog mesta	Konimet. koncen. $\text{č}/\text{cm}^3$	Sadržaj slob. SiO_2 %	Maksimalno dozv. koncen- tracija	Indeks pre- koračenja I
1.	Bunker rovnog uglja	1200	6,5	841	1,4
2.	II traka	1000	6,0	880	1,1
3.	Presip transporter na traku 47	960	6,0	880	1,1
4.	Raskršće 72—71	1800	6,5	841	2,1
5.	Raskršće 55—63	1200	5,0	968	1,2
6.	Široko čelo	1400	7,2	793	1,8
7.	Priprema 63	1200	6,4	849	1,4
8.	Priprema 74	880	6,0	880	1,1
9.	Priprema 13/1 (jalovina)	2000	10,0	645	3,1
10.	Izlazna vazdušna struja	990	8,0	744	1,3
11.	Priprema—hodnik GVH	3000	9,5	667	4,5
12.	Priprema — hodnik GTH	3000	9,0	691	4,3

dozvoljene koncentracije i indeksa prekoračenja prikazani su u tablici 5.

Prema saznanjima iz oblasti uzorkovanja lebdeće prašine uvek je merodavnija vrednost dobijena merenjem gravimetrijskim instrumentima jer ona ima bolju korelaciju sa posledicama (bolešću) od konimetrijske.

Međutim, naš standard predviđa merenja koncentracija lebdeće prašine gravimetrijskom i konimetrijskom metodom i zato je potrebna ova uporedna analiza MDK i indeksa prekoračenja za obe metode.

Zaključak

Ispitivanjima izvršenim na uzetim uzorcima lebdeće prašine u jami Petnjik, Ivankrad, merenjem, izvršenim laboratorijskim analizama i obra-

dom podataka za zaprašenost radnih okolina u jami, dobijeni su rezultati koji ukazuju da je:

- prašina agresivno opasna
- sadržaj slobodnog SiO_2 u uzorcima lebdeće prašine:
 - u uglju 6,0 — 7,2%
 - u jalovini 8,0 — 10,0%
- koncentracija lebdeće prašine u radnim okolinama kreće se:
 - gravimetrijski 3,7 — 14,0 mg/m^3
 - konimetrijski 960 — 3.000 $\text{č}/\text{cm}^3$
- indeks prekoračenja maksimalno dozvoljenih koncentracija kreće se:
 - gravimetrijski 2,8 — 15,6
 - konimetrijski 1,1 — 4,5.

Sve ovo ukazuje na neophodnost primene odgovarajućih mera tehničke zaštite radi dovođenja koncentracije lebdeće prašine u dozvoljene granice. Kako jama živi i u njoj nastaju stalne promene kako radne sredine tako i pogonskih uslova, treba i dalje da se vrši kontrola koncentracija lebdeće prašine.

SUMMARY

Categorization of Pit Petnik — Ivangrad Regarding Aggressive Mineral Dust Rate of Hazard by Concentration of Alveolar Dust

Deposit categorization regarding potential aggressive mineral dust hazard may be defined by testing potential hazard according to the volumetric share of ore or coal and surrounding rocks in the deposit, as well as by concentration of airborne dust in the mine and data on the content of SiO_2 in airborne dust of the mine or deposit as a whole.

In mine Petnik categorization was made on the basis of airborne dust and its SiO_2 content. On the basis of information on the content of free SiO_2 the maximum allowed concentration was define for the mine and individual workings.

Comparison of the maximum allowed concentration with the measured one served for defining the index of excess coal airborne dust containing aggressive free crystalline SiO_2 .

The excess indices were defined for the mine as a whole by averaging and for workings individually.

ZUSAMMENFASSUNG

Kategorisierung der Grube Petnik, Ivanrad nach dem Grad der Gefährlichkeit von den Aggressiven Mineralstaub Durch Alveolarische Konzentration des Staubes

Die Kategorisierung der Lagerstätte nach der potenziellen Gefährlichkeit von dem aggressiven Mineralstaub kann man untersuchen durch potenzielle Gefährlichkeit gegen dem Vertreten des Erzes und der Kohle, so wie der begleitender Steine in der Lagerstätte, und nach anderer Weise mit der Konzentration vom Flugstaub in der Grube und der Angaben über dem Gehalt des freien SiO_2 in Flugstaub der Grube oder in der ganzer Lagerstätte.

In der Grube Petnik ist die Kategorisierung durch Flugstaub durchgeführt und durch den freien SiO_2 in diesem. Auf Grund der Angaben von freiem SiO_2 ist die maximale erlaubte Konzentration für die Grube und den Arbeitsorten einzeln.

Mit Vergleichung der maximalen erlaubten Konzentrationen mit der der gemessenen Konzentration ist die Überschreitungskennzahl der Kohleflugstaubes die in sich behaltet die aggressive kristallste SiO_2 .

Die Überschreitungskennzahlen sind für die Grube bestimmt im Ganzen über dem Durchschnitt und für die Arbeitsorte einzeln (arbeits-Umgebung).

РЕЗЮМЕ

Распределение по категориям шахты Петник – Иванград по степени опасности от агрессивной минеральной пыли на основе концентрации альвеолярной пыли

Распределение месторождения по категориям потенциальной опасности от агрессивной минеральной пыли можно выполнить исследованием потенциальной опасности по объеме руды или угля и вмещающих пород в месторождении. Второй способ выполняется измерением витамшей пыли в шахте и на основе данных о содержании свободного SiO_2 в витамшей пыле или в месторождении в целом.

В шахте Петник распределение по категориям выполнено на основе витамшей пыли и содержания свободного SiO_2 в ее. На основе данных о содержании свободного определена максимально допустимая концентрация в шахте и в забое отдельно.

Сравнением максимально допустимой и взвешенной концентраций определен коэффициент превышения витамшей угольной пыли, которая содержит агрессивный свободный SiO_2 .

Коэффициенты превышения определены для шахты в целом по средним значениям для каждого забоя отдельно / рабочей среды /.

Literatura

1. Roock K., Armbruster L. 1986: Zajednička ispitivanja novih tipova instrumenata za uzorkovanje lebdeće prašine. — Bergbau, Forschung GMBH Essen.
2. Bruckmann E. 1961: Rendgensko određivanje minerala u lebdećoj prašini koja se udije. — Staub 21, Nr. 6
3. Schilliepacke, 1963: Metode rutinskog rendgenografskog određivanja kvarca u prašinama rudnika kamenog uglja. — Glückauf, 99, svrška 2.

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

Recenzent: mr inž. S. Kisić, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 25.10.1988, prihvacen 2.11.1988.

UDK 624.53:65.012.2
Originalni naučni rad
– primjeno–istraživački

PRORAČUN STABILNOSTI KOSINA METODOM KONAČNIH ELEMENATA ZA SLUČAJ KOMBINOVANOG KRUŽNO–RAVNOG LOMA

(sa 4 slike)

Jovan Vujić

Kod visokih kosina, u savremenim uslovima, za proračun stabilnosti primjenjuje se metod konačnih elemenata (MKE) kao najbliži realnim uslovima. Ovaj metod uzima u obzir najviše parametara, a samim tim i rezultati su bliži realnom stanju u stenskom masivu (tlu). U našoj praksi su postojala dva pristupa proračunu stabilnosti. Za datu kosinu je usvojena ravan loma, pa se proverava da li su ispunjeni uslovi stabilnosti za datu ravan loma (pukotine, neki diskontinuiteti ili slabii parametri nekih slojeva), a drugi pristup je da se provlače klizni krugovi i nalazi najnestabilnija površina oblika kliznog kruga. Pošto su u praksi bili slučajevi koji se nisu jasno mogli razvrstati u jedan od ova dva slučaja, počela je izrada programa koji objedinjuje ova dva pristupa proračunu stabilnosti, tj. uzima u obzir kombinovani kružno–ravan lom i vrši proračun stabilnosti u njemu.

Proračun stabilnosti MKE obavlja se u dve faze.

U prvoj fazi se na pcnat način (Vujić J., 1987.) podeli oblast na elemente, a zatim se pomoću MKE računaju naponi za datu oblast.

U drugoj fazi se vrši proračun stabilnosti kosine na osnovu računatog polja napona u prvoj fazi obrade. Ulazni podaci za drugu fazu su geometrija elemenata i odgovarajuće polje napona, koji se preuzimaju iz prve faze obrade, i dodatni parametri geometrije i fizičko–mehaničkih osobina ili stanja tla.

U dodatne parametre spadaju:

- sila kohezije i koeficijent trenja za svaku vrstu materijala
- čvorovi koji određuju površinu terena, kao i kosinu čija se stabilnost ispituje
- polje pijezometarskih nivoa vode
- geometrija ravni slabljenja sa odgovarajućom silom kohezije i koeficijentom trenja.

Program razmatra pijezometarske pritiske kao polje pijezometarskih pritisaka Π . Polje pijezometarskih pritisaka se unosi uprošćeno kao niz slojeva sa približno istim Π .

Kao ravan slabljenja se usvaja neki izražen diskontinuitet ili neki sloj koji je relativno tanak, a ima izrazito nepovoljne karakteristike sa gledišta stabilnosti kosina. Pošto je sloj tanak, iako je očigledno da veći deo loma treba da prolazi kroz taj sloj, u slučaju kružne geometrije loma nemoguće je provući krug kroz željeni sloj. Samim tim će se dobiti i povećan koeficijent stabilnosti kao lažni privid veće stabilnosti, pošto geometrija loma ne sledi geometriju ravni slabljenja. Iz tog razloga pristupilo se kombinovanom kružno–ravnom lomu.

U programu je to izvedeno na sledeći način:

- unese se geometrija ravni slabljenja, odgovarajuća sila kohezije i koeficijent trenja (prepostavka je da su sila kohezije i koeficijent trenja isti po celoj ravni slabljenja)

— za tekući krug nađu se sve presečne tačke sa zadatom ravni slabljenja (slika 1).

— izračunaju se parametri stabilnosti za prvi deo kružnog luka do prvog preseka sa ravnim slabljenjem; potom se izračuna koeficijent stabilnosti za slučaj da je ravan loma išla po krugu, a zatim da je išla po ravnim slabljenjima (uzimaju se parametri stabilnosti uvek od početka do tekuće tačke preseka do koje se stiglo — slika 1).

Usvaja se geometrija koja do zadate tačke preseka ima manju stabilnost. Zatim se računaju parametri stabilnosti za sledeći segment do sledeće tačke preseka kruga i ravnih slabljenja na isti način. Od poslednje tačke preseka do površine lom ide po kružnom luku, a dodavanjem novih vrednosti odgovarajućim parametrima stabilnosti konačno se pristupa proračunu krajnje stabilnosti za dati centar kruga, koji uzima u obzir ravan slabljenja. Program automatski uzima sledeći centar i ponavlja ceo postupak.

U slučaju da krug nema ni jedan presek ili samo jedan presek sa ravnim slabljenjem, proračun se vrši na standardan način (Vujić, J., 1987).

Kada se ide po kružnom luku, za koeficijent trenja i silu kohezije se uzimaju odgovarajući parametri koji odgovaraju tekućem elementu u kome se vrši proračun parametara za stabilnost.

