

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9637



RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES
BULLETIN DES MINES
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ
BERGBAUZEITSCHRIFT

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

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637

BROJ 1
1979

RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES
BULLETIN DES MINES
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ
BERGBAUZEITSCHRIFT

GLAVNI UREDNIK

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

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

AHĆAN dr ing. RUDOLF, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana
CAVIROVSKI dipl.ing. VELJAN, Rudarski institut, Skopje
ĆURČIĆ dr ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd
DRAŠKIĆ prof. dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko–geološki fakultet, Beograd
DUŠI prof. ing. MINIR, Rudarsko–metalurški fakultet, Kosovska Mitrovica
GLUŠČEVIĆ prof. ing. BRANKO, Rudarsko–geološki fakultet, Beograd
JOKANOVIĆ prof.ing. BRANKO, prof. univerziteta, Beograd
JOŠIĆ dr ing. MILORAD, Rudarski institut, Beograd
JOVANOVIĆ prof. dr ing. GVOZDEN, Rudarsko–geološki fakultet, Beograd
KAPOR dr ing. BRANKO, Rudarski institut, Beograd
KUN dr ing. JANOŠ, Rudarski institut, Beograd
MARUNIĆ dr ing. ĐURA, Rudarski institut, Beograd
MIHAJLOVIĆ dipl.ing. MARIJA, Rudarski institut, Beograd
NOVAKOVIĆ dr ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd
PERIŠIĆ dr ing. MIRKO, Rudarski institut, Beograd
PERKOVIĆ mr ing. BORISLAV, Rudarski institut, Beograd
SIMONOVSKI dipl.ing. BRANISLAV, Rudarski institut, Skopje
STOJKOVIĆ mr ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd
ŠUMARAC dipl.ing. STANIŠA, Rudarski institut, Beograd
TOMAŠIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd

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

SADRŽAJ

Eksplotacija mineralnih sirovina

Prof. dr inž. RUDI AHĆAN

Izbor odgovarajućeg načina korišćenja radnog vremena kod mehanizovanog otkopavanja u cilju povećanja ekonomičnosti rada u jami REK Velenje	5
Summary	14
Zusammenfassung	14
Rezjume	15

Mr inž. DRAGOLJUB JUJIĆ

Rezultati analize konstrukcije površinskog otkopa za eksplotaciju boksita ležišta Đurakov Do	16
Summary	20
Zusammenfassung	20
Rezjume	21

Dipl. inž. VLADIMIR LEPOJEVIĆ – dipl. inž. ŽARKO NONIN

Sistematisovana metodologija za proračun transportera sa gumenom trakom. I deo – Određivanje širine trake	22
Summary	31
Zusammenfassung	31
Rezjume	32

Mr inž. HRANISLAV ATANASKOVIĆ – dipl. inž. FATMIR RIZVANOLI – dipl. inž. OSMAN GAŠI

Utvrđivanje otpora kopanja pomoću penetrometra na otkopima Kosova	33
Summary	37
Zusammenfassung	38
Rezjume	38

Priprema mineralnih sirovina

Dr biol. DARINKA MARJANOVIĆ – prof. inž. GOJKO HOVANEC

Promene rude ležišta „Veliki Krivelj“ u zavisnosti od lokalnih meteoroloških faktora i autogenih procesa u rudnoj masi – rastvaranje gvožđa iz rude –	39
Summary	44
Zusammenfassung	44
Rezjume	44

Dipl. inž. MIOMIR ČEH – dipl. inž. MILAN KOČANOVIĆ – dipl. inž. BRANISLAV MIHAJOVIĆ

Poluindustrijska ispitivanja koncentracije baritne rude ležišta „Bobija“ – Ljubovija	46
Summary	50
Zusammenfassung	51
Rezjume	51

Ventilacija i tehnička zaštita

Dipl. inž. MIODRAG PETROVIĆ – dipl. inž. LUKA SUČEVIĆ – dipl. hem. BRANKA VUKANOVIĆ	
Analiza požara u rudniku lignita Velenje sa ciljem provere pouzdanosti propisanih mera zaštite za slučajevе požara u jami	53
Summary	68
Zusammenfassung	68
Rezjume	68

