

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637

BROJ
2
1989

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 (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIA
ŠTAMPA: ZAVOD ZA GRAFIČKU DELATNOST INSTITUTA ZA VODOPRIVREDU „JAROSLAV
ČERNI“ – BEOGRAD, BUL. VOJVODE MIŠIĆA 43, TEL. 651–067**

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637



BROJ
2
1989

RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES
BULLETIN DES MINES
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ
BERGBAUZEITSCHRIFT

Izdavač:

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

Redakcija:

11000 Beograd, Zmaj Jovina 21

Glavni urednik:

dr inž. ĐURO MARUNIĆ

Redakcioniodbor:

RADMILO OBRADOVIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
DRAGORAD IVANKOVIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
ALEKSANDAR ĆURČIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
BORISLAV PERKOVIĆ, 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

SADRŽAJ

Eksplotacija mineralnih sirovina

JEFTO BRALIĆ

Eksperimentalno proučavanje prostiranja naponskih talasa u stenama — primena rezultata dobijenih standardnim opitom (originalni naučni rad)	5
Summary	11
Zusammenfassung	11
Rezjume	12

VESIMIR VESELINOVIC

Metode podzemnog otkopavanja uljnih škriljaca proverene u proizvodnim uslovima — eksperimentalno podzemno otkopavanje uljnih škriljaca u SAD (stručni rad)	13
Summary	26
Zusammenfassung	27
Rezjume	27

Priprema mineralnih sirovina

BRANIMIR MONEVSKI — BRANISLAV ANĐELOKOVIĆ

Supstitucija kreča kao regulatora pH sredine pepelom iz termoelektrane Gacko u flotaciji bakra Bučim (originalni naučni rad)	28
Summary	31
Zusammenfassung	31
Rezjume	32

GOJKO HOVANEC — MIRJANA DINIĆ — MILAN MILOŠEVIĆ

Analiza gubitaka minerala bakra u jalovini flotacije rude lokaliteta „Cementacija” — Kraku Bugarsku,

Bor (originalni naučni rad)	33
Summary	37
Zusammenfassung	38
Rezjume	38

Ventilacija i tehnička zaštita

ALEKSANDAR ĆURČIĆ

Istraživanje uzroka i posledica katastrofnog požara u jami Morava rudnika Aleksinac (originalni naučni rad)	39
Summary	46
Zusammenfassung	47
Rezjume	47

SLAVKO KISIĆ

Stanje zaprašenosti vazduha i mere za smanjenje agresivne mineralne prašine u rudnicima metala i nemetala sa podzemnom eksploatacijom u SFRJ (stručni rad)	48
Summary	52
Zusammenfassung	52
Rezjume	52

NENAD RADOSAVLJEVIĆ

Pojava metana u jami Brezak rudnika magnezita Šumadija—Čačak (stručni rad)	53
Summary	61
Zusammenfassung	61
Rezjume	61

*Zaštita čovekove životne sredine***DRAGOLJUB UROŠEVIĆ – VLADIMIR IVANOVIĆ**

Zaštita životne sredine kod nadgradnje flotacijskog jalovišta Suva Ruda – Raška (stručni rad)	62
Summary	67
Zusammenfassung	67
Rezjume	67

DRAGOSLAV GOLUBOVIĆ – ŽELJKO MARKOVIĆ

Neusklađenost tehničkih normativa i praktičnih mogućnosti isključenja transportnih traka na površinskim kopovima (stručni rad)	68
Summary	71
Zusammenfassung	71
Rezjume	72

<i>Nova oprema i nova tehnička dostignuća</i>	73
---	----

<i>Bibliografija</i>	77
----------------------------	----

EKSPERIMENTALNO PROUČAVANJE PROSTIRANJA NAPONSKIH TALASA U STENAMA

— Primena rezultata dobijenih standardnim opitom —

(sa 3 slike)

Jefto Bralić

Članak u „Rudarskom glasniku“ br. 1/89, pored provere korektnosti standardnog opita, prikazuje i način obrade podataka u cilju dobijanja vršnog pritiska. Pri tome je uveden pojam „imaginarni sferne šupljine“, kojom se teoretski zamenjuje eksplozija, sa usvojenim poluprečnikom $a = 0,4$ m, a da nije dato bliže objašnjenje ovog pojma ni postupak kako se ova veličina (a) određuje. Naglašavamo da je veličina (a) presudna u obradi podataka i pokušaćemo da objasnimo njen fizičko značenje.

Na slici 9-a prikazana je šema punjenja od 0,5 kg koja se obično primenjuje u standardnom opitu. Izgled šupljine posle eksplozije dat je na slici 9-b.

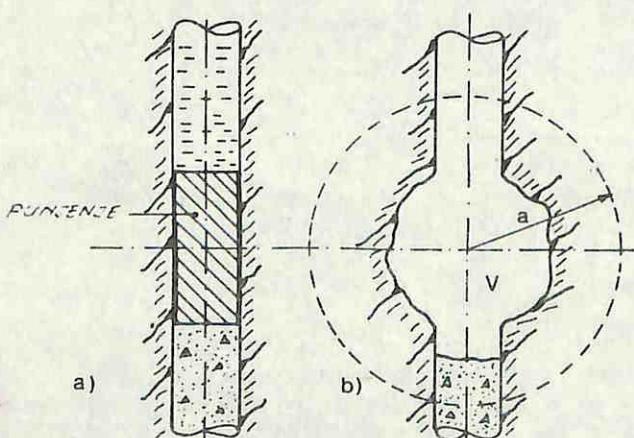
Zapremina šupljine (V) se relativno lako izmeri, a ako zamislimo da joj je oblik lopta, još lakše joj se određuje poluprečnik (a). Jasno je da će veličina šupljine zavisiti od karakteristika korišćenog eksploziva i sposobnosti stene da se odupre pretvaranju u prašinu usled eksplozije (karakteristike stene).

Sa više opita, izvršenih u granitu, uz korišćenje pentritnog voska kao eksploziva, utvrđeno je da je poluprečnik šupljine (r_0) zapremine (V) srazmeran sa $W^{1/3}$, gde je (W) težina punjenja. Dimenzije su za poluprečnik metri, a za težinu kilogrami. Logično je prepostaviti da će se ova proporcionalnost javiti i u drugim stenama i kod drugih eksploziva. Pošto „sferna šupljina“ u preseku opisuje centričan krug oko kruga stvarne šupljine, može se zaključiti da je i njen poluprečnik proporcionalan sa $W^{1/3}$.

$$a \sim W^{1/3} \quad (25)$$

Fizički, veličina poluprečnika sferne šupljine (a), kada se prevodi na optimu dobijeni signal, predstavlja odstojanje na kome deluje imaginarni pravougaoni impuls, mereno od centra eksplozivnog punjenja. Ovo odstojanje može se proceniti i ono, kod standardnog punjenja od 0,5 kg koje se dovodi do eksplozije prvi put, iznosi $0,2 \leq a \leq 0,4$ m, i uvek je veće od poluprečnika eksplozijom stvorene šupljine (r_0). Kod komornih punjenja, kada je komora veća od punjenja, (a) je manje od dimenzija komore.

Ukoliko se u istoj steni vrše uzastopni opiti sa različitim količinama istog eksploziva, a za prvi



Sl. 9 — Punjenje pre iniciranja (a) i šupljina posle eksplozije (b)

opit je usvojeno $W_1 = 0,5 \text{ kg}$ i $a_1 = 0,4 \text{ m}$, tada je za druge količine (npr. 2,5 kg):

$$\begin{aligned} a_1 &= \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^{1/3} \times k_v \\ a_2 &= \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^{1/3} \times a_1 \end{aligned} \quad (26)$$

U našem slučaju koeficijent proporcionalnosti $k_v = 0,4$ jer je:

$$\begin{aligned} a_1 &= \left(\frac{0,5}{0,5}\right)^{1/3} \times 0,4 = 0,4 \text{ m} \\ a_2 &= \left(\frac{5}{0,5}\right)^{1/3} \times 0,4 = 0,862 \text{ m} \end{aligned} \quad (27)$$

Ove tvrdnje mogu se objasniti razmatranjem teoretskih postavki uporedenih sa opitim. Međutim, smatramo da to u jednom ovakvom članku nije neophodno potrebno, pošto, sa jedne strane, traži mnogo prostora, a sa druge, može da umanji glavni cilj članka, a to je metodologija obrade opitima dobijenih rezultata. Ovo se odnosi i na nove konstatacije i nove pojmove koji se uvede u dalji tekstu gde se daju samo osnovna objašnjenja.

U članku, objavljenom u „Rudarskom glasniku“ br. 1/89 razmatrano je određivanje vremena trajanja ulaznog impulsa (τ_o). Prema izrazu (22) i slici 8 vidi se da vreme trajanja ulaznog impulsa zavisi i od, sa osciloskopskog snimka, utvrđenog vremena (t_o). Ova veličina je jedna od najproblematičnijih, pošto izrazito zavisi od lokalnih poremećaja u steni i svake, pa i najmanje greške u fiksiranju davača u bušotini. Ako se uzme da je vreme sagorevanja dve različite količine istog eksploziva kod pružnih punjenja:

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^{1/3} \quad (28)$$

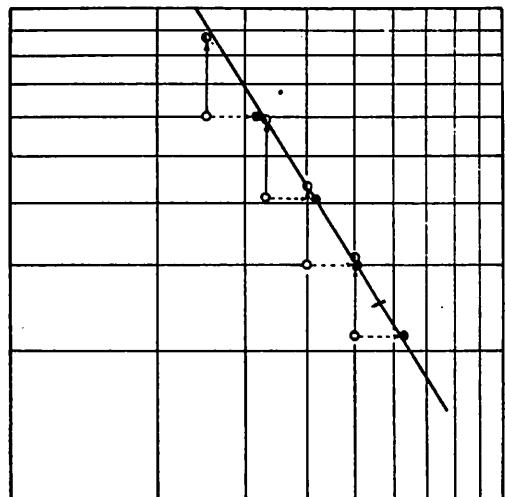
tada će (τ_o), kod dva različita punjenja, ukoliko su uslovi idealni, biti isto, pošto je logično pretpostaviti da će u tom slučaju i izmerena vremena sa osciloskopskih snimaka biti u istom odnosu:

$$\frac{t_{o1}}{t_{o2}} = \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^{1/3} \quad (29)$$

Ova konstatacija je bitna, pošto se svako odstupanje u opitima može tumačiti kao lokalna promena poluprečnika (a) i vremena (τ_o).

Kod obrade eksperimentalnih podataka, u članku koji je dat u „Rudarskom glasniku“ br.

4/88, uveli smo faktor punjenja (β). Razlozi za uvođenje ovog faktora su detaljno objašnjeni, a ovde podsećamo da dva jednakata eksplozivna punjenja ne moraju dati istu vrednost vršnog pritiska. Takođe podsećamo, da faktorom punjenja (β) praktično vršimo pomeranje opitima dobijenih tačaka u vertikalnom pravcu. Sve što je navedeno o različitim vršnim pritiscima automatski povlači konstataciju da će doći do različitih zapremina šupljina stvorenih eksplozijama (V), a to dalje povlači i različite vrednosti za poluprečnike sfernih šupljina (a). Znači, postoji odnos između vršnog pritiska stvorenog eksplozijom i vrednosti poluprečnika sferne šupljine (a). Ovo, dalje, znači da se faktor punjenja može zameniti faktorom odstojanja, pri čemu će se ulazni podaci sa slike 10 (o), umesto da se pomere u položaj (o) pomoću faktora punjenja, pomeriti horizontalno u položaj (●) pomoću faktora odstojanja.



Sl. 10 – Uticaj faktora punjenja i faktora odstojanja

Faktor odstojanja, prema tome, predstavlja samo odstupanje u poluprečniku (a) pojedinih bušotina sa eksplozivnim punjenjima. Iz geometrijskih odnosa sa slike 10 dobijamo:

$$a = a_0 (\beta)^{-1/\lambda} \quad (30)$$

gde je (β) faktor punjenja, (a_0) usvojena srednja vrednost za poluprečnik sferne šupljine, (λ) nagib krive zavisnosti određen ranije opisanim postupkom*) i (a) korigovana vrednost poluprečnika sferne šupljine za svako punjenje.

*vidi „Rudarski glasnik“ br. 4/88

Da bismo mogli prići završnoj obradi eksperimentalnih podataka moramo uvesti još jedan pojam. To je disperzija (C_i). Disperziju nije lako opisati, ali kao merilo možemo prihvati da je to veličina koja predstavlja maksimalni nagib signala u njegovoj prvoj fazi uspona ($\alpha_s/\sigma\tau$)_{max}. Disperzija se određuje sa osciloskopskih snimaka očitavanjem ordinate (α_s) i apscise ($\sigma\tau$) na uzlaznom delu signala gde je nagib najveći. U vezi sa disperzijom navećemo nekoliko približnih formula (tačnost 99%), koje kod obrade eksperimentalnih podataka služe za određivanje teoretskih veličina.

$$\lambda_{a,\infty} = -3,0114 k^{0,09568}$$

$$\lambda_a - \lambda_{a,\infty} = -0,54337 e^{-(\alpha\tau_0)^2} \quad (31)$$

$$\alpha = 0,17109/\sqrt{k}$$

$$C_{\infty} = \frac{0,11162}{\sqrt{k}} \quad (32)$$

$$\xi_0 = K \tau_0 + b_{\xi}$$

$$K = 2,7046 k^{-0,35619} \quad (33)$$

$$b_{\xi} = -1-24 k [1 + (24k)^2]^{-3/2}$$

U ovim izrazima (C) predstavlja disperziju ($C_{\infty} = C_0$ za $\tau_0 = \infty$); (λ_a) nagib krive disperzije za $\tau_0 = \infty$ i (k) pokazatelj prigušenja.

Tok obrade eksperimentalnih podataka opisemo na jednom primeru iz literature (opit F-57 iz literature pod [2]) u kome je izvršen standardni opit sa punjenjima od 0,5 kg pentritnog voska u granitu. Sa dobijenih osciloskopskih snimaka su određene veličine maksimalne amplitude (A_i u μstr^*), disperzija (C_i u $\mu\text{str}/\mu\text{s}$) i vreme trajanja pozitivne faze signala (t_0 u s). Poznati su nam, takođe, faktor kalibracije prijemnika (K $\mu\text{str}/\text{bar}$), rastojanja između prijemnika i eksplozivnih punjenja (d_i u m) te specifična težina stene u prirodnom stanju ($\gamma \text{kg}/\text{dm}^3$). Za početak je usvojena srednja vrednost za poluprečnik sferne šupljine ($a_0 = 0,4$ metra).

Postupkom koji je prikazan u „Rudarskom glasniku“ br. 4/88 određeni su faktor punjenja (β) i nagib krive (λ), a zatim je korišćenjem izraza (30) izvršena korekcija poluprečnika sferne šupljine (a) za svako punjenje i na kraju određena su bezdimenzionalna rastojanja (ξ_i) deljenjem (d_i) sa (a). Rezultat obrade je prikazan u tablici (1).

Ulagni podaci za opit F-57 sa rezultatima-prve faze obrade

Tablica 1

Punjeno	d_i (m)	A_i (μstr)	C_i ($\mu\text{str}/\mu\text{s}$)	β	a (m)	ξ_i
C	2,05	490	10,7	0,99608	0,40094	5,113
	2,65	245	4,4			6,609
	3,50	193	2,7			8,729
	4,40	150	2,28			10,974
	4,95	126	1,28			12,346
	5,80	85	0,68			14,466
D	0,75	(1280)	72	1,00394	0,39907	1,879
	1,35	(800)	14,2			3,383
	2,20	400	7,05			5,513
	3,10	256	3,55			7,768
	3,65	190	2,46			9,146
	4,50	123	1,30			11,276
F	5,40	54	0,64	1,17214	0,36395	14,837
	4,80	98	1,19			13,189
	3,95	184	2,56			10,853
	3,05	236	3,98			8,380
	2,50	320	4,90			6,869
	1,65	(650)	10,00			4,534

* $\mu\text{str} = \mu\text{mm}/\text{mm}$

Prema članku koji je dat u „Rudarskom glasniku“ br. 1/89 znamo da se u daljoj obradi mogu koristiti podaci kod kojih je $5 \leq \xi_i \leq 20$, te podatke stavljeni u zagradu u tablici 1 nećemo dalje koristiti. Pomoću vrednosti za (a) iz tablice 1, postupkom koji je dat u ranijim člancima, određujemo zavisnost između (ξ_i) i (A_i) i sledeće veličine za $\xi = 1$:

$$\lambda = -1,68157$$

$$A_o^* = 7527 \mu\text{str}$$

$$m = \pm 17,6\%$$

$$A_o = 2215 \text{ bar}$$

Uzimajući u obzir teoretske postavke za Kelvinov medij sa jedne strane, a sa druge — na koji su način izraženi podaci o disperziji došlo se do izraza:

$$\frac{\partial S}{\partial \tau} = \frac{a C_i}{P_o C_s k_i} \quad (35)$$

gde $a/P_o C_s k_i$ predstavlja faktor normalizacije za podatke (C_i) dobijene eksperimentom. Simboli u ovom izrazu predstavljaju:

a — vrednosti za poluprečnik sferne šupljine iz tablice 1

P_o — teoretska vrednost pritiska za $\xi = 1$

C_s — signalna brzina određena sa osciloskopskim snimakima

k_i — faktor kalibracije prijemnika

Normalizovani podaci za C_i

Tablica 2

Punjenje u	i	$a/P_o C_s k_i$ ($\mu\text{s}/\mu\text{str}$)	ξ_i	$\frac{a C_i}{P_o C_s k_i}$
C	1	0,05758496	5,113	0,61616
	2		6,609	0,25337
	3		8,729	0,15548
	4		10,974	0,13129
	5		12,346	0,07198
	6	(a=0,40096)	14,466	0,03916
D	1	0,05731353	1,879	4,12657
	2		3,383	0,81385
	3		5,513	0,40406
	4		7,768	0,20346
	5		9,146	0,14099
	6	(a=0,39907)	11,267	0,07451
F	1	0,05226967	14,837	0,03345
	2		13,189	0,06220
	3		10,853	0,13381
	4		8,380	0,20699
	5		6,869	0,25612
	6	(a=0,36395)	4,534	0,52270

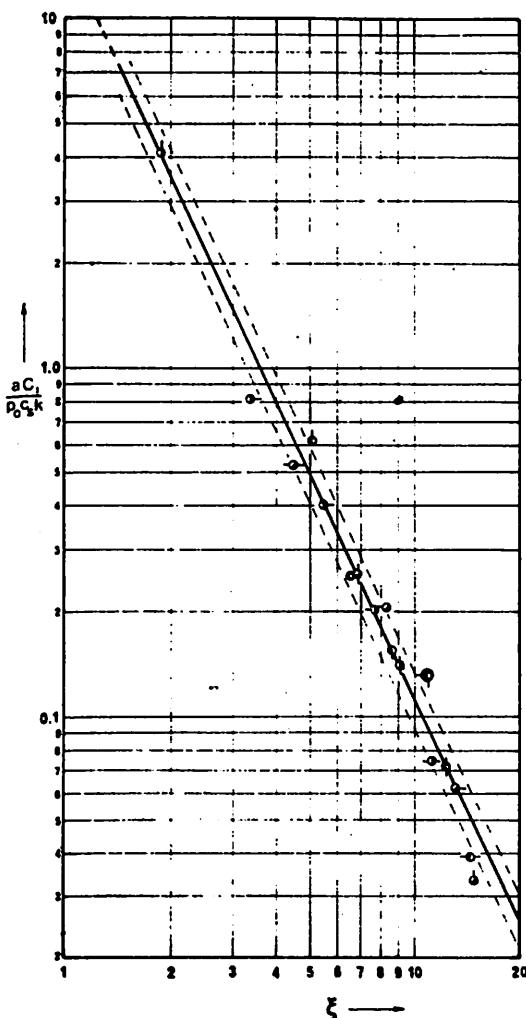
U ovom slučaju je:

$C_s = 3500 \text{ m/s}$ kao srednja vrednost određena sa osciloskopskim snimakima

$k_i = 3,3982 \mu\text{str}/\text{bar}$

Za P_o za sada uzimamo proizvoljnu vrednost $P_o = 585,43 \text{ bar}$ i pomoću vrednosti za (a) iz tablice 1 možemo da odredimo faktore normalizacije kako je to dato u tablici 2.

Na slici 11 se lepo vidi kako se podaci o disperziji posle normalizovanja grupišu oko prave koja definiše zavisnost od (ξ).



Sl. 11 — Zavisnost disperzije (C_i) od bezdimenzionalnog rastojanja (ξ) posle normalizacije za opit F-57

Prava linija na sl. 11 ima nagib (λ_a) i odgovaraće vrednosti za (C_o^*) pri ($\xi = 1$) i odstupanje od srednje vrednosti:

$$\begin{aligned}\lambda_a &= -2,13285 \\ C_o &= 15,31106 \\ m &= \pm 22,7\%\end{aligned}\quad (36)$$

Vrednosti za (λ_a) i (C_o^*) određene su na već poznati način (kao za λ i A_o^*), a podatak za $m = \pm 22,7\%$ ukazuje da je nesigurnost u merenju (C_i) velika, što ponovo podvlači ranije naglašenu konstataciju da su u istom stenskom masivu potrebna najmanje dva identična opita. U ovom slučaju je to učinjeno ugrađivanjem merača ubrzanja u pojedine bušotine, pa su za dalji rad usvojene vrednosti:

$$\begin{aligned}\lambda_a &= -2,05687 \\ C_o^* &= 12,01210 \text{ (dobijeno iz disperzije ubrzanja)} \\ m &= \pm 6,4\end{aligned}\quad (37)$$

Ovaj postupak je teoretski ispravan pošto disperzija dobijena iz deformacije mora imati istu vršnu vrednost (C_o^*) i nagib krive (λ_a) kao ona, dobijena iz merenja ubrzanja ili, pak, iz drugog identičnog opita. Znači, možemo zameniti vrednosti iz dva opita. U ovom slučaju izvršena je zamena za vršnu vrednost, čeo postupak je vraćen unazad i dobijena vrednost za (λ_a) data pod (37).

U ovoj fazi obrade podataka potrebno je razmotriti sledeću situaciju. Sada imamo za svaki opit dva podatka (λ) i (λ_a). Zanči, sada se mogu odrediti za svaki opit tačne vrednosti za pokazatelj prigušenja (k) i vreme trajanja ulaznog impulsa (τ_o) i otkloniti sumnju u određivanje (τ_o) iz nesigurne vrednosti (t_o) koja je dobijena sa osciloskopskog snimka. Ovde moramo poštovati sledeće principe:

1. pokazatelj prigušenja (k) mora da ima istu vrednost kod dva opita, bez obzira da li se u njima koriste isti ili različiti eksplozivi;
2. ako se za dva opita koriste isti eksplozivi u istim količinama i u istoj steni, očekuje se da će vremena ulaznog impulsa (τ_o) biti ista. Ukoliko su eksplozivi različiti, veću vrednost za (τ_o) imaju eksploziv koji ima manju brzinu sagorevanja.

Vrednosti za (k) i (τ_o) mogu se odrediti ili rešavanjem jednačina (15) i (31) ili, pak, korišćenjem gotovih dijagrama zavisnosti (λ) i (λ_a) u odnosu na (k) za različite vrednosti (τ_o). U našem slučaju dobili smo:

$$k = 0,004 \text{ i } \tau_o = 0,3 \quad (38)$$

Provera sa kojom tačnošću su određene vrednosti za (k) i (τ_o) izvršiće se tako da se pomoću izraza 15, 17, 18, 19, 31, 32 i 33 izračunaju teoretske vrednosti. Izračunate vrednosti za opit F-57 date su u tablici 3.

Tablica 3

Izračunate teoretske vrednosti

Veličina	Vrednost
λ	-1,67322
τ_o	0,18939
β_{∞}	1,29158
B	1,87532
$\lambda_{B,\infty}$	-1,77540
λ_a	-2,05663
C_{∞}	2,65281
ξ_o	4,70422

Upoređenjem izračunatih vrednosti iz tablice 3 za (λ) i (λ_a) sa vrednostima pod (34) i (37), vidimo da odstupanja praktično nema, što nam govori da su vrednosti za (k) i (τ_o) određene sa zavidnom tačnošću.

Sada možemo da u posebnoj tablici (tablica 4) prikažemo sve potrebne podatke kako bismo izvršili konačnu ispravku za poluprečnik sferne šupljine (a) i vršni pritisak (P_o).

Iz tablice 4 odmah vidimo da možemo odrediti vršni pritisak (P_o) postupkom koji je u prethodnom članku objašnjen. Međutim, pošto na (P_o) utiče izbor srednje vrednosti za poluprečnik sferne šupljine (a), koja u našem slučaju iznosi usvojenih 0,4 m, potrebno je izvršiti ispravku ove veličine. Kod ispravke treba prvo utvrditi odnos između usvojene proizvoljne vrednosti za P_o od 585,43 bar sa izračunatom vrednošću u tablici 4 koja iznosi 1181,13 bar. Ovaj odnos iznosi 0,49565247; označićemo ga sa (f), a on predstavlja u suštini i odnos između faktora normalizacije koji je korišćen u tablici 2 i ispravljenog faktora normalizacije. Teoretska vrednost može se izraziti kao:

$$C_o = C_{\infty} \xi_o^{-\lambda_a + \lambda_{B,\infty}} \quad (39)$$

i ona (kako je u tablici 4 utvrđeno) iznosi 4,10043. Sada metodom približavanja odredimo takvu vrednost za (a), koja će smanjivati faktor normalizacije dok se ne podudare vrednosti za (C) i (C_o). Na ovaj način dobijamo korigovanu vrednost:

Postupak ispravke i određivanje konačnih rezultata opita

Tablica 4

Fizička veličina	Simbol	Rezultat
Aproksimacija zavisnosti deformacije i bezdimenzionalnog rastojanja za ξ_1 (34)	A_o^* str k _i str./bar A_o bar	7527 str 3,3982 str/bar 1531,99 bar
Faktor kalibracije	B	1,87532
A_o^* pretvoreno u napon: $A_o = A_o / k_i$	P_o bar	1181,13
Razlika između teoretske krive i stvarne za ξ_1 (tablica 3)	$1/P_o C_s k$ $1/P_o C_{sk}$	0,14326 s/str 0,07118 s/str
Teoretska maksimalna vrednost ulaznog impulsa: $P_o = A_o / B$	f	0,49565247
Faktor normalizacije za C_j koji se koristi u tablici 2	C_o	12,01210
Ispравljeni faktor normalizacije	C	5,95383
Odnos (f) između faktora normalizacije i usvojene vrednosti vršnog pritiska podeljena sa P_o iz ove tablice	C_o	4,10043
Vrednost aproksimacije zavisnosti disperzije za ξ_1 (37)		
Ispравljena vrednost: $C_o / C = f C_o$		
Teoretska vrednost (39)		

$$a_k = 0,348 \text{ m} \quad (40)$$

Na kraju vršimo korekciju vršnog pritiska sa korigovanom vrednošću za (a). Poštujući činjenicu da se nagib prave (λ_a) ne menja, prevođenje vršimo jednostavno:

$$P_{ok} = \left(\frac{a_k}{a}\right) P_o \quad (41)$$

Znajući da je $a = 0,4 \text{ m}$, dobijamo da je $P_{ok} = 1491 \text{ bar}$.

Kod praktične primene standardnog opita u svim slučajevima potrebno je prevesti poluprečnik sferne šupljine dobijen opitom na željenu ili zadatu količinu eksploziva. U tu svrhu koristimo izraz (26), pa za naš opit i količinu istovetnog eksploziva od 500 kg imamo:

$$a_{500} = 0,348 \left(\frac{500}{0,5}\right)^{1/3} = 3,48 \text{ m} \quad (42)$$

Izračunata vrednost za (a_{500}) omogućuje da odredimo bezbedno rastojanje između objekta koji štitimo od aktiviranja 500 kg eksploziva kakav je upotrebljen u opitu, a proces se odigrava u steni u kojoj je opit izведен. Ako za naš slučaj pretpostavimo ili egzaktno utvrdimo da je objekat koji štitimo otporan na nailazeći naponski talas, čija maksimalna amplituda iznosi 60 bar, postupak je sledeći:

- iz tablice 4 utvrdili smo da je za 0,5 kg pentritnog voska $A_o = 2215$ bara;
- iz tablice 3 imamo da je $\lambda_a = 1,67322$;
- korigvana vrednost poluprečnika sferne šupljine (40) iznosi $a_k = 0,348 \text{ m}$;
- za 500 kg pentritnog voska (a_{500}) prema (42) iznosi 3,48 m.

Prvo prevodimo veličinu A_o na korigovanu vrednost poluprečnika sferne šupljine:

$$A_{ok} = \left(\frac{a_k}{a}\right) A_o \quad (43)$$

Sa našim vrednostima dobijamo da je $A_{ok} = 2796,22$ bara.

Bezdimenzionalno rastojanje za pritisak od $P_d = 60$ bara određuje se izrazom:

$$\ln \xi_1 = \frac{\ln P_d - \ln A_{ok}}{\lambda} \quad (44)$$

pa je:

$$\xi_1 = 9,93 \quad (45)$$

Bezdimenzionalno rastojanje pretvaramo u dimenzionalno množenjem sa (a_{500}) te dobijamo da bezbedno rastojanje (L_b) iznosi:

$$L_b = 9,93 \times 3,48 = 34,6 \text{ m} \quad (46)$$

Samo po sebi se nameće, da se tako mogu rešavati i drugi praktični problemi kao:

- utvrđivanje maksimalne amplitudne naponskog talasa kada su poznate količine eksploziva i rastojanje;
- određivanje dozvoljene količine eksploziva kada su poznati rastojanje i otpornost objekta na nailazeći naponski talas.

Da bi se razjasnili neki momenti treba, mada je o tome bilo reči i ranije, naglasiti da se u nekim slučajevima, umesto merenja amplitudne jedinične deformacije koja se prevodi u pritisak, vrši merenje ubrzanja. Ovo posebno u slučajevima kada je kriterijum za otpornost objekta dat u vidu ubrzanja (broja g odnosno u m/s^2). U nekim slučajevima vrši se merenje obe manifestacije naponskog talasa istovremeno, ugrađivanjem u merne bušotine dva prijemnika. Obrada podataka u oba slučaja je istovetna, s tim što se normalizovanje podataka za disperziju (označavajući je kod ubrzanja sa D_i umesto sa C_i kako smo u ovom tekstu radili) vrši izrazom:

$$\frac{\gamma a D_i}{P_0} \quad (47)$$

gde je γ specifična težina stene.

Po svojoj apsolutnoj vrednosti izraz (47) teoretski je jednak izrazu (35) tako da se vrednosti za

nagib krivih i za vršne vrednosti mogu zamenjivati, pošto je:

$$\frac{aC_i}{P_0 C_s k_i} = \frac{aD_i}{P_0} \quad (48)$$

U slučajevima kada se radi kombinovani opit (mere se i deformacija i ubrzanje) poželjno je da se obeležavanje pojedinih ekvivalentnih veličina vrši drugim simbolima. Na primer: (λ_a) i (λ_b), (C_o^*) i (D_o^*) itd.

Ovim smo, nadamo se, odgovorili na pitanja koja smo sami sebi postavili i predstavili stručnoj rudarskoj javnosti pristup standardnom opitu, obradu eksperimentima dobijenih podataka, te praktičnu primenu rezultata opita kada se radi o začepljenim pružnim eksplozivnim punjenjima. U rudarstvu, praktičnu primenu standardni opit nalaže kod istovremene podzemne i površinske eksploatacije te kod izrade velikih podzemnih objekata u neposrednoj blizini već izgrađenih, a na naponski talas i oscilovanje osjetljivih podzemnih objekata.

Na kraju, još jedna napomena. Zbog ocene bezbednosti podzemnih objekata od napadnih sredstava, standardni opit prilagođen površinskim eksplozijama pruža dragocene podatke. O ovome će biti reči u jednom od sledećih brojeva „Rudarskog glasnika”.

SUMMARY

Experimental Study of Strain Waves in Rocks — Use of results obtained by standard testing —

The paper presents a procedure for coordination of standard testing results with the theory and the method of defining critical values for spheric cavity radius (a) and peak pressure (P_0).

Finally, a method is outlined for translation of above values into realistic amounts of explosive as well as the way of utilizing standard testing results for practical purposes.

ZUSAMMENFASSUNG

Experimentelle Erforschung der Spannungswellen in dem Gestein — Anwendung der Ergebnisse aus standarden Versuche —

In diesem Ansatz ist das Verfahren vorgestellt, mit welchem man die Ergebnisse der Standardversuche mit der Theorie abstimmt und wie man die Halbwerte für den Hohlraum der Kugellücke (a) und der Spitzenschub (P_0) bestimmt.

Am Ende ist es gegeben, wie man diese Grösse in reale Menge für Sprengstoff überführt und wie man die Ergebnisse vom Standardversuch für eine Standardziel nutzt.

РЕЗЮМЕ

Экспериментальное исследование волн напряжений в скальных породах
– Использование результатов стандартных опытов –

В этой статье продемонстрирован способ с помощью которого выполнено соглашение результатов стандартного опыта с теорией и определение критической величины диаметра сферической пустоты (a) и пикового давления (P_0).

На конец дата возможность переноса этих величин на реальное количество взрывчатого вещества и возможность использования результатов стандартного опыта в практике.

Literatura

1. Atchison T. C., Pulgiese J. M., 1964: Comparative Studies of Explosives in Granite,
2. Persen L. N., 1975: Dynamics and Geophysical Exploration,
3. Sachs D. C., Swigert L. M., 1959: Operation Teapot. — Underground Explosion Effects,
4. Metodologija izvođenja standardnog opita. — Rudarski institut i Vojnotehnički institut, Beograd, 1978.

Autor: dr inž. Jefto Bralić, viši naučni saradnik, Beograd
Recenzent: dr inž. R. Obradović, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 10.5.1989, prihvaćen 16.5.1989.

METODE PODZEMNOG OTKOPAVANJA ULJNIH ŠKRILJACA PROVERENE U PROIZVODNIM USLOVIMA II – Eksperimentalno podzemno otkopavanje uljnih škriljaca u SAD

(sa 14 slika)

Vesimir Veselinović

U prvom delu članka, objavljenom u „Rudarskom glasniku“ br. 1/89, obrađene su stara i nova tehnologija otkopavanja uljnih škriljaca u Pribaltičkom basenu u SSSR, kao i struktura ekonomsko-matematičkog modela otkopavanja.

U ovom, drugom delu članka obrađene su samo karakteristične metode otkopavanja uljnih škriljaca, koje su eksperimentalno izvedene u proizvodnim uslovima u nekim ležištima u SAD.

S obzirom da se kod nas proučavaju i razmatraju mogućnosti eksploatacije uljnih škriljaca, to ovaj članak, u celini, može da posluži kao orientacija i putokaz za rešavanje problema otkopavanja u našim ležištima uljnih škriljaca, veoma raznovrsnih po geološko-rudarskim uslovima eksploatacije.

Eksperimentalno podzemno otkopavanje uljnih škriljaca u SAD

Prvo interesovanje za proizvodnju ulja iz uljnih škriljaca potiče u SAD još od 1850. godine. Pronalaskom jeftine nafte to je ubrzo palo u zaborav. Druga euforija je nastala u periodu od 1916. do 1920. godine, tj. za vreme I svetskog rata; međutim, pronađene nove velike rezerve nafte sa niskom cenom ponovo su dovele do gašenja tih želja i akcija. To se ponovilo posle II svetskog rata i to u dva perioda: od 1946. do 1955. godine i od 1965. do 1976. godine. Osnovane su mnoge kompanije za istraživanje i eksploataciju uljnih škriljaca. Izveden je veliki broj različitih

vrsta eksperimenata i u raznom obimu. Veliki udeo u tom poslu imali su Američki biro za rudnike, privatne naftne kompanije, pa i država. Istovremeno je detaljno proučavana zaštita okoline, kako pri eksploataciji, tako i pri retortovanju uljnih škriljaca. Ovakvoj aktivnosti, odnosno „bumu“ i izradi planova o budućoj proizvodnji ulja iz uljnih škriljaca doprineli su glavni svetski proizvođači naglim povećanjem cena nafte i međusobni odnosi velikih proizvođača i velikih potrošača. Period 1946–1955. godina je značajan po intenzivnom proučavanju i eksperimentalnom radu na istraživanju i ispitivanju uslova i mogućnosti masovne podzemne eksploatacije uljnih škriljaca. Period od 1965. do 1976. godine i dalje prvenstveno je karakterističan po eksperimentalnom radu na podzemnom retortovanju – retortovanju in situ. U ovaj rad uložena su ogromna sredstva. Ispitano je više metoda u proizvodnim uslovima. Sada je opet nastao period delimične stagnacije u daljem pripremanju proizvodnje iz uljnih škriljaca. Osnovni problem je ekonomičnost, jer ulje iz uljnih škriljaca ne može ekonomski da konkuriše sirovoj nafti iz ležišta.

Eksperimentalno podzemno otkopavanje uljnih škriljaca je izvođeno u više ležišta SAD (države Kolorado, Juta, Vajoming, Arizona itd.).

Ovo probno podzemno otkopavanje je dokazalo da se u ležištima uljnih škriljaca mogu izgrađivati velike podzemne prostorije bušačko-minerskim radovima ili specijalnom opremom za mehaničku

izradu i uspešno osiguravati sidrenjem. Po svojim dimenzijsama i funkciji, ova oprema je slična ili jednaka opremi koja se koristi na velikim površinskim kopovima. Samo masovna podzemna eksploatacija uljnog škriljca može da bude atraktivna. Smatra se da proizvodnja u jednom ležištu treba da iznosi 60–100.000 t/dan.

Izrada podzemnih otkopnih prostorija velikih profila miniranjem može dovesti do premećaja stropa i bokova prostorije i ugrožavanja sigurnosti rada. Primena miniranja zahteva ostavljanje stubova većih dimenzija, što dovodi do sniženja iskorišćenja uljnih škriljaca u ležištu. Obavezna je i primena konturnog miniranja, što povećava cenu izrade podzemnih prostorija.

Za ležišta uljnih škriljaca u SAD generalno je dokazano da gde–god koefficijent raskrivke prelazi 0,5 do 1 treba primeniti podzemno otkopavanje, jer je ono u takvim slučajevima ekonomičnije od površinskog.

Probno otkopavanje uljnih škriljaca po metodama sa zarušavanjem nije se pokazalo uspešno i ekonomično. Ova probna otkopavanja su pokazala da se uljni škriljac ne može dobro zarušavati, što stvara razne probleme.

Otkopavanja prostorijama i stubovima ili otkopavanja komorama i stubovima pokazala su se kao najekonomičnije metode otkopavanja.

Prema mišljenju nekih istraživača, metode otkopavanja uljnih škriljaca sa zasipavanjem otkopnih prostora ne mogu doći u obzir iz ekonomskih razloga, iako se njihovom primenom može postići bolje iskorišćenje rezervi škriljaca u ležištu. Upotreba otpadnog škriljca, dobijenog posle površinskog retortovanja, za zasipavanje otkopanih prostora, mogla bi poboljšati ekonomičnost; međutim, svaki slučaj mora posebno da se razmotri u odnosu na lokalitet i stepen zagađenja okoline i podzemnih voda.

a. Otkopavanje prostorijama i stubovima

Ova metoda otkopavanja proverena je u tri varijante u odnosu na izradu podzemnih prostorija:

- punim čelom
- stropnim hodnikom i jednom etažom i
- stropnim hodnikom i dve etaže.

Pojedine podzemne prostorije su građene u dimenzijsama 18x18 m, korišćenjem velike opreme.

Doclje je proverena efikasnost izrade i stabilnosti prostorija sa visinom stropnog hodnika od 12 m i jednom etažom sa visinom od 7 m što ukupno iznosi 19 m.

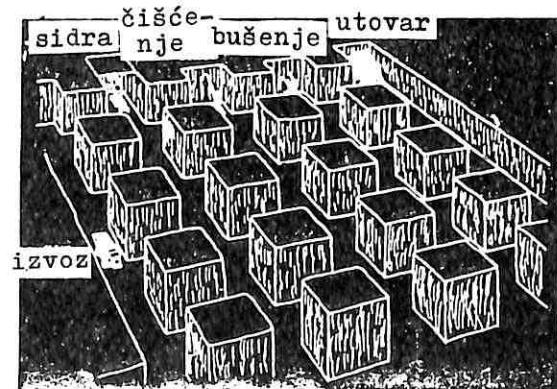
U drugom slučaju, visina stropnog dela prostorije je iznosila 9 m, širina 16,5 m, a visina etažnog dela 18 m, tako da je ukupna visina prostorije iznosila 27 m.

Pri izradi prostorije sa stropnim hodnikom i dve etaže, visina stropnog hodnika je iznosila 7,1 m, a visina svake etaže po 6,9 m, odnosno ukupna visina prostorije oko 21,0 m.