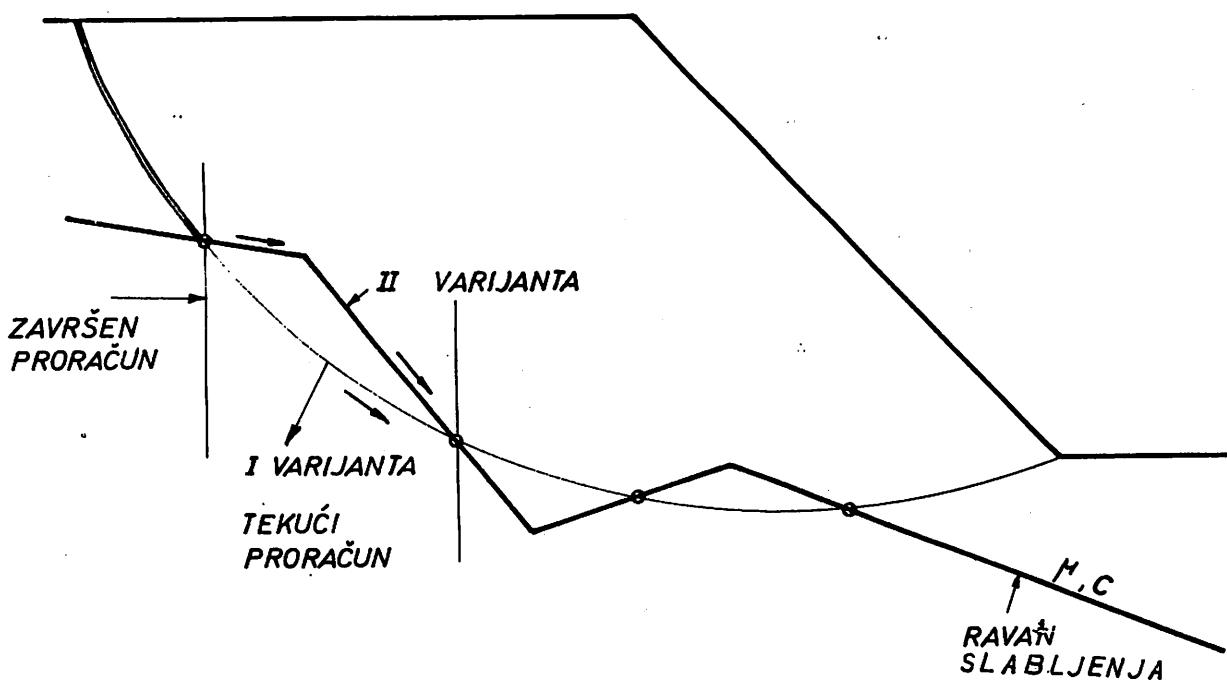
Isto tako se uzima i odgovarajući pijezometarski nivo vode. U slučaju da lom ide po oslabljenoj ravni, za Π , koeficijent trenja i silu kohezije se uzimaju dati parametri koji se odnose na ravan slabljenja (sila kohezije i koeficijent trenja su isti za celu ravan).

Kako se vidi iz opisanog postupka, program je pogodan za slučajeve kad je očigledno da klizna površ ne ide po krugu.

Program ne isključuje slučaj kružnog loma; međutim, ne postoji ograničenje da „ne sme” da prođe kroz neki jak materijal. Ravan hipotetičkog loma će ići uvek i po kružnom luku i po ravnim, ali će se lom odvijati po nepovoljnijoj varijanti. Pogodan je i što uzima druge vrednosti za silu kohezije i koeficijent trenja za slučaj da se lom poklapa sa ravnim slabljenjem, pošto se u praksi događa da ravan slabljenja ima smanjeno trenje, a sila kohezije je, takođe, manja nego kod okolnog materijala.

Program na osnovu ulaznih podataka računa koeficijent stabilnosti za dati krug u kombinaciji sa ravnim slabljenja po obrascu (1)

$$F = \frac{\sum C_i t_i - \sum \sigma_{H_i} \cdot t_i \cdot \mu_i - \sum \sigma_{X_i} \cdot t_i \cdot \mu_i}{\sum t_i} \quad (1)$$



Sl. 1 — Prikaz načaženja kombinovanog loma.

gde je:

C_i — sila kohezije tekuće lamele

l_i — dužina tekuće lamele

σ_{H_i} — normalni napon na tekuću lamelu

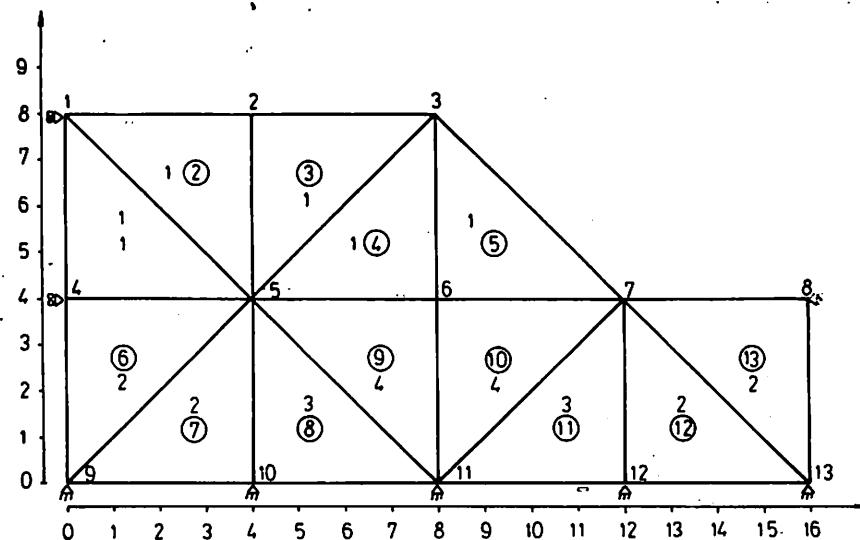
μ_i — koeficijent trenja tekuće lamele

σ_{X_i} — hidrostatički potisak tekuće lamele

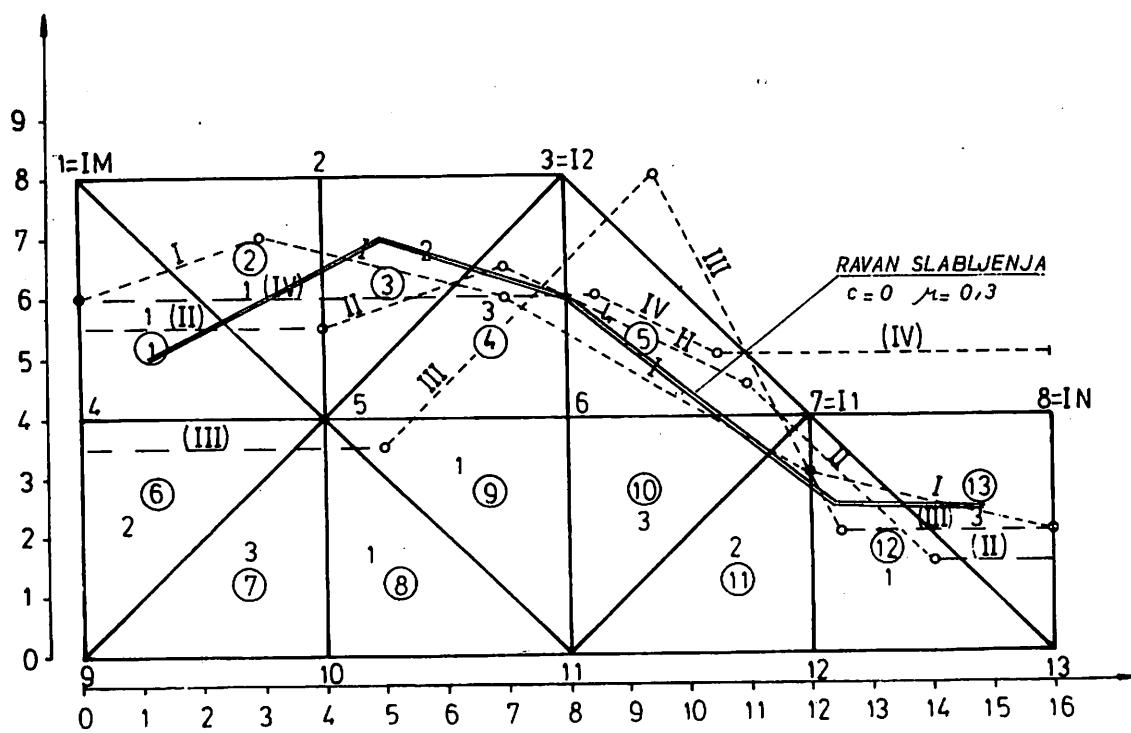
τ_i — tangencijalni napon po tekućoj lameli.

U slučaju da je za tekuću lamelu $\operatorname{tg}\alpha > 6$ usvaja se pukotina do površine.

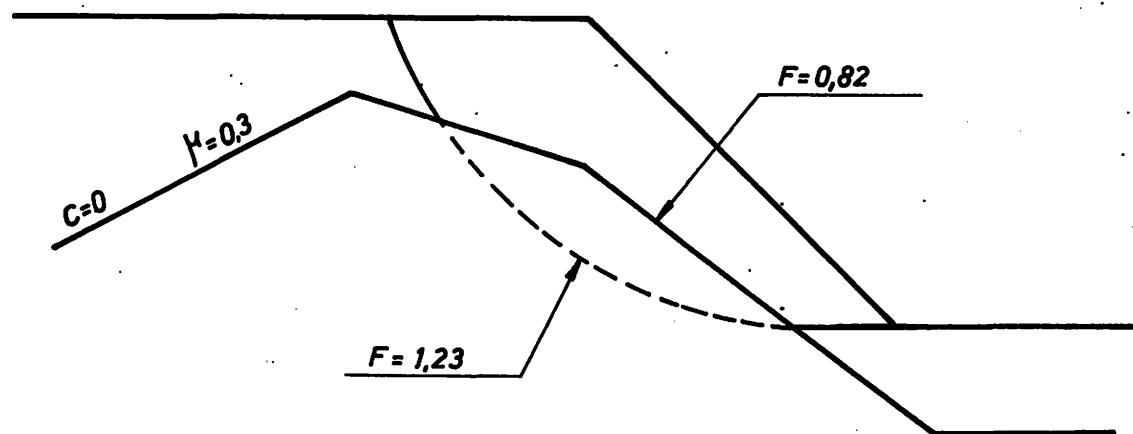
Program automatski pomera centre krugova kroz celu oblast i računa stabilnost za svaki centar. Postoji mogućnost da se iz jednog centra povlači više krugova.



Sl. 2 – Proračun napona.



Sl. 3 – Proračun stabilnosti.



Sl. 4 – Uporedni rezultati minimalnih koeficijenata stabilnosti.

Radi lakšeg upoređivanja rezultata prikazuje se primer iz ranijeg rada (Vujić J., 1987.).

Na slici 2 je prikazan identičan primer sa podelom na elemente i sa indeksima čvorova i uvedenim graničnim uslovima. Slika 2 ilustruje proračun napona u prvoj fazi obrade. Slika 3 je skoro identična sa odgovarajućom iz navedene literature, jedina razlika je što je dopunjena sa ravni slabljenja i odgovarajućom silom kohezije i koeficijentom trenja po ravni slabljenja. Slika 3 prikazuje izračunavanje koeficijenta stabilnosti. Na slici 4 su pregledno prikazani glavni rezultati obe obrade: minimalna stabilnost, ako su hipotetični lomovi isključivo kružnog oblika i minimalna stabilnost za slučaj kombinovanog kružno–ravnog oblika. Kako se vidi u ovom fiktivnom primeru zbog niske kohezije i koeficijenta trenja hipotetični lom se nalazi na kombinovano kružno–ravnoj površi, a ne na krugu. Krug polazi od površine terena i čim stigne do ravni slabljenja površ loma ide po njoj, a zatim po kružnom luku izlazi na površinu. Za ovaj primer kombinovani lom je dao daleko manju stabilnost nego kružni lom. To je i bio cilj poboljšanja prethodnog programa da hipotetični lom prolazi kroz najslabije sredine. U ovom

slučaju su se centri oba kruga apsolutnih minimuma slučajno poklopili, pa je još uočljivija njihova međusobna razlika. U opštem slučaju centri kružnog i kombinovanog loma apsolutnog minimuma se ne poklapaju.