Termotehnika

Dr inž. LJUBOMIR NOVAKOVIĆ	
Ispitivanja indeksa meljivosti uglja iz rudnika Drmno	70
Summary	77
Zusammenfassung	78
Rezjume	78

Projektovanje i konstruisanje

Dipl. inž. ĆEDOMIR STANOJLOVIĆ	
Protočne karakteristike regulacionih ventila – vrste i način odabiranja	79
Summary	84
Zusammenfassung	84
Rezjume	84

Dipl. inž. MARIJA MIHAJLOVIĆ – dipl. inž. ĆEDOMIR STANOJLOVIĆ	
Analizatorski sistem COURIER 300	86
Summary	90
Zusammenfassung	91
Rezjume	91

Ekonomika i kibernetika

Dr inž. MILETA ŠIMIĆ	
Ocena istraženih rezervi i srednjih vrednosti bitnih parametara ležišta mineralnih sirovina	92
Summary	96
Zusammenfassung	96
Rezjume	96

Nova oprema i nova tehnička dostignuća	98
Prikazi iz literature	100
Bibliografija	103

Mr MILAN ŽILIĆ

Cena nekih primarnih proizvoda rudarstva u svetu	111
--	-----

Eksplotacija mineralnih sirovina

IZBOR ODGOVARAJUĆEG NAČINA KORIŠĆENJA RADNOG VREMENA KOD MEHANIZOVANOG OTKOPAVANJA U CILJU POVEĆANJA EKONOMIČNOSTI RADA U JAMI REK VELENJE

(sa 4 slike)

Prof. dr inž. R u d i A h č a n

Uvod

U jugoslovenskim rudnicima uglja, a naročito rudniku Velenje, intenzivno se radi na mehanizaciji tehnološkog procesa otkopavanja. Dok se izrada jamskih saobraćajnica, već duži niz godina, odvija mehanizovano, dotle je mehanizacija otkopavanja u našim rudnicima sa podzemnom eksplotacijom tek u fazi uvođenja. Najviši stepen mehanizovanosti otkopavanja postignut je u rudniku Velenje, u kome je tokom 1978. godine proizvedeno 53% ukupne proizvodnje primenom mehanizacije, što predstavlja značajan uspeh.

Uvođenjem kompleksne mehanizacije u proces dobijanja uglja i podgrađivanje otkopa povećala su se u velikoj meri investiciona ulaganja u opremu otkopnog polja, koja za otkop dug 100 m sa odgovarajućom mehanizacijom iznose 72,4 miliona dinara. Ovako velika investiciona sredstva, uložena u mehanizaciju otkopnog polja, zahtevaju i odgovarajući proizvodnju, koja se postiže koncentracijom i povećanjem produktivnosti odnosno ekonomičnosti rada.

Rešenje ovog problema dala je studija, izrađena u Rudarskom institutu, Beograd, sa zadatkom da se na osnovu kritične ocene svih uticajnih faktora odredi način korišćenja otkopne mehanizacije u toku dana i godine, koji će uticati na povećanje iskorišćenja kapaciteta otkopa, a time i na produktivnost i ekonomičnost.

Na osnovu detaljne analize sadašnjeg načina otkopavanja, broja nadnica na stalnim radnim mestima u tehnološkom procesu i uticaja opterećenja uloženih osnovnih sredstava, studija je dala podlogu za određivanje uticaja tih parametara na ekonomičnost proizvodnje. Analizom uticaja visine utrošenog radnog vremena i različitih dosad poznatih načina njegovog korišćenja u toku dana i godine, kod nas i u svetu, došlo se eliminacijom do načina koji odgovara uslovima mehanizovanog načina eksplotacije u velenjskom rudniku.