Za utovar izminiranog uljnog škriljca korišćen je utovarivač sa granom dugačkom 2,74 m u vozilo čiji je kapacitet 22 t. Korišćena su i proverena vozila čija je nosivost 75 t.

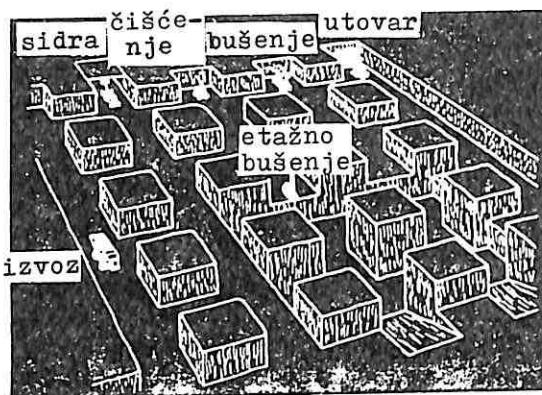
Istovremeno je proverena efikasnost paralelnog i naizmeničnog (šah–mat) rasporeda sigurnosnih stubova.

Minerski efekti na čelu radilišta pri izradi stropnog hodnika su provereni sa dubinom minskih bušotina od 9 i 12 m. Etažno miniranje je izvođeno vertikalnim bušotinama naniže. Minske bušotine su punjene pneumatski ANFO eksplozivnim smešama. Prostorije su osigurane sidrima.



Sl. 9 – Otkopavanje prostorijama i stubovima punim čelom

Jedna varijanta ove metode sastojala se u kompletnoj izradi prostorije mehaničkim putem,



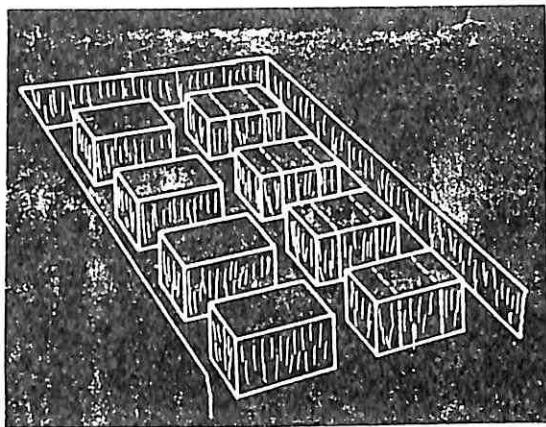
Sl. 10 – Otkopavanje prostorijama i stubovima: stropnim hodnikom i dvema etažama

Otkopana metoda je pogodna za otkopavanje horizontalnih ležišta. Svi pripremni radovi izvode se u uljnom škriljcu.

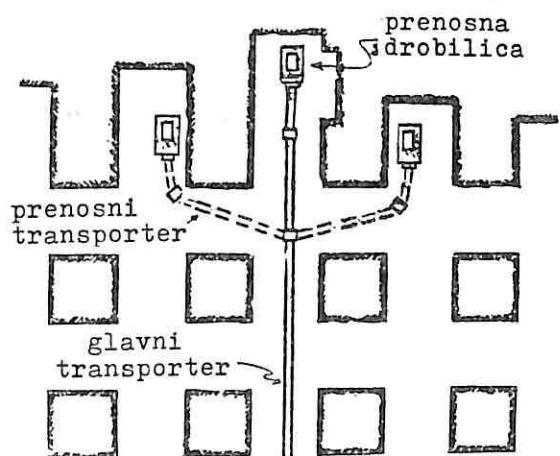
Pri otkopavanju punim čelom, tj. u punoj visini manji je obim pripremnih radova, ciklus je u celini kraći, kapacitet proizvodnje može biti veći, međutim bušenje može biti ometano u toku utovara. To nije slučaj pri radu u dve ili tri sekcije, jer su veće mogućnosti za usaglašavanje svih faza proizvodnje. Kad se radi na punoj visini često je problem bušenje minskih bušotina. Tada treba raspolagati bušaćim skelama, bušaćim kulama ili specijalnim bušaćim kolima sa bušaćim granama koje mogu bušiti i na većoj visini. Na ovakvim radilištima primenjuju se bušotine sa srednjim prečnikom, te je zato za bušenje potrebno raspolagati visokim pritiskom. Jedna od dilema je da li primeniti paralelne ili naizmenične stubove. Kod naizmeničnog rasporeda stubova izaziva se minimalni napon-pritisak na raskrsnicama, a otežan je utovar. Kod paralelnih stubova moguće je napredovanje–otkopavanje na raskrsnicama u 3 pravca i pokretanje opreme je lakše.

Očuvanje površine od sleganja i obrušavanja zahteva ostavljanje jačih stubova. U škriljcima sa slabom nosivošću iskorišćenje ležišta iznosi 60–65%.

Veće iskorišćenje ležišta uljnih škriljaca može se postići i izradom poprečnih stubova čija je dužina veća. U principu, otkopavanje se izvodi po metodi prostorija i stubova. U povlačenju ovi stubovi se skraćuju po dužini i to se čini jednom ili više puta. U varijanti koja je prikazana na sl. 11 svaki stub se skraćuje jedanput sa obe strane, a središnji deo stuba ostaje kao zaštitni stub.



Sl. 11 – Otkopavanje prostorijama i poprečnim izduženim stubovima sa skraćivanjem u povlačenju



Sl. 12 – Prenosni sistem drobilica–transporter za 3 radilišta pri eksploataciji uljnih škriljaca po metodi prostorija i stubova sa izradom prečnika u povlačenju

Otkopavanje prostorijama i stubovima moguće je organizovanjem drobljenja uljnog škriljca na samom radilištu. U tu svrhu u probnom radu primenjene su prenosne drobilice i prenosni transporteri.

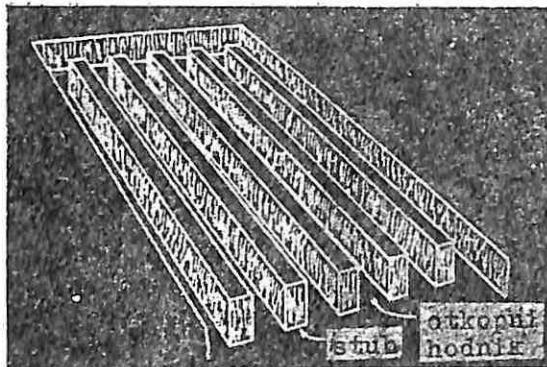
U rudniku mora biti više drobilica koje će opsluživati pojedina otkopna polja, obično za 3 otkopna radilišta

b. Otkopavanje po metodi trakastih prostorija i stubova

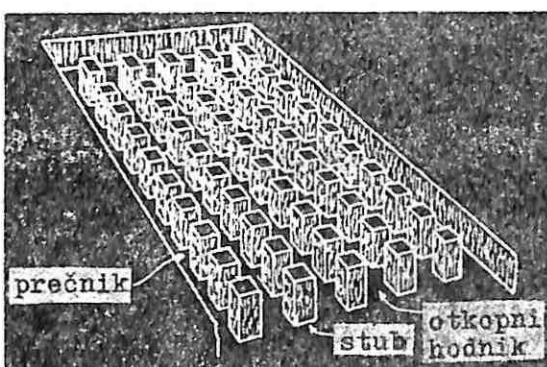
Dimenzije prostorija iznose 18 m u širinu i 12 m u visinu, a širina stubova 12 m. U povlačenju trakasti

stubovi se delimično otkopavaju izradom useka 10,4 m širine i u punoj visini. U ležištu se ostavljaju neotkopani stubovi dimenzija 12x12 m. Po ovoj metodi otkopavano je 80% raspoloživih rezervi uljnog škriljca. Primenom daljinskog upravljanja rudničkom opremom može se postići veće iskorišćenje ležišta.

opasnost, treba primeniti sistem izrade stropnim hodnikom i etažom tj. u 2 sekcijs. Pri tome treba imati u vidu i zavodnjenošć ležišta. Naime, u ležištima sa pojavnama vode pri etažnom bušenju vertikalnih bušotina, one se brzo ispunе vodom. Tada se moraju primeniti skuplji vodoplastični – slurry eksplozivi, što povećava troškove eksploatacije.



Sl. 13 – Otkopavanje po metodi trakastih prostorija i stubova. I faza otkopavanja



Sl. 14 – Otkopavanje po metodi trakastih prostorija i stubova, II faza otkopavanja

Podzemne prostore se mogu izraditi primenom bušačko-minerskih radova i mehaničkim putem primenom neprekidnih kopačica. Pripremni radovi imaju mali obim.

Izrađa prostore visoke 12 m u uljnom škriljcu danas ne predstavlja problem, jer za to postoji različita oprema, a škriljcu se može očuvati nepomećenost i stabilnost. Prema uslovima u ležištu treba utvrditi da li je sa sigurnosnog stanovišta efikasnije raditi otkopne prostore u punoj visini ili u 2 sekcijs po visini. Ako kontrola krovine na radnom čelu predstavlja problem i bilo kakvu

Druga faza otkopavanja – otkopavanje u prečnicima pri povlačenju – izvodi se posle pripreme celog jednog eksploatacionog polja. Pravilno orijentisani trakasti stubovi, prema uslovima u ležištu, mogu primiti veće opterećenje po jedinici površine, čak i pri manjoj širini. Useci–prečnici koji se u trakastim stubovima izrađuju u povlačenju su kratkog veka i nekad se ne moraju posebno osiguravati. Pri otkopavanju prečnicima mobilnost opreme je manja, što prouzrokuje dodatne troškove.

c. Masovno mehaničko otkopavanje uljnih škriljaca primenom specijalnih neprekidnih kopačica

– Podzemno otkopavanje i otkopne mašine za podzemne rudnike uljnih škriljaca

Za podzemnu ili površinsku eksploataciju uljnih škriljaca potrebna je posebna oprema prilagođena karakteristikama škriljaca. S obzirom da se u budućnosti očekuje masovna proizvodnja uljnih škriljaca, više proizvođača rudarske opreme proizvele je prototipove raznih rudarskih mašina. Ovde će se u najkraćem obliku izneti problemi podzemne eksploatacije i dati osnovni podaci o novom tipu „neprekidne kopačice“, kontinuirane rudarske mašine namenjene za podzemne rudnike uljnih škriljaca.

Uljni škriljac predstavlja sirovину budućnosti, praktično, novu mineralnu sirovину, za čiju površinsku ili podzemnu eksploataciju treba prilagoditi sadašnju rudarsku opremu ili proizvesti novu koja će biti prilagođena sistemu otkopavanja u rudniku.

U SSSR i SAD proizvodnim uslovima ispitana je mogućnost primene i ekonomičnost većeg broja otkopnih metoda. Obimna inostrana iskustva treba koristiti pri projektovanju podzemne eksploatacije uljnog škriljca u Aleksincu.

Potrebna fragmentacija uljnog škriljaca za efikasno površinsko retortovanje u podzemnom rud-

niku može da se postigne miniranjem i primenom specijalnih konstrukcija rudarskih otkopnih mašina. U višegodišnjim istraživanjima u ležištima uljnih škriljaca u SAD veći značaj je dat primeni otkopnih mašina i to sa više aspekata. Miniranjem se ne može uvek dobiti optimalna uniformna granulacija uljnog škriljca, pa je obavezno primarno i sekundarno drobljenje. Odgovarajući tip otkopnih mašina može da da uniformnu granulaciju, sa malo prašinastog uljnog škriljca. Pri miniranju se, i pored primene konturnih i kontrolisanih miniranja, u izvesnoj meri poremećuje stabilnost podzemnih prostorija, što nije slučaj pri primeni otkopnih mašina. Radi što većeg procenta iskoršćenja ležišta podzemne prostorije moraju imati veoma velike poprečne preseke, a kori poremećene stabilnosti miniranjem to umanjuje sigurnost rada. Ova i druga pitanja vezana za eksploataciju i korišćenje uljnih škriljaca, razmatrana su na više simpozijuma, specijalno posvećenih uljnim škriljcima.

Sisteme mehaničke fragmentacije uljnih škriljaca posebno je obrađivao Rudarski biro SAD i oni su razmatrani na Desetom simpozijumu o uljnim škriljcima, održanom u Colorado School of Mines, aprila 1981. Fragmentacija, odnosno granulacija je najsloženiji problem, kako pri eksploataciji uljnog škriljca, tako i pri retortovanju. Zbog toga pri planiranju projektovanju eksploatacije i retortovanja aleksinačnog uljnog škriljca ovom pitanju treba posvetiti posebnu pažnju. Pored istraživanja optimalne granulacije miniranjem, što ima presudan značaj za retortovanje uljnog škriljca in situ, kao i za površinsku i podzemnu eksploataciju, ako se miniranje prihvati kao osnova faza eksploatacije, potrebno je izvesti istraživanja na primeni otkopnih mašina i to prvenstveno za podzemnu eksploataciju uljnog škriljca.

Shvatajući značaj uljnih škriljaca kao novog energetskog goriva, Odsek za energiju SAD (DOE) dodelio je subvenciju za istraživanje i osvajanje potpuno novog koncepta mehanizovanog kontinuiranog sistema podzemnog otkopavanja uljnih škriljaca. Istovremeno je predviđeno osvajanje novih „kontinuiranih kopačica“ uljnih škriljaca. Na ovom problemu radilo je više grupa koje su, kao rezultat svog rada, dale inovacije u tehnici otkopavanja. Izložićemo samo suštinske problemе i osnovne karakteristike novih dostignuća.

Postupak kontinuiranog otkopavanja „neprekidnim kopačicama“ proizvodi relativno jednake — uniformne komade uljnog škriljca podesne za

direktno punjenje retorti. Procenat prašine je beznačajan.

— Mehanizovano otkopavanje „neprekidnim kopačicama“ sa K-C diskovima i skalpelima

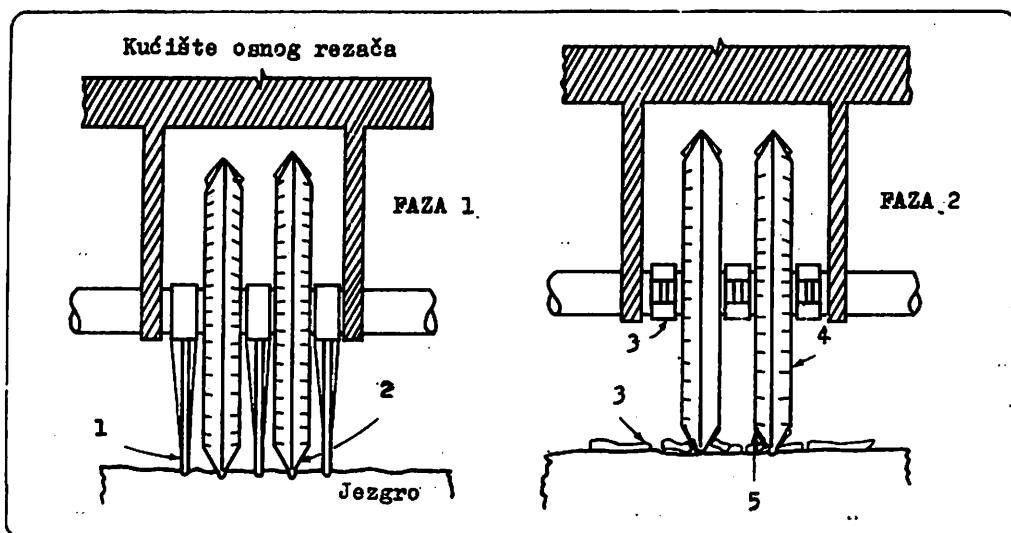
Na otkopnim mašinama, po tačno utvrđenom redu, ugrađeni su diskovi sa karbidnim umecima. Diskovi mogu imati razne konstrukcije, što zavisi od karakteristika uljnog škriljca, prvenstveno od njegove čvrstoće na pritisak. Umesto karbidnih umetaka mogu da se primene i tzv. tačkasti ili šiljasti rezači. Oni su podesni za veoma čvrst uljni škriljac; međutim, njima se postiže sporije napredovanje zbog manje dubine zaseka na čelu radilišta u uljnem škriljcu. Oznaka „K“ znači zasek—usek (Kerf), a „C“ jezgro (Core). Slične konstrukcije reznih diskova primenjuju se pri otkopavanju uglja i potaše pri zasecanju rude na širokim čelima. Ove konstrukcije nisu pogodne za rezanje uljnog škriljca.

Uljni škriljac na radnom čelu reže se u dve faze. U prvoj fazi on se zaseca, a u drugoj se lomi jezgro između zaseka. Između diskova su ugrađeni skalpeli koji imaju zadatok da lome jezgra.

Oscilatori dejstva otkopavanja na površinu radilišta obezbeđuju uniformni ugao napona između reznog dela mašine i otvorenog sloja ležišta škriljaca. Istovremeno, to daje uniformnu lasastu strukturu jezgra između bilo koja dva urezana zaseka, što doprinosi dobijanju uniformne veličine komada škriljaca.

Da bi rezanje škriljaca bilo efikasno, potrebno je utvrditi optimalnu dubinu zaseka i optimalnu širinu jezgra. Između dubine zaseka i širine jezgra postoji određena međuzavisnost. U većini slučajeva taj odnos iznosi 1:1. Pri velikom rastojanju zaseka nemoguće je u potpunosti odlomiti jezgra, tako da ostaju izbočine na čelu, što otežava izradu narednih zaseka. Za određeni tip uljnog škriljca utvrđeno je da rastojanje između susednih zaseka ne prelazi 150 mm. Važno je i pod kojim uglom se izrađuje klinasti zasek. Na sl. 16 šematski je prikazano čelo radilišta s odnosom dubine zaseka i širine jezgra.

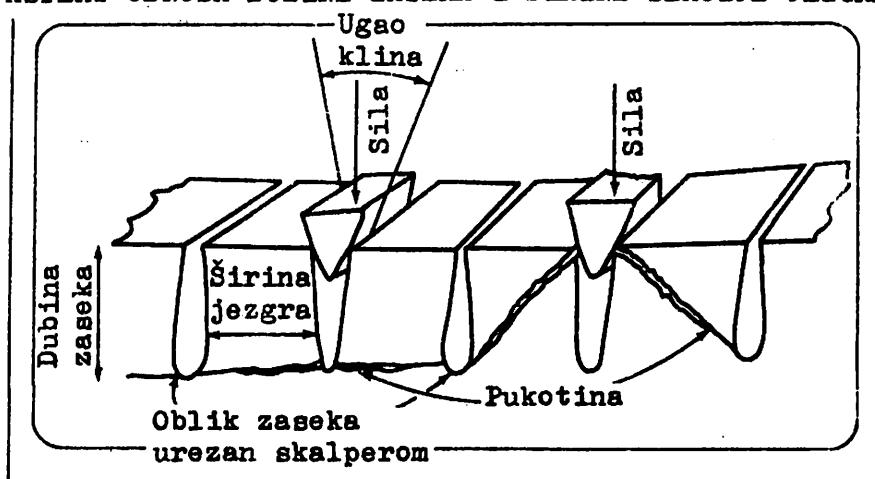
Svaki K-C disk ima dve karbidne krune u tandemu, jednu primarnu i jednu pomoćno-rezervnu. Pritisak na zidove zaseka lomi strukturu jezgra između susednih zaseka. Diskovi sa karbidnim umecima ugrađeni su na otkopnoj glavi koja se može pokretati naniže i na obe strane.



Sl. 15 – Dve faze rezanja uljnog škriljca

1 — uređaj skalpela seče škriljac u obliku zaseka, što obezbeđuje raskidanje – lomljenje jezgra; 2 — diskovi za zasecanje useka sa krunama—rezačima sa karbidnim umecima urezuju svaki drugi zasek; 3 — skalpeli povučeni naviše pod ugлом 90° od radnog čela; 4 — diskovi se povlače naviše za povratni udar za izradu klinova u prethodno urezane zaseke i odlamuju jezgra škriljaca; 5 — radijalna rebra koncentrišu silu zaklinjavanja na selektivnim mestima duž bokova jezgra.

ASPEKT ODNOSA DUBINE ZASEKA I ŠIRINE SEKCIJE JEZGRA



Sl. 16 – Odnos dubine zaseka prema širini jezgra pri rezanju uljnog škriljca na čelu radilišta

Zamena reznih kruna zahteva jedan do dva minuta po K-C disku i izvodi se na radilištu pod zaštitnim štitom.

Uklanjanje odlomaka škriljaca je ciklično sa oscilatornim kretanjem otkopne glave. Odlomci se prihvataju lopaticama i ubacuju u levak, a zatim,

preko pomoćnog transportera prebacuju na glavni transporter. Svi uređaji predstavljaju integralni sistem koji automatski funkcioniše. Radnik koji upravlja otkopnom mašinom može da prati rad svakog uređaja vizuelno i pomoću radne kontrolne table. Otkopna mašina i svi pomoći uređaji čine jedan komplet koji se kreće pomoću gusenica.

Énergetsko postrojenje se nalazi na 30 do 75 m od otkopne mašine i obezbeđuje hidrauličnu energiju za otkopnu glavu i sistem uklanjanja odlomaka otkopanog uljnog škriljca. Hidraulične pumpe daju energiju za hidraulične udare, koja obezbeđuje oscilatorni pogon za otkopnu glavu.

Tokom rada u otkopne glave sa diskovima dovode se male količine vode, koja se raspršuje i na taj način sprečava lebdenje prašine. Pored toga, raspršivanje vode eliminiše opasnost iskrenja od raznih kruna-diskova, sprečava visoku radnu temperaturu diskova i povećava životni vek reznih elemenata. Obavezna je kontrola iskrenja. Proveravanje otkopnih radilišta je usisno.

Kontrolni centar obezbeđuje komunikaciju sa centrom na površini na izlazu-iz rudnika,

— Haspert sistem mehanizovanog otkopavanja

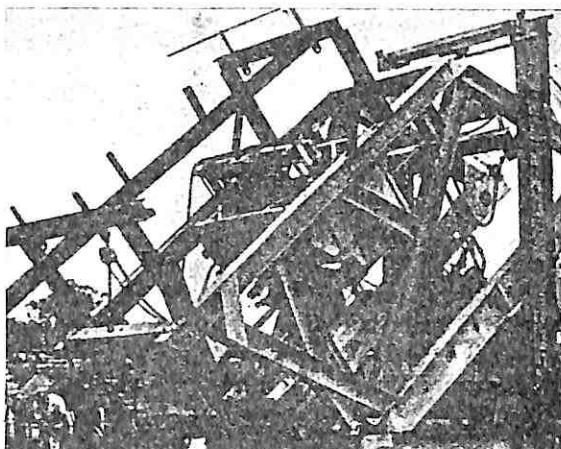
Ovaj novi sistem mehanizovanog otkopavanja, specijalno konstruisan za otkopavanje uljnih škriljaca, isključuje bilo kakvu upotrebu bušenja i miniranja. Otkopavanje se izvodi celim profilom podzemne prostorije pomoću posebnih mašina. U mašinama je ugrađen čitav sistem K-C diskova koji režu uljni škriljac. Diskovi izrađuju useke na određenim rastojanjima, a jezgra koja ostaju između useka, odnosno zaseka, lome se oscilatornim dejstvom ili pomoću posebnih skalpela. Ovim sistemom predviđa se izrada otkopnih prostorija pravougaonog oblika, umesto prostorija sa slobodom. Na taj način se povećava i iskorišćenje uljnog škriljca u ležištu.

Konstruisanim uređajima, novim tipom „neprekidne kopačice“, uz pravilan izbor tipa diskova mogu da se efikasno otkopavaju uljni škriljci sa čvrstoćom na pritisak od 500 do 1300 daN/cm².

Mehanizovano kontinuirano otkopavanje je veoma podesno za uljne škriljce veće moćnosti. Prema tome, ono ili neka njegova varijanta mogu da budu efikasni pri otkopavanju aleksinačkog uljnog škriljca.

Autor sistema mehanizovanog otkopavanja je J.C. Haspert, te je sistem po njemu i nazvan.

Mašinskom mehanizovanom izradom podzemnih otkopnih prostorija, stepen olabavljenosti stena je sведен na minimum ili isključen, radni uslovi postaju povoljniji, a time se povećava produktivnost.



Sl. 17 — Probni uređaj za mehanizovano otkopavanje uljnih škriljaca izradom zaseka sa međuezgrima na radnom čelu podzemne otkopne prostorije.

S obzirom da je u mnogim ležištima uljnih škriljaca utvrđena pojava eksplozivnih gasova, metana i drugih, sva oprema za kontinuirano otkopavanje mora da bude u sigurnosnoj „S“ izvedbi. Opasnost, takođe, postoji od prašine uljnog škriljaca, koja može biti samozapaljiva i eksplozivna. Prašina aleksinačkog uljnog škriljca nije ispitana sa ovog stanovišta.

Mehanizovano otkopavanje reducira broj radne snage, što se pozitivno odražava na ukupne proizvodne troškove i produktivnost.

Uporedno sa napredovanjem čela, podzemne otkopne prostorije se ankerišu. Dosadašnja iskustva su pokazala da se uljni škriljac veoma uspešno ankeriše. Širina panela-stuba između dve obližnje podzemne prostorije zavisi od širine prostorije i načina ankerisanja, manja širina panela obezbeđuje veće iskorišćenje škriljaca. Ankeri se obično ne postavljaju u prečnicima, koji se izrađuju pri povlačenju.

Analiza mehanizovanog kontinuiranog otkopavanja ukazuje da je moguća izrada podzemnih prostorija sa profilom 8x18 m pri nagibu od 40°. Za ovo je potrebno u neprekidnu kopačicu ogradi-

ti 369K—C diska. Ovaj broj diskova za rezanje daje veću proizvodnju 2,21 t/disk/h, odnosno ukupno 815,5 t uljnog škriljca na čas sa jednog jedinog radilišta. Kod 75% iskorišćenja ležišta može da se ostvari proizvodnja od 14.680 t/dan sa samo jednog radilišta.

Retortovanje uljnog škriljca za dobijanje 50.000 barela/dan zahtevaće 70.000 t škriljaca visokog kvaliteta. Da bi se postigla ova proizvodnja treba da radi 5 otkopnih mašina, koje bi opsluživalo 100 radnika, od toga 40 radnika na održavanju.

Neprekidnom kopačicom nove konstrukcije, namenjene samo za uljne škriljce, može da se uspešno reže površina otkopnog radilišta 8x5,5–6,2 m. Ovom otkopnom mašinom povećana je produktivnost otkopavanja za 450 do 750% u poređenju sa klasičnom izradom otkopnih hodnika po metodi „prostorije i stubovi“. Uljni škriljac ima takvu granulaciju da nije potrebno naknadno drobljenje za direktnu primenu kod većine procesa površinskog retortovanja. Ukoliko se zahtevaju komadi uljnog škriljca ispod 12 mm, mora da se izvede i drobljenje. Maksimalna visina koja može da se obuhvati rezanjem pomoću diskova iznosi 18,3 m.

Uljni škriljci, kao i svaka druga mineralna sirovina, zahtevaju poseban sistem otkopavanja i posebne konstrukcije otkopnih mašina. Posebni tipovi otkopnih mašina potrebni su kako za podzemno otkopavanje, tako i za površinsko. Struktura uljnih škriljaca prvenstveno zahteva akciju rezanja škriljaca.

d. Otkopavanje komorama i stubovima sa zarušavanjem krovine

Eksperimentalni rudnik u Avil Points, Colo, SAD je otvoren potkopom. Visina komora i stubova je iznosila po 18 m. Raspored komora i stubova je bio kvadratni. Otkopna visina u komorama je iznosila 15 m sa otkopavanjem u dve sekcije od 8 i 7 m. Otkopavanje se izvodilo primenom bušačko-minerskih radova. Za utovar i transport su se koristile utovarne lopate i kamioni velikog kapaciteta. Ovim otkopavanjem dobijeni su osnovni podaci o ponašanju rudne mase i krovine i o tehničkoj izvodljivosti masovnog podzemnog otkopavanja uljnih škriljaca. Godine 1955. došlo je do većeg obrušavanja krovine u rudniku, koje je podstaklo planiranje alternativnih metoda otkopa-

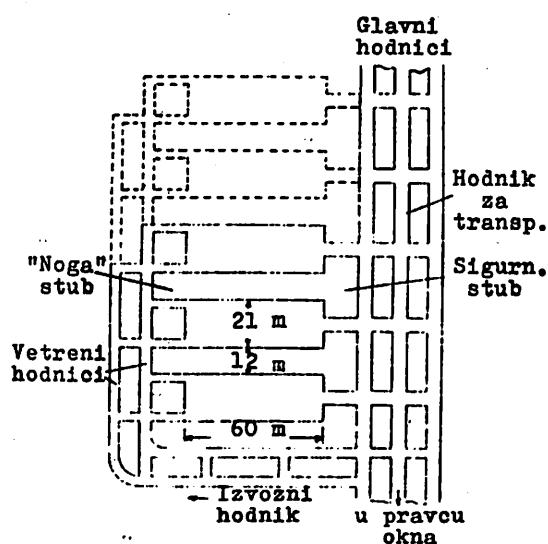
vanja bez ljudske podesade i sa radom opreme ispod visokog stropa.

U toku 1965. do 1972. godine izvođeno je eksperimentalno otkopavanje u rudniku Horse Draw, Piceance Greek Basin, Colorado po metodi komora i stubova.

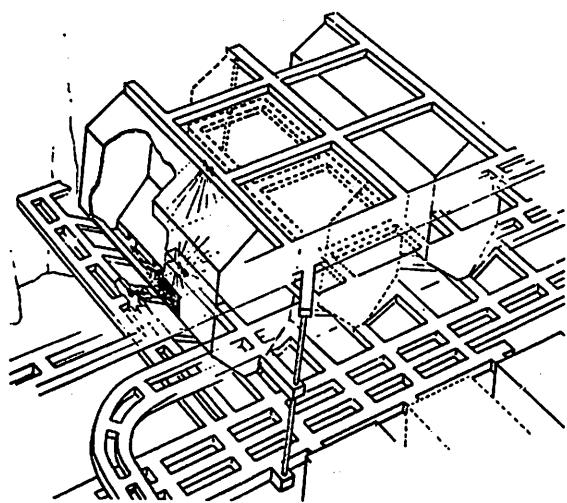
Otkopavanje komorama i stubovima je modifikacija metode otkopavanja prostorijama i stubovima. Hodnici se izrađuju upravno na glavne izvozne hodnike i proširuju u komore pomoću lepeznog bušenja i miniranja. Metoda omogućava primenu zasipavanja. Zasipavanje otkopnih prostora povećava stabilizacioni efekat na stubove, dozvoljava da se dimenzije trakastih stubova smanje i uporedo sa tim da se poveća ekstrakcija uljnog škriljca iz ležišta. Svaka komora se otkopava kružnim-lepeznim bušenjem iz hodnika prema visini stropa komore. Zasipavanje se, takođe, izvodi iz ovih komora. Otpadni retortovani uljni škriljac u retortama na površini transportuje se u rudnik kroz bušotine i zatim se mehaničkim sredstvima ubacuje kao zasip u otkopane prostore. Procenat ekstrakcije-iskorišćenja uljnog škriljca unutar otkopnog prostora sa ostavljenim trakastim stubovima, bez sigurnosnih stubova, iznosi 64%. Pri otkopavanju po metodi sa prostorijama i stubovima procenat iskorišćenja je iznosio 48%. Ako se između dva otkopna horizonta ostavlja panelni –pločasti stub moćnosti 12 m, tada će procenat ekstrakcije za dva sistema, sa isključenjem sigurnosnih stubova, iznositi 38% i 29%. Ova metoda može da poveća procenat ekstrakcije i omogućava da se zasipa preko 80% otpadnog retortovanog uljnog škriljca. Efekti iscedeđivanja vode iz zasipa su minimalni. Uticaji prašine uljnog škriljca i iscedeđivanja ulja iz gomila otpadnog retortovanja uljnog škriljca na površini su takođe neznatni, jer mala količina retortovanog škriljca ostaje na površini.

Prethodni proizvodni pripremni radovi se sastoje iz izrade jednog hodnika primenom dubokih minskih bušotina, dva hodnika primenom lepeznih bušotina i jednog useka za svaku komoru. Hodnik sa dubokim minskim bušotinama izrađuje se kroz sigurnostni stub na čelu komore i na nivo poda komore. Dva hodnika sa lepeznim bušotinama izrađuju se u svakom otkopnom polju na nivou krovine. Prečnici se izrađuju između ova dva hodnika na rastojanju od 30 m, što zadovoljava propise za najslabije pretpostavljene uslove u rudnicima sa pojавama gasova. Na čelu komore najpre se otkopava usek širok 3 m, koji obezbeđuje slobodno čelo za izvođenje masovnog proizvodnog

miniranja pri otkopavanju ostalog dela komore. Komore se otkopavaju i zasipavaju naizmeničnim redosledom, što omogućava da se reducira moćnost trakastih stubova. U jednoj otkopnoj jedinici istovremeno se otkopavaju dve spoljne komore. Komore se otkopavaju bušenjem sa asimetričnim rasporedom lepeznih bušotina. Linija najmanjeg otpora između susednih lepeza iznosi 3 m. Dva reda bušotina, koji se sastoje iz četiri lepeze, miniraju se u svakom ciklusu. Posle toga se prema otkopanoj komori transportuje zasipni materijal i ubacuje u švaku komoru.

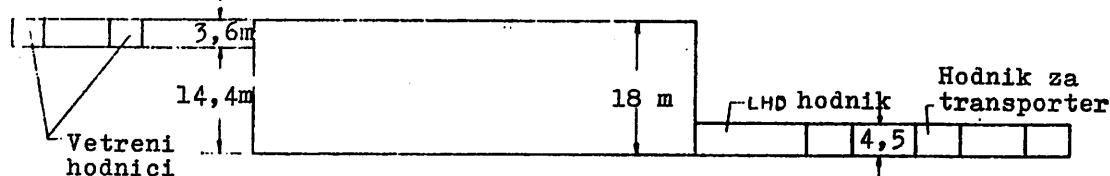


Sl. 18. — Otkopavanje komorama i stubovima sa zasipavanjem (plan — osnova)



Sl. 20 — Podetažno otkopavanje sa zasipavanjem (izometrijski pogled)

izvodi bušenjem dubokih minskih bušotina iz etaže i podetaža. Otkopi se zasipavaju, što obezbeđuje kontrolu terena i sprečava sleganje i oštećenje spoljne površine terena. Pri otkopavanju moraju se ostaviti zaštitni — sigurnosni stubovi, što povećava gubitke korisne mineralne sirovine. Pri podetažnom otkopavanju sa zarušavanjem iskorišćenje ležišta je veće; međutim, nastaje sleganje i obrušavanje terena iznad otkopanih prostora. Prethodna proizvodna priprema sastoji se iz izrade transportnog horizonta, podetaže i gornjeg etažnog hodnika. Minske bušotine se buše u lepeznom rasporedu sa poda otkopa, podetaže i gornjeg etažnog hodnika i minira se u odsecima sa jednim ili više redova



Sl. 19 — Otkopavanje komorama i stubovima sa zasipavanjem (poprečni presek).

e. Podetažno otkopavanje sa zasipavanjem

Podetažno otkopavanje je masovno otkopavanje koje se pretežno primjenjuje kod otkopavanja metaličnih ruda. Metoda je podesna za otkopavanje moćnih slojeva uljnih škriljaca. Otkopavanje se

izvodi bušenjem dubokih minskih bušotina iz etaže i podetaža. Paralelno sa otkopavanjem izvodi se zasipavanje iz gornjeg etažnog hodnika.

Procenat iskorišćenja pri visini otkopnih horizonta od 91 m, sa isključenjem sigurnosnih stubova, je 60. Za zasipavanje otkopnih prostora

može se primeniti otpadni retortovani uljni škriljac.

Transportne etaže se pripremaju izradom tri hodnika sa poda otkopne etaže, po jedan u centru svakog otkopa. Prečnici za utovar izrađuju se radi spajanja utovarnih mesta otkoppa sa transportnim putevima. Izrađuju se dubokim minskim bušotinama. Podetaža, locirana 32 m iznad poda otkopa priprema se izradom 6 hodnika, po jedan duž granice svakog otkopa. Ventilacioni prečnici na rastojanju 30 m spajaju dva hodnika unutar svakog otkopa. Priprema gornje etaže sastoji se iz 3 hodnika, po jedan u centru svakog otkopa i spojnih prečnika. Usek širok 3 m, koji se proteže poprečno iza svakog otkopa, otkopava se da obezbedi slobodno čelo za masovno proizvodno miniranje preostalog dela otkopa. Otkopi se otkopavaju i zasipavaju naizmeničnim redosledom, na taj način što se smanjuje moćnost trakastih stubova između njih. Otkopavanje u otkopima počinje u useku sa odstupanjem prema glavnim hodnicima. Dva spoljna otkopa sa tri otkopne jedinice otkopavaju se istovremeno lepeznim bušotinama iz poda otkopa, podetaže i gornjeg etažnog hodnika. Lepeze se buše na rastojanju od 3 m, sa dva reda lepeznih bušotina, koje se iniciraju trenutno. Posle toga sledi zasipavanje dva spoljna otkopa, a srednji otkop se otkopava i istovremeno zasipava. Premda kompaktnost zasipnog materijala povećava efikasnost otkopavanja, takav postupak je teško izvodljiv kod ove metode.

f. Otkopavanje sa zarušavanjem – podetažno otkopavanje sa potpunim zarušavanjem i blokovsko zarušavanje

Eksperimentalni rad po podetažnoj metodi započet je u rudniku Anvil Points i obustavljen 1958. godine. Posle detaljnog proučavanja mehaničke stene, eksperiment je nastavljen 1964. i završen 1976. godine.

Ove dve metode otkopavanja sa zarušavanjem krovine proverene su u istom području ležišta uljnog škriljca. Ovim metodama postignuto je iskorишćenje uljnog škriljca u ležištu između 90 i 95%, bez uključenja gubitaka u sigurnosnim stubovima; međutim postoji veliki potencijal ka sleganju i obrušavanju naslaga iznad otkopanih prostora sve do površine i potencijal poremećenja podzemnih vodenih tokova. Da bi se ograničilo područje pod uticajem sleganja i obrušavanja, probno blokovsko zarušavanje je izvedeno direktno iznad podetažnog

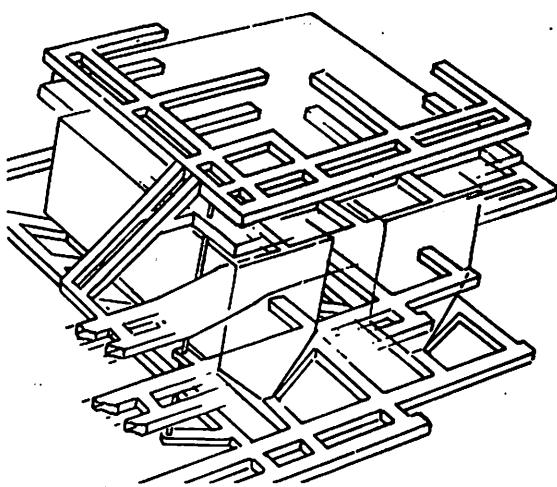
otkopavanja sa potpunim zarušavanjem. Pored toga, ova kombinacija otkopavanja omogućava značajno sniženje troškova eksploracije.

U početnoj fazi, karakteristike zarušavanja uljnih škriljaca ispitane su na području 68x73 m, a zatim na području 100 x 111 m. Pri tome je meren povećani pritok vode prouzrokovani zarušavanjem. Područje za probno otkopavanje po podetažnoj metodi sa potpunim zarušavanjem može da se proširi koliko je potrebno prema odgovarajućem prostiranju područja sa blokovskim zarušavanjem.

Podatažno otkopavanje sa potpunim zarušavanjem sastoji se od dva otkopa međusobno razdvojena trakastim stubom širokim 18 m. Etaža nadseka (područje blokovskog zarušavanja), koja simuliра prethodno otkopanu etažu, je odvojena od otkopa gornjim – temenim stubom, čija je moćnost 12 m. Prethodna proizvodna priprema, odnosno razrada sastoji se od transportne etaže, podetažnog hodnika, hodnika u temenom stubu i useka iza svakog otkopa. Priprema transportne etaže je slična pripremi kod podetažnog otkopavanja sa zasipavanjem. Podetaža sadrži tri hodnika iz kojih se izvodi bušenje, a od kojih je jedan u centru trakastog stuba, a ostala dva u centru svakog otkopa. Ovi hodnici se spajaju sa ventilacionim prečnicima na međusobnom rastojanju približno 30 m. Hodnik u temenom stubu izrađuje se u podu stuba i nalazi se iznad hodnika za bušenje trakastog stuba. Usek širok 3 m izrađuje se iza svakog otkopa da obezbedi slobodno čelo za proizvodno bušenje i miniranje. Dva otkopa se otkopavaju istovremeno sa otkopavanjem donjih (nižih) 11 m stuba iz podnog otkopnog hodnika i preostalog dela od 24 m iz podetažnih hodnika. Posle toga sledi otkopavanje trakastog i gornjeg temenog stuba u dve faze. Najpre se gornji temeni stub iznad prvog otkopa buši sa nivoa gornjeg temenog stuba i minira sa dva otpucavanja. Zatim se gornji temeni stub iznad drugog otkopa i trakasti stub buše iz etaže gornjeg temenog stuba i podetaže i obaraju sa izvođenjem tri miniranja. Dovoljno usitnjeni uljni škriljac spušta se naniže iz otkopa, kako bi se obezbedilo proširenje prostorije za otkopavanje stuba. Kada je doneta odluka da se izvrši potpuno zarušavanje, uljni škriljac se ispušta naniže iz otkopa.