Zaključak

U praksi se dešava da kosine imaju neku izrazitu ravan slabljenja (pukotine, diskontinuitete ili prošlojke sa niskim vrednostima sile kohezije i koeficijenta trenja). Kada bi bio čisto kružni hipotetični lom, dobila bi se veća stabilnost jer ravan slabljenja nema kružni oblik. Pošto ravan slabljenja u opštem slučaju ne mora da izlazi na površinu, ne može da se primeni unapred zadati lom, pa da se za njega izračuna stabilnost. Za takve slučajeve najpogodniji je kombinovani kružno–ravni oblik hipotetičnog loma. U tom slučaju lom ide ili po kružnom luku ili po ravan slabljenja, a kao rezultat se dobija najnepovoljnija varijanta stabilnosti. Tako je omogućeno da se lom poklapa u najvećoj meri sa ravan slabljenja, a ujedno je postignuta i veza sa površinom terena.

SUMMARY

Calculation of Slope Stability by the Method of Final Elements for the Case of Combined Circular–plane Breakage

An improvement was developed for the program for calculation of the stability of high slopes by the method of final elements by taking into account the possible weakening plane. Calculation automatically finds the critical combined circular–plane breakage area and appropriate slope stability factor. This affords the fact that the results increasingly correspond with the true slope status for the case of a distinct area of weakening of discontinuity.

ZUSAMMENFASSUNG

Stabilitäts-Berechnung der Böschungen mit der Methode der Endlichen-Elementen im fall vom Kombinierten Kreisförmigen Ebenem Bruch

Es sind verbesserte Programme zur Stabilitätsberechnungen der hohen Böschungen ausgearbeitet, u. zwar mit der Methode der Endlichen-Elementen auf der weise dass man in betracht genommen hat die mögliche Schwächen-Fläche. Das Programm wählt automatisch die kritische kombinierte Kreisförmige-Ebene Fläche und den entsprechende Koefizient der Böschungs-stabilität. Auf dieser Weise wird ermöglicht dass sich die Ergebnisse je besser nähren an die realen Böschungen im Falle einer bestehender Schwächungsfläche oder bei einem Diskontinuität.

R E Z Y M E

Расчет устойчивости откосов методами конечных элементов для случая комбинированного кружно-линейного излома

Разработано улучшение программы для расчета устойчивости высоких откосов методами конечных элементов учитывая возможность присутствия плоскости ослабления. Программа автоматически определяет критическую комбинированную кружно-линейную плоскость излома и соответствующий коэффициент устойчивости откоса. Таким образом сделана возможность за лучшее соответствие результатов существующем состоянию откосов в случае некоторой выразительной плоскости ослабления или прерывности.

L iteratura

1. Vujić S. J., 1986: Razrada metodologije za potrebe proračuna stabilnosti kosina površinskih kopova i odlagališta, NIP – Rudarski institut, Beograd.
2. Vujić S. J., 1987: Proračun stabilnosti kosine metodom konačnih elemenata za dato polje napona i dato polje pjezometarskih nivoa. → „Rudarski glasnik“ 1/87, Beograd.

Autor: mr inž. Jovan Vujić, diplomatem, Zavod za informatiku i ekonomiku u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzenti: dr inž. R. Obradović i dr M. Simić, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 25.7.1988, prihvaćen 2.11.1988.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

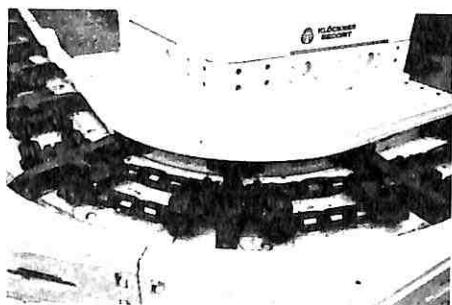
Zaptivanje probaja vode

Prodori vode u rudnik često predstavljaju opasnost za sigurnost ljudstva i garantovane proizvodne uslove: agresivna voda uslovljava koroziju, odvodnjavanje uključuje visoke troškove. Injektiranje poliuretanskih sistema Bevedol WF/Beveden i Bevedol WF-A/Beveden firme Bergwerksverband GmbH nude brzi i trajni lek, čak i u slučaju hladnih, tekućih i agresivnih voda. Štaviše, napadnuto područje se konsoliduje. Planiranim injektiranjem u zid okna iz koga hladna i agresivna voda prodire na više mesta, počev od odvozišta na površini do dubine od 130 m, bilo je moguće održavanje, na primer, zida okna u suvom stanju duže od 5 godina.

Mining Reporter 12

Lančani sklop za krive transportere

Kod specijalnog lančanog sklopa, koji je konstruisao Klockner-Becorit GmbH, dvojni srednji lanac savlađuje krivine, dok se raspodela opterećenja na ta dva lanca ostvaruje putem specijalno konstruisanih skreperskih nosača. Oni se sastave od skreperskog nosača i središnjeg elementa koji su međusobno zavareni. Kompenzacioni jarmovi, ugrađeni u središnjem elementu, su pričvršćeni za skreperski nosač zavarenim nazubljenim stegama. Krajnji beočuzi svakog lanca sa pet beočuga 30 x 108 mm su pričvršćeni zavrtnjima za jarmove.



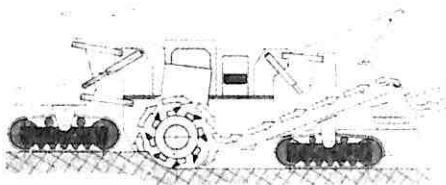
Vrhovi skreperskih nosača su širi prema unutrašnjem radijusu krivine te obezbeđuju siguran dodir sa nailazećim valjcima ili diskovima (vidi sliku) krivine transporterja. Sa razmakom od 792 mm između središta ugrađeni skreperski nosač može da se koristi u oba pravca kretanja. Ovaj lančani sklop pokreće trozubi točak sa krugom od 741 m, a sila

se prenosi na skreperske nosače a ne na lance. Brzine transporterja su 0,89 i 1,14 m/s. Korisne prednosti, koje navodi proizvođač, u poređenju sa normalnim središnjim lancem su velika čvrstoća na lom koja daje bolje pogonske učinke, malo trošenje lanca i nezavisnost pogona i sistema od izduženja lanca.

Mining Reporter 28

Kontinualna mašina za površinsko otkopavanje

Kompanija Wirtgen AG je konstruisala kontinualnu mašinu za površinsko otkopavanje 4200 SM-1600. Pogon reznog bubenja, postavljen središnje ispod mašine, pokriva 895 kW od 1193 kW sa koliko snage je i opremljena ova mašina. Pošto ova mašina ima izuzetno snažan rezni bubenj, interesovanje rukovodilaca površinskih kopova bakra je razumljivo, kako tvrdi proizvođač. Kompanija navodi da manje mašine Wirtgen AG uspešno rade u italijanskim kamenolomima krečnjaka,



Mining Reporter 82

Mlin čekićar HEM

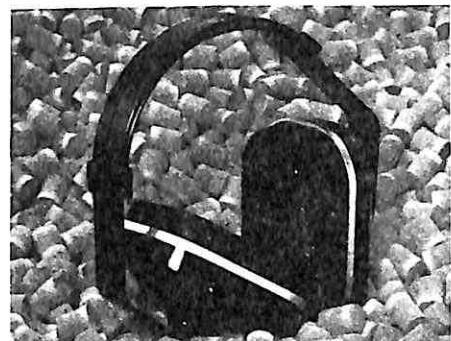
Po tvrđenju firme nova verzija mlina čekićara HEM KHD Humboldt Wedag AG je pogodna za srednje i sitno drobljenje srednje tvrdih do mekih materijala kao što su krečnjak, gips, potašna so, laporac, kreda, glina, lomljena cigla, liskun, grafit ili lignit i mrki ugalj. Zavisno od dimenzije, ulaza i zahtevane krajnje krupnoće kapacitet je 25 do 300 t/h sa specifičnim utroškom energije od 0,5 do 1,2 kWh/t, kako tvrdi proizvođač. Dužina ulaznog materijala može biti do 600 mm. Zavisno od radnih uslova, već je moguća krupnoća proizvoda do 150 mm. Naglašava se da će izuzetno visoki faktor iskorišćenja biti moguć kao rezultat dalje optimizovanog oblika čekića. Habajuće ploče na

udarnoj ploči su podeljene u nekoliko delova i međusobno zamenljive. Udarna ploča je podesiva spolja i može se izvući radi zamene habajućih ploča. Zvezdasti rotor omogućuje stalno podešavanje čekića celom širinom rotora da se ne bi skorio vlažni ulazni materijal na situ ili rešetki.

Mining Reporter 94

Dvostruka zaštita sluha

Za mesta izložena izuzetno visokim nivoima buke Cabot GmbH nudi dvostruku zaštitu sluha. Kombinacija EAR—čepova i zaštitne kapsule obezbeđuje apsorpciju zvuka između 30 i 50 dB zavisno od frekvencije. U oba slučaja je stepen apsorpcije



kod primene kombinovane opreme najmanje 5 dB veća nego kod jednostrukih zaštite.

Mining Reporter 80

Kongresi i savetovanja

Konferencija „Strategija naučno-tehnološkog razvoja u geologiji, rudarstvu i metalurgiji Jugoslavije”, Opatija 1988.

Konferencija pod nazivom „Strategija naučno-tehnološkog razvoja u geologiji, rudarstvu i metalurgiji Jugoslavije” održana je u Opatiji u vremenu od 26 do 28.10.1988. godine.

Organizator Konferencije bio je Savez inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke Jugoslavije sa 15 suorganizatora.

Zadatak Konferencije je bio da se analizira postojeće stanje u geologiji, rudarstvu i metalurgiji i definije strategiju naučno-tehnološkog razvoja u ovim oblastima.

Osnova za rad Konferencije, radi definisanja naučno-tehnološkog razvoja, bila je jugoslovenska strategija naučno-tehnološkog razvoja, uz uvažavanje specifičnosti koje prate istraživanje, eksploraciju, pripremu i primarnu preradu mineralnih sirovina Jugoslavije.

Konferencija predstavlja kontinuitet napora inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke za unapređenje tehnike i tehnologije u svojoj oblasti rada, da bi time doprineli stabilizaciji privrednih kretanja, planiranju razvoja i uklapanju sopstvenog razvoja u integralni naučno-tehnološki razvoj Jugoslavije.

Na plenarnom zasedanju podnet je referat pod naslovom „Osnovna pitanja i pravci realizacije strategije naučno-tehnološkog razvoja u geologiji, rudarstvu i metalurgiji Jugoslavije” (autor i podnositelj referata prof. dr Milenko Šarac, zamenik sekretara u Saveznom sekretarijatu za privredu).

Konferencija se odvijala u okviru 4 sekcije na kojima je prezentirano 6 osnovnih referata, 54 koreferata i 49 saopštenja, na kojima je bilo angažovano u izradi 287 autora i koautora. Uкупan broj učesnika na Konferenciji je oko 600. Svi

referati, koreferati i saopštenja štampani su u 4 knjige, po sekcijama.