Analiza sadašnjeg stanja tehnološkog procesa

Da bi se odredio uticaj pojedinih glavnih faktora tehnološkog procesa na produktivnost i ekonomičnost sadašnjeg stanja mehanizovanog načina eksplotacije, izvršena je analiza postignute visine proizvodnje, produktivnosti, iskorišćenja raspoložive dužine otkopnog fronta, nadnica utrošenih na stalnim radnim mestima i utroška radnog vremena za izvođenje radnih operacija na otkopu i čitavom rudniku. Tako se je mogla izvršiti ocena sadašnjeg nivoa proizvodnog procesa i odrediti mere za njegovo dalje poboljšanje, što je naročito važno kod stalnog povećavanja udela proizvodnje sa mehanizovanih otkopa.

Ocena postignutog nivoa proizvodnje

Ocena postignutog nivoa proizvodnje data je za 1978. godinu – I polugodište – kada se proiz-



Sl. 1 – Velenjska otkopna metoda – frikciona podgrada.

vodilo prosečno dnevno 17.044 tone (u 1977. godini 15.556 tona), od toga na otkopavanju 16.736 tona. Proizvodnja je postignuta različitim sistemima otkopavanja, vertikalnom ili horizontalnom koncentracijom, mehanizovanim ili ručnim radom na otkopu. Kao poređenje postignutih rezultata rada na otkopima i pojedinih načina rada navedeni su podaci u tablici 1. Podaci iz tablice 1 pokazuju, da se na mehanizovanim otkopima uz primenu velenjske otkopne metode (slika 1) postiže prosečno $13,89 \text{ t/m}^3$ otkopa na dan, odnosno u južnom krilu se je u toku čitavog perioda postizalo prosečno $16,14 \text{ t/m}^3$ na dan. Ovo je, u poređenju sa iskorišćenjem otkopa sa frikcionom podgradom, već veoma visoko iskorišćenje raspoložive dužine otkopnog fronta. Broj radnika po 1 m^3 čela na dan iznosi 0,46 nadnice, odnosno $6,52 \text{ m}^3$ otkopa po 1 radniku u toku 1 smene. Ocjenjuje se da je ovaj parametar nizak i da je potreban veći broj radnika na otkopu, kako bi se povećalo iskorišćenje otkopnog fronta. Produktivnost na otkopu je srazmerno visoka; pri tome treba ukazati na učinak postignut samohodnom hidrauličkom podgradom firme Hemscheidt i velenjskom otkopnom metodom, kojom se je, u analiziranom periodu, postizao prosečni otkopni učinak u visini $u_0 = 36,89 \text{ t/nadn.}$

Ocena prikazanih glavnih parametara otkopa

Pregled podataka o rezultatima rada na otkopima rudnika Velenje u toku 1978. godine – I polugodište

Tablica 1

Sistem otkopavanja	Proizvodnja		Otkopni front iskorišćenje		Učinak otkopa t/nadn.	Broj otkopa
	t/dan	%	dužina	%		
<i>Mehanizovano otkopavanje</i>						
horizontalna koncentracija, Dowty, OKP (slika 2)	1.458	8,7	165	10,2	8,83	22,89
<i>Velenjska otkopna metoda</i>						
SHP firme Hemscheidt KTU, Salzgitter	7.340	43,9	540	33,2	13,59	29,73
<i>Ručno otkopavanje</i>						
Velenjska otkopna metoda sa frikcionom podgradom	7.938	47,4	920	56,6	8,63	16,3
Ukupno rudnik	16.736	100	1.625	100	10,30	23,99
						26

pokazuje, kod primene mehanizovanog otkopavanja, znatno povećanje njihovih vrednosti, kao i tendenciju daljeg povecanja broja i dužine mehanizovanih otkopa u rudniku Velenje.

Ocena glavnih parametara otkopnog polja

U glavne parametre, kojima se ocenjuje stanje eksploracije u odnosu na određeni sistem koncentracije u odabranom otkopnom polju, ubrajuju se potrebna dužina jamskih komunikacija i vrednost mehanizacije ugrađene u otkopno polje. Pri tome, poseban uticaj ima i broj nadnica za radove koji doprinose da se proizvodni proces odvija bez zastoja, kao:

- održavanje jamskih saobraćajnica u otkopnom polju
- održavanje jamske mehanizacije
- transport uglja i dovoz potrebnog materijala i
- ostali radovi u otkopnom polju.