Blokovsko zarušavanje priprema se po metodi prostorija i stubova. Zarušavanje se izvodi miniranjem stubova u povlačenju i karakteristike zarušavanja višelevačeg uljnog škriljca se osmatraju posle miniranja svakog reda stubova. Pored toga, dalje

naredovanje zarušavanja treba daljinski da se prati i kontroliše iz dve etaže izrađene na 6 i 18 m iznad zone blokovskog zarušavanja. Hodnici se izrađuju duž dve strane bloka na svakoj etaži, a prečnici se izrađuju da probiju zonu zarušavanja radi daljinske kontrole instrumentima i radi vizuelnog osmatranja. Efekti sleganja i zarušavanja takođe se daljinski kontrolišu sa površine.



Sl. 21 – Podetažno otkopavanje sa potpunim zarušavanjem. U ovom preseku probno područje je prekriveno područjem za probno blokovsko zarušavanje.

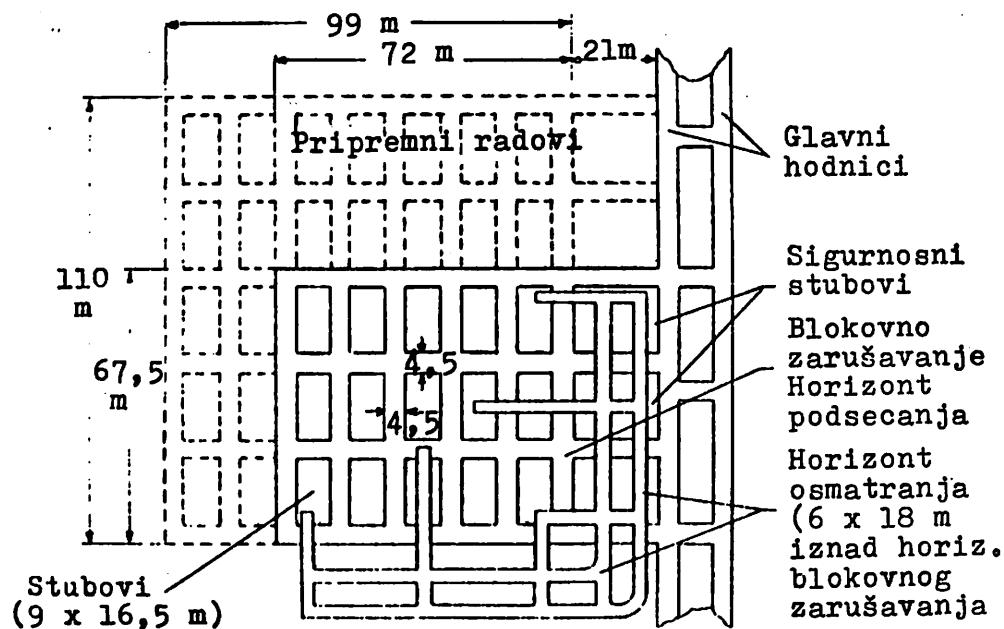
Pri svim probnim metodama otkopavanja uljnih škriljaca u proizvodnim uslovima detaljno su analizirani i prostudirani svi aspekti zaštite okoline u svim fazama pripreme ležišta i njegove probne eksploatacije. To se mora uraditi i za naša ležišta.

ANALIZA METODA PODZEMNOG OTKOPAVANJA ULJNIH ŠKRILJACA SA POTREBNOM GRANULACIJOM ZA EFIKASNO POVRŠINSKO RETORTOVANJE

Analiza metoda otkopavanja uljnih škriljaca

Različiti geološko–rudarski uslovi u ležištima uljnih škriljaca uslovjavaju primenu raznih sistema eksploatacije (površinska i podzemna eksploatacija ili retortovanje in situ). Pre opredeljenja za određeni sistem ili više sistema eksploatacije u jednom ležištu potrebno je geološko–rudarskim istražnim radovima i geofizičkim metodama utvrditi bilansnost rezervi uljnih škriljaca, takođe sa aspekta mogućnosti primene svakog sistema eksploatacije. U svemu tome važan je obim proizvodnje i vek eksploatacije.

Dubina eksploatacije površinskim kopom u Aleksincu je ograničena zbog strmog pada slojeva uljnog škriljaca i zbog potrebe za ukljanjanjem sve



Sl. 22 – Plan – osnova područja sa probnim blokovskim zarušavanjem.

veće raskrivke. Prema tome, ne sme se zanemariti razmatranje i ispitivanje mogućnosti i ekonomičnosti masovne podzemne eksploatacije uljnog škriljca na većim dubinama.

U SAD i SSSR u proizvodnim uslovima ispitani je veći broj masovnih i visoko produktivnih metoda podzemnog otkopavanja. U ovom članku izlažu se dosadašnja iskustva i rezultati na tom polju, kako bi se lakše i bolje mogli sagledati uslovi za primenu određenih metoda u aleksinačkom ležištu.

Metode podzemne eksploatacije uljnih škriljaca tretirane su, takođe, sa aspekta načina eksploatacije:

- primenom bušačko-minerskih radova
- mehaničkim dobijanjem i
- kombinovanim postupcima.

Mehaničko otkopavanje uljnih škriljaca zahteva posebne tipove mašina. Neki tipovi rudarskih mašina, prilagođeni karakteristikama uljnog škriljaca, su već proizvedeni. Zahvaljujući tome razvijen je novi sistem mehaničkog i mehanizovanog otkopavanja uljnog škriljaca, nazvan po njegovom autoru „Haspert sistem otkopavanja”.

Poslednji rezultati probnih otkopavanja ukazuju da se može postići 75% iskorišćenja rezervi uljnih škriljaca u ležištu.

Kvalitet uljnog škriljaca u aleksinačkom ležištu je promenljiv, veće količine uljnog škriljaca u ležištu su poremećene i oštećene dosadašnjim otkopavanjem uglja, a u neotkopanim delovima ležišta zajedno se javljaju ugalj i škriljac. Pri razmatranju uslova i mogućnosti masovne podzemne eksploatacije o svemu tome se mora voditi računa. Prema tome, podzemna eksploatacija treba da se sagleda i obradi u sledećim pravcima i varijantama:

- kontinuirana eksploatacija neporemećenog povltnog škriljaca sa paralelnom eksploatacijom uglja
- selektivna eksploatacija neporemećenog povltnog škriljaca sa paralelnom eksploatacijom uglja
- selektivna eksploatacija podinskog škriljaca i
- paralelna eksploatacija povltnog uljnog škriljaca, uglja i podinskog škriljaca.

Pri analizi i izboru sistema eksploatacije uljnih škriljaca ne sme se zanemariti i mogućnost masovne podzemne eksploatacije.

Podzemno masovno otkopavanje uljnog škriljaca poremećenog otkopavanjem uglja nije izvodljivo. Pre rudarskih podzemnih radova u ovim područjima to treba još jednom da se proveri.

Većina budućih podzemnih rudnika za eksploataciju uljnih škriljaca daje od većeg broja otkopnih metoda prednost otkopavanju po metodi „prostorijske i stubovi“. Najveći najavljeni i planirani projekti za eksploataciju uljnih škriljaca predviđaju podzemnu eksploataciju sa površinskim retortovanjem za ekstrakciju kerogena ili kombinaciju pripreme ležišta rudarskim prostorijama sa retortovanjem in situ i delimičnim (oko 1/4) površinskim retortovanjem. Površinska eksploatacija se predviđa gde to dozvoljavaju geološko-rudarski uslovi i gde se ne javlja veći problem zagađenja životne sredine.

Zbog veoma velike tonaze koja treba da se otkopa i prirode ciklusnog kontinuiranog otkopavanja po sistemu „prostorijske i stubovi“ nameće se, takođe, problem odvoza, prevoza i izvoza uljnog škriljaca iz podzemnog rudnika do instalacija za površinsko retortovanje. Svi ti problemi su do danas dovoljno prostudirani i provereni, tako da se mogu ugraditi u sistem kontinuiranog otkopavanja i transporta prilagođavanjem specifičnim uslovima određenog ležišta.

Podzemna eksploatacija uljnih škriljaca može da bude ekonomična samo pri masovnoj proizvodnji. Masovna proizvodnja može da se obezbedi primenom otkopnih mašina specijalno konstruisanih za otkopavanje uljnih škriljaca ili masovnim miniranjem bušotinama sa velikim prečnicima. Pri otkopavanju izradom prostorija velikih profila veliku prednost ima njihova izrada mehaničkim putem uz kompletну mehanizaciju celokupnog proizvodnog procesa. Svaki tip uljnog škriljaca zahteva posebno konstrukciju rezne glave i rezača škriljaca na radnom čelu.

Pri izboru sistema eksploatacije (površinski, podzemni ili retortovanje in situ) za bilo koje ležište uljnog škriljaca moraju da se analiziraju sve specifičnosti ležišta i prema njima odredi jedan od osnovnih sistema ili primena više sistema za razne delove ležišta u odnosu na pružanje ili dubinu naslaga. Dosadašnja istraživanja u svetu na tom polju i dobijeni rezultati daju osnovni putokaz ka adekvatnom izboru sistema eksploatacije.

Nove konstrukcije neprekidnih kopačica i drobilica namenjenih za uljne škriljce predstavljaju

nov korak i doprinos na polju rešavanja ekonomičnije podzemne eksploatacije uljnih škriljaca u budućnosti.

Perspektiva proizvodnje uljnih škriljaca predstavlja nov izazov mašinskoj industriji za proizvodnju rudarske opreme.

Potrebna granulacija uljnog škriljca za efikasno površinsko retortovanje

Uljni škriljac za površinsko retortovanje dobija se pri izradi podzemnih prostorija i pri otkopavanju. Podzemne prostorije izrađuju se mehaničkim putem primenom neprekidnih kopačica i bušačko-minerskim radovima. U prvom slučaju, ako se primenjuju specijalni tipovi neprekidnih kopačica, namenjeni za uljne škriljce, dobije se odgovarajuća granulacija sa minimalno prašine uljnog škriljca. Pri izradi prostorija miniranjem, kao i pri otkopavanju, ne dobija se uvek zadovoljavajuća granulacija za površinsko retortovanje. Sitan škriljac treba izdvojiti prosejavanjem i klasiranjem, a krupne komade podvrći najpre sekundarnom miniranju, a zatim drobljenju u drobilicama konstruisanim za drobljenje uljnih škriljaca. Postoji više tipova takvih drobilica. Sekundarno miniranje se izvodi u jami, a drobljenje u jami i na površini ili samo na površini.

Probama u jami treba da se odredi procenat pojedinih frakcija po granulometrijskom sastavu, procenat šupljina u usitnjenu škriljcu i stepen usitnjenosti, a na osnovu toga odrede parametri bušačko-minerskih radova.

Potrebna granulacija za površinsko retortovanje uljnog škriljca zavisi od primjenjenog procesa retortovanja. Generalno, ona treba da je ispod 150 mm. Na primer, za proces T³ potrebna je sledeća granulacija: od 0 do 12 mm oko 15%, od 12 do 75 mm oko 42% i od 75 do 150 mm oko 43%, za Fushun proces od 10 do 70 mm, Kiwiter od 25 do 125 mm, Petrosix 150 mm, Superior od 6–100 mm; Tosco II oko 12 mm, Lurgi–Ruhrgas oko 6 mm, Galoter (UTT) od 3 do 6 mm, maksimalno 25 mm, itd.

Takva granulacija se ne može uvek dobiti u ležištu, pa je potrebno drobljenje i klasiranje.

Aleksinački uljni škriljac ima aleuro–pelitsku i pelitsku strukturu. Ujni škriljac je slojevit i škriljav. Navedene osobine otežavaju efikasnu frag-

mentaciju i granulaciju pri otkopavanju, miniranju i drobljenju. Svaki postupak retortovanja zahteva određenu granulaciju uljnog škriljca.

U SAD su ispitivani razni tipovi drobilica i efikasnost drobljenja uljnog škriljca, a proizveden je novi tip drobilica namenjen specijalno uljnim škriljcima. Masovna proizvodnja uljnih škriljaca sa eksperimentalnih površinskih kopova, iz probnih otkopa podzemnih rudnika i iz podzemnih prostorija pri izradi retorti u SAD korišćena je za ispitivanje drobljenja uljnog škriljca. Optimalne rezultate dala je valjkasta drobilica McLanahan Corp SAD. Opsežna ispitivanja izvođena su u ležištu uljnih škriljaca u Colorado. Ovom valjkastom drobilicom dobija se minimum prašine, što omogućava razvijanje i održavanje plamenog fronta u retortama. Drobilice ovog tipa mogu da imaju veliki kapacitet, ne prevelike gabarite i malu potrošnju energije. Ispitivanja su pokazala superiornost nad drugim tipovima drobilica.

Udarno–konusni tip drobilice, čeljusni i rotacioni tip nisu mogu dati željenu granulaciju uljnog škriljca. U ovim drobilicama i uopšte drobilicama kompresionog tipa, uljni škriljac se ponaša kao guma, klizi i teško se drobi.

Ujni škriljac se odlikuje prirodnom elastičnošću, ponaša se slično kao guma. Zbog toga se pri drobljenju mora da primeni tip drobilice koji će da zahvata uljni škriljac i prinudi ga da se ravnomerno drobi. Elastične karakteristike uljnog škriljca stvaraju otpor drobljenju. Izvesni tipovi uljnih škriljaca imaju sunderastu strukturu. Ovaj tip škriljaca zahteva poseban tip drobilice. Izbor tipa drobilice zavisi od vrste rude, tj. od njenih fizičko–mehaničkih osobina, strukture, sadržaja vlage i trošljivosti, odnosno drobljivosti. Aleksinački uljni škriljac nije drobljiv. Osnovne mehaničke metode drobljenja su: kompresija, udar, trenje i odsecanje–smicanje. U nekim slučajevima potrebna je kombinacija dva ili tri tipa drobilice. Prema strukturi aleksinačkog uljnog škriljca svakako će biti najpotpunije drobilice na principu odsecanja–smicanja, kojima se škriljac lomi uzdužno i poprečno po linijama klivaža. Pri izboru drobilice uzimaju se u obzir četiri faktora: osobine rude, veličina ulaznog i veličina izlaznog komada i kapacitet.

Specijalni tip američke drobilice, prilagođen uslovima škriljaca, ima veće specijalno konstruisane valjke za drobljenje i šire otvore. To omogućava prijem komada sa većim dimenzijama, maksimalno do 1,2 m, i utiče na povećanje kapaciteta droblje-

nja uz istovremeno dobijanje odgovarajuće granulacije. Pri drobljenju uljnog škriljca osnovno je da se stvara što manje rudne sitneži i dobije što ravnomernija granulacija. Valjkasti tip drobilice zahteva malo održavanje.

Aleksinački uljni škriljac treba ispitati na efikasnost drobljenja, kako bi se dobila granulacija potrebna za odabran tip površinskog retortovanja.

Efikasnost površinskog retortovanja zavisi od granulometrijskog sastava uljnog škriljca. Svaki proces, odnosno svaka metoda površinskog retortovanja, zahteva određenu granulaciju uljnog škriljca. Granulacija je suštinski faktor za obezbeđenje kontinuiranog procesa retortovanja i maksimalno iskorišćenje uljnog škriljca. Krupna ili sitna granulacija, kao i neujednačena, mogu da remete, „koče” ili potpuno onemoguće proces retortovanja. Sitna granulacija, a posebno prašina uljnog škriljca, predstavlja problem pri retortovanju.

Krupni granulisani sastav uljnog škriljca može da oteža iniciranje plamenog fronta, da mestimично prouzrokuje povećanje brzine plamenog fronta i dovede do tzv. „propaljivartija”. Sve to nepovoljno utiče na termički i hemijski proces retortovanja i iskorišćenje uljnog škriljca. Nizak koeficijent iskorišćenja bitno skraćuje vek eksploracije ležišta, prinos ulja je niži i ekonomičnost je dovedena u pitanje.

Sitna granulacija uljnog škriljca u retorti dovođi do sleganja škriljaca, zaptivanja aeracionih medjuprostora između komada uljnog škriljca. U takvoj situaciji dovedena je u pitanje aeracija procesa, brzina pronicanja ulja i procesnog gasa. Takođe, u ovom slučaju imamo manje iskorišćenje uljnog škriljca, a pored toga, postoji mogućnost sagorevanja već ekstrahiranih proizvoda.

Konstrukcije neprekidnih kopačica i drobilica treba da daju takvu granulaciju uljnog škriljca koja će obezbediti pravilan režim retortovanja uz optimalno iskorišćenje ulja iz uljnog škriljca.

Komentar

Proizvodni uslovi u tretiranim ležištima uljnih škriljaca u SAD su veoma povoljni. Proverena je efikasnost primene pune mehanizacije otkopavanja i dobijeni su povoljni rezultati. Pored tendencije za uvođenjem pune mehanizacije, eksperimentalno otkopavanje je bilo usmereno ka što potpunijem iskorišćenju rezervi uljnog škriljca u ležištu i obezbeđenju sigurnosti rada u prostorijama i otkopima čije su dimenzije velike. Eksperimentalnim otkopavanjem dobijeni su osnovni podaci za projektovanje i pripremu budućih rudnika uljnih škriljaca.

SUMMARY

Methods of Oil Shale Underground Mining Tested in Production Conditions

In second part of the article—Experimental underground oil shale mining in USA—the following is discussed:

- Room and pillar full face mining, with one heading and with one or two benches.
- Room mining with elongated pillars, which could be partially removed on retreat.
- Room and pillar with driving crosscut in retreating; portable crusher—conveyor system.
- Pillar and lane after crosscut extraction on retreat mining in 2 phases.
- Mechanized oil shale cutting—mining.
- Chamber and pillar mining with backfill.
- Sublevel stoping with full subsidence (caving).
- Block caving and
- Methods analysis of underground oil shale mining with required granulation for effective surface retorting.

ZUSAMMENFASSUNG

Methoden vom Abau Untertage der Ölschiefer die in Produktionsverhältnissen Überprüft Sind

In diesem Teil vom Absatz wird der experimentelle Untertagebau der Ölschiefer in USA bearbeitet und es wird über nachfolgendes diskutiert:

- der Kammerpfeilerbau mit verlängerten Pfeilern die man ganz mit Rückbau abbauen kann;
- der Kammerpfeilerbau mit vollem Stoss mit einer Strecke und mit einer oder zwei Bermen;
- der Kammerpfeilerbau mit Querschlag im Rückbau; System von übertragenden Brecher und Bandförderer;
- Stoss des Pfeilers und der Strecke nach dem Kammerbau mit Rückbau
- Mechanisiertes Schneiden — Abbau der Ölschiefer
- Kammerpfeilerbau mit Versatz
- Stossbauartiger — Abbau mit völligen Zubruchwerfen
- das Zubruchwerfen im Block und
- Methoden der Analyse vom Abbau unter Tage der Ölschiefer mit erforderlicher Korngröße zur wirksame Retortierung auf der Tagesoberfläche.

РЕЗЮМЕ

Способы подземной разработки битуминозных сланцев которые проверены в производственных условиях

В этой части доклада обрабатывается экспериментальная подземная разработка битуминозных сланцев в США и дается обзор дискуссии о:

- камерной системе разработки с целиками, выемка которых, в целости, выполняется обратным ходом;
- камерно-столбовой разработке лавами с одним штреем и одной или двумя бермами;
- камерно-столбовой разработке с проходкой квершлага в обратном ходе; система переносной дробилки и конвейера; состояния целика и выработка после выемки камерами в обратном ходе;
- механизированном резании — разработка битуминозных сланцев;
- камерно-столбовой разработке с закладкой;
- подэтажной разработке с полным обрушением;
- обрушении в блоках;
- методе анализа подземной добычи битуминозных сланцев с необходимым гранулометрическим составом в целях эффективного ретортования на поверхности.

Literatura

1. Haspert J., 1981: Mechanized oil shale cutting. — World Mining, Jun, 1981.
2. Leach J. H., 1975: Analysis of method for underground mining of oil shale. — Mining Congress Journal, May, 1975.
3. Rajaram V., Kaupilla A. T., Bolmer L. R., 1976: Oil shale mining and the environment. — Mining Engineers, Mining Engineering April, 1976.
4. Veselinović V., 1986: Masovno podzemno mehaničko otkopavanje i drobljenje uljnih škriljaca primenom specijalnih neprekidnih kopačica i drobilica. — Tehnika — Rudarstvo, geologija i metalurgija, Beograd.
5. Rejnsaly, Ja. Kaljuvee G. E., Frajman B. Ja., 1983: Ekonomiko-matematičeskie modeli prognozirovaniya razvitiya dobychi gorjučih slancev. — Nauka.

SUPSTITUCIJA KREČA KAO REGULATORA pH SREDINE PEPЕЛОМ ИZ TERMOELEKTRANE GACKO U FLOTACIJI BAKRA BUČIM

(sa 4 slike)

Branimir Monevski — Branislav Andelković

Uvod

Značajnu stavku u troškovima obogaćivanja ruda obojenih metala flotacijskom koncentracijom čini kreč koji se koristi kao regulator pH sredine.

Da bi se snizili troškovi proizvodnje u flotaciji Bučim, došlo se na ideju da se skupi kreč zameni otpadnim materijalom iz termoelektrane Gacko, jer ovaj pepeo sadrži visok procenat aktivnog kalcijum oksida.

Korist ostvarena ovom supstitucijom bila bi dvostruka: sa jedne strane bi se snizili troškovi u flotaciji bakra, dok bi se sa druge strane smanjio problem skupog deponovanja otpadnog materijala u termoelektrani Gacko.

Ispitivanja su vršena u laboratorijskim uslovima paralelnim izvođenjem opita flotiranja i korišćenjem i pepela u identičnim uslovima.

Karakteristike kreča i pepela

U flotaciji bakra Bučim kao regulator pH sredine koristi se obično negašeni kreč iz krečane Budućnost — Preševo. Ovaj kreč je, uglavnom, dobrog kvaliteta, tako da potrošnja iznosi ~4,0 kg/t rude. U proces flotiranja se dodaje, posle određene pripreme, u obliku krečnog mleka. Proces flotacijske koncentracije minerala bakra i

lemenitih metala se odvija u dijapazonu pH sredine od 11,5 do 11,8, a pri gustini pulpe od 34 do 40% čvrstog.

Uzorak kreča pomoću kojeg su izvedena laboratorijska ispitivanja imao je sledeće karakteristike:

— sadržaj CaO	87,26%
— sadržaj MgO	0,97%
— sadržaj aktivnog CaO	81,32%
— reaktivnost	visoko reaktiv

Termoelektrana Gacko kao osnovno gorivo za proizvodnju električne energije koristi ugalj (lignite) sa sadržajem pepela od oko 19%. Ovaj pepeo sadrži visok procenat kalcijum oksida, što se može zapaziti iz hemijske analize:

SiO ₂	6,95%	K ₂ O	0,20%
TiO ₂	0,13%	S	0,08%
Al ₂ O ₃	9,98%	SO ₃	3,62%
Fe ₂ O ₃	2,72%	C	0,13%
FeO	0,35%	gubitak žar.	3,57%
MgO	1,17%	ukupno:	99,58%
CaO	70,23%	slobodan CaO	48,36%
Na ₂ O	0,45%		

Karakteristike pepela korišćenog za laboratorijska ispitivanja:

— sadržaj CaO	63,51%
— sadržaj MgO	0,85%
— sadržaj aktivnog CaO	42,06%
— reaktivnost	slabo reaktiv

Laboratorijska ispitivanja

Uzorak za laboratorijska ispitivanja je uzet iz redovne proizvodnje sa sadržajem 0,391% bakra, 0,419 g/t zlata i 1,08 g/t srebra. Sadržaj sumpora u uzorku iznosio je 2,00%.

Utrošak kreča odnosno pepela za regulaciju pH vrednosti pulpe u tretiranom uzorku prikazan je u tablici 1.

pH vrednost	Kreč, kg/t	Pepeo, kg/t
10,85	1,2	1,5
11,75	2,0	2,5
11,90	2,5	3,2
12,10	3,0	3,7
12,20	3,5	4,3

Laboratorijska ispitivanja vršena su pod sličnim uslovima koji vladaju u pogonu, a naročito kod otvaranja mineralne sirovine, kao i vrste i potrošnje flotacijskih reagenasa. Pri tome su paralelno izvođeni opiti flotiranja uz korišćenje u jednom slučaju kreča kao regulatora pH sredine, a u drugom pepelu s tim što su pH vrednosti pulpe iznosile 9; 10,4; 11,4; 11,8 i 12,2.

Ostali uslovi izvođenja opita:

- finoća otvaranja mineralne sirovine 55% minus 0,074 mm
- gustina pulpe u osnovnom flotiranju 38% Č
- reagentni režim:
 - natrijum-izopropil ksantat 26 g/t
 - kalijum-etyl ksantat 6 g/t
 - kalijum-butil ksantat 6 g/t
 - penušać daufrot 250 16 g/t
 - vreme flotiranja 17,5 min.

Dobijeni rezultati laboratorijskih ispitivanja prikazani su u tablicama 2 i 3, kao i grafički na sl. 1—4.

Diskusija rezultata

Na osnovu fizičkih, hemijskih i mineraloških karakteristika pepela, kao i rezultata laboratorijskih ispitivanja, može se zaključiti da on može uspešno zamjeniti kreč u procesu flotiranja u rudniku bakra Bučim, što treba potvrditi industrijskim ispitivanjima.

REZULTATI LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA

Tehnološko iskorišćenje bakra, zlata i srebra

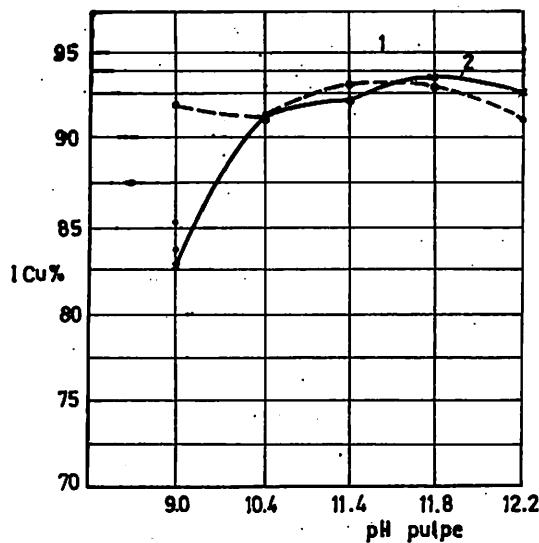
Tablica 2

Cu	Au	Ag	Cu	Ag	Cu	Ag	Cu	Ag	Opit 4 pH = 11,8		Opit 5 pH = 12,2	
									Opit 3 pH = 11,4		Opit 4 pH = 11,8	
Kreč	91,92	81,64	56,79	91,00	78,92	54,42	92,91	79,66	55,76	92,80	82,52	52,31
Pepeo	82,80	76,36	54,94	90,93	81,67	59,24	91,77	80,43	58,09	93,18	82,28	55,73

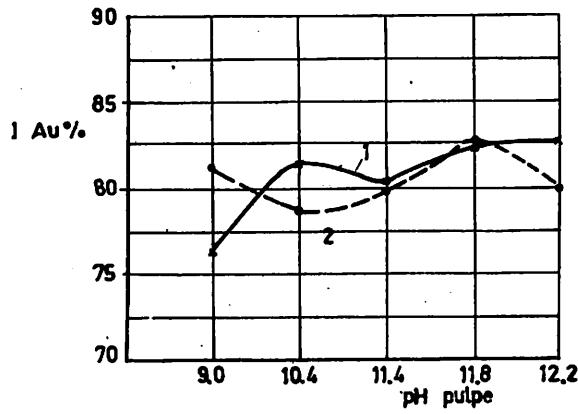
Kvalitet osnovnog koncentrata bakra

Cu	Au	Ag	Cu	Ag	Cu	Ag	Cu	Ag	Opit 4 pH = 11,8		Opit 5 pH = 12,2	
									Opit 1 pH = 9,0		Opit 2 pH = 10,4	
Kreč	6,32	5,40	11,40	6,46	5,50	11,35	7,12	6,60	11,80	7,90	9,30	13,20
Pepeo	6,91	5,30	12,50	6,18	5,20	10,90	7,26	6,30	11,95	7,62	10,20	13,00

Tablica 3



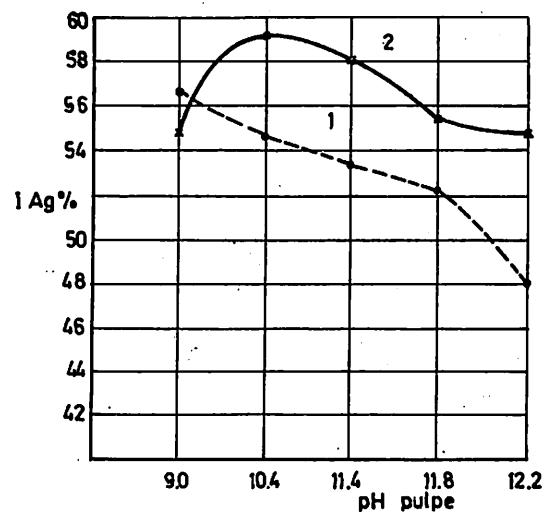
Sl. 1 — Iskorišćenje bakra pri regulaciji pH krečom (1) odnosno pepelom (2) u funkciji promene pH vrednosti pulpe.



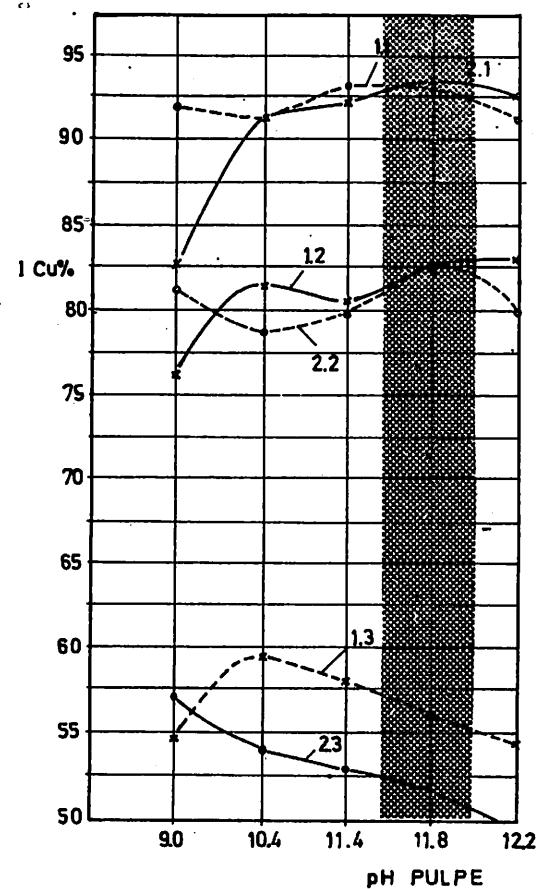
Sl. 2 — Iskorišćenje zlata pri regulaciji pH krečom (1) odnosno pepelom (2) u funkciji promene pH vrednosti pulpe.

U laboratorijskim opitimima u kojima je korišćen pepeo postignuta su ista ili bolja iskorišćenja bakra, zlata i srebra uz zadržani komercijalni kvalitet koncentrata.

Veća potrošnja pepela u odnosu na kreč (za oko 23%) se mogla očekivati s obzirom na sadržaj aktivnih materija u njemu. Međutim, neophodno je naglasiti izuzetno dobar kvalitet kreča sa kojim su vršena ispitivanja, što najčešće nije slučaj kod kreča koji se svakodnevno koristi u flotaciji Bučim.



Sl. 3 — Iskorišćenje srebra pri regulaciji pH krečom (1) odnosno pepelom (2) u funkciji promene pH vrednosti pulpe.



Sl. 4 — Iskorišćenje bakra, zlata i srebra pri regulaciji pH krečom (krive 1.1, 1.2, 1.3) odnosno pepelom (krive 2.1, 2.2, 2.3) u funkciji promene pH vrednosti pulpe.

Korist delimične ili potpune supstitucije kreča pepelom u flotaciji Bučim posmatrano sa ekonomskog kao i društveno-korisnog aspekta, bila bi višestruka:

- u flotaciji Bučim bi se umesto skupog kreča, koji može da nađe široku primenu, koristio otpadni materijal — pepeo
- praktično bi bili eliminisani troškovi pripreme krečnog mleka u flotaciji Bučim
- smanjili bi se veliki troškovi za bezbedno depovanje pepela u termoelektrani Gacko.

Zaključak

Laboratorijska ispitivanja mogućnosti supstitucije kreča kao regulatora pH sredine pepelom iz termoelektrane Gacko u flotaciji Bučim dala su pozitivne rezultate. Postignuta su približno ista ili bolja iskorišćenja bakra, zlata i srebra uz zadržavani komercijalni kvalitet koncentrata. Pri tome je utrošak pepela u odnosu na kreč za oko 23% veći, što je u funkciji sadržaja aktivne supstance u njemu.

Delimičnom ili potpunom supstitucijom kreča pepelom postigla bi se višestruka korist u pogledu smanjenja troškova za nabavku kreča, kao i za pripremu krečnog mleka u flotaciji Bučim, dok bi se u termoelektrani Gacko smanjili troškovi depovanja otpadnog materijala — pepela.

SUMMARY

Substitution of Lime as pH Value Regulator by Gacko Electric Power Generating Plant Ash in Copper Flotation Bučim

Presented are the results of investigations into the possibility of substituting lime as pH value regulator by Gacko Electric Power Generating Plant ash in copper flotation Bučim. Electric power Generating Plant Gacko ash has a high content of active calcium oxide (more than 40%). Flotation tests were completed under identical conditions prevailing in the Plant and lime and ash were used as pH value regulators. Tests yielded favorable results. The results achieved with ash are approximately identical or even better regarding technological recovery of copper, gold and silver with maintenance of commercial concentrate grade. Ash consumption is about 23% higher compared with that of lime.

ZUSAMMENFASSUNG

Supstition von Kalk als Regler vom pH-Wert mit der Asche in der Kraftwerk Gacko in der Flotation von Kupfer in Bučim

Es sind die Ergebnisse der Versuche über die Möglichkeit der Supstitution von Kalk, als Regler vom pH-Wert aus der Asche Gacko in der Flotation vom Kupfer im Bučim. Die Asche aus dem Thermokraftwerk Gacko enthält ein grossen Prozent von aktivem Kalziumoxyd (über 40%). Die flotation Versuche sind durchgeführt in identischen Bedingungen wie in dem Betrieb, und als Regler zum pH wurde Kalk und Asche genutzt. Die Versuche haben positive Ergebnisse gegeben. Die erreichten Ergebnisse mit der verwendung von der Asche sind annähernd die selbe oder besser im hinsicht der technologischer Ausbringung vom Kupfer, Gold und Silber mit dem Inhalt der Handelsäge des Konzentrates. Bei diesem ist der Verbrauch der Asche zum Kalk grösser um 23%.

РЕЗЮМЕ

Замещение известняка как регулятора pH среды золой из термостанции Гацко в флотационной фабрике для меди – Бучим

Дается обзор результатов исследований возможности замещения известняка как регулятора pH среды золой из термостанции Гацко в флотационной фабрике меди Бучим. Зола термостанции Гацко содержит очень много активного CaO (больше 40%). Опыты флотации выполнены под подобным условиям в флотационном устройстве, а для регулятора pH среды использовались известняк и зола. Исследованиями получены положительные результаты. Результаты получены использованием золы приблизительные или более хорошие с точки зрения технологического извлечения меди, золота и серебра с таким же коммерческим качеством концентратов. При этом расход золы, по отношению к известняку, больше 23%.

Literatura

1. Hidraulički transport i deponovanje pepela Gacko —konceptualno rešenje. — RI, Beograd, 1986.
2. Studija mogućnosti upotrebe filterskog pepela TE Gacko za regulisanje alkalnosti pulpe u flotacijama. — RI, Beograd, 1987.
3. Tehnički izveštaj o izvršenim laboratorijskim opitima zamene kreča pepelom iz TE Gacko u procesima selektivne flotacije minerala bakra i cinka. — RI Beograd, 1987.
4. Rogić V., Mačkić N., Matković B. Paljević M., Grk B., Glogovac D.: Neutralizacija elektrofiltrarskog pepela TE Gacko
5. Knežević D., Grbović M., Petrović M. 1986: Istraživanje mogućnosti i uslova za primenu hidrauličkog transporta i deponovanja pepela TE Gacko, — Rudarski glasnik, 4/86 Beograd.
6. Stanojlović R., Budić I., Knežević M., Spasovski B., Radošević N., Jovanović R., Stanojlović D. 1987: Ispitivanje mogućnosti primene pepela iz termoelektrane Bor, kao regulatora pH sredine u procesima flotacijske koncentracije minerala bakra. — Tehnika br. 2/87, Beograd.

Autori: dipl.inž. Branimir Monevski i mr inž., Branislav Andelković, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dipl.inž. M. Milošević, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 4.5.1989., prihvacen 16.5.1989.

ANALIZA GUBITAKA MINERALA BAKRA U JALOVINI FLOTACIJE RUDE LOKALITETA „CEMENTACIJA“ — KRAKU BUGARSKU, BOR

Gojko Hovanec — Mirjana Dinić — Milan Milošević

Uvod

Ruda lokaliteta „Cementacija“ — Kraku Bugarsku spada u grupu složenih sulfidno—oksidnih ruda u kojoj bakar u vidu oksidnih minerala učestvuje iznad 25%. I pored intenzivnog menjanja tipa kolektora, posebno onih koji se koriste pri tretiranju u svetu sličnih tipova rude, u laboratorijskim opitim flotacijskim koncentracijama ostvarena su relativno niska iskorišćenja bakra. Posebno se to odnosi na iskorišćenje oksidnih minerala bakra. Primenom analitičkog postupka utvrđivanja oblika pojavljivanja bakra u jalovini i rudi, konstatovano je u ispitivanoj rudi prisustvo sledećih minerala bakra:

U vidu minerala	% Cu,	Raspodela bakra, %
Malahita	CuCO ₃ (OH) ₂	0,013
Kuprita	Cu ₂ O	0,140
Halkozina	Cu ₂ S	0,120
Kovelina	CuS	0,031
Halkopirita	CuFeS ₂	0,169
Ukupnog bakra	0,463	100,00

Laboratorijskim ispitivanjima (izvršeno je 11 opita flotacije) ostvarena su sledeća iskorišćenja:

- sulfidnog bakra u opsegu od 78 do 88%
- oksidnog bakra od 12 do 24%
- iskorišćenje ukupnog bakra se kretalo od 62 do 77%

Analiza sadržaja bakra u jalovini ovih opita pokazala je visoko učeće oksidnog bakra. Iz navedenih razloga bilo je neophodno da se u jalovini karakteristične grupe opita, u kojima je neposrednom flotacijom ostvareno najveće iskorišćenje oksida bakra, utvrede mineraloški oblici izgubljenog bakra, što bi olakšalo usmeravanje daljih istraživanja i unelo izmene i dopune u režim flotacije i poboljšalo tehnološke rezultate.

Pokušalo se da se ova identifikacija bakra obavi pomoću elektronskog mikroskopa ili na neki drugi način. Na žalost, u našoj zemlji nije pronađena zato sposobljena institucija. Zbog toga je rešenje potraženo u primeni racionalne hemijske analize oblika prisutnog bakra. Pri izradi analize pošlo se od sledećih kriterijuma:

- racionalnoj analizi bakra podvrći jalovinu iz koje je prethodno izdvojena magnetična frakcija. Na samoj magnetičnoj frakciji uraditi analizu oblika prisutnog bakra.
- Jalovinu bez magnetične frakcije sejanjem razvrstati u frakcije krupnoće +200 i —200 meša. Svaku klasu krupnoće posebno analizirati i videti sadržaj bakra u njima.
- Da bi se dobila dovoljna količina magnetične frakcije, neophodno je bilo da se analizi podvrgnu jalovine tri slična opita.
- Odlučeno je da se za ovu analizu koriste jalovine opita br. 1/KB 4/KB i 5/KB u kojima su ispitivani uljni kolektori firme Minerec: M-A, M-B i M-2044. Treba napomenuti da se ovi uljni kolektori pretežno koriste pri flotaciji sulfidno—oksidnih ruda bakra.