Konferencija je radila u sledećim sekcijama:

- I sekcija – GEOLOGIJA I GEOFIZIKA
- II sekcija – EKSPLOATACIJA I PRIPREMA MINERALNIH SIROVINA
- III sekcija – NAFTNO RUDARSTVO
- IV sekcija – METALURGIJA

Broj podnetih referata, koreferata i saopštenja po sekcijama:

	S E K C I J A				UKUPNO
	I	II	III	IV	
Referati	1	1 + .1	1	2	6
Koreferati	8	8 + 4	20	14	54
Saopštenja	15	20 + 7	5	2	49
Autori	64	67 + 35	88	33	287

Na osnovu podnetih referata, koreferata i saopštenja posebne grupe za zaključke po sekcijama napravile su predlog zaključaka, koje su predsednici grupa podneli na plenarnoj sednici Konferencije poslednjeg radnog dana. Podneti predlozi zaključaka su usvojeni i na osnovu njih uradiće se konačni tekst zaključaka, koji će predstavljati osnovni dokument Konferencije, tj. STRATEGIJU NAUČNO-TEHNOLOŠKOG RAZVOJA U GEOLOGIJI, RUDARSTVU I METALURGIJI JUGOSLAVIJE. Predsedništvo Skupštine Saveza inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke Jugoslavije je ovlašćeno da usvoji konačan tekst strategije.

Saradnici Rudarskog instituta Beograd-Zemun, kao autori ili koautori, učestvovali su u izradi i prezentaciji jednog referata, 3 koreferata i 2 saopštenja, čime su dali doprinos definisanju osnovnog dokumenta Konferencije.

dr inž. Ljubomir Spasojević

Međudržavni projekat o kooperativnom istraživanju tehnologija za korišćenje čvrstih goriva niske topote sagorevanja, Beograd, 1988.

U vremenu od 8. do 14. oktobra 1988. godine održani su u Beogradu sastanci grupe eksperata u vezi saradnje sa UNDP a po pitanju „Međudržavnog projekta o kooperativnom istraživanju tehnologija za korišćenje čvrstih goriva niske topote sagorevanja“.

Projekat nosi broj RER 80(004) E(01) 54. U našoj zemlji registrovan je u ZAMTS-u, Košančićev Venac 29, Beograd, jer je ZAMTS potpisnik ugovora za saradnju Jugoslavije u ovom projektu.

Koordinator projekta u Jugoslaviji je Rudarski institut, Beograd-Zemun.

Na čelu ove grupe eksperata je Izvršni komitet tehničkih eksperata (ETEC). U sastavu ETEC-a nalazi se po jedan tehnički ekspert iz svake zemlje učesnice u projektu.

Ove sastanke je organizovao Sekretarijat Odeljenja za energetiku Evropske ekonomске komisije, Ženeva u saradnji sa sledećim institucijama zemlje domaćina:

- Udruženje rudnika uglja Jugoslavije, Beograd, Moše Pijade 13/VI
- Rudarski institut, Beograd, Batajnički put br. 2

U radu su učestvovali po dva i više stručnjaka iz sledećih zemalja: Bugarske, Mađarske, Čehoslovačke, Poljske, Turske, Španije, Jugoslavije i Finske, koja nije članica. U ime Evropske ekonomске komisije (Odeljenje za energetiku), Ženeva, sastancima su prisustvovala dva stručnjaka Ujedinjenih nacija.

Na sastancima su podneti završni koordinatorski izveštaji po potprojektima, obavljene diskusije i donete razne odluke.

Koordinatorski izveštaji

MAĐARSKA – za potprojekat „Proizvodnja briketa i dobijanje obogaćenih proizvoda“ (ECE-UNDP/LCT/R.4)

ČEHOSLOVAČKA – za potprojekat „Gasifikacija i likvefikacija čvrstih goriva niske

topote sagorevanja“ (ECE-UNDP/LCT/R.5)

JUGOSLAVIJA – za potprojekat „Novi razvoji u tehnologiji i opremi za pripremu niskokaloričnog uglja pre sagorevanja“ (ECE-UNDP-LCT-R.6)

BUGARSKA – za potprojekat „Novi razvoji u tehnologiji za direktno sagorevanje niskokaloričnog uglja za proizvodnju topote i struje“ (ECE-UNDP-LCT-R.7)

POLJSKA – za potprojekat „Sagorevanje uglja niske topotne moći u fluidiziranom stanju“ (ECE-UNDP-LCT-R.9)

ŠPANIJA – za potprojekat „Smanjenje zagađivanja okoline i kompleksno korišćenje letećeg (elektrofiltrarskog) pepela i obogaćenog proizvoda iz nusproizvoda lignita“ (ECE-UNDP-LCT-R.10)

Odluke

— upućena je zahvalnica vlađi SAD i Odeljenju za energiju (DOE) što su organizovali vrlo korisno studijsko putovanje po SAD u toku meseča marta 1988. god. u vezi čistih tehnologija primenjenih kod sagorevanja i korišćenja uglja;

— odlučeno je da se sačini skupni koordinatorski izveštaj za fazu I projekta na bazi završnih koordinatorskih izveštaja za potprojekte i da ga Ujedinjene nacije (ECE) objave u toku 1989. godine te raspodele kao i sve ostale radove;

— sledeći sastanci ove grupe eksperata će se održati u Čehoslovačkoj u proleće 1989. godine;

— dodeljene su četiri stipendije za mlađe stručnjake iz Turske, Bugarske, Mađarske i Jugoslavije u trajanju od po tri nedelje u Finskoj po problematici ovoga projekta. Stipendije moraju da se realizuju do kraja 1988. godine;

— razmotren je i usvojen program radu za fazu II projekta (ciklus 4) 1989–1991. god.

Program rada je usmeren na:

- a) pripremu čvrstih goriva niske topote sagorevanja pre sagorevanja
- b) sagorevanje ovih goriva u fluidiziranom sloju
- c) zaštitu životne sredine kod korišćenja ovih goriva u procesima sagorevanje u TE.

Na kraju rada obavljena su sledeća stručna putovanja:

— na dan 13.10.1988. godine grupa eksperata je posetila TE „Nikola Tesla B”, Obrenovac (2 x 620) MW; dva stručnjaka iz Turske su posetila i Sušaru lignita Kolubara u Vreociima;

— na dan 14.10.1988. god. grupa eksperata je obišla TE Kostolac, Drmno, (2 x 348,5) MW i površinski kop Drmno.

dipl.inž. Mira Mitrović

VI jugoslovenski simpozijum o istraživanju i eksploataciji boksita, Herceg–Novi, 1988.

Šesti jugoslovenski simpozijum o istraživanju i eksploataciji boksita održan je u Herceg–Novom od 10. do 14. oktobra 1988. godine na temu „Mesto i uloga boksita u strategiji tehnološkog razvoja Jugoslavije”.

U radu Simpozijuma učestvovalo je 148 prijavljenih naučnih i stručnih radnika geološke i rudarske struke iz raznih krajeva zemlje, sem Slovenije i Kosova.

Na Simpozijumu je podneto 49 referata, od kojih je 47 štampano u Zborniku radova. Pet referata imalo je opšti karakter, u 23 referata tretirana su pitanja iz oblasti geologije i istraživanja boksita, dok su u 21 referatu tretirana pitanja iz oblasti rудarstva, odnosno eksploatacije boksita.

Simpozijum je radio na plenarnim sednicama i u sekcijama za geologiju i rудarstvo. Po referatima, ali i po drugim aktuelnim pitanjima, u diskusijama je učestvovao veliki broj naučnih i stručnih radnika geološke i rudarske struke na osnovu čega su i doneti određeni zaključci, a ističe se sledeće:

Jugoslavija je jedan od značajnih proizvođača boksita u svetu (na 12-tom mestu), a sa proizvodnjom od 3,5 miliona tona godišnje najveći je proizvođač boksita u Evropi. U proizvodnji boksita i kompleksu aluminijumske industrije u Jugoslaviji je zaposleno preko 26 hiljada radnika.

Eksploatacija boksita u Jugoslaviji se vrši u veoma različitim rudarsko–geološkim uslovima. Karakteristično za Jugoslaviju je da se 81% njene boksitne rude otkopava površinskim, a samo 19% podzemnim načinom eksploatacije.

Eksploatacionali uslovi se sve više pogoršavaju što se naročito ogleda kroz sve veći koeficijent

otkrivke (m^3/t) pri površinskoj eksploataciji i sve veće učešće podzemnog otkopavanja. Pored toga, ležišta su sve udaljenija od postojećih komunikacija, izvora energije i dr. što još više otežava i poskupljuje istraživanja i eksploataciju boksita.

U referatima i diskusiji na VI jugoslovenskom simpozijumu o istraživanju i eksploataciji boksita konstatovano je da su u oblasti eksploatacije boksita ostvareni značajni rezultati uvođenjem savremene tehnologije i korišćenjem odgovarajuće mehanizacije, kako pri površinskom, tako i pri podzemnom otkopavanju. U tom pravcu se vrše dalja istraživanja primenom najsavremenijih metoda i računske tehnike.

Međutim, i pored svega, rudnici boksita u Jugoslaviji posluju u sve težim uslovima, sa veoma niskom akumulacijom, ili na samoj granici rentabiliteta. Sve to uslovjava osipanje kadrova, posebno u oblasti podzemne eksploatacije, kojoj mora da se posveti mnogo veća pažnja nego do sada.

Posebne teškoće su prisutne u oblasti snabdевања rudnika boksita opremom, koja je prevashodno iz uvoza, kao i rezervnim delovima za postojeću opremu. Pri tome se ističe da jugoslovenska mašinogradnja nije pružala, ne samo rudnicima boksita, već ni ostalim rudnicima metalja sa površinskom i podzemnom eksploatacijom, odgovarajuću opremu, koja bi uspešno zamenila kvalitetnu ali veoma skupu uvoznu opremu, za koju, i rezervne delove, nedostajao je devizna sredstva.

Da bi se održao sadašnji nivo proizvodnje boksita i povećao, na Simpozijumu je, između ostalog, zaključeno da se uradi sledeće:

1. izrade zajedničke osnove strategije i tehnološkog razvoja aluminijskog kompleksa Jugoslavije

2. strategija, pravci i ciljevi geoloških istraživanja ležišta boksita u narednom periodu treba da se realizuju preko jugoslovenskog programa, koji mora biti zasnovan na savremenim, sveobuhvatnim, naučnim i stručnim metodama i kriterijumima

3. sve složeniji uslovi istraživanja i eksploatacije boksita zahtevaju multidisciplinarni pristup uz primenu novih savremenih metoda fundamentalnih, primenjenih i razvojnih istraživanja iz svih geoloških disciplina

4. sadašnji obim sredstava za geološko istraživanje je ograničen i nedovoljan u odnosu na realne potrebe

5. treba angažovati sve naučne i stručne snage za:

— usavršavanje postojećeg načina eksploatacije i

— uvođenje odgovarajućih savremenih metoda otkopavanja, koje omogućuju visokoproduktivan i siguran rad uz maksimalno iskorišćenje rudne supstance pri površinskom i podzemnom otkopavanju

6. treba preduzeti akcije za usavršavanje tehnološkog postupka prerade boksita, uvođenjem danas u svetu poznatih metoda prerade onečišćenog boksita, kao i boksita sa povećanim sadržajem SiO_2 i korišćenja retkih metala

7. zajedničkom akcijom svih rudnika i potrošača boksita u zemlji iznaći mogućnosti za korišćenje ovih sirovina za potrebe naftne industrije, industrije cementa, abraziva, industrije vatrostalnih materijala i hemijske industrije, i dr.