Prikaz i komentar rezultata analize

U tablici 1 data je distribucija bakra sa prosečnim kvalitetima koncentrata iz pomenutih opita pri čemu je skupa jalovina ovih opita podvrnjuta racionalnoj analizi bakra. Dobijen je nešto veći sadržaj bakra u ulaznoj rudi, jer je racionalnom analizom bakra u jalovini flotacije utvrđen nešto viši sadržaj bakra od sadržaja koji je ostvaren u opitima flotacije. Smatramo da je razlika relativno mala i zato je analiza oblika izgubljenog bakra utoliko dragocenija. Ona je uputila na niz zaključaka značajnih za dalja istraživanja.

Na bazi dobijenih rezultata analize mogu se izvući sledeće konstatacije:

- malahit je u koncentratu bakra iskorišćen sa svega 19,6%
- od izgubljenih 80,4% malahita u jalovini 31,8% je zastupljeno u frakciji +200 meša, 42,8% je izgubljeno u frakciji —200 meša, dok je 5,8% malahita zastupljeno u magnetičnoj frakciji
- od kuprita, prisutnog u rudi, u koncentrat flotacije je prevedeno svega 14,59%, dok je u jalovini ostalo 85,4 % kuprita. Pri ovom je u frakciji +200 meša, ostalo 28,17% kuprita, u frakciji —200 meša je izgubljeno 56,46%, dok je u magnetičnoj frakciji konstatovano svega 0,78% bakra u vidu kuprita.

Interesantna je raspodela sulfida po produktima flotacije:

- u koncentrat flotacije prevedeno je više od 83% halkozina
- kovelin, koji je u rudi prisutan sa svega 8,16%, iskorišćen je u koncentratu bakra sa 85%
- iznenađuje da je halkopirit, koji je najzastupljeniji u rudi od svih sulfida (sa 39,6%) iskorišćen u koncentratu bakra sa 72%.

Gubitak sulfida u jalovini je sledeći:

- od ukupno izgubljenih 16,73% halkozina u jalovini, 9,86% je u frakciji +200 meša, 6,76% je u frakciji —200 meša, dok je u magnetičnoj frakciji zastupljeno svega 0,11% halkozina
- u jalovini je izgubljeno 14,95% kovelina. Od toga, u frakciji +200 meša 3,95%; u frakciji —200 meša 10,52%, a u magnetičnoj frakciji ostaje svega 0,48% izgubljenog kovelina
- od 27,92% izgubljenog bakra u jalovini u obliku halkopirita, 13,62% je prisutno u frakciji +200

meša, 13,85% u frakciji —200 meša, a u magnetičnoj frakciji se distribuira svega 0,45% halkopiritnog bakra

- u celini gledano, od ukupno izgubljenih oksida u jalovini flotacije, a to je 85,17%, u frakciji +200 meša je otislo 28,33%, u frakciji —200 meša 55,77%, dok je u magnetičnoj frakciji locirano 2,07% bakra iz oksidnih minerala
- ukupno je u jalovini izgubljeno 22,18% sulfida od čega na frakciju +200 meša otpada 11,13%, na frakciju —200 meša 10,67%, dok magnetična frakcija nosi u sebi svega 0,38% izgubljenog bakra u vidu sulfida

Na kraju, analizom gubitka ukupnog bakra može se konstatovati:

- u jalovini flotacije je izgubljeno 35,3% ukupnog bakra od čega na frakciju +200 meša otpada 14,73%, na frakciju —200 meša 20,09%, dok magnetična frakcija nosi svega 0,28% ukupnog bakra.

Da bismo što realnije sagledali zastupljenost pojedinih minerala bakra, izgubljenih u jalovini flotacije, sačinjen je tablični prikaz distribucije bakra u samoj jalovini i to u frakcijama +200 meša i —200 meša, magnetičnoj frakciji i skupnoj jalovini. Ovaj bilans je prikazan u tablici 2.

Na bazi ove analize mogu se dati sledeće konstatacije:

- u jalovini je izgubljeno:
 - 2,28 % bakra u vidu malahita
 - 48,14 % bakra u vidu kuprita ili možda tenorita
 - 15,00 % bakra u vidu halkozina
 - 3,43 % bakra u vidu kovelina i
 - 31,16 % bakra u vidu halkopirita
- dominantan gubitak bakra je u vidu kuprita, halkopirita (79,30%) i halkozina (ukupno 94,3 procenta)
- zanemarljiv je gubitak bakra u vidu kovelina (3,43%) i malahita (2,28%).

Analizirajući distribuciju izgubljenog bakra po pojedinim mineralima može se konstatovati:

- od ukupno izgubljenog malahita je u frakciji +200 meša prisutno 39,85%. U frakciji —200 meša je izgubljeno 53,07% malahita, dok je u magnetičnoj frakciji ostalo 7,08% bakra u vidu ukupno izgubljenog malahita

Bilans bakra po prosečnim rezultatima opita br. 9, 10 i 11 uključujući rezultate racionalne analize bakra u jalovini i magnetičnoj frakciji iz jalovine
Tablica 1

Proizvodi flotiranja	M, %	Malanit		Kuprit		Ukupno oksidi		Halkozin		Kovelin		Halkopirit		Ukupno sulfidi (9 + 11 + 13)		Ukupni bakar (7 + 15)		
		Cu %	Raspodela, %	Cu, %	Raspodela, %	Cu, %	Raspodela, %	Cu, %	Raspodela, %	Cu, %	Raspodela, %	Cu, %	Raspodela, %	Cu, %	Raspodela, %	Cu, %	Raspodela, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ULAZ	100,00	0,005	100,00	0,099	100,00	0,104	100,00	0,156	100,00	0,040	100,00	0,194	100,00	0,390	100,00	0,490	100,00	
K-1	2,61	—	—	—	—	0,250	—	6,33	—	—	—	—	—	—	9,11	60,76	9,36	49,47
K-2	3,87	—	—	—	—	0,226	—	8,50	—	—	—	—	—	—	1,720	17,06	1,95	15,23
K ₁ + K ₂	6,48	0,015	19,6	0,22	14,59	0,236	14,83	2,00	83,27	0,525	85,05	2,159	72,08	4,684	77,82	4,92	64,70	
Jalovina	93,52	0,0043	80,4	0,0895	85,41	0,0938	85,17	0,0279	16,73	0,0064	14,95	0,0579	27,92	0,0922	22,18	0,186	35,30	
jalovina + 0,075 mm	30,44	0,0040	31,8	0,070	28,17	0,074	28,33	0,039	9,86	0,004	3,95	0,067	13,62	0,110	11,13	0,184	14,73	
Jalovina -0,075 mm	52,70	0,0040	42,8	0,105	56,46	0,109	55,77	0,020	6,76	0,008	10,52	0,051	13,85	0,079	10,67	0,188	20,09	
Magnet.frekacija iz jalovine	1,38	0,020	5,8	0,055	0,78	0,075	2,07	0,011	0,11	0,012	0,48	0,063	0,45	0,086	0,38	0,161	0,28	

Skupni bilans bakra po racionalnoj analizi jalovine iz opita flotiranja br. 9, 10 i 11

Tablica 2

Proizvodi	M, %	Bilans bakra po obliku prisustovanja (horizontalno i vertikalno)						Ukupni Cu	Raspod. %
		Malahit	Kuprit	Halkozin	Kovelin	Raspod. %	Cu, %		
Jalovina bez magnetita:									
+ 0,075 mm	42,17	0,004	39,85	0,070	32,98	0,039	59,00	0,004	78,25
- 0,075 mm	56,35	0,004	53,07	0,105	66,11	0,020	40,42	0,008	20,91
Ukupna jalovina bez magnetita	98,52	0,004	92,92	0,092	99,09	0,028	99,42	0,006	99,16
Magnetit skupni	1,48	0,020	7,08	0,055	0,81	0,011	0,58	0,012	0,84
Skupna jalovina	100,00	0,0043	100,00	0,0895	100,00	0,0279	100,00	0,0064	100,00
Skupna jalovina: raspodela ukupnih sadržaja bakra	—	0,0043	2,28	0,0895	48,14	0,0279	15,00	0,0064	3,43
								0,0579	31,16
								0,186	100,00

- u frakciji +200 meša je ostalo 32,98% bakra u vidu ukupno izgubljenog kuprita. U frakciji –200 meša je ostatak kupritnog bakra od 66,11%. U magnetičnoj frakciji je zastupljeno svega 0,81% bakra u vidu ukupno izgubljenog kuprita
- interesantno je, da je više izgubljeno halkozina u frakciji +200 meša — 59,00%, a u frakciji –200 meša — 40,42%. Magnetična frakcija nosi u sebi svega 0,58% bakra izgubljenog u vidu halkozina
- gubitak kovelina ne bismo komentarisali, s obzirom da je u obliku ovog minerala izgubljeno svega 3,43% od ukupno izgubljenog bakra u jalovini. Smatramo korisnim da se istakne da je u frakciji +200 meša od ukupno izgubljenog kovalina otišlo 78,25%
- ukupno izgubljeni bakar u vidu halkopirita je skoro ravnomerno raspoređen u frakcijama +200 i –200 meša i iznosi oko 49%
- interesantno je istaći raspodelu ukupno izgubljenog bakra koja je:
 - u frakciji +200 meša ostalo je 41,77% od ukupno izgubljenog bakra
 - u klasi –200 meša ostalo je 56,98% ukupnog bakra dok je u magnetičnoj frakciji ostalo svega 1,27% od ukupno izgubljenog bakra

Zaključak

Na bazi do sada datog komentara rezultata analize mogu se izvući sledeći zaključci:

- u jalovinu flotacije odlazi 85% neiskorišćenog kuprita. Ovo ukazuje da u obavljenim ispitivanjima nisu korišćeni režimi flotacije koji bi obezbedili veće iskorišćenje bakra iz kuprita. Zbog toga se u narednim ispitivanjima problemu uspešnijeg flotiranja kuprita mora posvetiti odgovarajuća pažnja;
- treba da se svestrano ispitaju morfološka (kristalografska) svojstva kuprita prisutnog u rudi i tako konstatuje da li je kuprit uopšte sposoban da flotira ili ne;
- relativno nisko iskorišćenje halkopirita isto tako zahteva da se u narednim istraživanjima posveti odgovarajuća pažnja njegovom uspešnijem flotiranju;
- visoko učešće ukupno izgubljenog bakra u frakciji jalovine +200 meša nalaže da se u narednim ispitivanjima mora unaprediti režim „otvaranja“ krovine uz što minimalnije premeljavanje.

SUMMARY

Analysis of Copper Mineral Losses in Flotation Tailings of Locality „Cementacija“ — Kraku Bugarsku Ore, Bor

Recovery of oxide copper is a specific problem in flotation of complex sulphide–oxide copper ores. The scope of difficulties mainly depends on mineralogical composition, as well as on the type of gangue rock mass. In the case of ore from deposit „Cementacija“ — Kraku Bugarsku near Bor it was found that change of the collector and sulphidizer does not afford satisfactory results. Copper recoveries are low, and selectivity regarding pyrite unsatisfactory. Hence, use was made of a substantial (rational) analysis procedure for analyzing the form of copper content in copper lost in flotation tailings.

The results of this analysis together with necessary outline and comments are given in this paper.

We consider that the procedure and results may be of specific interest for broader mining public, particularly in the area of metallic mineral dressing.

ZUSAMMENFASSUNG

Analyse der Mineratverluste von Kupfer in den Flotationsabgänge des Erzes im Bereich „Zementacija“ — Kraku Bugaresku, Bor

Bei der Flotation vielseitiger sulfidischen—oxydischen Erze von Kupfer ein besonderes Problem ist die Ausnutzung von oxydischem Kupfer. Der Grad der Problemen hängt überwiegend von der erzlicher Zusammensetzung, so wie auch von der Nebengesteinsmasse ab. Bei dem Erz der Lagerstätte „Zementacija“ — Kraku Bugaresku in der Nähe von Bor, hat es sich erwiesen dass sich die Veränderung vom Typ des Sammlers, so wie der Sulfidierung, nicht zu befriedigte Ergebnisse führt. Die Ausnutzung vom Kupfer ist klein, und auch die Trennschärfe zum Pyrit ist unbefriedigt. Deswegen, ist das analytische Verfahren der Substanzanalyse (der rationelle) mit vertreten vom Kupfer in dem Flotationsabgang vom verlorenem Kupfer.

Die Ergebnisse dieser Analyse werden mit benötigten Vorstellungen und Kommentaren in diesem Absatz gegeben.

Wir glauben des Dieses Verfahren und die Ergebnisse der Analyse eine Interesse haben können für die verbreitete Bergwerksöffentlichkeit, aber besonders im Gebiet der Erzaufbereitung.

РЕЗЮМЕ

Анализ потерь минералов меди в хвостах флотации руды из месторождения "Цементация" — Краку Бугареску, Бор

При флотации комплексных сульфидно—окисленных руд меди извлечение окисленной меди представляет собой особую проблему. Степень трудности, преимущественно, зависит от минералогического состава и типа вмещающих пород. Для руды месторождения "Цементация" — Краку Бугареску вблизи Бора утверждено, что изменение типа собирателя и сульфидизационного вещества не обеспечивает получение удовлетворительных результатов. Извлечение меди очень малое а избирательность по отношению пирита не удовлетворяет. Вследствие этого использован аналитический способ субституционного анализа вида меди в хвостах флотации.

В этом докладе даются результаты анализа с необходимым обзором и дискуссией.

Мы думаем что способы и результаты анализа интересны, особенно в области обогащения металлического сырья.

Literatura

1. Maksimović S., 1974: Fazna analiza rude bakra.
— Rudarski glasnik br. 2/74, Beograd.
2. Hovanec G., 1986: Hemiske metode koncentracije
rude zlata, srebra, i bakra, Rudarski institut, Beograd.

Autori: prof. inž. Gojko Hovanec, stručni savetnik u penziji dipl.inž.Mirjana Dinić i dipl.inž.Milan Milošević, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dr inž. D.Ivanković, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 4.5.1989, prihvaćen 16.5.1989.

UDK 622.82:622.332 „Aleksinac“
Originalni naučni rad
— Primenjeno-istraživački

ISTRAŽIVANJE UZROKA I POSLEDICA KATASTROFALNOG POŽARA U JAMI MORAVA RUDNIKA ALEKSINAC

(sa 7 slika)

Aleksandar Ćurčić

Uvod

U jami Morava rudnika Aleksinac 6.6.1983. godine u 1 smeni pojavio se požar na širokom čelu iznad ventilacionog hodnika, koji je dan kasnije, 7.6.1983. godine oko 19,15 časova upalio metan. Široko čelo je bilo opremljeno mehanizovanom hidrauličnom podgradom „Westfalia“, tip BS-22 P.

Cilj ovog članka je da prikaže uslove, uzroke i posledice ovog požara, kao i pokušaje njegove sanacije koji su bili bezuspešni.¹⁾

Osnovni podaci o rudniku

Jama Morava otvorena je sa tri okna od kojih je jedno izvozno duboko 573 m i dva su ventilaciona. U eksploataciji su dva revira — južni i severni. Uslovi za eksploataciju su vrlo teški i složeni. Otkopavanje je vršeno stubnim otkopima — „Alek-sinačka metoda“ i jama je uvek bila ugrožena požarima. Silaskom radova u dubinu povećava se gasonosnost ležišta i dolazi do čestih paljenja i eksplozija metana, ponekad sa teškim posedicama.

1) U istraživanjima učestvuje i Republička zajednica nauke Srbije, Beograd

Rudnik je doneo odluku da izmeni tehnologiju otkopavanja i pređe na otkopavanje širokim čelom i SHP podgradom i da u prvoj fazi otkopava samo 2/3 sloja, a da se podgrada montira ispod krovinskog škriljca. U drugoj fazi, da se pređe na spuštanje podgrade na podinu i poduhvatanje krovinskog dela sloja za otkopavanje sa dobijanjem krovnog uglja.

U ležištu jame Morava razvijen je jedan sloj debljine 5–7 m. Neposrednu krovinu ugljenog sloja čine uljni škriljci, čija je debljina 50–80 m, a podinu glinoviti i liskunoviti peščari, uljni škriljci, glinci i ugalj. Pojas koji je bio pripremljen za otkopavanje u severnom reviru između kota — 370 m i —408 m poremećen je po padu rasedima na svakih 50 m, a u četiri slučaja za celu debljinu ugljenog sloja, kako je to prikazano na slici 1 (dokumentacija rudnika). U poremećenim zonama ugalj u većini slučajeva ima maksimalnu debljinu i zdrobljen je.

Na osnovu rezultata istraživanja samozapaljivosti uglja utvrđeno je da je ugalj iz jame Morava izrazito sklon samozapaljenju i pripada IV kategoriji opasnosti, jer mu je indeks sklonosti SZp od 115 do 188°C. Aleksinački ugalj je najviše sklon samo zapaljenju od svih vrsta ugljeva u Jugoslaviji.

Jama Morava je metanska jama i prognozna metanoobilnost iznosi $4,04 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{tru}$, a prosečna apsolutna $0,58 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$.

Fizičko-mehaničke karakteristike uglja i pratećih stena su vrlo nepovoljne. Ugaj ima nosivost na pritisak $10,63\text{--}131,72 \text{ dN/cm}^2$, a podinski glinoviti peščar $15,8\text{--}35,1 \text{ dN/cm}^2$, dok uljni škriljci u krovini imaju znatno veće vrednosti od $714\text{--}883 \text{ dN/cm}^2$.

Prirodni uslovi eksploatacije izrazito su povoljni za razvijanje oksidacionih procesa. Ugaj je vrlo sklon oksidaciji, poremećen je mikrorasedima na kratkim rastojanjima i u rasednim zonama je vrlo zdrobljen. Nepovoljne fizičko-mehaničke osobine uglja uzrokuju da se pri izradi jamskih prostorija stvaraju proručci a time i proširenja u krovu prostorije „kolibe“, koje je vrlo teško održavati i u kojima često dolazi do pojava opasnih oskidacionih procesa i požara.

Analiza načina pripreme otkopnog pojasa za otkopavanje u odnosu na projektovanu tehnologiju

Otkopni pojas između TH-1 kota -408 m i VH-1 kota -370 m pripremljen je za otkopavanje širokim čelom dugim 80 m kako se to vidi iz slike 2. Lokacija uskopa za široko čelo bila je uslovljena jednim rasedom koji dijagonalno seče ugljeni sloj (severoistok – jugozapad). Prvi uskop za široko čelo bio je lociran i izrađen sa kote $-384,7 \text{ m}$ iz TH-1, ali pošto je uskop rađen sa dve strane, njegov probaj nije bio dobar, što je uslovilo izradu novog, na rastojanju 30 m od prethodnog, prema izlazu, sa kote $-388,5 \text{ m}$. Novi uskop je presekao stari i bio je izrađen u jalovini cca 10 m . Novi uskop za široko čelo bio je izrađen po usponu od 25° , a od probaja sa VH-1 uspon je ublažen na 10° . Od hodnika VH-1 pa do raseda uskop je imao u krovini $0,3\text{--}2,0 \text{ m}$ uglja u dužini od $20,0 \text{ m}$ kako se to vidi na slići 2. Između raseda, hodnika TH-1 i novog uskopa za široko čelo ostao je trougao sa površinom cca 6.600 m^2 i približno 60.000 tru .

Za predviđeni način otkopavanja prvog pojasa, u probnom radu, pod direktnom krovinom – uljnim škriljcem, otvaranje nije dobro izvršeno iz sledećih razloga:

– oba hodnika, kako se to vidi iz slike 1, izrađena su uglavnom kroz sloj i to bliže njegovoj podlini,

- odnosno veći deo sloja ostao je iznad ovih prostorija, a prostorije su na nekim mestima rađene i 2 m u podinskom glinovitom peščaru.
- otkopni pojas između kota $-408 \text{ i } -370 \text{ m}$ nema u celoj svojoj dužini širinu od $80,0 \text{ m}$ i kako je izvršena priprema, vrh širokog čela bi posle napredovanja od cca 15 m ušao u stari rad višeletežeg pojasa koji je otkopan. Nije uzeta u obzir prava granica starog rada, koja je spuštena za cca 5 m , kako je to prikazano na slici 2, presek $1 - 1'$;
- da bi se kod napredovanja širokog čela izbegao stari rad, potrebno je da se ono zaokrene i dijagonalno seče sloj. Gornji kraj čela trebalo bi da napreduje za 40 m , a donji da stoji u mestu. Međutim, dijagonalno čelo ne bi moglo to da ostvari, jer to ugrađena oprema ne omogućuje;
- deo sloja koji je ostao u trougu, bio je pripremljen za otkopavanje stubnom otkopnom metodom i to na cca 12 m iz izrađenog novog uskopa, kako se to vidi iz slike 2.

Prema izloženom, način na koji je otvoren otkopni pojas između hodnika TH-1 i VH-1 nije obezbeđivao eksploaciju MHP podgradom u ovom pojusu po projektovanoj tehnologiji.

Analiza uticaja stubnog otkopavanja uglja, iza uskopa za široko čelo, na razvijanje oksidacionih procesa

Iza otkopnog uskopa, kao što je već rečeno, izrađen je sistem rudarskih radova za dve otkopne etaže sa ostavljanjem zaštitnog stuba između uskopa za široko čelo širokog samo cca 12 m , što je bilo nedovoljno.

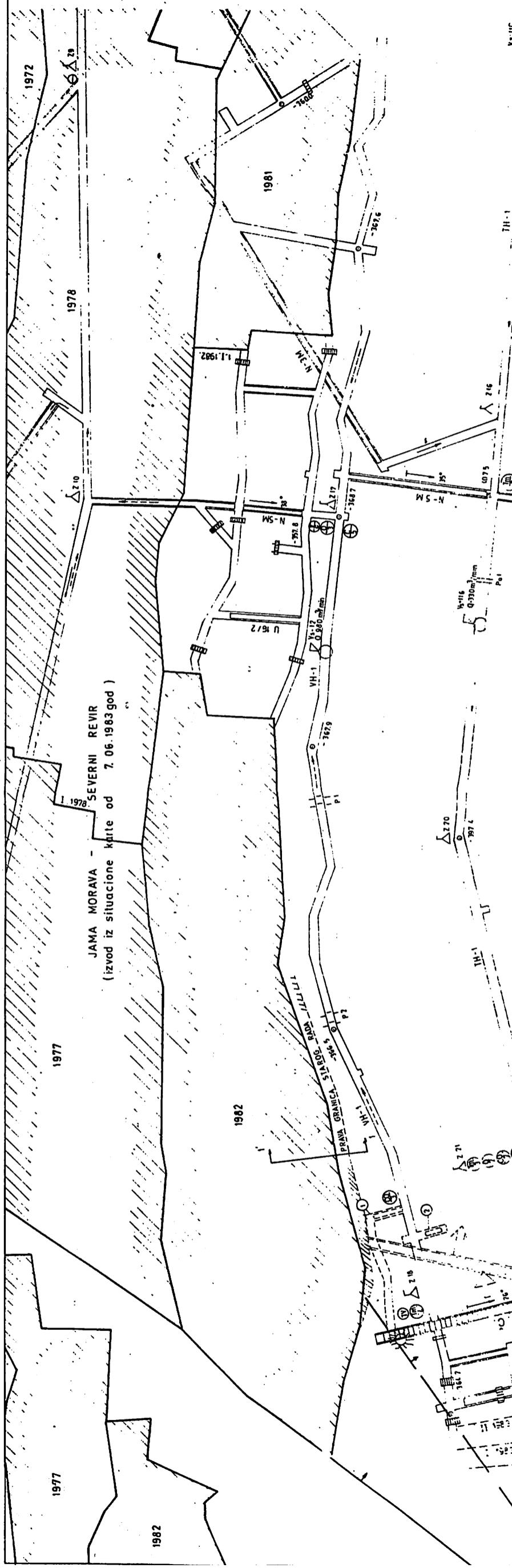
Proces otkopavanja iza otkopnog uskopa za široko čelo, vršen stubnom otkopnom metodom (sl. 3), praćen je pojavama endogenih požara, te se otkopavanje odvijalo uz stalne protivpožarne intervencije i etapna zatvaranja, da bi ovaj deo jame bio definitivno zatvoren 17. februara 1983. godine. Otkopni radovi iza otkopnog uskopa u periodu od 20. januara 1983. godine, kada je uskop završen, do 19. marta 1983. godine, kada je počela montaža SHP „Westfalia“, tip BS-22 P, izazivaju intenzivne manifestacije jamskog pritiska, naprezanja i koncentraciju napona u pojusu u kome je uskop bio izrađen. Koncentracije napona su izazvale intenzivne deformacije prethodno postavljene drvene podgrade i dezintegraciju materijala u krovini.

VERTIKALNI PRESEK KOTE -370

VERTIKALNI PRESEK KOTE -408

DOKUMENTACIJA RUDNIKA

Slika 1.

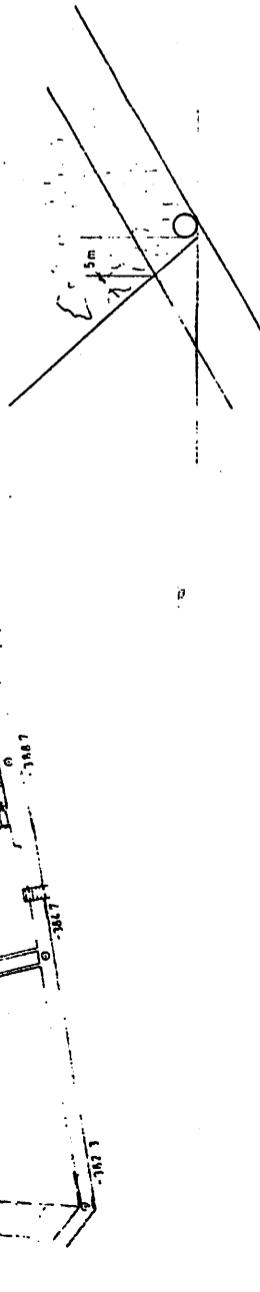


LEGENDA:

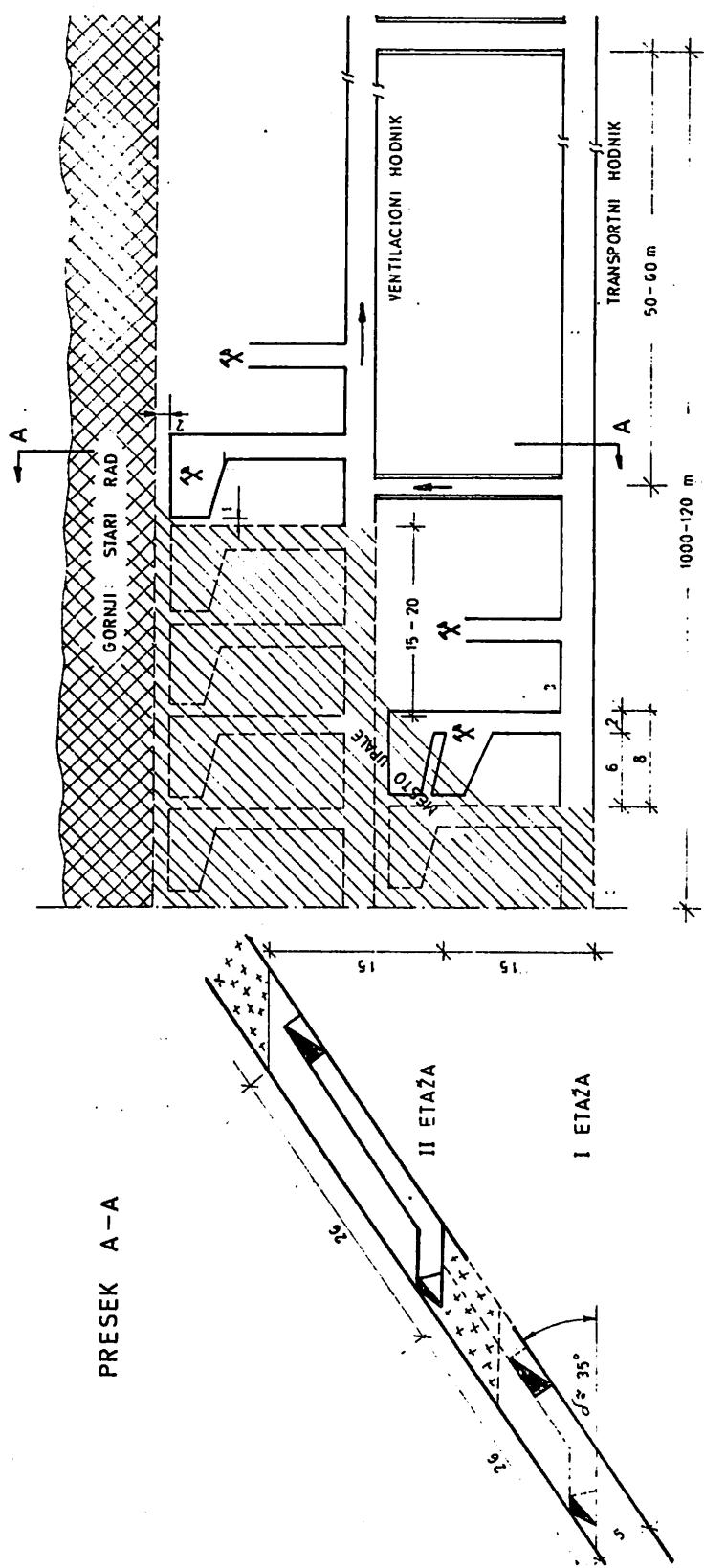
- (1) DAVAC KONCENTRACIJE METALA C75-577
- (2) DAVAC SADRJAJA KISIJENKA U VODI UND 2%
- (3) DAVAC PRVNE VZRADNIH LIVINA AT14 G79
- (4) AP TIPNO RADILISTE
- (5) VENTILACIONI KAMAL UBACI IN PROSETI NEGRUČ
- (6) KUMORA 17 KOLE CI OVRVJAVAJU I PUSLI NI SREĆI

- (7) VLAZNA VADUĆA STRUJA
- (8) VLADNA VADUĆA STRUJA
- (9) VETRENA STANICA
- (10) ALARMNI SIGNALIZATOR (izvuciši marofon) ASA -80
- (11) DAVAC TEMPERATURE VADUĆA C75 797
- (12) DAVAC TEMPERATUR NASTINA C75 797
- (13) DAVAC KONTAKTNI RATNIK LIJED UNDR-1
- (14) DAVAC KONCENTRACIJE CO UNDR-1
- (15) DAVAC BIZINE VADUĆE STRUJE U CEVIMA ZA SEPARACIJU PROSTRAVNIC C75-791

PRESEK 1-1'



Slika 2.



Sl. 3 – Šema otkopnog polja u rudnicima Aleksinac sa dnu otkopne stubno-kamorne etaže.

Analiza uticaja ventilacije na razvijanje oksidacionih procesa

Provjetravanje severnog revira vršeno je oknom br. 3 ventilatorima „Termoelektr”, tip PC 160-K₂ sa sledećim tehničkim karakteristikama:

$$Q = 90,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$h = 981 \text{ Pa}$$

$$n = 640 \text{ o/min}$$

$$N = 50 \text{ kW}$$

Za separatno provjetravanje korišćeni su cevni ventilatori AP2-630/II sa prečnikom 600 mm.

Provjetravanje širokog čela od transportnog hodnika na K-480 m do ventilacionog hodnika na K-370 m vršeno je protočno sa količinom vazduha od 900 m³/min. U protočnom delu širokog čela koncentracija metana kretala se oko 0,2%. Provjetravanje slepog dela širokog čela, odnosno dela širokog čela iznad ventilacionog hodnika, vršeno je ventilatorom za separatno provjetravanje, čiji je kapacitet 216 m³/min, a koji je lociran na oko 20 m od širokog čela u transportnom hodniku na K-408 m. U slepom delu čela koncentracija metana kretala se od 0,4 do 0,6%. Položaj separatnog ventilatora i ventilacionih cevi prikazan je na slici 4.

Delimično otkopani deo iza uskopa za široko čelo izolovan je sa dva zida u hodnicima TH-1 i VH-1. Prostor u izolovanom delu bio je zahvaćen požarima, a zidovi koji su bili izgrađeni nisu dobro sprečavali proticanje vazduha pored bokova, tako da je požar u izolovanom prostoru dobijao svež vazduh. Pod uticajem požarne depresije vazduh je bio prosišavan kroz izolovani prostor, što je takođe uticalo na pojavu požara duž raseda R-7a u prostoru slepog dela širokog čela.

Montaža opreme širokog čela i pojava požara u tim uslovima

Montaža MHP „Wesfalia”, tip BS-22P počela je u severnom reviru Jame Morava 19.3.1983. godine i trajala je do 30.5.1983. godine, odnosno ukupno 73 dana. Isprobavanje funkcionalnosti podgrade počelo je 1.6.1983. godine i trajalo je do momenta nesreće.

Na probnom otkopu širokog čela, u sklopu provere funkcionalnosti sekcija MHP kao i čitavog fronta otkopa u delu širokog čela između TH-1 i

VH-1, izvršena su pomerenja za dva koraka ili za dužinu 1,30 m. Gornji deo, odnosno slepi deo širokog čela iznad ventilacionog hodnika pomeren je za jedan korak, odnosno za 0,625 m. Pri tome je došlo do obrušavanja krovinskih naslaga iznad sekcija MHP i to u predelu raseda R-7a na dužini približno oko 12 m.

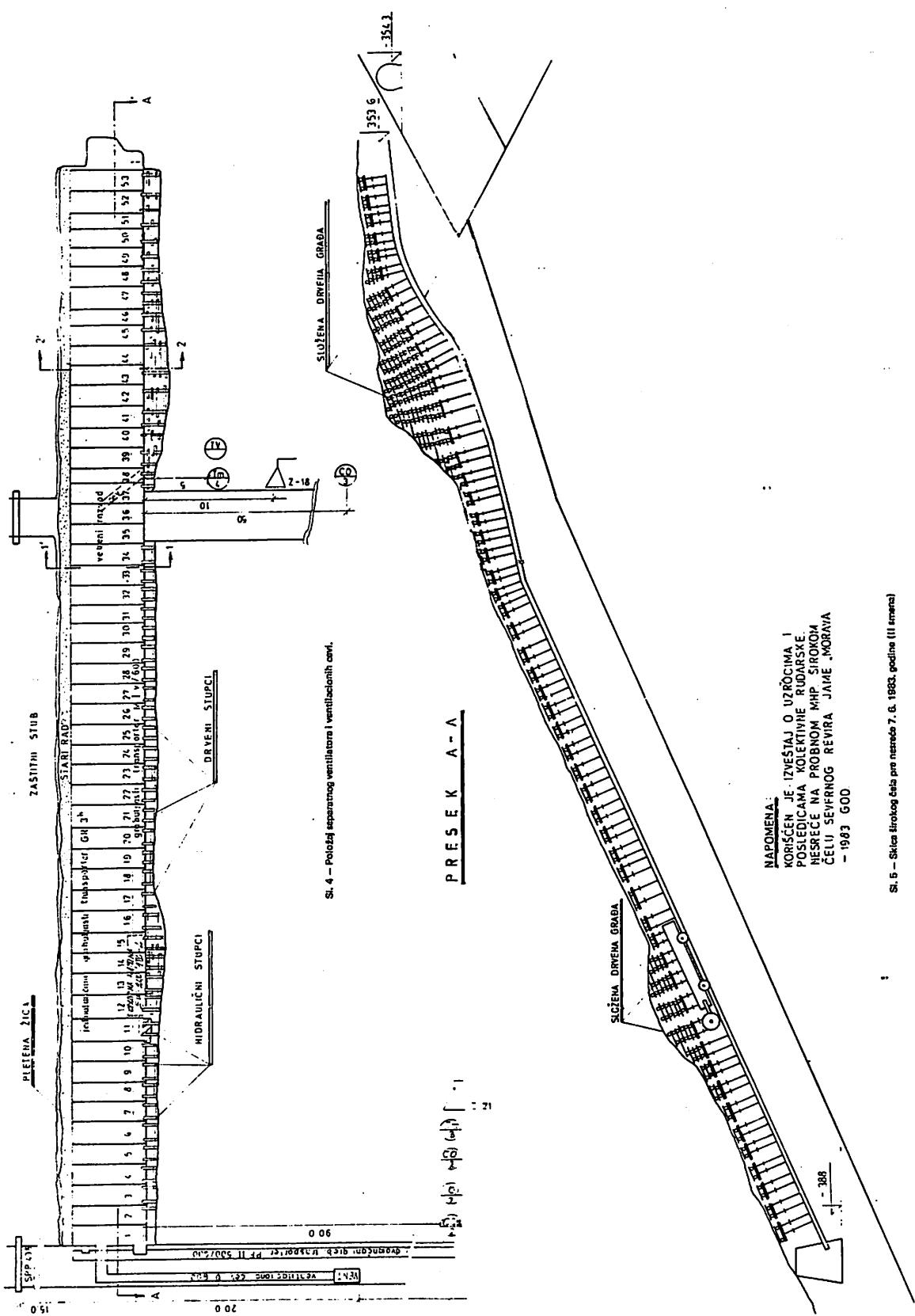
Usléd upinjanja podgrade došlo je do dezintegracije poduhvaćenog uglja, što je prouzrokovalo njegovo ispadanje iz krova i iznad podgrade tako da je podgrada ostala bez oslonca, kako je to prikazano na slikama br. 4, 5 i 6.

U periodu montaže čela sve do nesreće bila je povećana oksidacija uz pojavu jamskih požara. Od 4.4.1983. godine do 6.6.1983. godine bilo je ukupno 7 jamskih požara uglavnom u protočnom delu čela. Ovi požari su uspešno sanirani. Zagrejani ugalj i žar su „istreseni”, mesta su rashlađena vodom i krečnim mlekom, a deo štuba prema starom radu iza sekcija obložen je čeličnom mrežom i izopenom. Požari koji su se javljali u „kolibama” transportnog hodnika na K-408 m i ventilacionog hodnika na K-370 m takođe su brzo i uspešno sanirani. Temperatura na širokom čelu kretala se od 28 do 30°C, da bi se kritičnog dana 7.6.1983. godine od 7 časova u izlaznoj vazdušnoj struci u ventilacionom hodniku povećala do 37°C.

Rudarske prostorije, transportni hodnik na K-408 m i ventilacioni hodnik na K-370 m, kao i samo široko čelo, razvrstani su u III stepen opasnosti od metana. U ovim prostorijama sva ugrađena elektro oprema i instalacije bile su zaštićene od eksplozije, a eksplozivna sredstva (eksploziv i elektro detonatori) su odgovarali za rad u metanskim jamama. Ugrađeni elektro uređaji i instalacije su dimenzionisani prema važećim propisima.

Kontrola metana na širokom čelu u severnom reviru u kritičnoj smeni vršena je sa 4 interferometra Ši-10. Kontrola ventilacionog i gasnog stanja, kako na širokom čelu tako i u transportnom i ventilacionom hodniku, vršena je i novougrađenim sistemom za daljinsku kontrolu parametara ventilacije, gasova i govornom komunikacijom u obe pravce.

Na grafičkoj dokumentaciji, slike 2 i 5, prikazano je stanje na širokom čelu, posle nesreće, sa svim detaljima rasporeda opreme i uređaja za kontrolu gasnih i ventilacionih parametara, kao i glasnogovorno sporazumevanje.



Iz prikazanog stanja na grafičkoj dokumentaciji može da se zaključi da su uslovi za pokretanje širokog čela bili vrlo nepovoljni jer, osim prorušavanja na rasedu R-7a između 37 i 50 sekcijske, bio je obrušen ugalj iz krova i između sekcijske 10 i 17. Visina prorušenog uglja iznad podgrade iznosila je na rasedu R-7a i do 5 m. Da bi se poduhvatilo ugalj i sprečilo dalje prorušavanje, ispred podgrade MHP postavljene su drvene grede oslonjene na podgradu i učvršćene frikcionim stupcima.

Analiza posledica požara

Prva veća pojava endogenog požara, koja je izazvala upalu metana dan kasnije, ispoljila se 6. jula 1983. godine u I smeni kada je počela intervencija spasilačkih ekipa za gašenje požara. U kritičnoj II smeni, dana 7.6.1983. godine, u otkopnom polju severnog revira jame Morava radilo se na osiguranju prolamljenih delova širokog čela elementima drvene podgrade u pravcu napredovanja, utovaru uglja i materijala sa širokog čela u transporter pored čela i pomoćni transporter pored starog rada sa ciljem pokretanja otkopnog fronta. (Ugradnja transportera pored starog rada navodi na zaključak da se nije radilo po projektu, odnosno otkopavanju samo krovnog dela sloja, već da se odmah išlo na otkopavanje sa dobijanjem uglja iz krova).

Istovremeno, četa za spasavanje i grupa nadzorno-tehničkog osoblja radila je na istraživanju mesta jarnskog požara koji je počeo da se manifestuje u I smeni, a između sekcijske 39 i 40 u slepom delu širokog čela. Mesto gde se pretpostavljalo da je došlo do požara gašeno je vodom iznad sekcijske 39 i 44, a u blizini raseda R-7a. U toku smene došlo je do pojačanja oksidacionog procesa što se manifestovalo povećanjem koncentracije ugljen-monoksida CO (preko 0,01%), većom količinom vodene pare usled gašenja požara vodom. Rukovodilac akcije na licu mesta izdavao je naredbe da se rad separatnog ventilatora za provetrvanje slepog dela čela povremeno obustavlja zbog bolje vidljivosti na mestu intervencije. Ovo se događalo u II smeni između 15 i 18,30 časova, kada je separatni ventilator zaustavljen (18,30 časova). Na oko 30 minuta pre nesreće rastavljene su ventilacione cevi za separatno provetrvanje slepog dela širokog čela na raskrsnici ventilacionog hodnika i širokog čela, a spojene su ponovo neposredno pred upalu metana, prema izjavi radnika koji je taj posao obavio.

U toku gašenja vatre i pri normalnom radu separatnog ventilatora na senzoru, koji je bio ugrađen na vrhu širokog čela kod 49. sekcijske uz desni bok, količina metana nije prelazila 1% do 18,30 časova, dok je koncentracija ugljenmonoksida bila konstantno od početka II-ge smene preko 0,01%, a u centru kod dispečera gorela je narančasta svetiljka do koje veličine detektori registruju koncentracije.

Oko 18,45. časova u dispečerskom centru utvrđena je povećana koncentracija metana preko 5%, pa je pogonska električna energija za široko čelo automatski isključena izuzev za rad separatnog ventilatora. Odmah je dispečer centra preko interfona dao obaveštenje rukovodiocu akcije čete za spasavanje na širokom čelu preko glasnogovornog sistema u ventilacionom hodniku.

Nadzornik u transportnom hodniku primio je obaveštenje o povećanoj koncentraciji metana preko 5% u slepom delu širokog čela i nalog iz centra o povlačenju radnika. Odmah je lokalnim glasnogovornim sistemom obavestio radnike i rukovodioce akcije o povećanoj koncentraciji metana i dao nalog o povlačenju.

Ubrzo posle toga krenuo je uz široko čelo u pravcu ventilacionog hodnika, odnosno ka mestu požara, da bi od rukovodioca akcije dobio obaveštenje o razlozima zbog čega se radnici ne povlače.

U 19,12 do 19,16 časova instrumenti u dispečerskom centru počeli su da zuje, što ukazuje na kratak spoj i pretpostavku da je u tom momentu došlo do upale metana na širokom čelu.

Rukovalac energetskog voza javio je centru glasnogovornim sistemom da je došlo do udesa na širokom čelu i da ima dosta povređenih radnika i zatražio pomoć. Tog trenutka počela je akcija spasavanja povređenih radnika.

Zbog obustave separatnog ventilatora u slepom delu čela koncentracija metana merena na 49. sekcijski stalno se povećavala. Ključni detektor, koji je davao signale preko informacionog sistema, bio je udaljen od požara 5 do 7 sekcijski, odnosno 7,5–10,5 m. Ovo stanje je zabeleženo na dijagramu u 19,04 časova.

Rukovodioci akcije gašenja požara, u velikoj želji da požar ugase, pošto su ga pronašli, napravili su kobnu grešku — prevideli su da se metan koncentriše u „kolibi”, ruševini visokoj 6 m, a da

ga oni mere portabl instrumentima u visini prostorije, znatno niže od mesta žarišta i zato nalaze znatno manje koncentracije i ne povlače radnike. Oni su takođe prevideli da se sve ovo događa u uskopnom slepom delu širokog čela, da metan (CH_4) ispunjava slepi deo čela i da se srazmerno količini pritoka metana i vremenu trajanja obustave separatnog ventilatora, zapaljiva i eksplozivna smeša širi do mesta požara (sekcija 39–44). U jednom trenutku su bili ispunjeni svi potrebnii uslovi da kritična gasna smeša vazduha i metana dode u kontakt sa otvorenim požarom, što je izazvalo upalu metana i rudarsku nesreću. Ovo se dogodilo u intervalu od 19,12 do 19,16 časova. Upala metana na dijagramu je obeležena naglim povećanjem temperature na najbližoj mernoj glavi, smanjenjem kiseonika na mernoj glavi za O_2 i padom metana na nulu.

U nesreći su stradala 4 inženjera i 4 radnika, a 53 ih je teže povređeno. Od zadobijenih opekontina u bolnici je podleglo ranama 27 radnika. U momentu upale i eksplozije na širokom čelu se nalazio 61 radnik.

Sanacija požara i pokušaj pokretanja širokog čela

Posle upale metana široko čelo je izolovano pregradama kako je to prikazano na sl. 2. Prvo su postavljene pregrade P_{01} i P_1 , a zatim su postupno prebacivane sve bliže širokome čelu i to u transportnom hodniku na 20 m ispred čela, a u ventilacionom na cca 25 m. Prva mera sanacije je bila ubacivanje tečnog azota sa površine u izolovani

deo čela da bi se hladio izolovani prostor i ugušio požar. Za inertizaciju starog rada urađen je poseban tehnički projekat „Mere zaštite od endogenih požara“.

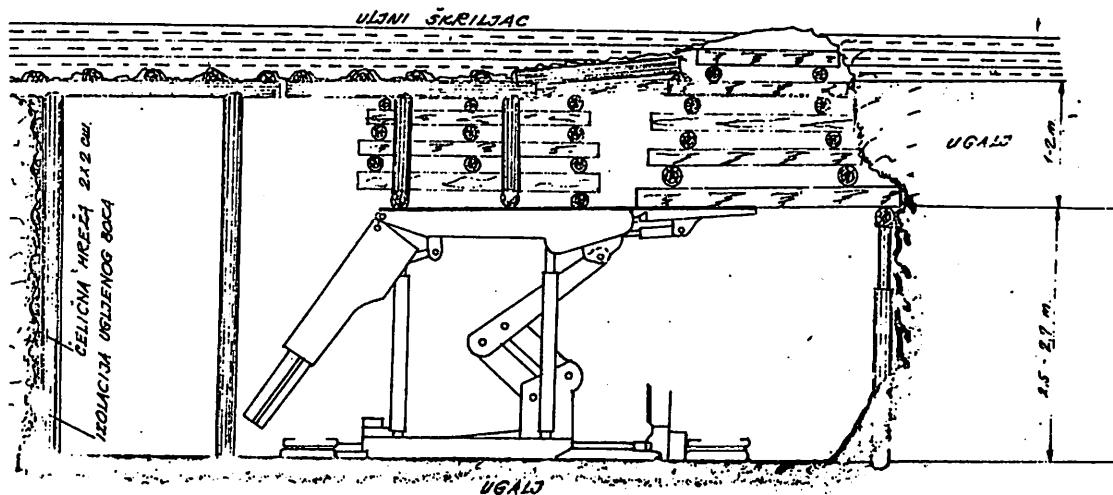
U sklopu tehničkih rešenja izrađen je poseban gasni kanal, što se vidi iz sl. 2, kako bi se obezbedilo protočno provetrvanje slepog kraka širokog čela. Između širokog čela i pregrade ventilacioni hodnik je bio stešnjen tako da je bio neprohodan.

Uslovi za pokretanje širokog čela bili su vrlo nepovoljni radi velikih prorušavanja, koja je trebalo poduhvatiti ispred čela.

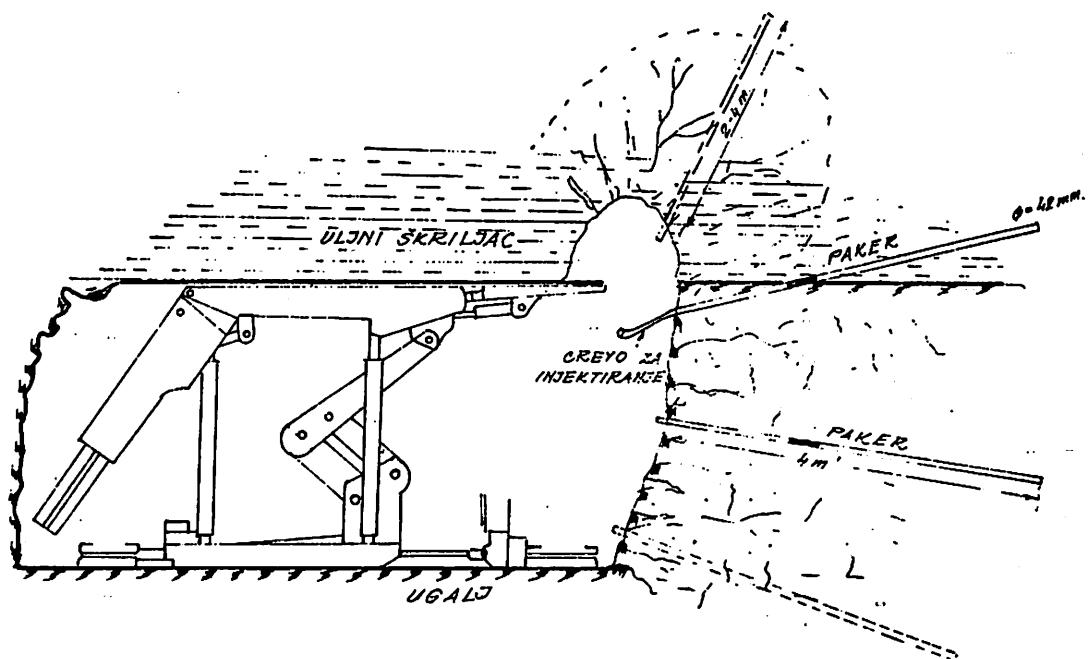
Utvrđeno je da bez konsolidacije — očvršćavanju uglja ne može doći do pokretanja širokog čela. Zato su izrađena tehnička rešenja da se čelo po celoj dužini injektira „maltom“, a naročito delovi iznad ventilacionog hodnika i mesta većih prorušavanja.

Na sl. 7 data je skica sa rasporedom bušotina za injektiranje iz prostora širokog čela, što nije bilo moguće zbog recidiva požara.

Druge rešenje je predlagalo da se injektiranje vrši iz komore koja se nalazila između gasnog kanala i pregrade u ventilacionom hodniku. Pokušaj da se injektira mesto žarišta i očvrsne sloj na ovaj način nije uspeo, jer je „malta“ probijala u prostor širokog čela, gravitaciono silazila u transportni hodnik i zapunjivala ga sve do izolacione pregrade do 2/3 visine hodnika.



Slika 6



Sl. 7 — Poprečni presek širokog čela sa položajem bušotina za injektiranje i očvršćavanje „boka”.

Vršeni su pokušaji da se stari rad širokog čela, čija širina je bila samo 2 m izoluje i zamulji ali i to nije dalo rezultate. Za sve vreme intervencija, kada je čelo bilo zatvoreno, ubacivao se tečni azot. Zavisno od vremena izolacije, recidiv požara posle otvaranja javlja se posle 2–10 dana. Kako i pored pokušaja primene svih tehničkih rešenja, usled nesavladivih teškoća, nije bilo moguće pokretanje širokog čela, doneta je odluka da se čelo zatvori definitivno, što je i učinjeno 10.3.1986. god. Bezuspešne intervencije su vršene oko 2,5 godine.

Pre zatvaranja širokog čela 8. i 9.3.1986. godine izvađena je otkopna mašina.

Zaključak

Iz izloženog proizlazi da u uslovima koji su vladali u severnom reviru Jame „Morava”, kao što su: složeni prirodni uslovi (poremećen sloj, izrazito zapaljiv ugalj, zapaljiv uljni škriljac u krovini, mala čvrstoća uglja i dr.), činjenica da hodnici TH-1 i TH-2 nisu bili izrađeni pod krovinom, zaraženi otkopni pojasi požarima, neodgovarajuća dužina pojasa za otkopavanje čelom (dužina 80 m) nije bilo moguće montiranje podgrada za mehanizovano široko čelo.

SUMMARY

Investigation of the Causes and Consequences of the Catastrophic Fire in Mine Aleksinac Pit Morava

In Mine Aleksinac Pit Morava a fire occurred on June 6, 1983 during the 1st shift on the longwall face above the ventilation drift, and the next day, on June 7, 1983 methane was ignited at about 7 15 pm. The longwall face was equipped with mechanized hydraulic supports „Westfalia”, type BS-22 P.

Purpose of the paper is to outline the conditions, causes and consequences of this fire, as well as the attempts for its sanation which were unsuccessful.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchung der Ursache und die Folge des Katastrophalen Grubenbrandes in der Grube Morava des Bergwerkes Aleksinac

In der Grube Morava des Bergwerkes Aleksinac ist in der I. Schichte am 6.6.1983, ein Grubenbrand erscheint in dem Streb über der Wetterstrecke, der dann nach einem Tage, den 7.6. 1983 um 19,15 Uhr den Grubengas (= Methan) entzündet hat. Der Streb war mit mechanisiertem hydraulischem Ausbau ausgebaut, mit dem Type BS-22 P „Westfalia“.

Der Ziel dieses Absatz, das man die Bedingungen, Ursachen und die Folgewirkung dieses Brandes, so wie den Versuch seiner Sanierung, die erfolglos (unwirksam) sind, vorführen.

РЕЗЮМЕ

Исследование причин и последствий катастрофического пожара в шахте Морава – рудник Алексинац

В шахте Морава – рудник Алексинац, 6.06.1983 года в I смене произошел пожар в лаве над вентиляционным штреком, который на другой день 7.06.1983 года около 19,15 часов вызвал воспламенение метана. Лава оборудована механизированной гидравлической крепью типа БС-22П "Вестфалия".

Цель этой статьи – показать условия, причины и последствия этого пожара, как и попытки его тушения, которые были без успеха.

Literatura

1. Izveštaj Komisije Republičkog komiteta za energetiku, industriju i građevinarstvo SR Srbije o uzrocima i posledicama nesreće od 7.6.1983. god. u jami „Morava“ rudnika Aleksinac, (arhiva Komiteta).
2. Mere sanacije požara u jami „Morava“ rudnika Aleksinac, Rudarski institut i Ugajiprojekt – Beograd (arhiva Rudarskog instituta Beograd)
3. Čurčić A., 1983: Analiza efikasnosti primene CO-filtre u dosadašnjim katastrofama u rudnicima uglja u Jugoslaviji. – Rudarski glasnik br. 4/83, Beograd.

Autor: dr inž. Aleksandar Čurčić, direktor naučnog razvoja Zavoda za ventilaciju i tehn. zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. Jefto Bralić, v. savetnik, Beograd

Članak primljen 4.5.1989, prihvaćen 16.5.1989.

STANJE ZAPRAŠENOSTI VAZDUHA I MERE ZA SMANJENJE AGRESIVNE MINERALNE PRAŠINE U RUDNICIMA METALA I NEMETALA SA PODZEMNOM EKSPLOATACIJOM U SFRJ

Slavko Kisić

Uvod

U rudnicima metala i nemetala sa podzemnom eksploatacijom u SFRJ agresivna mineralna prašina je još uvek, prema posledicama koje prouzrokuje, daleko najopasnija štetnost u jamskom vazduhu. Verovatno zato što ona, za razliku od nekih drugih štetnosti, ne prouzrokuje trenutne posledice, ne pridaje joj se onaj značaj koji ona stvarno ima. To je posledica konzervativnog i nenaučnog shvatanja jednog broja stručnjaka u proizvodnji da kada je u pitanju jamska eksploataacija, ona i ne može biti bez mnogo opasnosti po radnike, pa ne može biti ni bez prašine. Ipak, u ovoj oblasti zaštite postepeno se beleže i značajni uspesi.

Pre svega, merenje zaprašenosti jamskog vazduha na radnim mestima u mnogim rudnicima metala i nemetala u SFRJ postala je, već duže vreme, stalna praksa, pa se na osnovu tako formirane statističke mase podataka mogu izvlačiti mnogi korisni zaključci, kako o visini zaprašenosti, sadržaju slobodnog SiO_2 u lebdećoj mineralnoj prašini, vremenu izloženosti radnika prašini i dr. Uz istovremena merenja mikroklimatskih i ventilacionih parametara, kao i registrovanjem ostalih podataka o primenjenim tehnološkim postupcima i opremi koja se pri tom koristi, dolazi se do niza korisnih zaključaka o tome koliko primenjena tehnika i tehnologija, pa i organizacija rada, utiče na stanje zaprašenosti jamskog vazduha i na izloženost radnika prašini.

Poznato je da nema takve tehnike i tehnologije u podzemnoj eksploataciji koja u potpunosti eliminiše prekomerno stvaranje i izdvajanje lebdeće mineralne prašine, ali je sigurno da ima mogućnosti da se zaprašenost vazduha svede u granice MDK. Zato je potrebno primenjivati čitav niz mera i tehničkih rešenja za smanjenje koncentracija lebdeće mineralne prašine u granice MDK.

Cilj ovog članka je da pokaze kakvo je danas stanje u rudnicima SFRJ i kakva su iskustva stečena u Rudarskom institutu u Beogradu.

Prikaz primenjene tehnologije i tehnike sa stanovišta prašine

Da bi se dobio uvid u stanje zaprašenosti jamskog vazduha daje se kratak prikaz o primenjenoj tehnologiji i tehnici u podzemnoj eksploataciji u rudnicima metalâ i nemetala u SFRJ sa stanovišta stvaranja i izdvajanja lebdeće mineralne prašine.

Izrada jamskih prostorija i otkopavanje obavljaju se gotovo isključivo bušačko-minerskim radovima. Primena mašina za izradu jamskih prostorija bez miniranja do danas je veoma retka i povremena.

Bušenje minskih bušotina pri izradi jamskih prostorija najčešće se obavlja lakin bušaćim čekićima.

ćima sa pogonom na komprimirani vazduh, sa primenom monoblok dleta, dužine od 0,6 do 3,2 m. Pri tome se obavezno koristi voda za ispiranje bušotine. Bušenje kao operacija traje od 1 do 3 časa, retko duže. U novije vreme za bušenje se pri izradi jamskih prostorija sve više primenjuju samohodna bušača koja uz korišćenje hidrauličnih bušačih čekića i obaveznu primenu vode za ispiranje bušotine.

Za bušenje minskih bušotina na otkopima primenjuju se laki bušači čekići, ali su u priličnoj meri zastupljeni i stubni bušači čekići, gde se, po pravilu, izrađuju duže minskе bušotine. U novije vreme sve se više koriste i bušača kola sa hidrauličnim bušačim čekićima sa 1–2 grane. Vreme bušenja kod otkopavanja često iznosi i čitavu radnu smenu.

Bušenje minskih bušotina nije najveći izvor lebdeće mineralne prašine, ali je ono za razliku od, recimo, miniranja, operacija koja traje znatno duže i obavlja se uz obavezno prisustvo radnika, odnosno uz obaveznu izloženost radnika prašini.

Miniranje kao najveći izvor zaprašenosti jamskog vazduha, po pravilu, obavlja se na kraju smene, pa u vreme maksimalne zaprašenosti vazduha, tj. u vremenu od najmanje 1, a najčešće i do 2 sata posle miniranja, na radilištu nema radnika. Za to vreme i tamo gde nema efikasnog provetranja i gde se ne primenjuju ostale tehničke mere za smanjenje zaprašenosti jamskog vazduha, koncentracija respirabilne prašine polako se smanjuje.

U rudnicima SFRJ ima jama gde se miniranje vrši čak u sredini smene, a ima i slučajeva gde se sekundarno miniranje, za usitnjavanje krupnijih blokova rude, obavlja tokom čitave smene, odnosno i po 2–3 puta u toku smene. U ovakvim uslovima zaprašenost jamskog vazduha je znatno veća od MDK. Rešenje problema u ovakvim slučajevima traži se kroz promenu organizacije rada, odnosno tehnološkog ciklusa, pa na kraju i promenu metode otkopavanja. Kod komornog otkopavanja, pogotovo tamo gde je zastupljenost slobodnih vazdušnih struja mala, odnosno gde je znatno veće učešće recirkulacionih vazdušnih struja, zaprašenost jamskog vazduha se najčešće zadržava. Kada se tome doda i sekundarno miniranje, onda je jasno da se tu ne može dovoljno učiniti na smanjenju zaprašenosti ni sa znatno većim količinama svežeg vazduha za provetranje takvih komornih otkopa.

Utovar miniranog materijala ili rude uglavnom se obavlja mehaničkim utovarnim lopatama, šinski i bešinskim, sa pogonom na komprimirani vazduh ili na dizel pogon. U nekim rudnicima kod otkopavanja koristi se i skreperski utovar. Vremenjski gledano, a u zavisnosti od toga da li je u pitanju izrada jamskih prostorija ili je u pitanju otkopavanje, utovar traje od 1,5 do 7 časova. Intenziteti stvaranja i izdvajanja lebdeće mineralne prašine pri utovaru mnogo zavise od vlažnosti mase koja se utovaruje, kao i od granulometrijskog sastava mase. No, bez obzira na to, gotovo po pravilu, i u fazi utovara zaprašenost jamskog vazduha je iznad MDK.

Poseban uticaj na stanje zaprašenosti jamskog vazduha imaju i lokacije stalnih i velikih izvora prašine u sistemu razvođenja vazduha po jami. Tako, recimo, tamo gde se u prostorijama glavnih svežih vazdušnih struja jame nalaze objekti kao što su: bunker i drobilice rude, rudne ili zasipne sipke, puništa skipova i sl., zaprašenost jamskog vazduha je velika i sve druge mere za smanjenje zaprašenosti, koje se primenjuju po radilištima, nedaju ni približno dovoljno efekata, jer je sveža vazdušna struja, koja dolazi na radilište, već prekomerno zaprašena. Zbog toga su u nekoliko slučajeva dislocirani ovakvi objekti, a u nekoliko slučajeva je izmenjen sistem razvođenja vazduha po jami.

Za provetranje jama, u današnje vreme, uvodi se u jami od 5 do 30 $\frac{t \text{ vazduha}}{t \text{ rude}}$ ili od 20 do 250 m^3/s vazduha. Najveći broj rudnika spada u grupu rudnika sa 5–10 $\frac{t \text{ vazduha}}{t \text{ rude}}$. Za provetranje pojedinačnih radilišta, kako istražno–pripremnih, tako i otkopnih, obezbeđuje se od 2–5 m^3/s svežeg vazduha.

Na žalost, jedan broj rudnika još uvek nema veštačko provetranje, što je jedan od osnovnih uslova za stabilan režim provetranja, odnosno uslov za uspešnu borbu sa prašinom.

Merenje zaprašenosti jamskog vazduha

Merenje zaprašenosti jamskog vazduha u rudnicima metalâ i nemetalâ u SFRJ vrši se na sledeći način.

U većini jama, dva puta godišnje, ovlašćena organizacija (Rudarski institut i dr.), uzima uzorke

lebdeće respirabilne mineralne prašine i određuje zaprašenost jamskog vazduha. Jugoslovenskim standardima nije propisano kojim i kakvim uzorkovačima se to radi, ali se to vrši gravimetrijskim uzorkovačima respirabilne mineralne prašine (engleska i zapadnonemačka proizvodnja). Engleski uzorkovači su MRE Type 113A i AFC 123 PERSONAL AIR SAMPLER. Zajednička karakteristika oba uzorkovača je protok vazduha od 2,5 l/min i da neprekidno rade, odnosno uzorkuju 8 časova, tj. čitavu radnu smenu. S obzirom na mali protok vazduha kroz filter, ovi uzorkovači se mogu koristiti za određivanje prosečne zaprašenosti za vreme radne smene, a ne i za zaprašenost po fazama tehnološkog procesa tokom jedne radne smene. U uslovima naših rudnika pokazali su se kao dobri i pouzdani uzorkovači, a posebno MRE Type 113A.

Međutim, za određivanje zaprašenosti po faza tehnološkog procesa, kao što su bušenje, miniranje, utovar i sl., s obzirom na mali protok vazduha kroz filter, ne mogu se koristiti navedeni uzorkovači. Zato se koriste zapadnonemački uzorkovači respirabilne mineralne prašine tipa MPG-II, čiji je protok vazduha 46,5 l/min. Zahvaljujući ovom protoku može se za kraće vreme, recimo za 30 minuta, uzeti sasvim dovoljan uzorak. Naravno sa uzorkovačima MPG-II može se vreme uzorkovanja produžiti i na vreme radne smene.

Dok se uzorkovači MRE Type 113A i AFC 123 mogu ostaviti da rade sve vreme smene bez nadzora, kod uzorkovača tipa MPG-II treba da bude prisutno stručno lice. Kao veoma nepraktičan, MPG-II se pokazao za uslove gde nema komprimiranog vazduha na radilištu, koji služi kao pogonska energija u ejektoru. U takvim slučajevima mora se nositi električna vakuum pumpa i mora se obezbediti priključak za električnu mrežu. Ovo drugo nije uvek moguće.

Pored ovih uzorkovača, povremeno i u druge svrhe, koriste se i drugi instrumenti kao konimetar i u poslednje vreme TM digital μ P. I jedan i drugi koriste se za određivanje trenutne zaprašenosti.

Pri jednom određivanju zaprašenosti za jednu jamu uzimaju se uzorci prašine sa svakeg aktivnog radilišta, kao i u mnogim drugim prostorijama, u kojima se kreću ili rade radnici u toku smene. Pored uzimanja uzorka prašine, vrše se i merenja brzina i količina vazdušnih struja na mestu uzorko-

vanja lebdeće prašine, kao i temperature (suvog i vlažnog) vazduha. Pri tome se evidentiraju i drugi podaci iz kojih se vidi o kakvom se radilištu ili prostoriji i o kakvoj tehnološkoj operaciji i opremi radi i drugo.

Na osnovu statističke sume podataka o zaprašenosti jamskog vazduha i sadržaju slobodnog SiO_2 u lebdećoj prašini, kao i na osnovu drugih parametara, izvode se razni zaključci koji, pre svega, služe za ocenu stanja zaprašenosti jamskog vazduha i ugroženosti zaposlenih, kao i uticaja odgovarajućih tehnoloških procesa i opreme na stanje zaprašenosti. Isto tako, rezultati merenja zaprašenosti jamskog vazduha služe za određivanje efekata pojedinačnih i ukupnih mera i tehničkih rešenja za smanjenje zaprašenosti jamskog vazduha. Na bazi podataka o uslovima u radnoj sredini (mikroklima, buka, vibracije, osvetljenost, radioaktivnost i dr.), a posebno o zaprašenosti jamskog vazduha na radnim mestima, o vremenu izloženosti radnika prašini, radnom opterećenju, vremenu nastajanja pneumonikoza kod rudara, Rudarski institut, Beograd i Institut za medicinu rada Beograd, korigovali su beneficirani radni staž za zaposlene u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom metala — radnici koji rade direktno na radilištima imaju beneficiju 18 meseci za 12 meseci rada.

Sadržaj slobodnog SiO_2 u lebdećoj mineralnoj prašini u našim rudnicima kreće se od 1,5% kod rudnika magnezita i boksita do 33% kod rudnika obojenih metala i urana. Prosečne smenske koncentracije respirabilne lebdeće mineralne prašine kreću se od 0,5 do 6,0 mg/m^3 . Međutim, ima slučajeva kada su koncentracije prašine veće i od 15 mg/m^3 , ali se to retko dešava i, po pravilu, tamo gde neka od tehničkih mera (ili sve, za smanjenje zaprašenosti uopšte) ne funkcioniše. S obzirom na sadržaje slobodnog SiO_2 u lebdećoj prašini, može se smatrati da je na 20% mernih mesta zaprašenost jamskog vazduha niža od MDK, te da je na 60% mernih mesta zaprašenost vazduha veća do 3 puta u odnosu na MDK, dok je na ostalih 20% radilišta zaprašenost vazduha veća od 3 puta u odnosu na MDK.

Na žalost, jedan broj naših rudnika uopšte ne vrši nikakva ispitivanja zaprašenosti jamskog vazduha, pa se u takvim rudnicima ne raspolaže ni sa kakvim podacima o izloženosti radnika prašini. Po pravilu, takvi rudnici nisu učinili ni minimum u borbi s agresivnom mineralnom prašinom.

Mere zaštite i mere za smanjenje zaprašenosti

Na osnovu rezultata merenja i utvrđivanja zaprašenosti jamskog vazduha, tokom niza godina, uočava se u većini rudnika postepeno smanjenje zaprašenosti vazduha na radnim mestima u jami, što je, pre svega, rezultat sistematske borbe s agresivnom mineralnom prašinom. U narednim izlaganjima dati su neki elementi te borbe s prašinom koja se već duže vreme vodi u rudnicima metala sa podzemnom eksploatacijom.

- Pri projektovanju novih rudnika vodi se računa da se veliki izvori lebdeće mineralne prašine kao što su drobilice, bunkeri rude, rudne i zasipne sipke, izvoz rude i sl. ne lociraju u prostorijama glavnih ogranačaka sveže vazdušne struje jame, a gde se to iz drugih razloga ne može postići, posebno se obraća pažnja na izolaciju objekata i ostala tehnička rešenja otprašivanja.
- Pri projektovanju ventilacije rudnika posebna pažnja se poklanja borbi s prašinom, potrebne količine vazduha za provetravanje uvek se provjeravaju i određuju prema intenzitetima stvaranja i izdvajanja prašine. Isto tako, vodi se računa da se obezbede optimalne brzine vazdušne struje na svim radilištima i u svim jamskim prostorijama da bi, s jedne strane, brzina vazdušne struje bila dovoljno velika da može da odnosi lebdeću mineralnu prašinu, a, s druge strane, da ista ne bude prevelika da ne prouzrokuje uzvitlavanje već istaložene mineralne prašine. Kod komornih otkopa vodi se računa o njihovoj geometriji i broju prostorija, koje povezuju komoru sa ostatim prostorijama, kako bi se obezbedilo da se komorni otkopi što više proveravaju slobodnim vazdušnim strujama, odnosno što manje recirkulacionim vazdušnim strujama.
- Primena savremene mehanizacije, sa dizel i elektro pogonom (utovarači, kamioni, bušače garniture sa hidrauličnim bušaćim čekićima, sa jednom ili više grana i dr.) iako prouzrokuje veći intenzitet izdvajanja prašine, omogućuje intenzivniju eksploataciju, pa se na taj način, umesto razuđenih jama sa velikim brojem horizonata i radilišta, postiže znatna koncentracija radova, što omogućuje sprovođenje savremenije i bolje zaštite, a time i zaštitu od agresivne mineralne prašine. Bitno je naglasiti da ovakva mehanizacija svojim gabaritima zahteva znatno veće profile prostorija, što omogućuje bolju ventilaciju i zaštitu od prašine.
- Od tehničkih rešenja za smanjenje zaprašenosti jamskog vazduha, pored ventilacije i „mokrog bušenja“ minskih bušotina, veoma retko se primenjuju neki vidovi polivanja i orošavanja. Najčešće se to radi tehničkom vodom, koja služi za „mokro bušenje“, a redi su slučajevi da se u vodu dodaju kvašitelji, koji povećavaju kvašljivost čestica mineralne prašine. Orošavanja se vrše na mestima stvaranja i izdvajanja prašine. Po pravilu, radi se o automatskom orošavanju na presipnim mestima. Orošavanje je češće automatsko-mehaničko, a ređe elektro-automatsko. Na otkopima i na čelima istražno-pripremnih prostorija često se koristi ručno orošavanje sa podesnim orošivačima. Koriste se ponекад i cevni orošivači, pri čemu se postavljaju na krajeve vetrenih cevi i obično uključuju za vreme miniranja, ali i za vreme ostalih operacija (bušenje i utovar). Koriste se i cevni orošivači koji se montiraju na radilištima odvojeno, odnosno van sistema za separatno proveravanje slepih radilišta. Za sprečavanje raznošenja lebdeće mineralne prašine kroz jamske prostorije ponekad se koriste vodene zavese. U zavisnosti od namene i konstrukcije, neke vodene zavese rade tokom čitave smene, a druge rade samo povremeno, kao, recimo, za vreme miniranja. Upotreba vodenih patrona za začepljavanje minskih bušotina i upotreba vodenih mehova još uvek nije odomaćena.
- Stalni i veliki izvori prašine u jami, kao što su drobilice, rudne i zasipne sipke i sl. otprašuju se posebno, a ako su u prostorijama ulaznih vazdušnih struja, onda se kao jedno od prvih rešenja otprašivanja vrši potpuna (u ventilacionom smislu) izolacija takvih objekata.
- Od organizacionih mera za zaštitu od agresivne mineralne prašine navodi se samo najvažnija. Naime, miniranje se, po pravilu, vrši na kraju smene i kada se radnici povuku iz zone zahvaćene prašinom. Ovo se odnosi i na sekundarno miniranje. Ali, kao što je već rečeno, ima i negativnih primeru.
- Na radilištima gde je zaprašenost jamskog vazduha znatno veća od MDK koriste se, kao lična zaštitna sredstva, zaštitne maske. Zapravo, tamo gde je očigledno zaprašenost vazduha izuzetno velika nema problema oko upotrebe zaštitne maske. Međutim, na ostatim radnim mestima gde je zaprašenost vazduha veća od MDK, ali nije izuzetno velika i očigledna, teško je ubediti zaposlene da upotrebljavaju zaštitne maske.

Zaključak

Na osnovu izloženog može se zaključiti da pored vidnih rezultata u smanjenju zaprašenosti jamskog vazduha još uvek na većem broju radilišta zapraše-

nost vazduha prelazi MDK, pa zato na planu zaštite od agresivne mineralne prašine u rudnicima metala i nemetala sa podzemnom eksploracijom u SFRJ mora još mnogo da se radi.

SUMMARY

State of Air Dustiness and Measures for Decrease of Aggressive Dust Loads in Underground Metal and Non-Metal Mines in SFRY

The paper outlines the state of mine air dustiness in underground metal and non-metal mines in SFRY, as well as the method for its monitoring. In addition, presented are the measures undertaken to decrease mine air dust loads.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Stand der staubhaltigen Luft und die Massnahmen für die Verminderung der schädlicher und gefährlicher mineral Stäube in den Erzbergwerke und Nichterzbergwerke bei dem Abbaumter Tage in SFRJ

In dem Absatz ist die Staubhäufigkeit der Luft im Bergwerk gegeben, und zwar in den Erzbergwerken und Nichtmetallbergwerken bei Untertagebau in der SFRJ, so wie ihres verfolgen. Neben diesem sind die Darstellungen der Massnahmen gegeben, die man zwecks Verminderung der staubhaltiger Grubenwetter vornimmt.

РЕЗЮМЕ

Состояние запыленности воздуха и меры для уменьшения содержания агрессивной минеральной пыли в рудниках металла и неметаллического сырья со подземной эксплуатацией в СФРЮ

В статье дается обзор состояния запыленности шахтного воздуха в рудниках металлов и неметаллического сырья в СФРЮ, как и способ его проследивания. Кроме того, дат обзор мер, которые принимаются с целью уменьшения запыленности шахтного воздуха.

Literatura

1. Kisić S., Redžić P., Janjić M.: Iskustva u borbi s agresivnom mineralnom prašinom u rudnicima „Kišnica i Novo Brdo”.
2. Ćurčić A., Kisić S., Šumarač S.: Uslovi rada u rudarstvu olova, cinka i antimona do 2000. godine.
3. Kisić S.: Problemi zaštite od lebdeće prašine u našim rudnicima i moguće orientacije u cilju poboljšanja stanja.

Autor: mr inž. Slavko Kisić, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dr inž. A. Ćurčić, Beograd
Članak primljen 4.5.1989, prihvaćen 16.5.1989.

UDK 622.412.2 : 622.368 „Šumadija“
Stručni rad

POJAVA METANA U JAMI BREZAK RUDNIKA MAGNEZITA ŠUMADIJA – ČAČAK

(sa 3 slike)

Nenad Radosavljević

Uvod

U rudniku magnezita Šumadija–Čačak u jami Brezak pojavio se metan 21.7.1986. godine na II horizontu u uskopu br. 220 u zapadnom delu jame–žica 2 G. Oko 21 h jedan radnik, u momentu pripaljivanja cigarete, zapalio je smešu gasa i vazduha. Tom prilikom su lakše opečena tri radnika.

Cilj ovog članka je da prikaže pojavu metana u jami Brezak i da ukaže na značaj potrebe da se utvrdi njegovo poreklo – da li je genetski vezan za ležište magnezita, ili je sekundarnog porekla iz nekog drugog ležišta.

Opšti podaci o ležištu

Intenzivnim istraživanjem dokazana su dva sistema rudnih žica: Brezak i Donje livade. Oba sistema imaju pravac pružanja sever-jug. Rudne žice sistema Brezak imaju pad prema istoku, dok žice sistema Donje livade padaju prema zapadu. Nagib rudnih žica kreće se od 60 do 85°. Izuzetak je žica 4a u sistemu Donje livade koja ima pružanje juzogapad–severoistok, a pada pod približno 70° prema severozapadu.

Magnezitske žice nastale su zapunjavanjem tektonskih zona i pukotina u serpentinizanim harzburgitima hidrotermalnim magnezitskim rastvorima.

Dužina pojedinih rudnih žica je različita po pružanju i kreće se od 30 do 1000 m. Moćnost im je, takođe, promenljiva; zbog male moćnosti u pojedinim zonama otkopavanje nije ekonomično, dok na nekim delovima sočivasta zadebljanja dostižu moćnost i do 3,0 m. Najviše je rudnih žica moćnosti 1,0–2,0 m. Na krajevima žice se često račvaju u niz odvojenih žičica.

Žice su uglavnom čiste, mada ima i povremenih umetaka serpentinita koji se lako odstranjuje.

Granice između magnezitnih žica i matične stene serpentinita uglavnom su jasno izražene.

Za tektonske zone na ovom terenu vezan je veći broj površinskih vodenih tokova u vidu manjih rečica i potoka sa stalnim vodama koje kroz sisteme pukotina delimično prodиру u jamske prostorije i stvaraju rudničke vode.

Osnovno obeležje ovog područja je da je prvo izvršena intenzivna serpentinizacija peridotita u masivu tako da su veoma različite partie svežih stena. Severna granica masiva je tektonskog porekla, a duž nje je došlo do navlačenja serpentiniziranog peridotita preko geoloških starijih slojeva.

Od strukturalnih elemenata najbrojnije su pukotine i prsline koje se javljaju u sistemima različite orijentacije. Posebno su interesantni upravo sistemi pukotina i rasednih zona zapunjeni magnezitom, a u našem slučaju mogući putevi isticanja metana u otvoreni deo ležišta.

Opšti podaci o jami

Ležište je otvoreno sa dva okna, izvoznim do IV (k. 201 m) i ventilacionim do II (k. 300 m) horizonta. Iz izvoznog okna, koje je postavljeno centralno, rađeni su prečni hodnici prema Brezaku, odnosno Donjim livadama. Posle ulaska prečnih hodnika u pojedine rudne žice po njima su rađeni smerni hodnici. Otvaranje horizonata vršilo se etapno — I i II, pa zatim III i IV. S obzirom da su rudne žice uglavnom imale izdanke, I horizont (k. 348 m) bio je neposredno ispod površine (k. 390 m), pa su istražno—ventilacioni uskopi izbijali na površinu. Rastojanje ovih uskopa je cca 100 m, pa su kasnije, u fazi otkopavanja, korišćeni za dopremu zasipa i ventilaciju.

Ventilaciono okno urađeno je od površine (k. 395 m) do II horizonta (k. 301 m) i podgrađeno livenim betonom. Prečnik svetlog preseka mu je 2,0 m.

Preko izvoznog okna otvoreni su I (k. 348 m), II (k. 301 m), III (k. 247 m) i (V (k. 201 m) horizont.

Primenjena je metoda krovnog otkopavanja po smeru pružanja u horizontalnim etažama sa zapunjavanjem otkopanog prostora. U primeni je i metoda zarušavanja krovne rude pri likvidaciji zaštitnih ploča.

Transport po horizontima od otkopnih rudnih sipki do izvoznog okna obavlja se dizel lokomotivama i vagonetima, a izvoz jednoetažnim koševima.

Ventilacija jame vrši se protočno ventilatorom VOK 1,5, ugrađenim na ventilacionom oknu, sa sledećim karakteristikama:

kapacitet	11—47 m ³ /s
depresija	300—1500 Pa
snaga motora	75 KW
broj obrtaja	980 o/min.

Na šem sl. 1 prikazano je razvođenje vazduha po jami i količine protoka po granama. Jama se provetrava sa 1840 m³/min. vazduha. Vazduh se u jamu uvodi kroz 5 otvora: izvoznim oknom i kosim prostorijama br. 145A, 143A, 141A, 123C, a iz jame izvodi preko ventilacionog okna i uskopa 122 g (4cv8), kako je to prikazano na sl. 1.