8. ocenjeno je da je celishodno da se definije terminologija u oblasti geologije i rudarstva, koja će se primenjivati u čitavoj Jugoslaviji

9. usvojeni su predlozi vezani za potrebu pokretanja zajedničkih akcija za ubrzanu aktivnost na osavremenjavanju Pravilnika o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi mineralnih sirovina, posebno sa stanovišta korišćenja računske tehnike i osavremenjavanje rudarskih propisa, za korišćenje savremene opreme i uređaja

10. na Simpoziju je posebno istaknuta potreba uvođenja savremenih informacionih sistema u svim rudnicima boksita

11. intenziviranje i razvoj eksploatacije boksita uslovili su narušavanje prirode, pa to nameće neodložnu potrebu rešavanja ekoloških problema kroz rekultivaciju terena.

dipl.inž, Velibor Kačunković

Bibliografija

Nuržumin, E. K., Bajgurin, M. D. i dr.: **Smanjenje gubitaka i razblaženja rude pri otkopavanju ležišta obojenih metala** (Sniženie poter' i razuboživanja rudy pri razrabotke mestoroždenij cvetnyh metallov)

„Ohrana okruž. sredy pri ekspluat. rud. mestoroždenij”, Alma-Ata, 1988, str. 85–90, 5 il., 4 bibl. pod., (rus.)

Kargažanov, Z. K. i Ajtžanova, D. A.: **Problemi intenzifikacije i poboljšanja kvaliteta otkopavanih mineralnih rezervi Kazahstana** (Problemy intensifikasi ispol'zovaniya i povysheniya kachestva dobyvaemyh mineral'nyh resursov Kazahstana)

Izv. AN Kaz. SSR. Ser. „Obščestv. n.”, (1988) 2, str. 45–52, 2 tabl., 6 bibl. pod., (rus.)

Cheimanoff, N. i Deliac, E.: **Elektronske računske mašine pomažu rударству** (Počitače pomahaju hornictvi)
„Rudy”, 36 (1988) 1, str. 19–21, 2 il., (čes.)

Ornáš, J.: **Planiranje rudarskih radova pomoću elektronskih računara u firmi A/S** (Banske plnovanie počítačom v Grong Gruber A/S)
„Rudy”, 36 (1988) 1, str. 22–23, 10 il., (slovač.)

Pjazok, R. A.: **Usavršavanje formiranja cena za usputno dobijenu mineralnu sirovину i otpatke rudarskih preduzeća** (Soveršenstvovanie cenobrazovanja na poputno dobyvaemoe mineral'noe syre i othody gornyh predpriyatij)
„Tr. Tallin. politehn. in-ta”, (1988) 660, str. 3–9, 2 tab., (rus.)

Franik, T. i Jaškowski, A.: **Optimalni godišnji kapacitet jame projektovan na osnovu pokazateљa efektivnosti investicionih ulaganja E** (Optymalna wielkość wydobycia kopalni projektowanej na podstawie wskaźnika efektywności inwestycji)
„Zes. nauk. AGH Gorn.” 11(1987)4, str. 245–269, 325, 6 il., 4 tabl., 11 bibl. pod. (polj.)

Byzov, V. F., Zavsegdašnyj, V. A. i dr.: **Automatizovani sistem „Kar'er 1” za rudarsko-geometrijsku analizu u ležištima složene strukture** (Avtomatizirovannaja sistema „Kar'er I” dlja gorno-geometričeskogo analiza na složno-strukturnyh mestoroždenijah)
„Razrab. rud. mestoroždenij”, Kiev, (1988) 45, str. 8–11, 5 il., (rus.)

Beckett, L. A. i Madrid, R. S.: **Program MULSIM/BM za računsku mašinu kod strukturne analize pri projektovanju rudarskih radova u rudnicima uglja** (MULSIM/AB – a structural analysis computer program for mine design)

„Inf. Circ. Bur. Mines US Dep. Inter.”, (1988) 9168, str. 1–302, 10 il., 15 bibl. pod. (engl.)

Kuzmenko, A. S.: **O karakteristikama formiranja oblasti koncentracije jamskog pritiska u uslovima Kirovskog rudnika udruženja „Apatit”** (Ob osobennosti formirovaniya oblastej koncentracji gornogo davlenija v uslovijah Kirovskogo rudnika proizvodstvennogo ob edinenija „Apatit”)
„Tr. Gos. gornohim. syr'ja”, (1986) 70, str. 83–88, 2 il., 7 bibl. pod. (rus.)

Müller-Salzburg, L.: **Razvoj mehanike stena u budućnosti** (Reflection on future development of rock mechanics)
„Proc. 5th Congr. Int. Soc. /Rock Mech., Melbourne, 1983, Vol. 3”, Rotterdam, 1987, str. 355–363, (engl.)

Bjurstrom, S.: **Pričeljni pravci razvoja mehanike stena pri otkopavanju čvrstih mineralnih sirovina** (Desirable future direction in rock mechanics for hard rock mining)
„Proc. 5th Congr. Int. Soc. Rock Mech., Melbourne, 1983 /Vol. 3”, Rotterdam, 1987, str. 369–371, 5 il. (engl.)

Šerstnev, A. N. i Gospodarikov, A. P.: **O elastično-plastičnom deformacionom stanju masiva koji je oslabljen dvema jamskim prostorijama kružnog preseka** (Ob uprugoplastičeskom deformirovannom sostojanii massiva, oslablennogo dvumja krugovymi vyrabotkami)
„Meh. podzemn. sooružen.”, Tula, 1988, str. 72–77, 2 il., 5 bibl. pod. (rus.)

Sapožnikov, V. T.: **Granično naponsko stanje ugljenog sloja** (Predel'no naprjažennoe sostojanie ugoł'nogo plasta)
„Fiz.-tehn. probl. razrab. polezni. iskopaemyh”, (1988) 3, str. 56–60, 4 il., 1 tabl., 5 bibl. pod. (rus.)

Mashkov, V. I. i Gahova, L. N.: **Upoređivanje rezultata proračuna u ravni i u prostoru za modeliranje naponsko-deformacionog stanja stenskog masiva** (Sravnjenie rezul'tatov ploskih i treh-mernyh rasčetov dlja modelirovaniya naprajzenno

—deformirovannogo sostojaniya massiva gornyh porod)

„Fiz.-tehn. probl. razrab. polezn. iskopaemyh”, (1983)3, str. 32–38, 7 il., 6 bibl.pod. (rus.)

Metoda kontrole naponskog stanja masiva kod podzemnog otkopavanja ležišta uglja SAD (Tests on stress control coal mining in USA)

„Mining Mag.”, 158(1988)3, str. 169, 2 il., (engl.)

M a j e w s k i, E.: Teorija velikih dinamičkih deformacija stenskog masiva (Teoria duzych dynamicznych odksztalcen gorówtworow)

„Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sci.”, (1988)9, str. 1–218, (polj.)

T u e b a e v, M. K. i A d i l b e k o v, N. A.: Numeričko rešenje jednog sistema integralnih Fredholmovih jednačina trećeg reda u zadatku o oslonom pritisku u blizini otkopne jamske prostorije (Čislenno rešenje odnoj sistemy integral'nyh uravnenij Fredgol'ma trećego roda v zadače ob opornom davlenii vblizi očistnoj vyrabotke)

„Čisl. metody rešenija zadač meh. deformiruem. tverd. tela”, Karaganda, 1987, str. 101–106, 3 il., 2 bibl.pod. (rus.)

N o v i k o v a, L. V.: Uticaj oblika dijagrama sabiranja stena na proračun napona i deformacija masiva oko otkopnog hodnika (Vlijanje vida diagramma szatija gornyh porod na rasčet naprjaženij i deformacij massiva vokrug vyemočnog štreka) „IVUZ. Gornjy. ž.”, (1988)5, str. 27–29; 2 il., 3 bibl.pod. (rus.)

W i t t r e i c h, C. D.: Ispitivanje samovezujućeg materijala za zasipanu smešu armiranu vlaknima (Analysis of fiber reinforcement in cemented backfill)

„Mining Eng.”, (USA), 40(1988)4, str. 259–262, 6 il., 2 tabl., 2 bibl.pod. (engl.)

I v a n o v, I. i T a h r i l o v a, S.: Određivanje hidrauličkih gubitaka kod transporta pod pritiskom nehomogenih, po granulometrijskom sastavu, materijala sa velikim sadržajem sitnih čestica (Opredelenie gidravličeskikh poter' pri napornom transportirovaniy neodnorodnyh po granulometričeskom sastavu materialov s bol'sim soderžaniem melkikh čestic)

„Zesz. nauk. PŠI. Energ.”, (1987)99, str. 63–71, 26 il., 1 tabl., 3 bibl.pod. (rus.)

Z a j c e v, V. I., S t u p a k o v, M. I. i K r y ščen k o, N. D.: Ispitivanje brzine udarno-povratnog i rotaciono-udarnog bušenja bušotina (Issledovanie skorosti udarno-povrotnogo i vraščatel'no-udarnog burenija špurov)

„Kolyma”, (1988)5, str. 24–25, 5 il., 4 bibl.pod. (rus.)

Pokretni bušači uređaj sa hidrauličkim pogonom Ingersoll-Rand LM-500 prikazuje svoje mogućnosti (El carro hidráulico Ingersoll-Rand LM-500 demulstra sus notables posibilidades)

„Rocas y miner”, 15(1987)191, str. 78–84, 7 il., 4 tabl. (špan.)

Bušača kolica za površinske otkope (Blast hole drills for surface mines)

„Eng. and Mining J.”, 189(1988)1, str. 58–65, 13 il., (engl.)

T u l e b a e v, K. K. i M u s i n a, R. M.: Ocena uticaja seizmičkog dejstva eksplozije na stabilnost krovine komora (Ocenka vlijanija sejsmičeskogo dejstvia vzryva na ustojčivost' krovi i kamer)

„Modelir. tehnol. processov pri podzemn. razrab. rud. mestorožd”, Novosibirsk, 1987, str. 150–153 (rus.)

G e r d t, V. K., U m a r o v, R. Ja. i M i n a e v

V. I.: Korišćenje konturnog miniranja pri izradi jamskih prostorija (Ispol'zovanie konturnogo vzryvaniya pri provedenii gornyh vyrabotok)

„Cv. metallurgija”, (1988)5, str. 8–9 (rus.)

Š a b a l t a s, D. B. i L u k i n y h, V. E.: Kapacitet bagera EŠ-6/45 kod pripremanja stenske mase za otkopavanje miniranjem (Proizvoditel'nost' ekskavatory EŠ-6/45 pri burovzryvnnoj pôdgotovke porod k vyemke)

„Kolyma”, (1988)6, str. 24–27, 2 il., 3 tabl. (rus.)

C a r r, P. W.: Miniranje na površinskom kopu Nickel Plate komapnije Mascot Gold Mines (Blasting at Mascot's Nickel Plate gold mine)

„Eng. and Mining J.”, 189(1988)1, str. 55, 1 il. (engl.)

G u l j a e v, O. K.: Izbor i održavanje optimalnog tehnološkog režima izrade jamskih prostorija na osnovu modela ležišta (Vybor i podderžanie optimal'nogo tehnologičeskogo režima provedenija vyrabotok na osnove modeli mestoroždenija)

„Horn. pribram vede a techn.: Symp. prac. ban. prum., 1987. Sek. Mat. metody geol. Sb. Dil MI”, 1987, str. 289 (rus.)

S a m a l', S. A. i J a k o v l e v a, O. V.: Proračun podgrade jamskih prostorija uz vođenje računa o očvršćavanju masiva i pušanju stena

(Rasčet krepi gornih vyrabotok s učetom upročenja i polzučesti poroč)

„Meh. podzemn. sooruž.”, Tula, 1988, str. 11–18, 4 il., 4 bibl.pod. (rus.)

Karetnikov, V. N.: Metoda imitacije na elektroniskom računaru dinamičkih pojava u sistemu podgrada – stenski masiv (Metod imitacii na EVM dinamičeskikh javlenij v sisteme krep’—massiv)

„Meh. podzemn. sooruž.”, Tula, 1988, str. 134–138, 1 il., 2 bibl.pod. (rus.)