Način upale metana

Pre upale u jami Brezak nije bilo utvrđeno postojanje metana. Posle upale metana, koja se dogodila na krajnjem zapadnom delu drugog horizonta, utvrđeno je njegovo postojanje. Mesto upale označeno je na sl. 1, koja prikazuje vertikalnu šemu jame u celini, na sl. 2 na kojoj je prikazana šema II horizonta u osnovi i na sl. 3 na kojoj je prikazan detalj iz situacione karte jame.

Na dan 21.7.1986. godine na II horizontu u uskopu br. 220 u zapadnom delu jame — žica 26, radila su tri radnika. Oko 21 h jedan od radnika, u momentu kad je pripaljivao cigaretu, zapalio je smeš gasa i vazduha. Tom prilikom su lakše opečena tri radnika, Sutradan, 22.7.1986. godine na mestu upale uzet je uzorak jamskog vazduha za analizu. Analizu je izvršio Rudarski institut — Beograd i utvrdio sledeće gasno stanje:

O₂ = 5,40%
CO₂ = 0,50%
N₂ = 63,21%
CH₄ = 30,89%
CO = 70 ppm-a

Uskop U—220 odmah je izolovan platnenom ceradom od ventilacionih cevi, u hodniku H—22 iza žice H—22G, kako je to prikazano na detalju sl. 3.

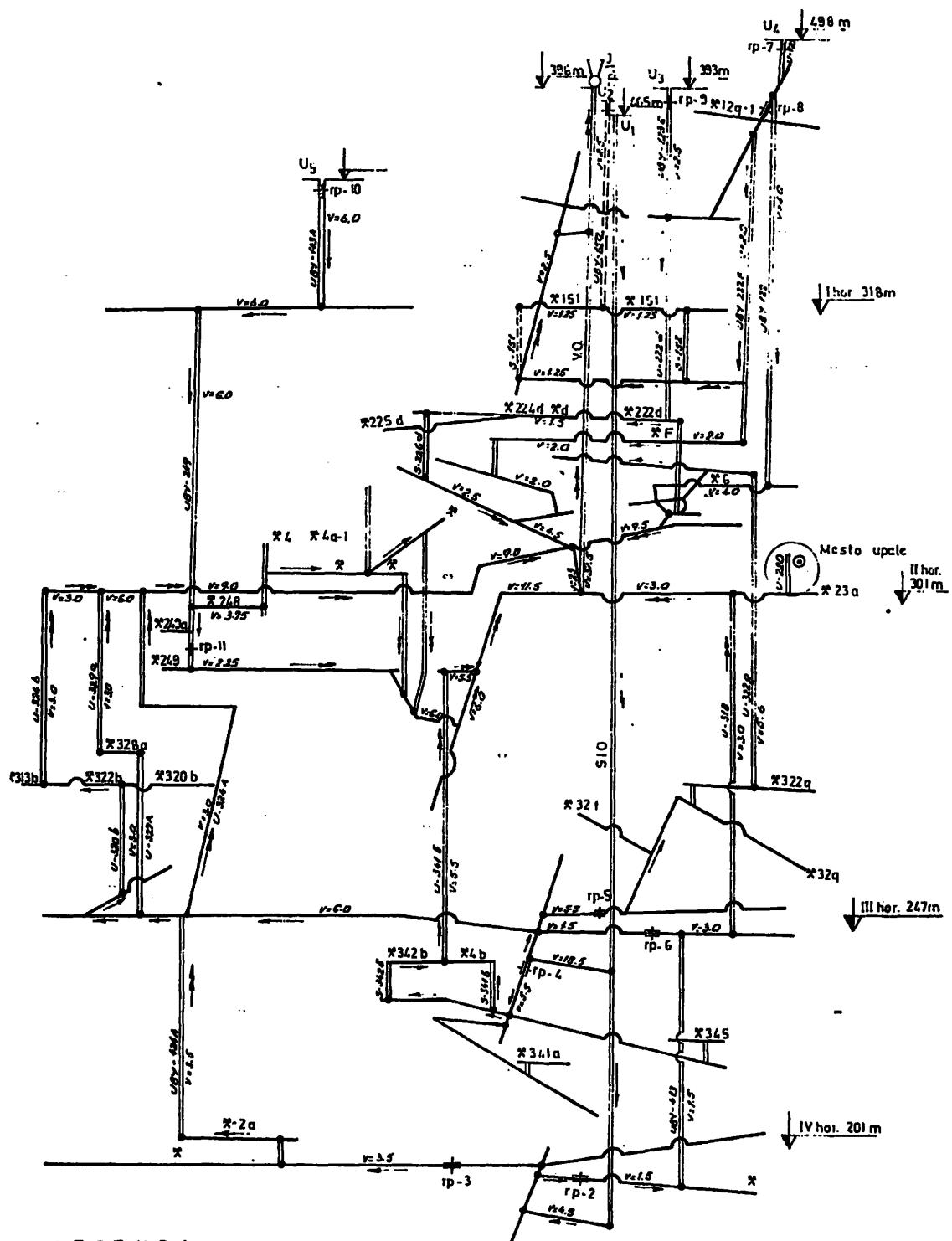
Iz zatvorenog prostora 25.7.1986. uzeti su uzorci vazduha, pod izolacionim aparatima, u hodniku H—22 i na čelu uskopa U—220.

Dobijeni rezultati prikazani su u tablici 1. Radi provere rezultata uzeta su po dva uzorka u razmaku od pet minuta. Uzorak ispod U—220 uzet je u prvoj smeni, a na čelu uskopa U—220 u II smeni.

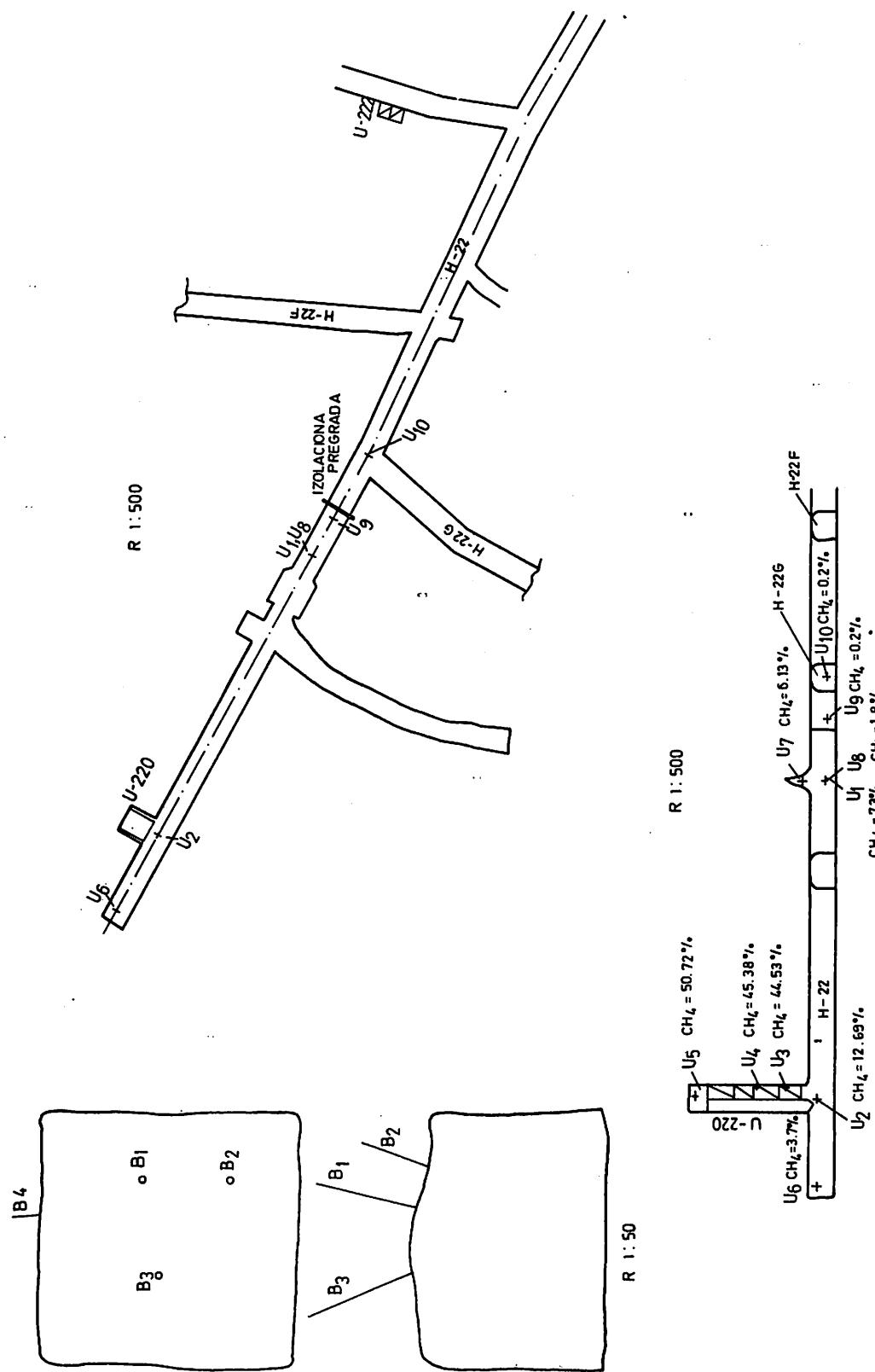
Pošto su utvrđene visoke koncentracije CH₄ u delu radilišta U—220, uzeti su i uzorci u izolovanom i širem prostoru II horizonta kako je to prikazano na sl. 2 i 3.

Rezultati ispitivanja gasnog stanja prikazani su u tablici 2.

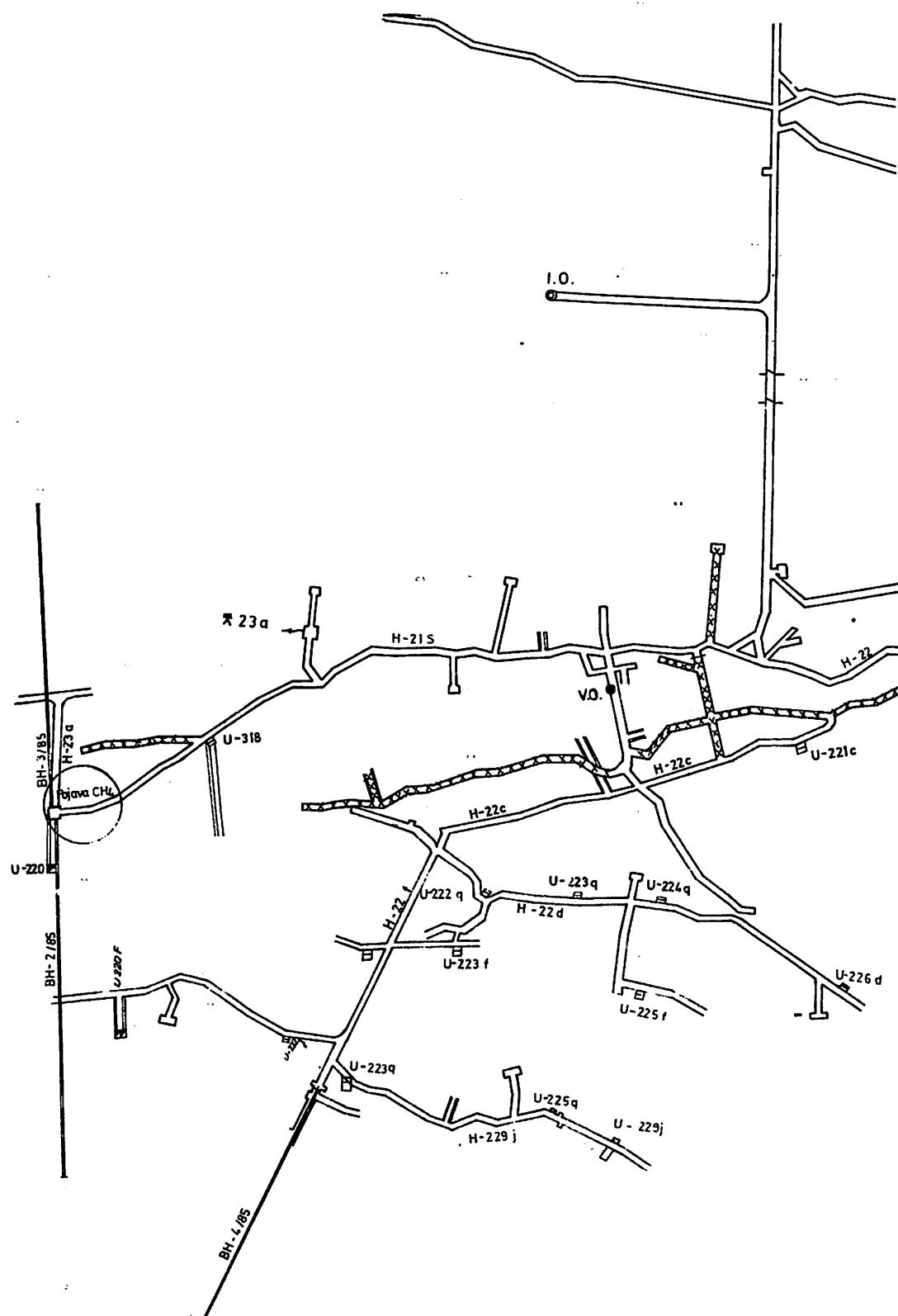
Iz prikazanih rezultata se vidi da su koncentracije CH₄ u vrhu uskopa U—220 bile i do 50,72%, a takođe, i u hodniku H—22 u krovu na rastojanju 60 m U—220 bilo je utvrđeno prisustvo 6,13% CH₄.



Sl. 1 — Šema razvođenja vazduha.



Sl. 2 — Detajl iz jamske situacione karte II horizonta.



Sl. 3 – Detalj jamske situacione karte II horizonta

Tablica 1

Gas	Ispod U-220		Na čelu U-220	
	I smena		II smena	
	I uzorkovanje	II uzorkovanje	I uzorkovanje	II uzorkovanje
CO ₂	%	0,30	0,20	0,40
O ₂	%	19,55	20,00	2,70
CH ₄	%	0,92	,75	42,41
N ₂	%	79,23	79,05	54,49
CO	ppm	15,0	0,0	0,0
				5,0

Tablica 2

Oznaka uzoraka i mesto uzimanja	CO ₂	O ₂	CH ₄	N ₂	CO
	%	%	%	%	ppm
1. U ₁ H ₂₂ na 5,0 m od pregrade	0,40	16,50	..7,30	75,80	
2. U ₂ H ₂₂ ispod U-220	0,60	14,10	12,69	72,61	
3. U ₃ U ₂₂₀ na 5,0 m od poda H-22	0,60	0,90	44,53	53,97	
4. U ₄ U ₂₂₀ na 7,0 m od poda H-22	0,40	1,10	45,38	53,12	
5. U ₅ U ₂₂₀ vrh uskopa	0,60	0,80	50,72	47,88	
6. U ₆ čelo N ₂₂ slepi deo	0,40	17,50	3,70	78,40	
7. U ₇ H ₂₂ šupljina u stropu	0,20	16,60	6,13	77,07	
8. U ₈ N-22 na 5,0 m od pregrade	0,30	18,50	1,80	79,40	
9. U ₉ N-22 ispred pregr. pos.uz.	0,30	19,70	0,20	79,80	
10. U ₁₀ H-22 raskršće H-221—H-22g	0,10	20,30	0,20	79,40	
11. Raskršće na žici 27 nivo II horizonta	0,05	20,65	0,00	79,30	
12. U-226 g 25m od nivoa II horizonta	2,2	17,3	0,2	80,3	
13. Raskršće 22"g", II horiz.	0,3	20,5	0,0	79,2	
14. 222 „7" pripremno radilište II horizont	0,05	20,55	0,0	79,4	
15. 222 „g" pripremno radilište II horizont	0,20	20,3	0,3	79,2	

Pojava metana u visokim koncentracijama uslovila je hitno rešavanje zaštite, kako bi se obezbeđila sigurna eksploatacija i zbog toga su izvedeni sledeći radovi:

- izolacija hodnika H-22 na II horizontu prema radilištu U-220, nepropusnom izolacionom pregradom
- utvrđeno je gasno stanje u svim prostorijama u jami na svim horizontima.

Prema izvršenim merenjima na I, III i IV horizontu nije bilo pojave metana. Na II horizontu, izuzev izolovanog dela, metan je utvrđen i na krajnjem severu radilišta 318 — uzorak iznad

bušotine (3,73% CH₄) i iz stropa (0,6% CH₄) — radilište nije provetrvano; zatim na raskršću 226 ispod žice 2,9 (0,10% CH₄) i ispred pregrade 22 II horizonta. Mesta pojave metana obeležena su na detalju II horizonta na sl. 2. Izvršena je izolacija i radilišta br. 318 dok se ne reši njegovo provetrvanje. Odmah je zavedena stroga kontrola praćenja pojave metana na svim radilištima koja nisu bila izolovana. Urađena je i dokumentacija za provetranje izolovanih prostorija. Obezbeđeno je separatno provetranje i provetrvane su izolovane prostorije. Rešen je i problem dirigovanog razvođenja vazduha po jami, a zatim je izvršena i kategorizacija jame i jamskih prostorija po stepenu opasnosti od metana.

Rezultati na osnovu kojih je izvršena kategorizacija jame po stepenu opasnosti od metana prikazani su u tablici 3.

Prema ovim rezultatima, a kako su to i raniji rezultati pokazali, na horizontima I, III i IV nisu utvrđeni ni tragovi metana.

Tablica 3

Redni broj	Mesto merenja	Oznaka na karti	Količina vazd.	Način provetrvanja	Sadržaj gasova		
					CH ₄	O ₂	CO ₂
1	2	3	4	5	6	7	8
I — HORIZONT							
1.	Hodnik	U-2/I		protočno	0,00	20,40	0,15
2.	Kver	U-3/I	0,00	ne provetra	0,00	20,20	0,30
4.	Kver	U-4/I	0,00	ne provetra	0,00	20,20	0,30
5.	R-124 sl.deo	U-5/I	0,00	ne provetra	0,00	20,25	0,20
6.	Slepī deo	U-6/I	0,00	ne provetra	0,00	20,05	0,25
7.	Kver	U-7/I	0,00	ne provetra	0,00	19,55	0,45
8.	Kver	U-8/I	0,0	ne provetra	0,00	19,55	0,45
II — HORIZONT							
1.	Radilište 221d	U-1/II	0,00	ne provetra	0,00	20,30	0,20
2.	R-223 slepi deo	U-2/III	0,00	ne provetra	0,00	20,35	0,15
3.	Kver iza Š-224	U-3/II	0,00	ne provetra	0,00	20,35	0,25
4.	R-226d	U-4/II	0,00	ne provetra	0,30	19,45	0,45
5.	Slepī deo R-243A	U-5/II	0,00	ne provetra	0,00	20,35	0,15
6.	Slepī deo R-245	U-6/II	0,00	ne provetra	0,00	20,30	0,20
7.	Slepī deo kod 246	U-7/II	0,00	ne provetra	0,00	20,20	0,20
8.	Slepī deo kod 248	U-8/II	0,00	ne provetra	0,00	19,75	0,35
9.	Slepī deo H-24a	U-9/II	0,00	ne provetra	0,00	18,80	0,70
10.	H-24a	U-10/II	0,00	ne provetra	0,00	20,00	0,25
11.	Kver H-24a	U-11/II	0,00	ne provetra	0,00	20,20	0,25
12.	Slepī deo 241a	U-12/II	0,00	ne provetra	0,00	19,30	0,70
13.	R-26	U-13/II	0,10	separativno	0,00	20,30	0,20
14.	R-24b slepi deo	U-14/II	0,00	ne provetra	0,00	20,15	0,25
15.	R-221H	U-15/II	0,00	ventilat.isklj.	0,05	20,15	0,25
16.	221H	U-16/II	0,00	ne provetra	0,05	20,40	0,20
17.	R-21a/1	U-17/II	0,00	ne provetra	0,00	20,25	0,15
18.	R-21a/2	U-18/II	0,00	ne provetra	0,10	20,20	0,20
19.	R-200	U-19/II	0,00	ne provetra	0,00	20,20	0,20
20.	R-22g čelo	U-20/II	0,15	separativno	0,00	20,20	0,25
21.	R-22g—bušotina 218	U-21/II	1,33	separativno, protoč.	6,10	1,70	0,20
22.	—	U-22/II	—	—	—	—	—
23.	Bušotina desno iz 218	U-23/II	0,20	separativno	4,00	0,80	0,40
24.	U-233a uskop	U-24/II	0,58	protočno	0,50	17,60	1,80
25.	Kver levo	U-25/II	0,00	ne provetra	0,00	20,20	0,25
26.	Čelo g-23a	U-26/II	0,00	provetra	—	—	—
27.	U-23/a	U-27/II	0,00	ne provetra	0,25	19,10	1,30
28.	Pregrađa bušotina 22t	U-28/II	0,00	ne provetra	4,20	17,45	0,45
29.	227 kver čelo	U-29/II	0,00	ne provetra	—	—	—
30.	22f sever ispred pregrade	U-30/II	0,78	protočno	0,40	20,20	0,20
31.	H-22 h	U-31/II	0,20	protočno	0,10	19,75	0,35
32.	221h jug	U-32/II	0,25	protočno	0,40	20,20	0,20
33.	221h sever	U-33/II	0,20	separativno	1,00	20,05	0,35
34.	22d slepi deo	U-34/II	0,00	ne provetra	0,20	20,20	0,20
35.	22d bočno iz hod.	U-35/II	0,00	ne provetra	0,10	20,10	0,25
36.	22f	U-36/II	0,00	ne provetra	0,00	20,30	0,20
37.	226f	U-37/II	0,00	ne provetra	0,00	20,20	0,25

Nastavak tablice 3

1	2	3	4	5	6	7	8
38.	Slepi deo 323f	U-38/II	0,00	ne provetvara	0,00	19,40	0,60
39.	Kver iz 22g	U-39/II	0,00	ne provetvara	0,00	19,95	0,45
40.	Čelo H-22g jug	U-40/II	0,00	ne provetvara	0,00	20,30	0,20
41.	Slepi deo 226g	U-41/II	0,00	ne provetvara	0,00	20,20	0,20
42.	Slepi deo 222g	U-42/II	0,00	ne provetvara	0,00	20,30	0,15
43.	Stari niskop	U-43/II	0,65	protočno	0,00	20,20	0,20
44.	Ispred V.O.	U-44/II	2,20	protočno	0,00	20,35	0,15
45.	Vodosabirnik	U-45/II	0,00	ne provetvara	0,00	20,00	0,35
III — H O R I Z O N T							
1.	0-324 slepi deo	U-1/III	0,00	ne provetvara	0,00	19,90	0,30
2.	Slepi deo iza šahte 327	U-2/III	0,00	ne provetvara	0,00	19,50	0,50
3.	Slepi deo kod šahte 320	U-3/III	0,00	ne provetvara	0,00	19,20	0,70
4.	Kver iza Š-323b	U-4/III	0,00	ne provetvara	0,00	19,75	0,35
5.	Kver iza Š-442a	U-5/III	0,00	ne provetvara	0,00	19,90	0,30
6.	Slepi deo H-32a	U-6/III	0,00	ne provetvara	0,00	19,20	0,80
7.	Etaža	U-7/III	0,00	ventilat.isklj.	0,00	20,10	0,25
8.	Etaža	U-8/III	0,00	ne provetvara	0,00	20,10	0,20
9.	Slepi deo	U-9/III	0,00	ne provetvara	0,00	19,90	0,30
10.	Slepi deo	U-10/III	0,00	ne provetvara	0,00	20,05	0,25
11.	Slepi deo S-320c	U-11/III	0,00	ne provetvara	0,00	19,75	0,35
12.	Slepi deo	U-12/III	0,00	ventilat.isklj.	0,00	19,95	0,25
13.	Slepi deo nisk. 381	U-13/III	0,00	separatno	0,00	19,25	0,75
14.	Slepi deo kod S-322f	U-14/III	0,00	ne provetvara	0,00	20,15	0,30
15.	Slepi deo 325g-j	U-15/III	0,00	ne provetvara	0,00	20,20	0,20
16.	Slepi deo 323g-j	U-16/III	0,00	ne provetvara	0,00	20,20	0,30
17.	Kver 320H	U-17/III	0,00	ne provetvara	0,00	20,10	0,30
18.	Kver 322ga	U-18/III	0,00	ne provetvara	0,00	19,80	0,25
19.	Slepi deo 321g	U-19/III	0,00	ne provetvara	0,00	20,10	0,25
20.	Slepi deo 324g-j	U-20/III	0,00	ne provetvara	0,00	20,15	0,25
21.	Slepi deo 32g-s	U-21/III	0,00	ne provetvara	0,00	20,20	0,20

S obzirom da snimanjima na ovim horizontima nisu utvrđene pojave metana, ponovna snimanja za razvrstavanje prostorija prema stepenu opasnosti od metana vršena su samo na II horizontu, po kome su prethodnim razvrstavanjem rudarskih prostorija hodnik 218 i ventilaciono okno razvrstani u II stepen opasnosti.

Shodno uputstvu o kategorizaciji jame po metanu i razvrstavanju prostorija prema stepenu opasnosti, na II horizontu jame Brezak uzeti su uzorci jamskog vazduha i urađene su hemijske analize tri puta sa vremenskim razmakom od po 15 dana. Uzorkovanje je vršeno na 12 tačaka čime su obuhvaćene sve prostorije koje se provetrvaju protočno. Uzorkovanje je vršeno u svakoj produktivnoj smeri.

Prema izvršenim istraživanjima sadržaj metana nije utvrđen ni na jednoj tački u protočnoj vazdušnoj struji na II horizontu. Na osnovu ovoga

sve protočno provetrvane prostorije na II horizontu razvrstane su u prvu kategoriju opasnosti od metana.

Sve prostorije za pripremno—istražne radove na svim horizontima I, II, III i IV razvrstavaju se u III stepen opasnosti po metahu, jer postoji mogućnost pojave metana, zbog toga što se ovi radovi izvode u nepoznatoj radnoj sredini i što poreklo metana nije poznato.

Priliv metana u zapadni deo jame, prema rezultatima istraživanja, je vrlo mali s obzirom da u protočnom ventilacionom sistemu nije utvrđen ni u tragovima posle više uzastopnih merenja.

Zaključak

Neophodno je da se izvrše detaljna istraživanja porekla metana, uključujući i regionalnu geologiju, kako bi se izbegle eventualne neželjene posledice u

slučaju prodora većih količina metana putem rasednih zona.

Ova mogućnost postoji ukoliko metađ nema

primarno poreklo u ležištu. Da bi se obezbedio siguran rad potrebno je da se izvrše propisane mere zaštite od metana u uslovima jame Brezak rudnika magnezita Šumadija—Čačak.

SUMMARY

Methane Occurrence in Magnesite Mine Šumadija — Čačak Pit Brezak

The paper outlines methane occurrence in the deposit of Pit Brezak in Magnesite Mine Šumadija — Čačak. On July 21, 1986, methane was ignited in Pit Brezak, causing minor burns on three men. Presented are also the results of methane investigations and pit categorization, as well as mine rooms classification in line with the rate of hazard.

It was proposed to complete investigations and determine the methane origin, having in view that the magnesite veins were formed by filling of tectonic zones and cracks with serpentinized harzburgites and hydrothermal magnesite solutions.

ZUSAMMENFASSUNG

Erscheinung von Grubengas (Methan) in der Magnesitgrube Brezak des Bergwerkes Šumadija — Čačak

Im Absatz ist die Erscheinung von Grubengas (Methan) in der Magnesitgrube Brezak der Bergwerkes Šumadija—Čačak dargelegt. In der Grube Brezak kam es zu einer Methanendzündung am 21.7.1986., bei welchem Umstand drei Arbeiter sich leichter verbrennen. Im Artikel sind die Ergebnisse über die Untersuchung von Methan, sowie die Klassierung der Grube und die Klassifizierung der Grubenbauen nach dem Gefahrlichkeitsgrad gegeben.

Es ist vorgeschlagen, dass man untersuchungen durchführt und den Ursprung von Methan bestimmt, weil die Magnesit—Gänge durch die Füllung der tektonische Zone und der Klüften mit serpentiniertem Harzburgit durch hydrothermale Magnesitlösung entstanden sind.

РЕЗЮМЕ

Появление метана в шахте Брезак, рудника магнезита Шумадия-Чачак

В статье сделан обзор появления метана в шахте Брезак, рудника Шумадия-Чачак. В шахте Брезак, 27.07.1986 года произошло воспламенение метана при чем обжеглись 3 рабочих. Также показаны результаты исследований метана и распределение шахты по категориям, как и распределение горных выработок по степени опасности.

Предложено выполнить исследования и утвердить происхождение метана, учитывая что магнезитовые жили вошли заполнением тектонических зон и пустот гидротермальными магнезитовыми растворами.

Literatura

1. Ćurčić A., Tanasković R., Radosavljević B., Radosavljević N., Pavlović N.: Izveštaj o pojavama metana u jami Brezak rudnika magnesita Šumadija—Čačak (arhiva Rudarskog instituta, Beograd).
2. Brašnjević R., Stajević D.: Dopunski rudarski projekat ventilacije jame Brezak (arhiva Rudarskog instituta, Beograd).
3. Radosavljević B., Radosavljević N.: Kategorizacija jame i razvrstavanje jamskih prostorija ležišta jame Brezak po stepenu opasnosti od metana (arhiva Rudarskog instituta, Beograd).

ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE KOD NADGRADNJE FLOTACIJSKOG JALOVIŠTA SUVA RUDA – RAŠKA

(sa 2 slike)

Dragoljub Urošević – Vladimir Ivanović

Uvod

Idejnim rešenjem proširenja postojećeg flotacijskog jalovišta u flotaciji Rudnica analiziran je uticaj projektovane tehnologije na tri potencijalno ugrožena ambijenta biosfere: vodu, zemlju i vazduh, u skladu sa svim važećim jugoslovenskim zakonskim regulativama, koji definišu uslove za izgradnju objekta čije tehnologije mogu potencijalno da ugroze čovekovu životnu sredinu. Posebno je analiziran odnos projektovanog tehnološkog postupka prema biosferi. Rezultati ovih analiza odnose se i na tehničko rešenje zaštite životne sredine, a u sklopu glavnog projekta nadgradnje jalovišta.

Opis projektovane tehnologije

Vrsta i namena objekta

Visina brane postojećeg flotacijskog jalovišta se povećava, kako bi pogon flotacije u Rudnici mogao da produži vek eksploatacije već postojećeg jalovišta dok se ne izgrade potrebni objekti novog jalovišta. Projektovano je jalovište ravničarskog tipa.

Lokacija objekta

Flotacijsko jalovište se nalazi na rečnom aluvijalnom nanisu, na desnoj obali reke Ibra, na

lokaciji Malo Polje, u neposrednoj blizini naselja Rudnice, na zemljištu sa približnom površinom od 6 ha.

Formiranje nadvišenja jalovišta

Nadvišenje jalovišta se formira na kruni postojećeg jalovišta i to od flotacijske jalovine – peska hidrociklona.

Glavnim tehnološko–hidrograđevinskim projektom nadvišenja jalovišta detaljno su obrađeni principi izgradnje i formiranja brane i flotacijskog jalovišta u celini, te se ovom prilikom to ne prikazuje.

Procena uticaja projektovane tehnologije na životnu sredinu

Kao što je u uvodnom delu već napomenuto, procena mogućeg uticaja projektovane tehnologije je analizirana u idejnom projektu proširenja ovog istog jalovišta, te zaključci tamo doneti važe i ovde.

Procena uticaja tehnološkog procesa na kvalitet zemljišta i na pustošenje površine zemljišta

Tehnološko–građevinskim projektom se garantuje da se u okviru procesa odlaganja flotacijske

jalovine ne izbacuju van flotacijskog jezera nikakve štetne materije koje bi mogle da zagade okolno zemljište.

Kako pri istražnom bušenju nije konstatovana podzemna voda, a ni posle postavljenih pijezometara, može se zaključiti da pretpostavljena provirna linija ne postoji. Međutim, dodatni eventualni uticaji od visoke vode reke Ibra, atmosferskih naglih padavina, otapanja snegova, kao i potiska vode jezera na bočove nasipa, traže i dalje uvažavanje pretpostavljene provirne linije.

Iz navedenih razloga se procenjuje da projektovana tehnologija ne utiče na zagađivanje zemljišta u okolini, već samo na izmenu reljefa i kvalitet okolnog površinskog sloja zemljišta.

Procena uticaja tehnološkog procesa na kvalitet voda i vodotokova

Projekotvano jalovište je u neposrednoj blizini reke Ibra. Vode reke Ibra svrstane su zakonskim regulativima o zaštiti voda u vode II kategorije. Prema opisanom tehnološkom procesu odlaganja jalovine recirkulacijom voda, obezbeđene su od zagađivanja kako površinske tako i podzemne vode.

Procena uticaja tehnološkog procesa na zagađenje vazduha

Jedina štetna materija koja ima uticaj na zagađenje vazduha u okolini odlagališta je prašina. Ona nastaje usled eolske erozije površina jalovišta i pod uticajem vetra se raznosi u okolini prostor.

Podizanje prašine se javlja na osušenim površinama jalovišta pri brzini vetra većoj od 3 m/s. U fazi odlaganja ova mogućnost je eliminisana s obzirom na vrlo vlažne materije. Formirane površine jalovišta, posle ocedivanja vode, mogu postati značajni emitori prašine ukoliko budu izložene jakom vetu.

Utvrdjivanje emisije prašine. — Specifična emisija prašine sa flotacijskog jalovišta može se utvrditi na osnovu eksperimentalnih podataka o uzvitlavaju — podizanju prašine pri određenim brzinama vetra, a emisija na osnovu specifične emisije i površine sa koje se podiže prašina, kako je to objašnjeno u idejnem projektu. Za najnepovoljniji slučaj, kada su 2/3 flotacijskog jalovišta suve,

(4 ha) i pri orijentacionim brzinama vetra od 4, 6 i 9 m/s dobija se:

	specifična emisija	Ukupna emisija
za $V_1 = 4 \text{ m/s}$	$E_{s1} = 2 \text{ mg/s} \cdot \text{m}^2$	$E_1 = 80 \text{ g/s}$
za $V_2 = 6 \text{ m/s}$	$E_{s2} = 6 \text{ mg/s} \cdot \text{m}^2$	$E_2 = 240 \text{ g/s}$
za $V_3 = 9 \text{ m/s}$	$E_{s3} = 35 \text{ mg/s} \cdot \text{m}^2$	$E_3 = 1.400 \text{ g/s}$

Proračun je urađen za vrlo povoljne uslove emisije prašine, tj. kada je vlažnost materijala ispod 6%.

Na osnovu ovih emisija konstatiše se da je zaštitna zona u pogledu zagađenosti vazduha prašinom sa flotacijskog jalovišta široka min. 340 m, te je opasnost po zagađenje životne sredine prisutna i na većoj udaljenosti od distanci na kojoj su prve kuće u blizini — oko 100 m.

Iz navedenih razloga treba preduzeti mere za sprečavanje zagađenja okoline prašinom sa flotacijskog jalovišta. Primenom odgovarajućih mera zaštite, pored řekultivacije, navedena ukupna emisija se može smanjiti i do 10–30 puta.

Procena nivoa buke u okolini

Na osnovu uvida u projektovanu tehnologiju, buka neće ugrožavati okolna naselja.

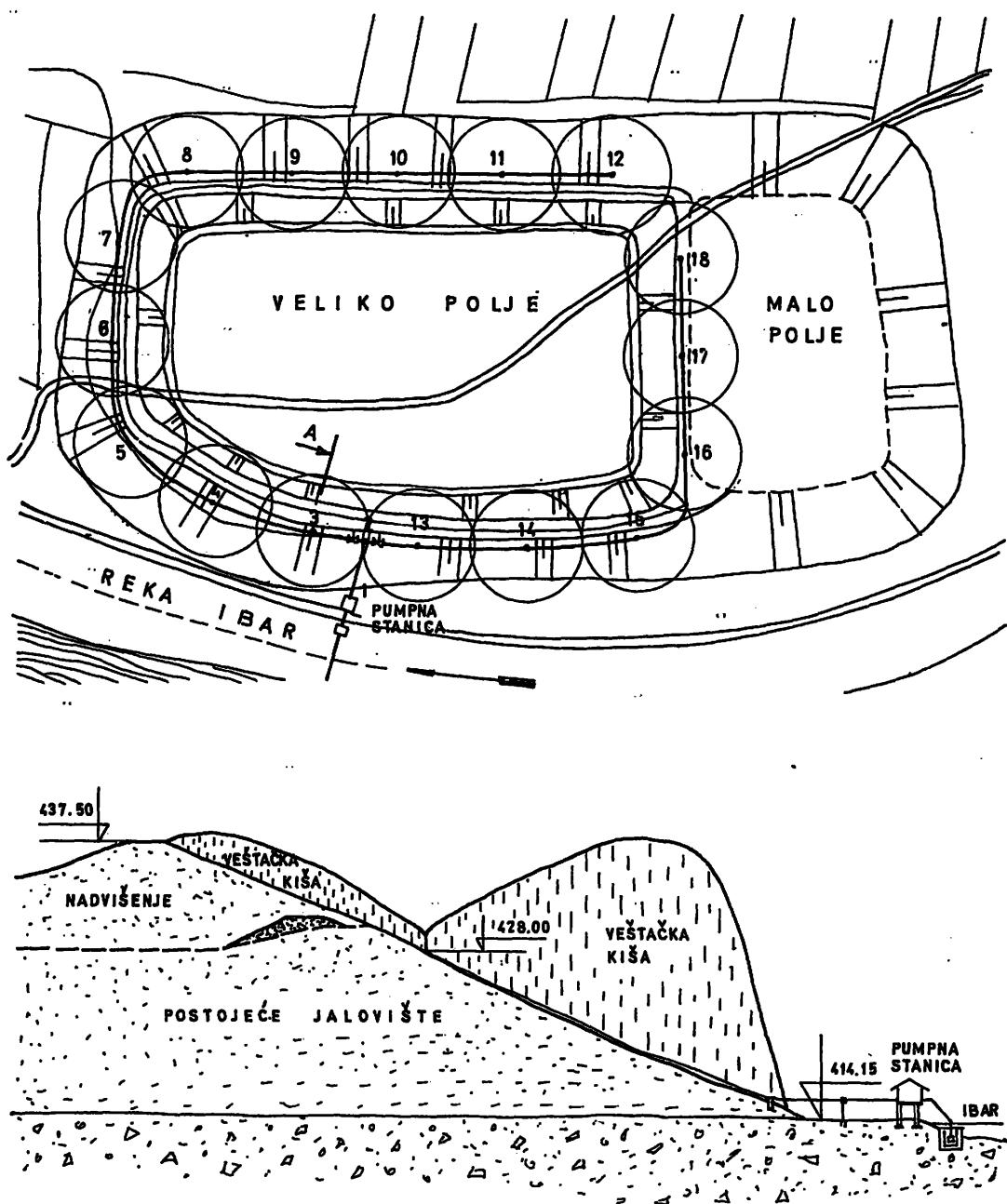
Sprečavanje emitovanja štetnih materija iz tehnološkog procesa u životnu sredinu

Lokacija, projektno rešenje i način formiranja flotacijskog jalovišta Suva Ruda određeni su odgovarajućim prostorno-planskim i tehničkim uslovima u funkciji namene. Međutim, kompletno projektno rešenje se ne uklapa u prirodni ambijent u kome se nalazi.

Konstatiše se da će doći do degradacije zemljišta, odnosno do izmene reljefa.

Analizom potencijalne opasnosti konstatovano je da neće doći do zagađenja vodotokova otpadnim vodama iz tehnološkog procesa eksploracije, jer projektno rešenje ne predviđa ispuštanje tehnoloških voda u prirodni recipijent.

Kao štetna materija za vazduh okoline evidentirana je samo prašina. Izvori prašine su osušene površine flotacijskog jalovišta.



Sl. 1 — Veštacka kiša.

Projektovane su sledeće mere zaštite životne sredine:

- tehničko rešenje sa veštačkom kišom i
- tehničko rešenje sa zaštitnim pojasmom.

Veštačka kiša

S obzirom da se flotacijsko jalovište Suva Ruda, i pored izrade nadvišenja, nalazi u završnoj fazi eksploatacije, projektovan je jednostavan sistem za kvašenje suvih površina jalovišta — veštačka kiša, koji omogućava brzo i efikasno kvašenje i laku montažu i demontažu.

T e h n i č k i o p i s. — Kvašenje odlagališta flotacijske jalovine, kao mera zaštite od zagađivanja vazduha prašinom sa jalovišta, podrazumeva postupak da se površinski skojo peska jalovine održi vlažnim. U našoj zemlji nisu rađena ispitivanja kojima bi se utvrdio optimalni intenzitet kvašenja koji zadovoljava uslov o održavanju određene vlažnosti u površinskom sloju jalovinskog peska. Na osnovu nekih inostranih iskustava (ispitivanja na deponijama u Čehoslovačkoj koje imaju izgrađene sisteme za veštačku kišu), usvojen je intenzitet kvašenja od 24 mm/dan/m^2 , a to podrazumeva, da je dovoljno 1 litar vode ravnomerno dodavati na 1 m^2 površine, da bi ova bila stalno vlažna.

Tehničko rešenje za veštačku kišu je koncipirano kao potpuno samostalan sistem koji se sastoji iz stacionarne mreže cevovoda, odgovarajućih mlaznica za raspršivanje vode dometa 26 m i odgovarajuće pumpne stanice. Pokrivenost jalovišta veštačkom kišom prikazana je na sl. 1. Domet mlaznica je $r = 26 \text{ m}$.

Pumpna stanica je locirana pored Ibra u vidu lako građevinskog objekta tipa „sojenice“. Voda se uzima iz „potopljenog“ šahta u Ibru. Pogon pumpe je motor sa unutrašnjim sagorevanjem. Sistem za veštačku kišu radi samo kada postoje uslovi za oduvavanje prašine sa brane, odnosno pri brzini vetra većoj od 3 m/s i vrlo suvoj površini (vlažnost manja od 6%).

Instalirani sistem nikad ne radi kompletan, već rade jedan po jedan ogrank. Maksimalan kapacitet sistema je projektovan prema najdužem ogranku — za 10 mlaznica i iznosi $109 \text{ m}^3/\text{h}$.

Vreme rada jednog ogranka je između 30—60 min. s tim što se kvašenje odvija dva do tri puta u toku dana sa vremenskim razmakom potrebnim za završavanje jednog ciklusa (jedno kvašenje cele površine brane). Sistemom veštačke kiše rukuje se ručno i mogu da rukuju radnici koji rade na odlagalištu, te nije potrebna dopunska radna snaga.

Zaštitni pojas

Da bi se sprečio međusobni nepovoljni uticaj flotacijskog odlagališta jalovine i reke Ibra, predviđa se zaštitni pojas, koji se prostire između postojećeg jalovišta i reke Ibra, po celoj dužini jalovišta, sl. 2.

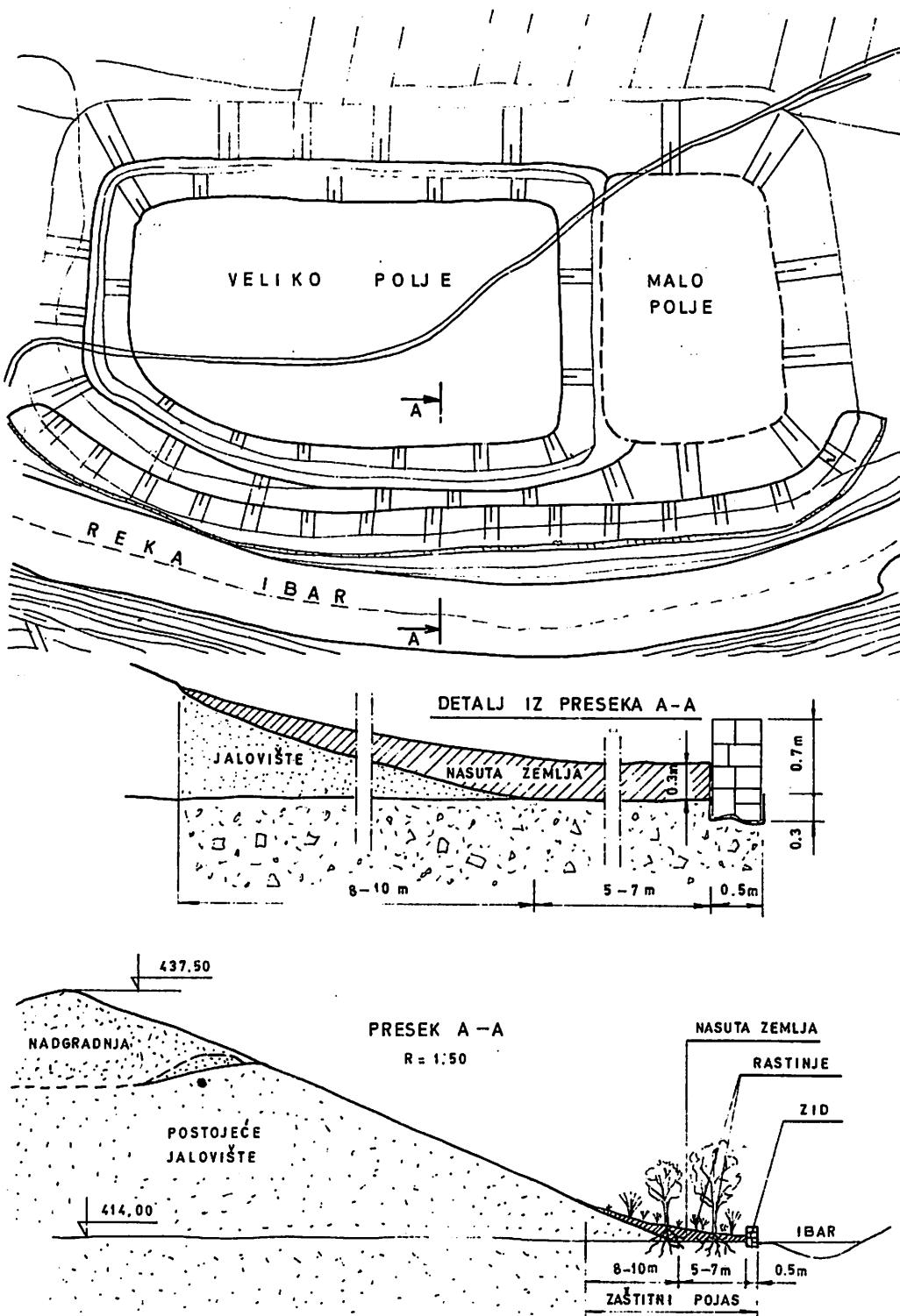
T e h n i č k i o p i s. — Zaštitni pojas ima namenu da, sa jedne strane, zaštiti Ibar od eventualnih provirnih voda iz jalovinskog jezera, a s obzirom na mesto postavljanja povećava i sigurnost jalovišta. Sa druge strane, obezbeđuje jalovište od eventualnog povećanog nivoa voda u Ibru. Zaštitni pojas se sastoji od:

- zaštitnog zida pored reke Ibra
- nasipa od zemlje između reke i nožice brane jalovišta i
- zasada brzorastućeg rastinja na nasipu od zemlje.

Zaštitni pojas je širok 13—17 m u zavisnosti od prostora između reke i postojećeg jalovišta. Zaštitni zid je od kamena i cementnog maltera, debeo $0,5 \text{ m}$, visok 1 m i dugačak oko 500 m , sl. 2. Nasip od zemlje ima prosečnu debljinu $0,3 \text{ m}$ za širinu od 5 do 7 m, a za deo preko jalovine, sl. 2, u širini od 8—10 m, debljina je oko $0,15 \text{ m}$. Brzorastuće rastinje treba da bude topola, šiblje i trava iz neposredne okoline.

Opasnost od havarije

Glavnim hidrograđevinskim projektom nadgradnje postojećeg jalovišta flotacije u Rudnici predviđene su sve mere u pogledu bezbednosti — stabilnosti jalovišta u odnosu na prodor vode iz jalovišta u okolinu. Međutim, napominje se da je stabilnost jalovišta u direktnoj vezi sa pravilnim vođenjem tehnološkog procesa izgradnje nadvišenja, odnosno potrebitno je striktno pridržavanje postupaka i parametara definisanih tehnološkim i glavnim projektima.



Sl. 2 – Zaštitni pojas.

Podobnost objekta u odnosu na zaštitu životne sredine

Imajući ovo u vidu, može se zaključiti da sadašnja lokacija flotacijskog jalovišta Suva Ruda, sa aspekta zaštite životne sredine, nije pogodna, ali će imati zadovoljavajući stepen zaštite životne sredine ukoliko se primene projektovane tehnološke i tehničke mere zaštite. Treba prihvatići kao obavezu da se posle završetka eksploatacije obez-

bedi okolina od nepovoljnog — štetnog uticaja jalovišta.

Pored navedenih tehničko-tehnoloških rešenja, neophodno je da se obezbedi kontinuitet kvalitetne zaštite i predvide u okviru službe održavanja RO Zorka — Suva Ruda i poslovi i radni zadaci za stalnu kontrolu i održavanje tehnoloških i radnih karakteristika dela tehnološke opreme, koja se odnosi na zaštitu radne i životne sredine.

SUMMARY

Solution of Environmental Protection Exemplified by Rebuilding the Flotation Tailings Disposal Area Suva Ruda — Raška

Within the framework of the design concept for environmental protection two solutions are presented for: air protection against pollution by dust from the disposal area and land and water streams protection against pollution in the disposal area immediate proximity.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Lösung vom Umweltschutz am Beispiel vom Oberbau der Flotationshalde Suva Ruda — Raška

Im Rahmen der Entwurfplanung vom Umweltschutz sind zwei technische Lösungen dargestellt und zwar für: der Luftschatz von der Verunreinigung der Halde mit Staub und die Sicherstellung von Verunreinigung vom Boden (des Geländes), sowie der Gewässer in der Nähe der Flotationshalde.

РЕЗЮМЕ

Решение проблемы защиты жизненной среды на примере надстройки отвала флотации Сува Руда — Рашка

В рамках черновика проектирования защиты жизненной среды сделан обзор двух технических решений для: защиты воздуха от загрязнения пылью из отвалов и обеспечения грунта и водотоков вблизи отвалов флотации.

Literatura

1. Idejni projekat proširenja postojećeg flotacijskog jalovišta flotacije rudnika olova i cinka Suva Ruda, Raška — deo: zaštita životne sredine, Rudarski institut, 1988, Beograd.
2. Glavni projekat nadgradnje postojećeg flotacijskog jalovišta rudnika Suva Ruda — deo: zaštita životne sredine, Rudarski institut, 1988, Beograd.

Autori: dr inž. Dragoljub Urošević i dipl.inž. Vladimir Ivanović, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dipl.inž. M. Adamović, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 8.3.1989, prihvaćen 16.5.1989.

NEUSKLAĐENOST TEHNIČKIH NORMATIVA I PRAKTIČNIH MOGUĆNOSTI ISKLJUČENJA TRANSPORTNIH TRAKA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA

Dragoslav Golubović – Željko Marković

Uvod

Problem sigurnog zaustavljanja transportnih traka na površinskim kopovima, pogotovoako više traka rade u sistemu, i danas postoji, jer dosadašnja tehnička rešenja nisu dala potpuno zadovoljavajuće rezultate. Svako od ponuđenih rešenja ima svoje prednosti i nedostatke. Površinska eksploatacija se poslednjih godina naglo razvijala, ali se sistem zaustavljanja usled iznenadne opasnosti u nas nije adekvatno razvijao. U prvim etapama razvijanja površinskih kopova nije bilo propisa i pravilnika koji su tretirali zaustavljanje transportera, pa su po analogiji sa jamske pogone, preuzete i mere zaštite – zaustavljanja. Najčešće je to uređaj za blokadu pogonskih motora koji se aktivira posredstvom užadi, smeštenih duž transportera sa obe njegove strane. Navedeno rešenje imalo je i ima puno nedostataka koji izazivaju nepredvidive zastoje, što veoma utiče na efekat rada i obim proizvodnje.

Novi tipovi transportnih traka, u zavisnosti od zemlje proizvođača, poseduju različite sisteme za njihovo zaustavljanje što unosi zbrku u zemlji naručioca opreme i stvara problem kod usaglašavanja i puštanja traka u pogon.

Jugoslovenskim propisima — Pravilnikom o tehničkim normativima za površinsku eksploataciju, u članu 261, predviđena je obaveza sigurnog zaustavljanja transportnih traka koje su u pokretu, ali nije rečeno kako to postići, pa je ostavljeno proizvođačima opreme, a najčešće korisnicima, da opremu usaglase sa pomenutim Pravilnikom, od-

nosno članom 261, koji u celosti glasi: „*Svakí transporter mora imati uređaj kojim se odmah i sigurno isključuje iz pogona duž trase transportera*“ a odmah dalje u istom članku se kaže: „*Uređaj se sme koristiti samo u slučaju opasnosti*“

Usklađivanje sigurnosno—signalnih uređaja transportnih traka sa čl. 261. PTN za površinske kopove

Problematika usklađivanja sigurnosno—signalnih uređaja na tračnim transporterima proizilazi iz tumačenja čl. 216 PTN — Pravilnika koji je citiran. Član 261 na izgled je jasan, što je i bio cilj zakonodavca, ali detaljnijom analizom relativno kratkog zahteva, dolazi se do sledećih pitanja:

- a — šta znači „*Odmah i sigurno isključenje*“?
- b — šta znači „*Duž trase transportera*“?
- c — čime i kako se obezbeđuje korišćenje uređaja za kočenje samo u slučaju opasnosti?

a. Poznato je da u svetu ne postoje uređaji za zaustavljanje traka i blokadu celog sistema, koji bi „*ODMAH*“ (sa vremenom $T = 0$) zaustavili sistem, što bi bilo bitno za izbegavanje nesrećnih slučajeva i otklanjanje havarija.

Kod svih uređaja sistem se isključuje, ali posle određenog vremena kašnjenja koje je zbir trenutaka od momenta uočavanja (t_1), vremena reagovanja (t_2) i vremena (t_3) potrebnog da se sistem zakoči (inerciono vreme).

Vreme za koje radnik, od koga se očekuje reagovanje, uoči havarnu situaciju ili nesrečni slučaj zavisi od snalažljivosti samog radnika i njegove sposobnosti da brzo vidi kvar ili opasnu situaciju. Vreme reakcije radnika na blokadni sistem, pak, zavisi od mesta gde se radnik nalazi, odnosno od udaljenosti radnika od mesta gde se nalazi uređaj za isključenje i brzine dolaska na mesto gde će reagovati.

Vreme potrebno da se sistem zakoči je, takođe, zbir trenutaka reagovanja postojećeg sistema za kočenje i vremena glavnih pogonskih mehanizama i kočnica. Ovom vremenu treba dodati vreme inercije transportne trake koja se koči, koje je utoliko veće, ukoliko su veće inercione mase, a utoliko manje ukoliko sistem za kočenje deluje efikasnije.

b. Zahtev čl. 261 PTN koji se odnosi na mogućnost reagovanja za kočenje transportne trake duž njene trase, takođe, nije potpuno jasan iz sledećih razloga:

- trasa transportne trake ima dve strane o kojima se u čl. 261 ne govori
- navedeni zahtev omogućuje upotrebu bilo kog sistema za kočenje, jer nije bliže definisan način zaustavljanja
- traku—sistem zaustavlja čovek — radnik, a gde se on nalazi „duž trase transportne trake“?

c. Zahtev da se sistem za kočenje koristi samo u slučaju opasnosti ne može se ostvariti jer postoji veći broj spoljnih uticaja koji to onemogućuju.

Na osnovu izvršene analize člana 261 PTN može se dati sledeći komentar:

- Članom 261 PTN nisu jasno definisani uređaji za kočenje i blokadu sistema, pa se, prema tome, može primeniti i sistem sa prekidačima — tasterima ili neki drugi sistem.
- Sistem sa prekidačima — tasterima nije usaglašen sa čl. 261 PTN, ali to ne bi ispunio ni sistem sa beskonačnim poteznim užetom iz razloga koji su već navedeni, pošto je nemoguće u vremenu $T = 0$ zaustaviti transportnu traku.
- Najbolji uređaji za kočenje trake odnosno sistema vezani su za automatizaciju transporta i ekranizaciju pretovarnih mesta. Praćenje rada transportne trake odnosno sistema vrši se iz dispečerskog centra uz mogućnost zaustavljanja svakog elementa u sistemu pritiskom na dugme. Ovakvi sistemi nemaju radnike na pogonskim i

povratnim stanicama, pa beskonačno potezno uže za zaustavljanje ili sistem sa prekidačima ne treba ugrađivati.

— Važno je napomenuti da svaki površinski kop predstavlja zatvoreni industrijski krug u kojem mogu da rade samo ljudi sa odgovarajućim kvalifikacijama, stručno osposobljeni i zdravi, pa je realno očekivati da će ti ljudi — rudari svoje poslove obavljati stručno i savesno, odnosno na bezbedan način. Sasvim je drugačije u drugim delatnostima, na primer u javnom saobraćaju, na putevima ili železnicama gde se sredstva bezbednosti mogu primenjivati u daleko manjem obimu.

Dosadašnja iskustva, domaća i inostrana, kod korišćenja poteznog sigurnosnog užeta za zaustavljanje transportne trake duž trase

Kako je to već u uvodnom delu naglašeno, zbog nedostatka propisa iz oblasti površinske eksploatacije, preuzeto je iz jamskih propisa — iskustva „stop uže“ kao jedini sistem za uspešno zaustavljanje trake.

Već u početku primene ovog sistema uvidelo se da „stop uže“ ima puno nedostataka, ali je i dalje ostalo jer drugih rešenja nije bilo.

U okviru ovog članka daju se iskustva vezana za ovaj sistem zaustavljanja traka.

Iskustva na površinskim kopovima SFRJ

Potezno uže, kao sistem za zaustavljanje traka i sistema, ima više nedostataka od prednosti koja se ogleda samo u tome što omogućava nešto bržu reakciju i kočenje u odnosu na ostale sisteme. Nedostaci ovog sistema su brojni i odnose se na sledeće:

Nekontrolisani zastoji

„Stop uže“ postavljeno duž transporterera sa njegove obe strane aktivira se stihijski i nekontrolisano, kada na njega padne bilo koji predmet, što za posledicu ima česte zastoje i gubitak proizvodnje. Stihijsko — nekontrolisano zaustavljanje trake najčešće se događa zbog pada materijala koji se trakom prevozi i drugih spoljnih uticaja. Postupak za ponovno puštanje trake odnosno sistema relativno dugo traje i vezano je za sistem signalnih uređaja i govornog sporazumevanja. Utvrditi da je

sistem stao slučajno — bez opasnosti i da njegovo ponovno puštanje ne predstavlja opasnost, dosta dugo traje pa su zastoje dugi i gubici veći. Analiza je pokazala da od 100% zaustavljanja pojedinih sistema u toku mesec dana 80% su slučajni, a da je samo 20% zaustavljanja učinio radnik.

Zatrpanje pogonske stanice materijalom

Kod navedenih slučajeva, a naročito kod brzine traka veće od 5 m/s, svako zaustavljanje slučajno ili namerno može da ima za posledicu zatrpanje pogonske stanice koja predaje materijal transportnoj traci koja se zaustavila. Ovo zatrpanje dešava se brzo i nekontrolisano, što dovodi do kvarova, a predstavlja i opasnost za ljude. Osnovljavanje zatrpanih pogonskih stanica zahteva relativno mnogo vremena, a to su novi, neplanirani zastoji odnosno gubici.

Održavanje poteznih užadi

Održavanje sistema za kočenje transportnih traka posredstvom „poteznih užadi“ u svim vremenskim situacijama predstavlja veliki problem, jer velike dužine užadi sa obe strane traka praktično to onemogućuju. Održavanje „stop užadi“ i odgovarajućih delova kočionog sistema i signalnih uređaja u ispravnom stanju predstavlja za rudnik veliki problem, čak i nemogućnost potpuno uspešnog održavanja, što kočioni sistem kompromituje jer, praktično, sistem postoji ali ne radi. Česte krađe ovih užadi remete ispravnost celog sistema za kočenje pogotovo kada se najčešće i ne zna da je uža prekinuta i da određena dužina nedostaje.

Iskustva u REIK — Kolubara

U ovom Kombinatu kao sistem upotrebljava se „stop uža“ uz ogromne napore da se kočioni sistem koliko-toliko održava u ispravnom stanju. U dosadašnjem radu nije vršeno istraživanje i utvrđivanje gubitaka u proizvodnji zbog nekontrolisanih zastoja, koji su posledica primjenjenog sistema, ali se pretpostavlja da su oni veliki. U tabličnom pregledu daju se statistički podaci zastoja sistema transportnih traka usled kvara kočionog uređaja — poteznog užeta.

Iskustva na površinskim kopovima Elektroprivrede Kosova

Na površinskim kopovima Dobro Selo i Belaćevac kao kočioni sistem traka u sistemu korišćeno

je takođe „stop uža“. Česti kvarovi sistema, veliki zastoji i gubici učinili su da sistem ne funkcioniše, tako da zaustavljanje trake obavlja dispečer u pogonskoj stanici. U poslednje vreme kupljene su trake iz Istočne Nemačke sa ugrađenim sistemom za kočenje u sistemu prekidač-taster.

Vreme zastoja na transportnim trakama zbog „stop užeta“ — ŠOOUR polje „D“

JUR	Traka	1986.	1987.	1.1—31.5. 1988.	Σ
IA	B10	25—30'	19—30'	11—55'	56—56'
	2.1.	16—10'	3—15'	1—20'	20—45'
	B4	10—34'	7—35'	2—20'	20—29'
	B14	21—25'	20—18'	3—00'	44—43'
	C3	23—24'	23—55'	9—55'	57—14'
	B7	1—15'	—	—	1—15'
	2.2.	2—10'	5—05'	2—35'	9—50'
	Z.T.	—	00—10'	—	00—10'
	Σ	100—38'	79—48'	31—05'	211—31'
IB	A4	27—31'	24—08'	14—00'	65—39'
	B15	22—01'	25—25'	8—05'	56—31'
	B19	15—28'	24—45'	5—55'	46—08'
	B8	8—02'	13—20'	7—10'	28—32'
	C4	12—54'	19—36'	5—35'	38—05'
	B6	9—50'	4—00'	—	13—50'
	2.8.	11—12'	19—09'	7—40'	38—01'
	2.6.	—	—	16—45'	16—45'
	Σ	106—57'	130—23'	65—10'	302—30'
IC	A12	11—35'	5—35'	9—30'	26—40'
	A7	9—15'	16—15'	7—50'	33—20'
	B18	14—45'	13—15'	5—15'	33—15'
	A15	4—25'	1—40'	—	6—05'
	C5	14—20'	31—20'	13—50'	59—30'
	B7	3—10'	6—50'	8—20'	18—20'
	Σ	59—30'	74—55'	44—45'	179—10'
	1.2.	30—32'	49—36'	—	80—08'
II	A9	31—00'	19—21'	8—55'	59—16'
	2.0.	20—46'	—	—	20—46'
	B5	17—19'	13—23'	8—45'	39—27'
	B11	19—37'	36—21'	11—05'	67—03'
	2.6.	20—44'	58—42'	—	79—26'
	B20	—	13—20'	—	13—20'
	B6	—	—	28—40'	28—40'
	Σ	138—58'	190—43'	57—25'	387—06'
III	1.1.	13—32'	—	—	13—32'
	A6	28—13'	43—00'	26—45'	97—58'
	A5	7—51'	39—56'	13—15'	61—02'
	B13	18—45'	89—13'	27—05'	135—03'
	19a	25—18'	20—52'	13—35'	59—45'
	A9	6—13'	—	—	6—13'
	A15	—	—	50'	00—50'
	Σ	98—28'	193—01'	81—30'	372—59'
IV	1.9.	—	00—35'	17—00'	17—35'
	B21	—	5—05'	31—10'	38—15'
	B22	—	00—30'	7—15'	7—45'
	B20	—	—	1—35'	1—35'
	Σ	—	63—10'	57—00'	63—10'

JUR	Traka	1986.	1987.	1.1—31.5. 1988	Σ
B12	6—50'	1—25'	00—07'	8—22'	
3.1.	00—50'	00—07'	00—10'	1—09'	
3.2.	00—45'	00—20'	00—10'	1—15'	
B16	1—25'	00—53'	00—15'	2—33'	
BTU	B9	2—50'	1—47'	00—58'	5—35'
	A8	4—35'	1—33'	00—55'	7—03'
	Σ	17—17'	6—05'	2—35'	25—57'
	B16	6—45'	—	—	6—45'
	C6	4—10'	2—35'	2—00'	8—45'
	C7	2—05'	2—05'	00—20'	4—30'
	C8	3—20'	3—40'	1—05'	8—05'
BTS	C9	1—00'	1—15'	00—40'	2—55'
	C10	1—10'	00—35'	00—40'	2—15'
	K.M.	3—05'	00—45'	00—20'	4—10'
	1.1.	3—25'	6—35'	1—20'	11—20'
	B17	—	8—50'	1—45'	10—35'
	Σ	23—20'	28—20'	8—10'	59—50'

Ukupno za OOOUR 1602 h — 13'

Evropska iskustva

Većina evropskih zemalja sa razvijenom rudarskom tehnikom ima tendenciju napuštanja „potez-nog užeta“ kao sistema za zaustavljanje transportnih traka i blokadu celog sistema. Brojni nedostaci ovog sistema, a naročito nekontrolisano reagovanje i stajanje sistema, što ima za posledicu velike gubitke u proizvodnji, kao i teškoće oko održavanja sistema na velikim dužinama, naterali su proizvođače opreme odnosno rudnike da iznalaze druge sisteme za kočenje.

Najrazvijenije rudarske zemlje, kao Zapadna Nemačka na primer, izvršile su kod nekih površinskih kopova uglja ekranizaciju i daljinsko upravljanje na svim sistemima. Daljinskim upravljanjem iz jednog dispečerskog centra i ekranizacijom presipnih mesta prestala je potreba za radnicima na pogonskim i povratnim stanicama transportnih traka kao i presipnim mestima. Traka — sistem se automatski isključuje iz dispečerskog centra pritiskom na dugme.

Poljska, koja ima razvijene površinske kopove uglja, takođe je ukinula „potezno uže“ za zaustavljanje traka — sistema i to iz već navedenih razloga. Poljskim propisima predviđeni su tasteri — prekidači i to prvenstveno na stalnim radnim mestima. Broj tastera — prekidača omogućuje relativno brzo reagovanje i zaustavljanje sistema, kako na pogonskim i povratnim stanicama tako i duž transporterera gde su sa obe strane ugrađeni prekidači — tasteri, na rastojanju ne većem od 35 metara.

Istočna Nemačka, Čehoslovačka i Mađarska takođe nameravaju da ukinu „stop uže“ i uvedu prekidače — tastere ili drugi sistem za zaustavljanje transportnih traka.

Na osnovu iznetog, može se konstatovati da je neophodno da se član 261 PTN — propisa izmeni u smislu mogućnosti izbora sistema za kočenje transportnih traka „prema mogućnostima površinskih kopova i savremenim zahtevima sadašnjih i budućih tehničkih rešenja.“

SUMMARY

Disharmony Between Technical Normatives and Practical Possibilities for Switching-off Conveyor Belts in Openpit Mines

The problem of stopping conveyor belts in openpit mines is still actual in SFRY as well as in other countries.

New types of imported conveyor belts have different stopping systems, causing problems in harmonizing with the requirements of Yugoslav Regulations on Technical Normatives in Opencast Mining.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Ungleichmässigkeit von Technischer Normen und die Praktische Möglichkeit vom Ausschluss der Transportbänder bei Tagebauen

Das Problem von Anhalten der Transportbänder bei den Tagebauen ist in der SFRJ noch immer aktuell, aber auch in andern Ländern.

Neue Typen importierter Bandförderer besitzen verschiedene Anhaltsysteme, was ein Problem bei der Übereinstimmung mit der Förderung der jugoslawischen Vorschrift für die technische Normativen bei der Tagebaugewinnung, vorstellt.

РЕЗЮМЕ

Неусогласованность технических нормативов и практических возможностей выключения конвейерных лент на карьерах

Проблема надежного остановления конвейерных лент на карьерах еще актуальная, как в СФРЮ так и в других странах.

Новые типы импортных конвейерных лент имеют различные системы для остановления, что представляет собой проблему при согласовании с требованиями Югославской инструкции о технических нормативах для эксплуатации карьеров.

Literatura

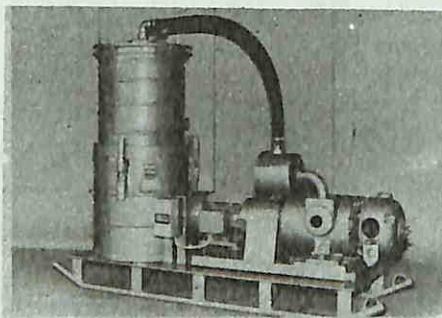
1. Pravilnik o normativima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina. — „Sl. list SFRJ“ br. 4/86, Beograd.
2. Okvirne instrukcije za eksploataciju i korišćenje transportnih traka ZPWB, 1978, Vroclav.

Autori: dipl.inž. Dragoslav Golubović i dipl.inž. Željko Marković, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dr inž. Đ. Marunić, Beograd
Članak primljen 4.5.1989, prihvaćen 16.5.1989.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Ekstraktor kamene prašine

Ovaj ekstraktor prašine je pogodan za rudnike, hodnike i tunele. Vakuum pumpa na elektropogon stvara potpritisak potreban za ekstrakciju kamene prašine. Ovaj ekstraktor prašine firme Druckluft Dietzne GmbH je posebno koristan na radilištima gde ima malo ili uopšte nema komprimovanog vazduha. Mogu se prikopčati i burgije. Kod otkapanja ekstraktor može biti opremljen sa dve burgije, što zahteva usisne glave i poklopce. Ekstraktrahovana kamena prašina se pretvara u mulj u



skupljaču prašine ili hvata u plastične vreće. Ekstraktor prašine se sastoji od gornje komore, usisnog otvora sa filtrom, žičane korpe i merača vakuuma, suda za hvatanje prašine, vakuum pumpe, elektromotora i postolja na saonicama ili točkovima. Pripadajući pribor: usisna glava bez poklopca i usisno crevo dugačko 3, 5, 10 ili 15 m.

Mining Reporter 34 (1/88)

Maksimalna apsorpciona zaštita sluha

Zaštita sluha je zakonska obaveza u Saveznoj Republici Nemačkoj kada je nivo buke iznad 90 dB(A). Zaštitnik Gross Radaunix firme Auergesellschaft GmbH je ispunio DIN test 32 760 i nosi oznaku GS, koja ukazuje na dokazanu pouzdanost.



Zaštitnik Gross—Radaunix se ističe visokim nivoom prigušivanja buke uz održavanje dobrog prijema govora. Pružena zaštita iznosi 35 dB(A) u rasponu frekvencije od 2000 do 8000 Hz uz prepolovljavanje buke na svakih 10 dB. Široke naušnice pružaju ugodnost i korisnici ih rado upotrebljavaju.

Mining Reporter 56 (1/88)

Višenamensko vozilo

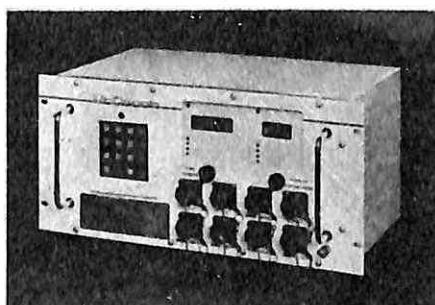
Višenamensko vozilo već godinama izrađuje firma Hermann Paus Maschinenfabrik GmbH. Transporter Universa 5 je osnovno vozilo sa pogonom na sve točkove i može da se koristi kao platforma sa kranom, betonska mešalica, pokretna podizna platforma ili minersko vozilo. Dajc dizel motor F 5L 912 W od 50 kW pokreće aksijalnu klipnu pumpu na hidraulični pogon. Središnje upravljanje čini vozilo veoma sposobnim za manevriranje, savlađuje nagibe od 30% i ima brzinu od

18 km/h (napred i nazad). Hidraulični pogon obezbeđuje kočenje.

Mining Reporter 26 (2/88)

Sistem za merenje materijala koji prenosi transportna traka

Firma William MCGeoch & Co. izrađuje mikroprocesorski kontrolisan sistem za merenje tovara transportnih traka. Sistem MK IIa izračunava težinu transportovanog materijala na osnovu određenih parametara dok prolazi kroz mernu tačku. Parametri kao srednja visina utovarivanja i presek



utovarenog materijala se programiraju i daju informacije o težini i gustini transportovanog materijala. Merenja se vrše ultrasonično. Za utvrđivanje težina natovarenog materijala brzina transporta se meri beskontaktno. Kontinualno podešavanje temperature vrši se automatski, radi dobijanja tačnih mernih vrednosti. Prema proizvođaču, karakteristike mernog sistema MK IIa obuhvataju i serijski prenos podataka.

Mining Reporter 31 (2/88)

Stanica za merenje sadržaja CO

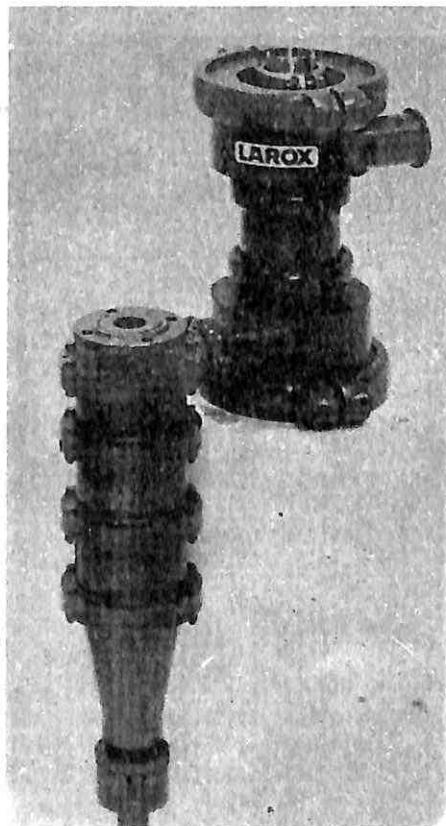
Stanica Mycos firme AEG je odgovorna za kontinualno merenje sadržaja ugljen monoksida u rudničkom vazduhu u rasponu od 0 do 100 ppm CO. Merni princip je elektrohemiska oksidacija u funkciji koncentracije primenom kompaktnog, jednostavnog uređaja koji meri 225 mm u širinu, 150 mm u dubinu i 305 mm u visinu sa ukupnom težinom od oko 3 kg u skladu sa unutrašnjom sigurnošću. Evaluator i merna glava su montirani na postolju, dok se elektronski evaluator i kontrolni uređaj nalaze u kutiji od nerđajućeg čelika, a merna ćelija u rešetkom zaštićenom mernom pregrevatku. Četvoropolozajni LCD ekran se nalazi na

prednjoj strani (visina slike 8 mm), a postoje prekidači dve dirke za kolibraciju i proveru dovoda gase. Merni transduktor se sastoji od elektrohemiske ćelije koja sadrži tri porozne, hidrofobne gas difuzione elektrode regulisane potencijostatom preko napojnog kabla. Te tri elektrode su međusobno povezane iznad elektrolita koji se sastoji od 32% sumporne kiseline, a potencijostatsko kolo uzima svoje potencijalne informacije od referentne elektrode koja ima potencijal od oko 800 mV mereno u odnosu na aktivnu vodoničnu elektrodu.

Mining Reporter 69 (2/88)

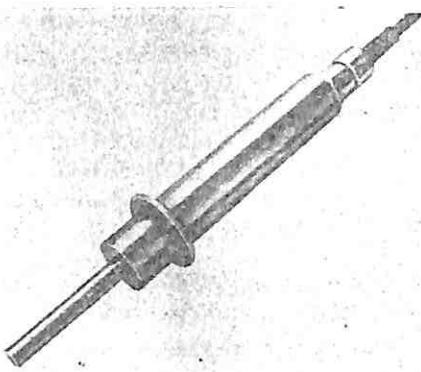
Hidrociklon sa visokim učinkom

Larox Oy dvovrtložni ciklon daje veoma visok učinak odmuljivanja. Lako se prilagođuje širokom rasponu granulometrijskog sastava. Sastoji se od cilindričnog dela u koji se ubacuje materijal, sekcije za pranje u koju se uvodi voda i hidrociklona za ponovno tretiranje primarnog odliva. Ulaz uvodi u dvovrtložni ciklon. Primarni preliv se izbacuje i odvodi dalje u proces. Ispirna voda nosi



krupne frakcije u sekundarni ciklon. Ovde se ispira voda zajedno sa malom količinom sitnog materijala, nošenog sa krupnim frakcijama, odvaja od peska i uvodi u proces ili odvodi nazad u muljnu pumpu. U ovom poslednjem slučaju ispirna voda može da se koristi za razblaživanje ciklonskog ulaza. Otoka, oslobođena sitnog materijala, se vraća u mlin ili odvodi u dalje faze procesa. Regulacijom količine ispirne vode može se u znatnoj meri odrediti granična krupnoća ciklona. Brzina protoka ispirne vode je obično 20 do 40% zapremine ulaza u ciklon. Zavisno od tipa dvo-vrtložnog ciklona učinak se kreće od 37 do 7000 l/min.

Mining Reporter 77 (2/88)



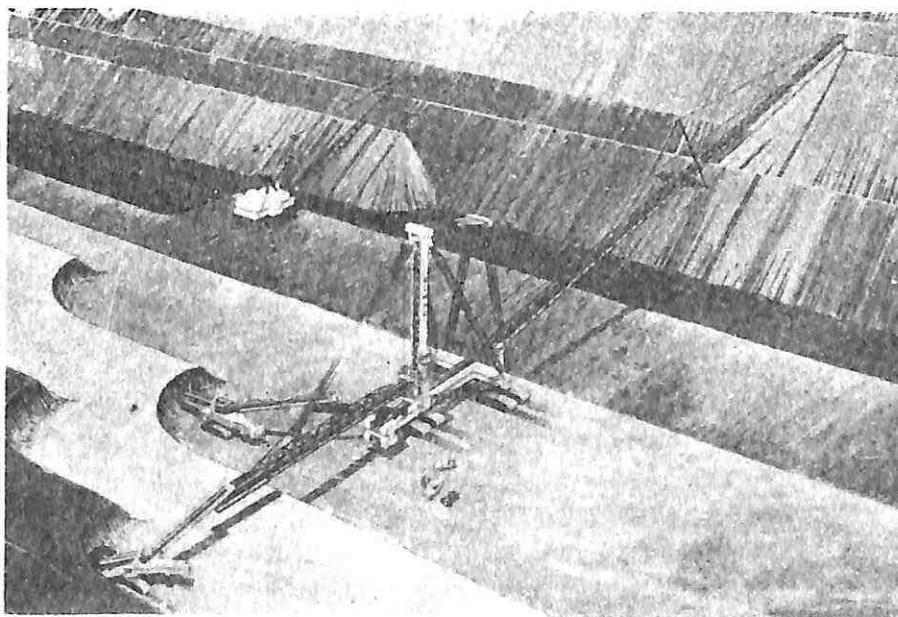
Čvrste čestice u detektoru fluida

Detektor 060 firme Vega Grieshaber GmbH & Co se koristi za merenje sadržaja čvrstog u fluidima. Moguće je detektovanje čvrstih čestica do 15% u mernom prijemniku i evaporatoru. Povećanjem čvrstog u fluidu povećava se prigušenje u mernom prijemniku (vibracionoj šipki) i time menja izlazna struja.

Mining Reporter 79 (2/88)

Odlagač za direktno odlaganje

Otkopavanje sa direktnim odlaganjem se, pre svega, koristi u površinskom otkopavanju do dubine od 100 m primenom bagera kašikara ili vedričara sa ugrađenim odlagačem za direktno odlaganje. Odlagač odlaže pokrivku najkraćim mogućim putem preko kopa do vrha. Odeljenje Lauchhammer firme Mannesmann Demag je razvilo i konstruisalo potpuno novi sistem koji se koristi u površinskom otkopavanju u Teksasu. Ovde se pojasi, široki 30 do 50 m, raščišćavaju odlagačem i kod odnosa uglja i pokrivke od 10 : 1 do 20 : 1 ovo je ekonomičan metod. Proizvodnja površinskog otko-



pavanja u Teksasu dostiže godišnje oko 5 mil. t sa prosečnom otkopnom dubinom od 48 m. Raspored terena, kao i vrsta pokrivke, broj slojeva i visina odlaganja određuju dimenzije odlagača kao i učinak. Tako visina odlaganja od 50 m zahteva odlagač dužine 305 m i visinu katarke od 65,5 m. Oba rotorna bagera (na slici) otkopavaju 10–15 m pokrivke iz mesta u tri reza sa otkopnim pojašima između 5 i 10 km. Obe katarke treba da se zakreću 90° radi prolaza rotornog bagera. Ovde je dužina katarke 205 m, brzina trake 7,5 m/s i nominalna snaga 3150 kW. Radna težina se navodi u visini od 3200 t za gusenice sa pritiskom na tlo od 10 N/cm². Časovni kapacitet dostiže 3150 m³ (č.m.).