Duškin, A. N.: Praksa i perspektive primene ankerne podgrade i torkret–betona pri otkopavanju ležišta mineralnih sirovina u zoni većitog mraza (Opty i perspektivy primenenija ankernoj krepi i nabryzg–betona pri razrabotke mestoroždenija poleznyh iskopaemyh v zone večnoj merzloty)

„Kolyma”, (1988)5, str. 16–20, 2 il., 2 tabl., 15 bibl.pod. (rus.)

Šmidia, L. i Ondovčin, K.: Oprema za mehanizovano postavljanje podgrade (Zariadenia na mechanizowane budowanie vystuže)

„Uhli”, 36(1988)3, str. 102–108, 5 il., 1 tabl. (slovač.)

Gibbs, B. L. i Arcamone, J. A.: Mikrokompjuterski programi pomazu planiranje podzemnog dobijanja (Microcomputer programs aid underground mine planning)

„Mining Eng.”, (USA), 40(1988)3, str. 174–179, 4 il., 3 bibl.pod. (engl.)

Spies, K.: Granice budućeg razvoja tehnologije podzemnog otkopavanja slojeva uglja, kao i sistemska prilaz iznalaženju novih tehnologija (Granice dalszego rozwoju technologii eksploatacji węgla w górnictwie podziemnym oraz postępowanie metodyczne w systematycznym poszukiwaniu nowych technologii)

„Mech. i autom. gorn.”, 25(1987)10, str. 12–20, 3, 13 il., (polj.)

Eganova, V. M. i Guljaev, O. K.: Automatizovanoe projektovanie tehnologije otkopnih radova na bazi matematicheskogo modela ležišta (Avtomatizirovannoe proektirovanie tehnologii očistnyh rabot na osnove matematicheskoy modeli mestoroždenija)

„Horn. pribram vede a techn.”: Symp. prac. ban. prum., 1987, Sek. Mat. metody geol. Sb. Dil MI”, S. 1. 1987, str. 300–301, (rus.)

Ladureau, M.: Otkopavanje tankih slojeva u francuskim rudnicima uglja (L'exploitation des veines minces dans les houillères francaises)

„Ind. miner. Mines et carrières Techn.”, 70(1988)1, str. 71–79, VII–VIII, XI–XII, 18 il., 3 tabl. (franc.)

Patvaros, J.: O mogućnosti otkopavanja slojeva čelima po prostiranju u granicama Varpalotajskog ugljenog basena (Godolatok a frontinditasi nehezsegek megoldasi lehetosegeirol a Varpalotai szemedence poremi feruletein)

„Nehezip ſhisz, egyet. kozl.”, 35(1988), str. 1–4, (mad.)

Černyh, A. D.: Određivanje osnovnih parametara kompleksnog površinsko–podzemnog otkopavanja ležišta ruda (Opredelenie osnovnyh parametrov kompleksnoj otkryto–podzemnoj razrabotki rudnyh mestoroždenij)

„In-t geol. nauk AN USSR. Prepr.”, (1988)6, str. 1–53, (rus.)

Dronov, N. V. i Serebrjanskij, A. T.: Vodeća uloga tehničkog redosleda otkopavanja ležišta u kontroli razvoja rudarskih radova (Veduščee značenie tehnologičeskogo porjadka otrobotki mestoroždenij v upravlenii razvitiem gornih rabot)

„Modelir. tehnol. processov pri podzemn. razrab. rud. mestorožd.”, Novosibirsk, 1987, str. 20–27 (rus.)

Modeliranje tehnoloških procesa kod podzemnog otkopavanja rudnih ležišta (Modelirovanie tehnologičeskikh processov pri podzemnoj razrabotke rudnyh mestoroždenij)

Sb. nauč. tr. in. gorn. dela SO AN SSSR, Novosibirsk, 1987, 181 str., (zbornik na rus.)

Epov, A. A. Eremiin, E. P. i Kulakov, I. M.: Ekonomiko–matematički model razvoja rudarskih radova i formiranja strukture rudarsko–transportnih sistema rudnika (Ekonomiko–matematičeskaja model’ razvitiya gornih rabot i formirovaniya struktury gorno–transportnoj sistemy rudnika)

„Sistemy transp. gornorud. predpriatija”, Karaganda, 1987, str. 17–19; (rus.)

Malyšev, V. A.: Modeliranje plana rudarskih radova kod podzemnog otkopavanja ruda (Modelirovanie plana gornih rabot pri podzemnoj dobyče rud) M., In-t probl. kompleks. osvojenija nedr, 1988, 108 str., 11 tabl., 14 il., 13 bibl.pod. (knjiga na rus.)

B o m a n, F. i J o h a n s s o n, K.: Poboljšanje nivoa rudarskih radova elektrifikacijom (Zvyšení úrovne banskeho provozu jeho elektrizaci)
„Rudy”, 36(1988)1, str. 6–9, 5 il. (čes.)

G a l a e v, N. Z. i dr.: Određivanje optimalnih tehnoloških parametara sistema podzemnog otkopavanja i izbor njegovih varianata uz vođenje računa o dubini rudarskih radova (Opredelenie optimal'nyh tehnologicheskikh parametrov sistemy podzemnoj razrabotki i vybor ee variantov s uchetom glubiny gornyh rabot)
„Modelir. tehnol. processov pri podzemn. razrab. rud. mestorožd.”, Novosibirsk, 1987, str. 28–34, 3 bibl.pod. (rus.)

K u č e r, V. M.: Upravljanje geomehaničkim procesima i njihovo prognoziranje kod otkopavanja rudnih ležišta komornim sistemima na dubokim horizontima Krivbasa (Upravlenie geomehaničeskimi procesami i ih prognozirovaniye pri razrabotke rudnyh mestoroždenij kamernymi sistemami na glubokih gorizontah Krivbassa)
„Modelir. tehnol. processov pri podzemn. razrab. rud. mestorožd.”, Novosibirsk, 1987, str. 113–119, 7 bibl pód. (rus.)

Protopopov, I.I. i dr.: Izbor sistema otkopavanja i njihovih parametara pri primarnom i sekundarnom otkopavanju slojevitih rudnih ležišta na osnovu prognoze stanja stenskog masiva (Vybor sistema razrabotki i ih parametrov pri pervičnoj i vtoričnoj otrobote plastoobraznyh rudnyh tel na osnove prognoza sostojanija gornogo massiva)
„Modelir. tehnol. processov pri podzemn. razrab. rud. mestorožd.”, Novosibirsk, 1987, str. 134–140, 1 il., 2 bibl.pod. (rus.)

B e r e z i n, E. P., L a o n o v i č, M. F. i V o r o b' e v, V. A.: Ocena uticaja sigurnosti rudarskih mašina-kapacitet kompleksa sa kombajnom (Ocenka vlijanija urovnja nadežnosti gornih mašin na proizvoditel'nost' kombajnogog kompleksa)
„Sistemy transp. gornorudn. predpriyatija”, Karaganda, 1987, str. 19–24, 3 il., 2 bibl.pod. (rus.)

B a r s z a k, T. M. i S c h w e m m e r, D. E.: Proučavanje kritičnog opterećenja na štitne pod-grade (Critical-load studies of a shield support)
„Rept. Invest. Bur. Mines US Dep. Inter.”, (1987)9141, str. 1–15, 12 il., 2 tabl., (engl.)

Š a p a r', A. G., L a š k o, V. T. i dr.: Osnovne postavke nove tehnologije otkopavanja strmih ležišta sa unutrašnjim odlagalištem (Osnovnye polozheniya novoj tehnologii razrabotki krutopadajuščih

mestoroždenij s vnutrennym otvaloobrazovaniem)
„Razrab. rud. mestorožd.”, Kiev, (1988)45, str. 3–6, 2 il., 1 bibl.pod. (rus.)

D r i ž e n k o, A. Ju. i B o g d a n o v, V. M.: Određivanje parametara razvoja dubokih površinskih otkopá po etapama (Obosnovanie parametrov poétapnogo razvitiya glubokih kar'erov)
„Gornij ž.”, (1988)6, str. 46–50, 3 il., 3 bibl.pod. (rus.)

A n d r o s o v a, O. N. i dr.: Nasipanje visokih odlagališta na kosom fundamentu (Otsypka vysokih otvalov na naklonnom osnovanii)
„Tr. Gos. NII gornohim. syr'ja”, (1986)70, str. 26–62, 3 il. (rus.)

H e b i l, K. E.: Stabilizacija unutrašnjeg odlagališta na površinskom otkopu uglja Paintearth u blizini Foresburga – Kanada (Spoil pile stabilization at the Paintearth mine, Forestburg—Canada)
„Geotechn. Stab. Surface.. Mining: Proc. Int. Symp., Calgary 6–7 nov. 1986”, Rotterdam–Boston, 1986, str. 181–187, 9 il., 10 bibl.pod. (engl.)

S t r z o d k a, M.: Primena dva transportno–odlagališna mosta na etaži (Zum Einsatz von zwei Abraumförderbrücken auf einer Strosse)
„Neue Bergbautechn.”, 18(1988)3, st. 94–97, 6 il., 9 bibl.pod. (nem.)

F e n t o n, M. M. i dr.: Glacijalno–tektonske deformacije i geotehnička stabilnost kod otkopavanja uglja površinskim otkopavanjem (Glaciotectonic deformation and geotechnical stability in open pit coal mining)
„Geotechn. Stab. Surface Mining: Proc. Int. Symp., Calgary, 6–7 nov., 1986”, Rotterdam–Boston, 1986, str. 225–234, 5 il., 47 bibl.pod. (engl.)

D a s, B. i S t i m p t o n, B.: Učvršćivanje stenskih kosina na površinskim otkopima pomoću ankera (Passive reinforcement of pit slopes by bolting)
„Geotechn. Stab. Surface Mining: Proc. Int. Symp., Calgary, 6–7 nov. 1986”, Rotterdam–Boston, 1986, str. 205–211, 15 il., 12 bibl.pod.(engl.)

P e v n e r, M. E.: Osnovni pravci ispitivanja na sprečavanju deformacija stena na površinskim otkopima (Osnovnye napravlenija issledovanij po predupreždeniju deformacij gornyh porod na kar'erah)
„Tr. Gos. NII gornohim. syr'ja”, (1986)70, str. 3–9, 4 bibl. pod. (rus.)

M a l a š e n k o, F. P.: Praksa mehanizacije po-moćnih i remontnih radova na površinskim otkopima (Opyt mehanizacii vspomogatel'nyh i re-montrnyh rabot na kar'erah)
„Mehaniz. i avtomatiz. pr-va”, (1988)4, str. 3–7, 7 il., 1 tabl. (rus.)

E s k i n, V. S. i dr.: Planiranje kapaciteta moćnih rudarsko–transportnih kompleksa na površinskim otkopima (Planirovanie proizvoditel'nosti moščnyh gorno–transportnyh kompleksov na kar'erah)
„IVUZ. Gornij ž.”, (1988)6, str. 6–8, 2 il., 1 tabl., 6 bibl.pod. (rus.)

Rudarsko–transportna oprema firme O & K (O et K FAUN, Innovation sur tous les fronts)
„Chant. Fr.”, (1988) 206: Spec. mater., 11/67–11/68, 3 il., (franc.)

M o n t a g n o n, M.: Tehnički podaci opreme fir-me Sanderson – Engleska
„Chant. Fr.”, (1988)208, str. 64–65, 6 il., (franc.)

N i k i f o r o v s k i j, A. N.: O primeni transpor-tera sa trakama sa frikcionim međupojgonima (O primenenii lentočnyh konvejerov s pomežutočnymi frikcionnymi privodami)
„Gornij ž.”, (1988)5, str. 42–44, 3 tabl., (rus.)

B o r o h o v i č, A. I. i B o r o h o v i č, B. A.: Određivanje maksimalne brzine trake konvejera iz uslova najdužeg veka njenog rada (Opredelenie maksimal'noj skorosti dvijenija konvejernoj lenty iz uslovia najbol'sego sroka ee služby)
„IVUZ. Gornij ž.”, (1988)6, str. 64–66, 1 bibl. pod. (rus.)

S m i r n o v, V. P. i dr.: Efektivnost primene dizel–trolejnih vozova na površinskim kopovima (Effektivnost' primenjenija dizel–trolleyvozov na kar'erah)
„Cv. metallurgija”, (1988)5, str. 42–46, 4 il., 2 bibl.pod. (rus.)

Kiper Cat 789 na površinskom kopu kompanije Budge (First Cat 789 trucks on Budge opencast site)

„Quarry Manag.”, 15(1988)4, str. 51, 2 il., (engl.)

Podzemna gasifikacija (Podzemni zplynování uhlí)
„Uhli”, 36(1988)3, str. 135–137, 2 il., 5 bibl.pod. (češ.)

S t e p a n o v, P. B. i dr.: Modeliranje funkcion-ja otkopno–transportnih komponenata uz vo-denje računa o dinamici rudarskih radova u prostoru i vremenu (Modelirovanie funkcionirovanija

vyemočno–transportnyh komponentov s učetom prostranstvenno–vremennej dinamiki gornyh ra-bot)

„Sistemy transp. gornorudn. predpriyatij”, Kara-ganda, 1987, str. 14–17, 3 bibl.pod. (rus.)

K e l l y, J. G.: Kontinualni sistem utovara, drob-ljenja i transporta (A continuous mucking/cru-shing conveying system)

„CIM Bull.”, 81(1988)911, str. 105–109, 12 il., 1 tabl., (engl.)

T h o m p s o n, S. i A d l e r, L.: Novi imitacio-ni model za izbor transporterja sa trakom kod podzemnog otkopavanja uglja (New simulator for designing belt system capacities in underground coal mines)

„Mining Eng.”, 40(1988)4, str. 271–274, 2 il., 5 tabl., 8 bibl.pod. (engl.)

C l e m e n s, J.: Kontrola procesa jamskog izvoza (Strathcona hoists – the controls)

„Int. Mining”, 5(1988)2, str. 31–33, 35, 3 il., (engl.)

S m i t h, M.: Samohodna oprema u rudnicima Johannesburg Consolidated Investment Company (Trackless Mining at JCI)

„Mining Mag.”, 158(1988)4, str. 6, 5 il., (engl.)

O s t a p e n k o, P. E.: Svetska praksa u obogać-i-vanju ruda gvožđa (Mirovaja praktika obogašenija železnyh rud)

„Ilogi nauki i tehn. VINITI. Obogašč. polezn. iskojaemyh”, 22(1988), str. 3–117 (rus.)

L a n d s i e d e l, K. i S c h e g e r, K.: Kriteriju-mi ispitivanja koji su potrebni za tehnološku ocenu ruda urana (Test procedure for the metallurgical evaluation of uranium ores)

„Dev. Proj. Prod. Uranium Concent: Proc. Techn. Comm. Meet, Vienna, 25–28 nov. 1985”, Vienna, 1987, str. 101–111, diskuss. 111–112, 3 il., 3 tabl., 16 bibl.pod. (engl.)

S a v e, M. idr.: Ispitivanje tehnologije obogać-i-vanja francuskih ruda volframa (Etude d'une filiere de valorisation des minerais français)

„Ind. miner. mines et carrières techn.” 69 (1987)9, str. 329–334, 4 il., 2 tabl., 5 bibl.pod. (franc.)

W e i c h e r t, R.: Korelaciona zavisnost između verovatnoće razaranja čestica ruda i zrnaste struk-ture proizvoda (Correlation between probability of breakage and fragment size distribution of mineral particles)

- „Int. J. Miner. Process.”, 22(1988)1–4, str. 1–8, 4 il., 17 bibl.pod. (eng.)
- K o k a, V. R. i T r a s s, O.: Ocena parametara mlevenja metodom direktnog istraživanja (Estimation of breakage parameters in grinding operation using a direct search method)
- „Int. J. Miner. Process.”, 23(1988)1–2, str. 137–150, 3 il., 6 tab., 28 bibl.pod. (engl.)
- D o n a l d, A. i W a l – P i n g, K.: Mogućnosti uštede na potrošnji energije kod klasifikacije u dva stepena (Potential energy savings in comminution by two-stage classification)
- „Int. J. Miner. Process.”, 22(1988)1–4, str. 239–250, 4 il., 2 tabl., 6 bibl.pod. (engl.)
- T h o r m ä h l e n, P.: Teorija sejanja i praktična primena sita Mogensen (Theorie— und praxisbezogene anwendung des siebverfahren nach Mogen-sen)
- „Steinbruch und Sandgrube”, 81(1988)2, str. 66–70, 5 il., (nem.)
- D m i t r a k, Ju. V. i K r a s k o v s k i j, B. P.: Pitjanje ispitivanja kinematičkih i dinamičkih parameetara vibracionog mlina sa velikom amplitudom vibracija komore za mlevenje (K voprosu ob issledovanii kinematičeskikh i dinamičeskikh parame-trov vibracionnyh mel'nic s bol'soj amplitudoj kolebanij pomol'noj kamery)
- „Oburud. djia kompleks. ispol'z. syr'ja gorn. pr–va”, M., 1987, str. 42–48, 2 il., 3 bibl.pod. (rus.)
- Poslednja dostignuća u oblasti mlevenja (Recent advances in comminution)
- „Int. J. Miner. Process.”, 22(1988)1–4, str. 7–8, (engl.)
- L a v i n e, A. S.: Prost model konvekcionog hla-đenja pri mlevenju (A simple model for convective cooling during the grinding process)
- „Trans. ASME: J. Eng. Ind.”, 110(1988)1, str. 1–6, 4 il., 7 tab., 16 bibl.pod. (engl.)
- P l a u m a n n, D. E. M.: Mokro mlevenje azbest-nih ruda (Wet grinding of asbestos ores through reduction of slurry viscosities)
- „CIM Bull.”, 81(1988)912, str. 35–39, (engl.)
- H e i s k a n e n, K. i dr.: Hidrociklon „Twin–Vortex” — novo rešenje za stari problem (El ciclon „Twin–Vortex” — nueva solucion para un antiguo problema)
- „Rocas y Miner.”, 15(1987)191, str. 106–110, 8 il., 3 tabl. (špan.)
- C r a w f o r d, R. i R a l s o n, J.: Uticaj dimen-zije čestica i ugla kontakta na flotaciju minerala (The influence of particle size and contact angle in mineral flotation)
- „Int. J. Miner. Process.”, 23(1988)1–2, str. 1–24, 10 il., 3 tab., 45 bibl.pod. (engl.)
- H a y e s, R. A. i R a l s t o n, J.: Flotacija i selekcija sulfidnih minerala bez kolektora na bazi regulisanja Eh (The collectorless flotation and separation of sulphide minerals by Eh control)
- „Int. J. Miner. Process.”, 23(1988)1–2, str. 55–84, 18 il., 2 tabl., 42 bibl.pod. (engl.)
- S z a t k o w s k i, M.: Model flotacione selek-tivnosti (A model of flotation selectivity)
- „Int. J. Miner. Process.”, 23(1988)1–2, str. 25–31, 4 il., 6 bibl.pod. (engl.)
- T e p l j a k o v a, M. V. i dr.: Spektrometrijsko ispitivanje dejstva permanganata u sistemu ksantogenat–sulfidi olova, cinka i gvožđa (Spektro-metričeskoe issledovanie dejstvia permanganata v sisteme ksantogenat — sul'fidy svinca, cinka i železa)
- „Cv–met.”, (1988)6, str. 113–116, 5 il., 1 tabl., 4 bibl.pod. (rus.)
- S o l e ž e n k i n, P. M. i dr.: Aktivirane vodene disperzije vazduha i njihova primena za intenzifi-kaciju flotacione metode obogaćivanja mineralnih sirovina (Aktivirovannye vodnye dispersii vozduha i ih primenie djia intensifikacii flotacionnogo metoda obogašenija poleznyh iskopaemyh)
- „Nauč.–tehn. progress v obogašč. polezn. isko-paemyh. Mater. Meždunar. kongr., Stokholm, 5–10 juni 1988”, M., 1988, str. 51–59, 2 il., 2 tabl., 6 bibl.pod. (rus.)
- B o č a r o v, V. A. i dr.: Razvoj intenzivnih me-toda pripremanja pulpe i selektivne flotacije sulfid-nih minerala bakra i cinka (Razvitie intensivnyh metodov pul'popodgotovki i selektivnoj flotacii sul'fidnyh medno–cinkovyh rud)
- „Nauč.–tehn. progress v obogašč. polezn. isko-paemyh. Mater. Meždunar. kongr., Stokholm, 5–10 juni 1988”, M., 1988, str. 29–35, 5 il., 6 bibl.pod. (rus.)
- A n t o n e n k o, L. K. i dr.: Perspektive magnet-nog obogaćivanja slabomagnetičnih ruda (Perspektivi magnitnogo obogašenija slabomagnitnyh rud)
- „Nauč.–tehn. progress v obogašč. polezn. isko-paemyh. Mater. Meždunar. kongr., Stokholm, 5–10 juni 1988”, M., 1988, str. 70–79, (rus.)

M a n u e l, B. M. i dr.: Proučavanje električne provodljivosti minerala u zavisnosti od dimenzija njihovih čestica, kao i dejstva električnog polja u procesu separacije u elektroseparatorima cilindričnog tipa (Estudo de la influencia del tamano de grano sobre la conductividad electrica de los minerales y su comportamiento en el separado relectrodinamico de cilindro)

„Ind. min.”, (Esp.), 30(1988)275, str. 17–20, 21–23, 25–26, 3 il., 6 tabl., 10 bibl.pod. (špan.)

R e v n i c e v, V. I. i dr.: Povećanje efektivnosti obogaćivanja mineralne sirovine primenom radio-metrijske separacije (Povyšenie effektivnosti obo-gašenija mineral'nogo syr'ja s primeneniem radio-metričeskoj separacij)

„Nauč.-tehn. progress v obogašenii polezn. isko-paemyh. Mater. Meždunar. kongr.; Stokholm, 5–10 juni 1988”, M., 1988, str. 79–86, (rus.)

P o g r e b n a j a, L.P. i dr.: Čišćenje jamskih vo-da kombinata „Altajzoloto” od sulfatnih jona (Očistka šahtnyh vod kombinata „Altajzoloto” ot sul’fationov)

Gos. n.—i. i proekt. in—t po obogašč. rud cv. met., Kazmehanobr, Alma—Ata, 1988, (Rukopis depo-novan u KazNIINTI 07.06.88, Nr. 2143 Kaz88), 4 bibl.pod. (rus.)

O v č i n n i k o v, G. A. i G o l u b y h, N. F.: Uklanjanje mulja iz gotovog koncentrata u hidro-ciklonima (Obesšlamlivanie gotovogo koncentrata v gidrociklonah)

„Gornyj ž.”, (1988)5, str. 39–40, (rus.)

S z t a b a, K. i T o r a, B.: Analiza efektivnosti odvodnjavanja koncentrata bakra (Analiza skuteczości odwadniania koncentratu miedziowego)

„Zesz. nauk. PŠ1 Energ.”, (1987)100, str. 241–248, 4 bibl.pod., (polj.)