Mining Reporter 53 (3/88)



rotaciono-perkusionom režimu na proizvodnim čelima, gde njena kontaktna sila od 60 kN, obrtni moment od 3300 Nm i broj obrtaja od 120 min⁻¹ može da buši bušotine do dubine od 35 m. Prečnik bušotine se kreće od 75 do 115 mm primenom automatskog magacina sa 8 šipki dugačkih 4 m. Gusenice se pokreću pojedinačnim hidrauličnim motorima čime se ostvaruje dobra sposobnost manevriranja. Moguće je savlađivanje nagiba do 35% brzinama od 3,2 km/h i pritisak na tlo je 7 N/cm² za mašinu koja teži 14,5 t. Bušenje i kretanje vrši jedan rukovalac koji ima sve potrebne komande i merače na radnoj konzoli. Mašina je pogodna i za daljinsku kontrolu.

Mining Reporter 62 (3/88)

Bušilica za velike proizvodne bušotine

Kolica potpuno hidraulične burgije LB 406 HV mogu da izrađuju vertikalne, horizontalne i iskošene bušotine i lepeze pod uglom od 38°. LB 406 HV proizvodi firma SMAG Salzgitter Maschinenbau GmbH i predviđena je za primenu u

Bibliografija

Red. Gabelko, N. E.: **Ekonomski metode upravljanja rudarskom proizvodnjom** (Ekonomičeskie metody upravlenija v gornorudnom proizvodstve) Gubkin, NII po probl. KMA, 1988, 121 str., il., (knjiga na rus.)

Lisenkov, A. A.: **Sistemski prilaz određivanju optimalnih uslova i kontura otkopavanja rudnih ležišta** (Sistemnyj podhod k obosnovaniju optimal'nyh kondicij i konturov razrabotki rudnyh zalezey) „Kompleksn. ispol'z. mineral. syr'ja”, (1988)11, str. 13–18, 11 bibl.pod., (rus.)

Gitis, L. A.: **Izbor racionalne varijante perspektivnog plana razvoja infrastrukture rudarskog preduzeća kod prilaza optimalnosti sa više kriterijuma** (Vybor rational'nogo varianta perspektivnogo plana razvitiya infrastruktury gornogo predpriatija pri mnogokriterial'nom podhode k optimal'nosti) „Planir. kompleks. osvojenija resursov polez. iskopаемых в горнорудн. р-нах”, M., 1988, str. 16–23, 2 il., 4 bibl.pod., (rus.)

Sokolovskaja, M. B.: **Planiranje kompleksnog osvajanja antracitnih ležišta u jamama Doneckog ugljenog basena** (Planirovaniye kompleksnogo osvojeniya antracitovyh mestoroždenij na šahtah Doneckogo ugoł'nogo bassejna)

„Planir. kompleks. osvojenija resursov polez. iskopаемых в горнорудн. р-нах”, M., 1988, str. 46–52, (rus.)

Culbertson, K., Adams, C. Anthony, B.: **Korišćenje računara pri planiranju** (Using computers in reclamation) „Rock Prod.”, 91(1988)7, str. 66–69, 13 il., (engl.)

Sinha, D. K., Pal, A. K. i Mitra, S.: **Komputerizovana proizvodnja i planiranje rezervi**. Proučavanje (Computerized production and resource Planning – a case study)

„J. Int. Eng. (India). Mining Eng. Div.”m 68(1987)1, str. 1–4, 1 tabl., (engl.)

Scott, J. B.: **Ocena eksploatacionih troškova u jamskim rudnicima pomoću elektronskog računara** (Computerized cost estimating for underground mines) „CIM Bull.”, 81(1988)916, str. 44–50, 4 tabl., (engl.)

Malinovskij, N. S.: **Pitanja usavršavanja ocene ekonomski efektivnosti investicionih ulaganja u uslovima krajnjeg severa** (Voprosy soveršenstvovaniya ocenki ekonomičeskoy effektivnosti kapital'nyh vloženij v usloviyah Krajnega Severa) „Planir. formir. i razvitija gornoprom. kompleksa”, Apatity, 1988, str. 63–69, 3 bibl.pod., (rus.)

Želihovskij, V. K., i Turmanidze, T. U.: **Usavršavanje metoda za ocenu investicionih ulaganja** (Soveršenstvovanie metodov ocenki kapital'nyh vloženij) „Planir. komplek. osvojenija resurs. polezn. iskopаемых в горнорудн. районах”, M., 1988, str. 147–151, 2 bibl.pod., (rus.)

Turkebaev, E. A. i Sadikov, G. H.: **Kompleksno iskorisćenje sirovine i otpadaka industrije** (Kompleksnoe ispol'zovanie syr'ja i othodov promyšlennosti) Alma-Ata, Kazahstan, 1988, 139 str. il., (knjiga na rus.)

Fefelov, V. S. i Filippov, S. A.: **Zakon kompleksnog iskorisćenja rezervi mineralne sirovine kod otkopavanja ležišta** (Zakon kompleksnogo ispol'zovaniya zapasov mineral'nogo syr'ja pri razrabotke mestoroždenij) „Kompleks. tehnol. razrab. mineral. syr'ja”, 1988, No. 11, str. 89–90, 12 il., (rus.)

Soldatov, V. I.: **Nova tehnička rešenja u projektima rudnika uglja** (Novye tehnicheskie rešenija v projektah ugoł'nyh šaht) „Šaht. str-vo”, (1988)12, str. 2–7, 3 il., 2 tabl., (rus.)

Red. Bubin, Ž. V.: **Problemi teorije projektovanja površinskih kopova** (Problemy teorii projekti-

rovanijskih kar'evov)

Mežvuz, sб. nauč. tr., Gornyj in-t. 1988, 180 str., il., (zbornik na rus.)

Grudin, V. M., Levin, E. K. i Kvitska, V. V.: Razvoj automatizovanog projektovanja površinskih kopova kod otkopavanja kompleksnih ležišta (Razvitie avtomatizirovannogo proektirovaniya kar'evov pri otrobote kompleksnyh mestorozdenij)

„Probl. teorii proektir. kar'evov”, L., 1988, str. 5–9, 1 il., 8 bibliopod., (rus.)

Uredaj za cementaciju visokog pritiska za rudarstvo (High-pressure grout plant for mining)

„Mining Mag.”, 159(1988)3, str. 221, (engl.)

Sitzg, P. i Arnold, W.: Stanje i tendencije razvoja u oblasti tehnike izrade jamskih okana (Stand und Entwicklungstendenzen auf Gebiet der Schachtbautechnik)

„Freiberg. Forschungsh.”, A(1988)771, str. 10–18, (nem.)

Wichur, A.: Teoretska ispitivanja naponskog stanja i deformacija stenskog masiva koji se zamrzava pri izradi jamskog okna (The theoretical investigations of the state of stress and displacement of frozen rockmass round the shaft)

„Arch. Mining Sci.”, 33(1988)3, str. 387–400, 4 il., 33 bibliopod., (engl.)

Fijalkowski, H.: Tjubing—podgrada jamskih okana za složene hidrogeološke uslove (Obudowa tzbiningowa szybów gorniczych w trudnych warunkach hydrogeologicznych)

„Pr. nauk. Inst. geotechn. PWrocł.”, 56(1988), str. 33–26, 12 bibliopod., (polj.)

Jokiel, M.: Novi postupak za povećanje pustljivosti betonske podgrade jamskih okana (Nowy sposob upodatnianie betonowych rur szybowych)

„Pr. nauk. Inst. geotechn. PWrocł.”, 56(1988), str. 73–77, 1 il., 2 bibliopod., (polj.)

Jokiel, M.: Principi za ocenu nosće sposobnosti i sigurnosti betonske pograde okna u uslovima potkopavanja pri otkopavanju stubova (Zasady oceny nosnosci i bespieczenia betonowej obudowy szybowej pod wpływem eksploatacji gorniczej w filarze ochronnym)

Pr. nauk. Inst. geotechn. PWrocł.”, 56(1988), str. 79–83, 2 bibliopod., (polj.)

Zasypkin, A. I. i Oskolkov, Ju. N.: Analiza tehničko-ekonomskih pokazateleja izrade investicionih horizontalnih jamskih prostorija u SUBR-u (Analiz tehniko-ekonomičeskih pokazatelej provedenija kapital'nyh horizontal'nyh vyrabotok na SUBRe)

„Str-vo šaht, rudnikov i podzemn. sooruz.”, Sverdlovsk, 1988, str. 26–30, 5 tabl., (rus.)

Burjanenko, M. F. i dr.: Oceni uticaja dubine zaledanja na karakteristike čvrstoće stena i specifičen rad za njihovo razaranje (Ob ocenke vlijanja glubiny zaledanja na pročnostne parametry porod i udel'nuju rabotu ih razrušenija) „Ugol' Ukrayny”, (1988)11, str. 18–19, 2 il., 2 tabl., (rus.)

Beljarev, G. V. i dr.: Matematičko modeliranje pri projektovanju automatizovanog sistema za kontrolu jamskog pritiska (Matematičeskoe modelirovanie pri proektirovaniyu avtomatizirovannoj sistemy kontrolja gornogo davlenija)

„Avtomatiz. gorn. rabot”, Novosibirsk, 1988, str. 72–82, (rus.)

Orlov, A. V.: Modeli neelastične deformacije stenskog masiva oko jamskih prostorija (Modeli neuprugog deformirovaniya porodnyh massivov vokrug gornyh vyrabotok)

„Probl. fiz. processov v gorn. dele”, M., 1988, str. 135–137, 5 il., (rus.)

Crook, A. J. i Hinton, E.: Matematičke metode modeliranja obrazovanja zona raspucalosti kod primene dugačkih radilišta na dubokim horizontima rudnika zlata (Numerical requirements for modelling fracture formation in deep level long-wall mining)

„Comput. and Struct.”, 30(1988)3, str. 645–652, 15 il., 20 bibliopod., (engl.)

Altay, Š. A. i dr.: O stabilnosti jamskih prostorija u zoni oslonog pritiska ispod stubova (Ob ustojčivosti vyrabotok v zone opornogo davlenija pod celikami)

„Kopleks. ispol'z. mineral. syr'ja”, (1988)11, str. 3–7, 5 il., (rus.)

Gertman, L. K. i dr.: Uticaj temperature na tvrdnjavanje zasipnih smeša (Vlijanie temperatury na tverdenie zakladčnych smesej)

„Razrab. rac. tehnol. dobyči rud cvet. met.”, Sverdlovsk, 1988, str. 86–91, 1 il., 4 tabl., 4 bibliopod., (rus.)

T o k a r , G.: **Opasnost od gorskih udara i kontrolno bušenje** (Gebirgsschlaggefahr und Testbohren) Techn. Univ. München, 1987, 113 str., (nem.)

S y r e k , B. i S a r n e k , R.: **Ocena opasnosti od gorskih udara u jamama Katowickog udruženja uglja na osnovu analize koeficijenta b Gutenberg–Rihterove formule** (Ocena stanu zagroženja tapanjami kopala Katowickiego Gwaretstwa Weglowego na podstawie analizy współczynnika b relacji Gutenberga–Richtera) „Publ. Inst. Geophys. Acad. Sci.”, (1988)10, str. 299–309, 2 il., 3 tabl., 15 bibl.pod., (polj.)

Sistemi automatizacije u bušenju (La puissance dans la foration).

„Chant. Fr.”, (1988)206, spec. mater., str. 11/66–11–67, (franc.)

M a r i a n o w s k i , J. i B e b e n , A.: **O suštini ispitivanja pojave talasa koji prate proces udarnog bušenja** (O suščnosti issledovanij volnowih javlenij, soprovoždajućih process udarnog bubreženja) „Mech. i autom. gorn.”, 26(1988)11, str. 75–98, (rus.)

M a r t i n , D.: **Najnovija dostignuća u razvoju eksploziva i sredstava za miniranje** (Getting the right bang in the right place at the right time) „Tunnels and Tunnels.”, 20(1988)9, str. 32–33, 35–37, (engl.)

D ž o s , V. F. i K a p i t e n e n k o , A. I.: **Eksperimentalno ispitivanje granulometrijskog sastava eksploziva pri njihovom transportu kontejnerima i preradi u skladištima eksplozivnih materijala** (Eksperimental'nye issledovaniya granulometričeskogo sastava VV pri ih kontejneroj dostavke i pererabotke na skladah VM)

Razruš. gorn. porod”, Kiev, 1988, str. 108–109, (rus.)

N u r i d ž a j a n , G. Z. i H a č a t r j a n , S. A.: **Matematički model procesa miniranja minskog punjenja uz vođenje računa o sigurnosti sastavnih elemenata** (Matematicheskaja model'processa vzryvaniya skvažinnyh zarjadov VV s učetom nadežnosti sostavljujućih elementov) „In-t gorn. dela, M., (Rukopis deponovan u CNIElugol' 05.12.88, Nr. 4768–up88, (rus.)

K o č e t k o v , P. A. i D e r b e n e v , L. S.: **Razaranje stena pri različitom redosledu iniciranja minskih punjenja** (Razrušenie gornyh porod pri različnom porjadke inicirovaniya skvažinnyh zarja-

dov)

„IVUZ. Gornij ž.”, (1988)11, str. 93–96, 3 il., 6 bibl.pod., (rus.)

J a k o v l e n k o , A. G. i dr.: **Specijalna tehnologija bušenja i miniranja kod zakošavanja etaža u oslabljenim zonama ivica površinskog kopa** (Spec-tehnologija burovzryvnyh rabot pri zaotkoske us-tupov na oslablennyyh učestkah bortov kar'ev) „Razrab. rac. tehnol. dobyči rud cv. met.”, Sverdlovsk, 1988, str. 9–14, 3 il., 2 bibl.pod., (rus.)

V o l o b u e v , V. K. i V o r o ž i š c e v , V. I.: **Rezultati laboratorijskih ispitivanja hidroizolacije minskih bušotina**

(Rezul'taty laboratornyh ispytanij gidroizolacii vzryvnyh skvažin)

Kuznec. fil. n.-i. i proekt.–konstr. in-ta po dobyče polezn. iskopаемых отkr. sposobom, Kemerovo, 1988, (Rukopis deponovan u CNIElugol' 22.11.88, Nr. 4759–up88, (rus.)

W i n n e , A.: **Tehnika razaranja stena miniranjem** (Techniques de demolition aux explosifs) „Excavator”, (1988)5, str. 2–28, 44 il., (franc.)

S i n g h a l , R. K. i N a i d u , G. H.: **Uticaj miniranja na ekonomičnost dobijanja mineralnih sirovina površinskim otkopavanjem** (Influence of blasting on open pit economics)

„Austral. Mining”, 80(1988)9, str. 56–58, 60, 62, 64, 66, 8 il., 1 tabl., 13 bibl.pod., (engl.)

A t r u š k e v i č , V. A.: **Pravci usavršavanja tehnoloških šema za izradu pripremnih jamskih prostorija** (Napravlenie soveršenstvovaniya tehnologičeskikh shem provedenija podgotovitel'nyh vyrabotok)

„Netradic. tehnol. razrab. ugol. mestorožd.”, M., 1988, str. 10–13, 2 il., 1 tabl., 1 bibl.pod., (rus.)

Korišćenje kombajna kontinualnog dejstva u jama-ma kompanija Consolidation Coal (Consol nears true continuous mining)

„Coal”, 25(1988)10, str. 43, (engl.)

S a p a l o v , K. A. i S t r a t o v , V. G.: **Usavršavanje izbora parametara podgradivanja jamskih prostorija** (Soveršenstvovanie vybora parametrov krepljenija gornyh vyrabotok)

„Soveršen. tehnol. shem provedenija i sposobov podderžanija gornyh vyrabot. na glubok. horizontah”, Karaganda, 1988, str. 15–17, 1 bibl.pod., (rus.)

Hajrulin, S. N.: Modeliranje troškova za otvaranje jamskog polja kod višestepenog otkopavanja (Modelirovanie zatrat na vskrytie šahtnogo polja pri mnogostadijsnoj otrabotke)

„Netradicion. tehnol. razrab. ugal. mestoroždenij”, M., 1988, str. 57–59, 3 bibli.pod., (rus.)

Selznev, I. N.: Izrada šema za pripremu strmih slojeva na dubokim horizontima (Konstruirovaniye shem podgotovki krutyh plastov na glubokikh gorizontah)

„Netradic. tehnol. razrab. ugal. mestorožd.”, M., 1988, str. 35–38, 1 bibli.pod., (rus.)

Guljajev, V. G. i dr.: Rezultati industrijskih sputivanja i rada otkopnih kombajna sa uredajima za zaštitu od vibracija (Rezul'taty promyšlennych ispytanij i ekspluatacii olistnyh kombajnov s vibrozaštitnymi ustrojstvami)

„Ugal' Ukrayny”, (1988)12, str. 22–24, 1 il., 3 tabl., 4 bibli.pod., (rus.)

Sapickaja, I. K. i dr.: Analiza rada kompleksno-mehanizovanih radilišta (Analiz raboty kompleksno-mehanizirovannyh zaborov)

„Ugal' Ukrayny”, (1989)1, str. 20, 1 tabl., (rus.)

Longmate, G.: Uspešno otkopavanje sloja Barnsley u Južnom Jorkširu (The successful working of the Barnsley seam in the South Yorkshire) „Mining Eng.”, (Gr. Brit.), 148(1988)326, str. 187–190, 3 il., (engl.)

Grätz, A. i dr.: Praksa rada elektrohidrauličkog pogonskog sistema struga sa planetarnim reduktrom za ravnjanje PS 16 (Einsatz des elektrohydraulischen Hobelantriebs mit dem Planeten—Überlagerungsgetriebe PS 16)

„Glückauf”, 124(1988)19–20, str. 1028–1029, 1032–10037, 8 il., 2 tabl., 5 bibli.pod., (nem.)

Vitkov, V. G. i Lebedev, V. I.: Načini intenzifikacije rudarskih radova u slojevima opasnim na izboj (Puti intensifikacii gornyh rabot na vybrosoopasnyh plastah)

„Netradic. tehnol. razrab. ugal. mestorožd.”, M., 1988, str. 63–65, 1 bibli.pod., (rus.)

Patzke, D.: Otkopavanje zaštitnog stuba iz slepog okna (Abbau des Sicherheitspfeilers eines Grossblindschachtes)

„Glückauf”, 124(1988)12, str. 649–653, 8 il., 4 bibli.pod., (nem.)

Tuke, A. W.: Primena nove tehnologije za intenzifikaciju dobijanja uglja (The application of technolo-

logy to production)

„Mining Eng.”, (Gr. Brit.), 148(1988)324, str. 137–143, 145, 13 il., 6 tabl., (engl.)

Kudrjavcev, M. S. i dr.: Ocena šema transporta rude prema faktoru troškova za rad za njeno premeštanje do siplki (Ocenka shem dostavki rudy po faktoru zatrat raboty na peremeštanie ee k rudospuskam)

„Razrab. rud. mestoroždenij”, Kiev, (1988)46, str. 63–68, 1 il., (rus.)

Volkov, Ju. V. i dr.: Optimizacija parametara otvaranja velikog ležišta rude bakra (Optimizacija parametrov vskrytija krupnogo međnorudnog meštoroždenija)

„Razrab. rac. tehnol. dobyči rud cv. met.”, Sverdlovsk, 1988, str. 46–51, 2 il., 3 tabl., 2 bibli.pod., (rus.)

Fedjanin, A. A. i Tomalak, S. M.: Obrazlaganje tehničkih parametara mehanizovane podgrade za jame Srednje Azije (Obosnovanie tehnikočeskih parametrov mehanizirovannyh krepej dlia šaht Srednoj Azii)

„Netrad. tehnol. razrab. ugal. mestorožd.”, M., 1988, str. 33–35, (rus.)

Geostatistička metoda za kontrolu kvaliteta rude na površinskom kopu Candelaria (Geostatistical grade control at the Candelaria mine)

„Eng. and Mining J.”, 189(1988)9, str. 52–57, 7 il., 3 bibli.pod., (engl.)

Medvedov, M. L. i dr.: Ocena dejstva prirodno-klimatske sredine na organizaciono-tehnoloski sistem površinskog kopa (Ocenka vozdejstvija prirodno-klimatičeskoj sredy na organizacionno-tehnologičeskuju shemu kar'era)

„Probl. teorii proektir. kar'era”, L., 1988, str. 121–125, 2 il., (rus.)

Kuzin, Ju. S. i dr.: Homogenizacija uglja na površinskom kopu „Majkubenskij” (Usrednenie uglja na razreze „Majkubenskij”)

„Tehnol. kompleksy poverhnosti ugal. predpriatij”, Kiev, 1988, str. 25–28, 1 il., 2 bibli.pod., (rus.)

Przegodski, P. P. i dr.: Tehnologija skladanja uglja na površinskim kopovima Kuzbasa (Tehnologija skladirovaniya uglja na razrezah Kuzbassa)

„Tehnol. kompleksy poverhnosti ugal. predpriatij”, Kiev, 1988, str. 23–25, 1 tabl., (rus.)

A l t a n g e r e l , D.: Analiza kapaciteta kompleksa za otkrivku na površinskom kopu (Analiz proizvoditel'nosti vskrysnog kompleksa ugoł'no-go razreza)

„Probl. teorii projektir. kar'erov”, L., 1988, str. 98–100, 3 il., (rus.)

F o m i n , S. N.: Uticaj oblika radne ivice na veličinu eksploracionog koeficijenta otkrivke (Vlijanje formy rabočego borta na veličinu eksploracionog koefficiente vskryši)

„Probl. teorii projektir. kar'erov”, L., 1988, str. 89–90, 1 il., 2 bibl.pod., (rus.)

K o s e k o v , I. H. i dr.: Ispitivanje režima rudarskih radova na površinskom kopu „Trojanovo–Jug” (Issledovanie režima gornih rabot na kar'ere „Trojanovo–Jug”)

„Probl. teorii projektir. kar'erov”, L., 1988, str. 100–102, 2 il., (rus.)

Z a n g a r a e v , A. Ž. i S a l i m o v , A. A.: Određivanje osnovnih parametara površinskih kopova u složenim rudarsko-tehničkim uslovima (Opredelenie osnovnyh parametrov kar'erov v sležnyh gorno-tehničeskikh usloviyah)

„Probl. teorii projektir. kar'erov”, L., 1988, str. 78–81, 2 il., 1 tabl., 4 bibl.pod., (rus.)

K v i t k a , V. V.: Projektovanje stabilnog tehnološkog sistema površinskog kopa (Projektirovanie ustojčivoj tehnologičeskoj sistemy kar'era)

„Probl. teorii projektir. kar'erov”, L., 1988, str. 61–64, 1 il., 1 bibl.pod., (rus.)

F o m i n y h , V. I. i dr.: Izbor racionalne visine etaže pri otkopavanju ležišta složene strukture (Vybor racional'noj vysoty ustupa pri otrobotke složnostrukturnyh mestoroždenij)

„Razrab. rac. tehnol. dobyči rud cv. met.”, Sverdlovsk, 1988, str. 20–24, 1 il., 4 tabl., 2 bibl.pod., (rus.)

K o s t r o m i t r i n o v , K. N. i dr.: Parametri tehnoloških šema pri određivanju lokacije odlagališta na ograničenim površinama (Parametry tehnologičeskikh shem pri razmeshchenii otvalov na ogranicennyh ploščadjah)

„Probl. teorii projektir. kar'erov”, L., 1988, str. 126–131, 2 il., 1 tabl., (rus.)

H a u s d o r f , W.: Metode proračuna stabilnosti stenskih kosina koje se koriste na površinskim kopovima uglja kombinata Borna i njegovi geotehnički granični uslovi (Lamellenverfahren „Stand-

borna“ und seine geotechnischen randbedingungen) „Bauforsch.–Bauprax.”, (1988)221, str. 35–40, 8 il., 12 bibl.pod., (nem.)

Š p a k o v , P. S. i dr.: Proračun parametara gra-nične kosine ispučalog profila pomoću numeričko-analitičke metode (Rasčet parametrov predel'no-goto otkosa vypukloga profilja čislenno-analitičkim metodom)

„IVUZ. Gornjy ž.”, (1989)1, str. 37–41, 2 il., 1 tabl., 5 bibl.pod., (rus.)

N o v i b a g e r f i r m e A T L A S (Neuer ATLAS–Bagger 1004)

„Tiefbau–Berufsgenoss.”, 100(1988)12, str. 891, (nem.)

Č u d č o v s k i j , V. Ju.: Fizičko modeliranje dinamičkih pojava u radnom procesu rotornih bagera (Fizičeskoe modelirovanie dinamičeskikh javlenij v rabočem processe rotornyh ekskavatorov)

„Fiz.-tehn. probl. razrab. polez. iskopаемых”, (1989)1, str. 45–48, 3 il., 3 bibl.pod., (rus.)

R a m e š , R.: Jedinstvena metodika za određivanje kapaciteta rotornih kompleksa na površinskim kopovima (Jednotna metodika stanoveni vykonnosti technologickych komplexu na povr-chovych doleh)

„Zprav. VU palivoenerg. komplexu”, (1988)2, str. 23–31, 4 bibl.pod., (češ.)

Utovarivač 580 K firme Case – SAD (Presentation de la nueva retrocargadora Case 580 K)

„Rocas y miner”, 16(1988)202, str. 44–45, 2 il., (špan.)

H a r t l i e b , P. i Z i l l e r , T.: Minimizacija oštećenja konvejernih traka na transportnim uređaji-ma koji su opremljeni sredstvima za tehničku dijagnostiku (Schadensminimierung an Fördergurten mit Bandüberwachungsanlagen)

„Glückauf”, 124(1988)11, str. 611–612, 614, 616, 7 il., (nem.)

S i s i n , A. G. i L u k i n , Ju. G.: Osnovne rezerve u ekonomiji dizel goriva kod transporta na površinskom kopu (Osnovnye rezervy ekonomii dizel'nogo topliva na kar'ernom transporte)

„Razrab. rac. tehnol. dobyči rud cv. met.”, Sverdlovsk, 1988, str. 39–45, 4 tabl., 5 bibl.pod., (rus.)

Š p a n s k i j , O. V. i A l ' m a n s a , R'P.: Grafo-analitička metoda za operativno određivanje broja kipera na površinskom kopu (Grafo–anal-

tičeskij metod operativnogo opredelenija količestva kar'ernyh samosvalov)
„Probl. teorii proektir. kar'erov”, L. 1988, str. 114–118, 1 il., (rus.)

Girik, A. I. i dr.: Upravljanje kamionskim transportom na površinskom kopu na bazi imitacionog sistema (Upravlenie avtotsportom kar'era na baze imitacionnyh sistem)
„Prom. transp.”, (1988)12, str. 10–11, (rus.)

Kuznetcov, G. I. i dr.: Prevoz ljudi u rudnicima uglja SR Nemačke (Perevozka ljudej v ugol'nyh šahtah FRG)
„Bezopasn. truda v prom-sti”, (1988)11, str. 73–75, (rus.)

Nabzyk, K.: Projektovanje podzemnog transporta u jami Morcinek (Projektowanie transportu dolowego w kopalni Morcinek)
„Wiad. gorn.”, 39(1988)9, str. 199–203, 3 il., 3 tabl., (polj.)

Sinha, D. K. i dr.: Projektovanje sistema za transport uglja u jamama uz korišćenje sistemskog modeliranja (Planning of underground coal clearance system by system simulation)
„J. Inst. Eng.”, (India), 68(1988)2, str. 43–46, 3 il., 6 bibl.pod., (engl.)

Berncev, E. K. i dr.: Perspektive primene uto-varno–transportnih mašina sa električnim pogonom (Perspektivy primenenija pogružično–transportnyh mašin s električeskim privodom)
„Povyš. tehn. urovnya gorn. oborud. dija otkr. i podzem. rabot”, L., 1988, str. 29–34, 2 il., 6 bibl.pod., (rus.)

Ušakov, K. Z.: Rudnička ventilacija. Priručnik (Rudničnaja ventilacija. Spravočnik)
M., „Nedra”, 1988, 440 str., (rus.)

Kontrola atmosfere u jamama (Monitoring the atmosphere in underground mines)
„Mining Mag.”, 159(1988)6, str. 483, 485–487, 9 il., (engl.)

Masnikov, A. A. i Tjurin, V. P.: Perspektive primene podzemnih pomoćnih ventilatora u rudnicima uglja (Perspektivy primenenija podzemnyh vsopomogatel'nyh ventiljatorov na ugol'nyh šahtah)
„Ventilacija šaht i rudnikov. Komforost' i bezopasn. atmosf.”, L., 1988, str. 62–67, 4 bibl.pod., (rus.)

Medvedev, N. N. i Grigor'ev, V. Ju.: Proračun vazdušnih zavesa u jamskim prostorijama velike zapremine (Raschet vozdušnyh zaves v vyrobkah bol'sogo ob'ema)

„Ventilacija šaht i rudnikov. Komforost' i bezopasn. atmosf.”, L., 1988, str. 96–99, 6 bibl.pod., (rus.)

Ušakov, K. Z. i Kosarev, V. D.: Određivanje aerodinamičkih parametara otkopanog prostora pri korišćenju netradicionalnih tehnologija otkopavanja uglja (Opredelenie aerodinamičeskikh parametrov vyrabotannogo prostranstva pri ispol'zovanii netradicionnoj tehnologii otrabotki ugleja)
„Netradic. tehnol. razrab. ugel. mestorožd.”, M., 1988, str. 83–86, 1 tabl., (rus.)

Kuprijanov, V. D.: Metodika fizičkog modeliranja procesa provetrvanja jamskih prostorija u obliku komore posle miniranja (Metodika fizičeskogo modelirovaniya processa provetrvaniya kamerobraznyh vyrabotok posle vzryvnyh rabot)
„Ventilacija šaht i rudnikov. Komforost' i bezopasnost' atmosf.”, L., 1988, str. 33–39, 7 bibl. pod., (rus.)

Lukachev, B. Ja. i dr.: Algoritmi i programi za proračun ventilacionih mreža sa dinamičkom raspodelom memorije (Algoritmy i programmy rasčeta ventilacionnyh setej s dinamičeskim raspredeleniem pamjati)
„Mat. metody i ASU v gornospasat. delo”, (VNII gornospasat. dela), Doneck, (Rukopis deponovan u CNIElugolj 28.11.88, Nr. 4761–up88), (rus.)

Ušakov, K. Z. i Ušakov, V. K.: Ocenjeni sigurnosti jamskih ventilacionih sistema (Ob ocenke nadežnosti šahtnyh ventilacionnyh sistem)
„IVUZ. Gornij ž.”, (1988)12, str. 38–42, 4 bibl.pod., (rus.)

Polubinskij, A. S.: Primene metoda graničnih elemenata za rešavanje zadatka nestacionarne toplotne provodljivosti anizotropnog stenskog massiva koji je poremećen sa dve jamske prostorije (Primerenie metoda graničnyh elementov k rešeniju zadači nestacionarnoj teploprovodnosti anizotropnog gornogo massiva, narušennogo dvumja vyrabotkami)
„Teplo– i massoobmen. apparaty”, Kiev, 1988, str. 53–57, 2 il., 4 bibl.pod., (rus.)

Sadašnje stanje sigurnosti protiv požara u rudnicima metala i nemetala (Recent developments in metal and nonmetal mine fire protection)

„Inf. Circ. Bur. Mines. US Dep. Inter.”, (1988)9206, (engl.)

H e l m s t a d, K. E. i P o m r o y, W. H.: Elektromagnetni signalni sistem za požar u podzemnim rudnicima (Electromagnetic fire warming system for underground mines)

„Bur. Mines US Dep. Inter.”, (1988)9206, str. 78–82, 5 il., 5 bibl.pod., (engl.)

R e i m e r s, G. W. i P o m r o y, W. H.: Sposobnost sulfidnih minerala za samozapaljivanje (Spontaneous combustion susceptibility of sulfide minerals)

„Bur. Mines. US Dep. Inter.”, (1988)9206, str. 54–60, 7 il., 4 tabl., 5 bibl.pod., (engl.)

L i t t o n, Ch.D.: Sistemi za otkrivanje požara u jami: preporuke (Mine fire detection system: a primer)

„Infr. Circ. Bur. Mines. US Dep. Inter.”, (1988)9206, str. 15–20, 3 il., (engl.)

S e m e n e n k o, B. A. i dr.: Otprašivanje sipki pri radu podzemne samohodne opreme (Obespylivanie rudospuskov pri rabote podzemnogo samohodnogo oborudovanija)

„Profilak. travmatma i bor'ba s prof. vrédnostjami v cv. metallurgii”, Sverdlovsk, 1988, str. 82–86, 2 il., 1 tabl., (rus.)

N a n o v s k a, St. i dr.: Uvođenje sistema za automatsku kontrolu metana u jamama Balkanskog ugljenog basena (Vnedrajanje na sistemi za avtomatičen kontrol na metana v rudnicite na Balkanskija v gliščen basejn)

„Minno delo”, 43(1988)6, str. 21–24, 1 tabl., 8 bibl.pod., 1 tabl., 8 bibl.pod., (bugar.)

C z a r t o r y s k i, T.: Neka pitanja kretanja gasa kroz podzemne degazacione cevovode (Niekto zagadnienia przepływu gazu w dolowych rurociągach odmetanowania)

„Wiad. gorn.”, 39(1988)6, str. 119–121, 2 il., 2 tabl., 2 bibl.pod., (polj.)

K l i m o v a, L. A.: Strukturni pokazatelj opasnosti od izboja – jedna od osnovnih karakteristika povećane opasnosti od iznenadnih izboja slojeva uglja (Strukturnyj pokazatel' vybrosoobasnosti – odna iz osnovnyh harakteristik povyšennoj sklonnosti ugol'nyh plastov k vnezapnym vybrosam) „Probl. fiz. processov v gorn. dele”, M., 1988, str. 89–92, 2 tabl., 3 bibl.pod., (rus.)

J a n a s, H. F.: Integralni pokazatelj desorpcije za ocenu stepena opasnosti od iznenadnog izboja gasa u radilište (Integraler Desorptionskennwert für die Bewertung einer Gasausbruchsgefahr vor Ort) „Glückauf–Forschungs.”, 49(1988)5, str. 241–248, 7 il., 11 bibl.pod., (nem.)

H ä f n e r, F. i S i t z, P.: Predlozi koji se odnose na metodiku i tehniku merenja vezanih za osmatranje pritoka vode u podzemne rudarske prostorije (Vorschlage für die messtechnische Überwachung von Zuflüssen im untertagigen Bergbau) „Freiber. Forschungsh.”, A(1988)771, str. 86–93, 5 il., 11 bibl.pod., (nem.)

M o r e v, A. M. i I h n o, S. A.: Povećanje sigurnosti rudarskih mašina (Povyšenie bezopasnosti gornyh mašin)

„Bezopasn. truda v prom'sti”, (1988)12, str. 42–44, (rus.)

S i p o t e n k o, Ä. I. i dr.: Usavršavanje progresivnih metoda obogaćivanja uglja (Sovershstvovanie progressivnyh metodov obogaščenija uglja) „Uglj”, (1988)11, str. 56–58, (rus.)

S e d g m a n, J. B.: Nova tehnološka otkrića iz oblasti obogaćivanja uglja i ruda (Recent developments in coal and mineral processing technologies) „Mining Technol.”, 70(1988)815, str. 284, 286–287, 290, 7 il., (engl.)

W i l l s, B. A.: Obogaćivanje uglja (Coal preparation)

„Mining Annu. Rev.”, (1988, juni, str. 223–229, 4 il., 2 tabl., 37 bibl.pod., (engl.)

K i r p i š c i k o v, S. P.: Ocena obogaćivanja ruda obojenih metala pomoću specijalne aparature (Ocenka obogatimosti rud cvetnyh metallov pri pomoći speciaľnoj apparatury)

„Cv. metallurgija”, (1988)11, str. 42–45, 2 il., 6 bibl.pod., (rus.)

O l e n i n, V. V.: Problem tehnologenih ležišta obojenih metala (Problema tehnogennyh mestoroždenij cvetnyh metallov)

„Cv. met.”, (1989)1, str. 13–15, 5 bibl.pod., (rus.)

R a t m a n o v, A. A.: Model procesa klasifikacije u hidrociklonu (Model' processa klassifikacii v hidrociklone)

„Issled. processov, mašin i apparatov razdelenija

mater. po krupnosti”, L., 1988, str. 105–112, 4 il., 8 bibl.pod., (rus.)

Fizičke metode analize površine čvrstog tela i njihova primena za proučavanje flotacije minerala (Fizicheskie metody analiza poverhnosti tverdogo tela i ih primenenie dlja izuchenija flogacii mineralov)

„Obzor inf. Lab. i tehnol. issled. i obogasč. mineral. syr'ja” (VNII ekon. mineral. syrja i geol. – razved. rabot), (1988)2, str. 1–44, (rus.)

A b r a m o v, A. A. i dr.: Usavršavanje tehnologije flotacije ruda koje sadrže olovo na bazi primene reagenta D (Soveršenstvovanie tehnologii flogacii svinec–soderžaščih rud na osnove primenenija reagenta D)

„Kompleks. ispol's. mineral. syr'ja”, (1988)10, str. 74–75, (rus.)

N i j a z o v, A. A. i dr.: Korišćenje sode kod flotacije barita (Ispol'zovanie sody pri flogacii barita) „Cv. met.”, (1989)1, str. 124–125, (rus.)

S e v l j a k o v, M. I. i G o r i d o v, S. I.: Mehanizam kretanja magnetnog materijala u magnetnim rotirajućim poljima (Mehanizm dvijenija magnitnog materiala v magnitorotacionnyh poljakh)

„Fiz.–tehn. probl. razrab. polezn. iskopаемых”, (1989)1, str. 88–92, (rus.)

S u b b o t a, P. F. i dr.: Tehnologija magnetnog obogaćivanja komadnih ruda (Tehnologija magnitnogo obogašenija kuskovyh rudi)

„Gornyj ž.”, (1989)1, str. 43–45, (rus.)

E l i s e e v, E. I.: Hidroselekcija nusprodukata obogaćivanja koji sadrže bakar i cink pomoću rastvora ferisulfata (Gidroselekcija medno–cinkovih promproduktov obogašenija rastvorami ferri-sulfata)

„Kompleks. ispol'z. mineral. syr'ja”, (1988)10, str. 22–27, 3 il., 1 tabl., 8 bibl.pod., (rus.)

Sistem za bakteriološko izluživanje u rudnicima zlata (Giant Bay, Coastech test bacteria oxidation system)

„North. Miner.”, 74(1988)31, str. 15, (engl.)

M a š u r' ja n, V. N. i dr.: Povećanje kompleksnosti prerade piritnih koncentratov (Povyšenie kompleksnosti pererabotki piritnyh koncentratov) „Cv. met.”, (1989)1, str. 116–118, (rus.)

Š a p a l o v, L. G. i dr.: Ispitivanje procesa zgušnjavanja produkata obogaćivanja oksidne rude gvožđa u dubokim zgušnjivačima (Issledovanie processa sgušenija produktov obogašenija okislennoj železnoj rudy v glubokom sgustitele) „Čern. metallurgija”, (1989)2, str. 47, (rus.)

G o l i k o v, A. A. i dr.: Rezultati promene tehnologije obogaćivanja u Krasnorečenskom postrojenju za obogaćivanje (Rezultaty izmenenija tehnologii obogašenija na Krasnorečenskoj obogatitel'noj fabrike) „Cv. met.”, (1989)1, str. 119–121, (rus.)

S o l o ž e n k i n P. M. i dr.: Usavršavanje tehnologije obogaćivanja peskova iz aluvijalnih ležišta Tadžikistana, koji sadrže zlato (Usskršenstvovanie tehnologii obogašenija zolotosoderžaščih peskov rossyppnyh mestoroždenij Tadžikistana) „Kolyma”, (1989)1, str. 19–21, 2 il., 1 tabl., 3 bibl.pod., (rus.)

S u t t i l l, K. R.: Firma Dickenson modernizuje šemu flotacije (Dickenson revamps flotation circuit)

„Eng. and Mining J.”, 189(1988)10, str. 34–37, 4 il., (engl.)

R a h m a n o v, A. E. i V a r č e n k o, N. G.: Usavršavanje tehnologije obogaćivanja i peletizacije (Soveršenstvovanie tehnologii obogašenija i okomkovaniya) „Gornyj ž.”, (1988)12, str. 12–14, 2 il., (rus.)

T i h o n o v, O. N.: Projektovanje optimalnih šema obogaćivanja mineralnih sirovina (Proektirovanie optimal'nyh shem obogašenija poleznyh iskopаемых)

„IVUZ. Cv. metallurgija”, (1988)5, str. 2–7, 2 il., 3 bibl.pod., (rus.)



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 195-112; 198-112. telex 11830 YU RI

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 sirovina
- implementiranja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
- miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromašinske delatnosti i tehničke zaštite
- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVOĐENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
- REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA
- VRŠI OPTIMIZACIJU KAPACITETA I IZBOR NAJPOVOLJNIJIH VARIJANTI KORIŠĆENJEM SAVREMENIH METODA I MATEMATIČKIH MODELA

Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svetske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti.

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje kvartalni časopis:

RUDARSKI GLASNIK



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

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

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:

POSLOVNİCU 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, Batajnički 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**