K o r o l e v, A. S. i dr.: Karakteristike procesa spicanja šarži rude gvožđa sa različitim stepenom razaranja prethodno granulisanog koncentrata (Osobennosti processa spekanija železorudnyh šiht s različnoj stepen'ju razrušenija predvaritel'no gra-nulirovannogo koncentrata)

„Obogašč. rud”, Leningrad, (1988)2, str. 23–26, 3 il., 1 tabl., 6 bibl.pod. (rus.)

H e i n z e, G.: Novi bubenjasti granulator za aglo-meraciono postrojenje (Neue Granuliertrommel für die Aufbauagglomération)

„Sprechsal”, 121(1988)2, str. 126–129, (nem.)

Organizacija službe za kontrolu procesa obogaćiva-nja i pranja uglja u postrojenju Kapivari — Brazilija (Implatasao do controle de proceso do binificiamento e lavagem do carvao nacional—Lavador de Capivari)

„Miner. Met.”, 51(1987)484, str. 10–15, 3 il., 3 tabl., (port.)

G u r e v i č, L. S. i dr.: Automatizovani prora-čun tehnoloških šema u projektovanju fabrika za obogaćivanje (Avtomatizirovannyj raschet tehnolo-gičeskikh shem v proektirovaniii obogatitel'nyh fabrik)

„Obogašč. rud”, Leningrad, (1988)2, str. 36–39, 4 il., 6 bibl.pod. (rus.)

S u s l i k o v, G. F. i dr.: Razrada i uvođenje ma-tematičkog modeliranja pomoću elektronskog ra-cunara za ocenu obogaćivanja ruda gvožđa (Razrabortka i vnedrenie matematičeskogo modelirovanija s pomošč'ju ÉVM pri ocenke obogatimosti železnyh rud)

„Nauč.—tehn. progress v obogašč. polezn. isko-paemyh. Mater. Meždunar. kongr., Stokholm, 5–10 jun 1988”, M., 1988, str. 100–106, 1 tabl., 6 bibl.pod. (rus.)

O n i š c e n k o, Ju. A.: Teorijska načela parame-tara geoloških struktura (Teoretičeskie načala pa-parametrov geologičeskikh struktur)

„Razrab. rud. mestorožd.”, Kiev, (1988)45, str. 88–95, 2 il., 11 bibl.pod. (rus.)

M a l j u t i n E. I. i dr.: Praksa uvođenja goeloš-ko—tehnološkog kartiranja ležišta ruda gvožđa (Optyv vnedrenija geoogo—tehnologičeskogo karti-rovaniya mestoroždenij železnyh rud)

„Gornyj ž.”, (1988)6, str. 36–37, (rus.)

R o b e r t, A. F.: Sistematska strategija kod oce-ne merenja potrebnih za zaštitu od požara u jamama. (A systematic strategy for assessing fire protection measures in a mine)

„Mining Eng.”, (Gr. Brit.), 147(1988)319, str. 183 (engl.)

G o r b a t o v, V. A. i dr.: Određivanje srednje vrednosti temperature požarnih gasova koji recirkuliraju u zatvorenoj konturi jamskih prostorija izolovanog otkopnog revira (Opredelenie srednego značenija temperatury požarnyh gazov, recirkuli-rujuščih v zamknutom konture vyrabotok izolirovannogo dobyčnog učastka)

„Ohrana truda i okruž. sredy”, Karaganda, 1987, str. 23–26 (rus.)

Sokolov, E. M. i dr.: **Ocena opasnosti od endogenih požara u jamama** (Ocenka éndogennoj požaroopasnosti šaht) „IVUZ. Gornyj ž.”, (1988)6, str. 42–44, 1 tabl., 1 bibl.pod. (rus.)

Ermolova, T. V., Rykov, A. M. i Demina, E. A.: **Ispitivanje sastava produkata niskotemperaturne oksidacije ugljeva moćnih slojeva opasnih na požar u jamama Karagendinskog basena** (Issledovanie sostava produktov niskotemperaturnogo okislenija uglej močnyh požaroopasnyh plastov šaht Karagandinskogo bassejna) „Ohrana truda i okruž. sredy”, Karaganda, 1987, str. 26–30 (rus.)

Nemkin, G. A. i dr.: **Određivanje temperature žarišta samozagrevanja uglja prema odnosima gasova koji indikuju na požar** (Opredelenie temperatury očaga samonagrevaniya uglja po otношeniam požarnyh indikatornyh gazov) „Ohrana truda i okruž. sredy”, Karaganda, 1987, str. 57–61, 1 il., (rus.)

Maryanovič, T. I. i dr.: **Imitaciono modeliranje procesa upravljanja zaštitom od požara u rudnicima uglja** (Imitacionnoe modelirovaniye processov upravleniya požarnoj zaščitoj ugol'nyh šaht) „Upravl. sistemy i mašiny”, (1988)3, str. 109–113, 3 il., 12 bibl.pod. (rus.)

Egoshin, V. V.: **Nove metode gašenja endogenih požara u jamama Kuzbasa** (Novye metody tušenija éndogennych požarov na šahtah Kuzbassa) „Fiz.–tehn. probl. razrab. polezn. iskopаемых”, (1988)3, str. 93–98, 6 il. (rus.)

Beresnevich, P. V. i dr.: **Povećanje efektivnosti hidrootprašivanja pri vođenju otkopno–utovarnih radova u uslovima dubokih površinskih otkopa** (Povyšenie effektivnosti gidroopesplivaniya pri vedenii vyemočno–pogruzočnyh rabot v usloviyah glubokih kar'ero) „Čern. metallurgija”, (1988)11, str. 28–30, 2 il., 1 tabl., (rus.)

Zarospaev, M.: **Mere u borbi protiv izdvajanja prašine kod utovara minirane stenske mase** (Mery bor'by s pylegazovydeleniem pri pogruzke vzorvannoy gornoj massy)

„Ohrana okruž. sredy pri ekspluat. rud mestorožd.”, Alma–Ata, 1988, str. 64–73, 2 tabl., (rus.)

Uredaji za izdvajanje metana u rudnicima uglja (Methane extraction packages for coal mines) „Mining J.”, 310(1988)7966, str. 352 (engl.)

Nemcov, P. A. i Sulimova, V. N.: **Provrtavanje slepih hodnika velike dužine u jami „Jubilejnaja”** (Provretivanie tupikovoj vyrabotki bol'soj protjažennosti na šahte „Jubilejnaja”) „Ugol' Ukrayny”, (1988)5, str. 28–29, 2 il. (rus.)

Obuhov, Ju. D. i dr.: **Uslovi zagađivanja atmosfere površinskog otkopa „Glavnyj” Karagandinskog GOKa** (Uslovija zagrjadnenija atmosfery kar'era „Glavnyj” karagandinskogo GOKa) „Ohrana truda i okruž. sredy”, Karaganda, 1987, str. 82–88, 2 il., 3 tabl. (rus.)

Middleton, K.: **Iznenadni izboji – budući problemi za južno–afričke rudnike uglja** (Outbursts – a future problem for South African collieries)

„J. Mine Vent. Soc. S. Afr.”, 41(1988)2, str. 14–20, 3 il., 1 tabl., 27 bibl.pod. (engl.)

Izašao je iz štampe

Godišnjak o radu rudnika uglja u 1987. godini

Cena knjige je 25.000.— dinara.

Zainteresovani je mogu poručiti ili odmah uplatiti na račun 60805—603—22550 SDK Zemun, a Redakciji „Rudarskog glasnika” dostaviti tačnu adresu, na koju će knjiga biti upućena.

Knjiga se pre uplate ne dostavlja!

Redakcija

PROIZVODAČI 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, Zemun, Batajnički put br. 2

ili Redakcija „Rudarskog glasnika”, Zmaj Jovina 21, 11000 Beograd

Redakcija

POSEBNA IZDANJA RUDARSKOG INSTITUTA

– prof. dr inž. Mirko Perišić: „LINEARNI MODELI OPTIMIZACIJE I ODLUČIVANJA U RUDARSTVU”	2.000.–
– dr inž. Janoš Kun: „POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA LIGNITA” (I i II deo)	1.000.–
– prof. dr inž. M. Grbović – dr mr N. Magdalinović: „PROCESNA OPREMA DROBLJENJA I MLEVENJA MINERALNIH SIROVINA”	200.–
– prof. dr inž. R. Simić – dr inž. D. Mršović – mr inž. V. Pavlović: „ODVODNJAVANJE POVRŠINSKIH KOPOVA”	800.–
– prof. dr Velimir Milutinović: „KOMPLEKSNA METODOLOGIJA EKONOMSKE OCENE LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA”	100.–
– prof. inž. Gojko Hovanec: „HEMIJSKE METODE KONCENTRACIJE RUDA ZLATA, SREBRA I BAKRA”	1.500.–
– dr inž. Mihailo Lasica: „MAGNEZITI JUGOSLAVIJE”	800.–
– „GODIŠNjak o radu Rudnika uglja u 1987. godini”	25.000.–
– INFORMACIJA C ₁ ” – Informacija o proizvodnji, zalihamama i tržištu uglja – izlazi mesečno i daje sliku trenutnog stanja (godišnja pretplata)	10.000.–

- u trendu sa vremenom

razvio je jedan unificirani sistem postrojenja za dnevne kopove, sa dnevnim kapacitetom od 25 000 m³ za kontinuirano dobijanje i transport minerala

Ova postrojenja se koriste univerzalno i imaju visoku mobilnost, mogu se koristiti naravno i kao pojedinačna postrojenja.

Podesni su kao:

- uređaji za dobijanje gline, peska, šljunka, kaolina i dr. silikatnih sirovina
- pretvarjanje postrojenja u komunalnim uredajima i u industriji dubriva
- postrojenja za zemljane radove kod izrade kanala i projekata odvodnjavanja
- pomoćna postrojenja za velike dnevne kopove

Unificirana koncepcija omoguće korišćenje istih montažnih grupa za sve vrste postrojenja što vodi ka znatnom pojednostavljenju u držanju rezervnih delova.

Sistem iz rotornih bagera, bagera vedričara i samohodna traka/odlagač se kompletira dodatnim transportnim trakama.



IZVOZNIK:

TAKRAF Export/Import

Volkseigener Außenhandelsbetrieb der DDR

DDR - 1080 BERLIN, Mohrenstraße 53/54

Telefon: 48870 und 2240

Telex: 112347, 112348, 115027

ZASTUPNIK:

OMNIKOMERC, inostrana zastupništva

11000 BEOGRAD, Lole Ribara 22

Tel. 334-244



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 195-112; 198-112, telex 11830 YURI

Na principu inženjeringu, 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 sirovinā
 - oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
 - miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektoniske i elektromontažne delatnosti i tehničke zaštite
- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVODENJE 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. 195-112; 198-112. 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
- PERFORMS CAPACITY OPTIMIZATIONS AND SELECTION OF MOST FAVOURABLE ALTERNATIVE BY USE OF MODERN METHODS AND MATHEMATICAL MODELS

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 primjenjeni u praksi
- iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
- savremena oprema garantuju: BRZE

SAVREMENE
KVALITETNE

usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na:

POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE
I INŽENJERING U RUDARSTVU

Beograd – Zemun, Batajnički put broj 2

Telefon 195-112; 198-112

(Teleks 11830-YU RI) Poštanski fah 116.



- 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, Batajnica put br. 2

tel. 195-112; 198-112 — telex 11830 YU RI



TEHNIČKI REDAKTOR: MIRA MARKOVIĆ – NASLOVNA STRANA: A. KATUNARIĆ – SLIKA
NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO U RUDARSKOM INSTITUTU, BEOG-
RAD) – FOTO: S. RISTIĆ