S obzirom na zahteve koje ranije navedene faze tehnološkog procesa postavljaju, poređenje pojedinih sistema otkopavanja može se izvršiti na osnovu uslovnih parametara i broja nadnica, potre-

bnih za proizvodnju na otkopu u toku dana, kako je to prikazano u tablici 2.

Podaci iz tablice 2 o broju nadnica, potrebnih za normalno odvijanje proizvodnje, pokazuju da za odredene faze proizvodnog procesa, naročito održavanje jamskih saobraćajnica i mehanizacije, transport uglja i ostale radove, broj izvršenih nadnica ostaje isti, iako se količina proizvodnje na otkopu povećava ili smanjuje. Na osnovu iznetog može se zaključiti, da treba znatno povećati iskorишćenje otkopnog fronta, da bi se dobila što veća proizvodnja po dužnom metru otkopa i tako smanjio uticaj nadnica utrošenih na ostale faze. Isto tako, treba znatno povećati brzinu otkopavanja i dužinu otkopa, kako bi se smanjili pripremni radovi u otkopnom polju i kasnije potrebno održavanje. Ispunjenje ovih zahteva omogućuje mehanizovano otkopavanje, koje u velikoj meri treba da uzme učešća u tehnološkom procesu.

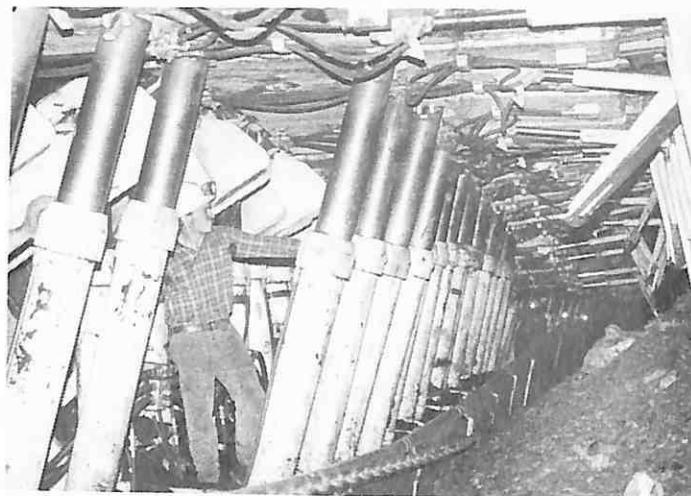
Stalna opterećenja troškova proizvodnje

Sledeći važan faktor koji utiče na ocenu efikasnosti određenog sistema otkopavanja su stalna opterećenja proizvodnih troškova, koja su posledica visine osnovnih sredstava ugrađenih u

**Pregled nadnica u otkopnom polju po fazama tehnološkog procesa, s obzirom na 1 otkop, odnosno 1 m' čela
(1978. godina – I polugodište)**

Tablica 2

	Sistem otkopavanja					
	Velenjska otkopna metoda		Vertikalna koncentracija		Horizontalna koncentracija	
	Ručno otkopavanje nadnica	Faza tehnološkog procesa odnosno parametar	Mehanizovano	Dowty, OKP)	nadnica	
	na otkopu	m'čela	na otkopu	m'čela	na otkopu	m'čela
Izrada jamskih saobraćajnica	8,66	0,16	14,66	0,19	22,66	0,32
Održavanje jamskih saobraćajnica	38,42	0,71	46,29	0,60	39,60	0,56
Transport uglja i dovoz materijala	8,66	0,16	17,74	0,23	14,16	0,20
Održavanje mehanizacije	21,11	0,39	50,14	0,65	35,41	0,50
Ostali radovi na otkopnom polju	29,76	0,55	29,31	0,38	46,74	0,66
Ukupno nadnica na otkopnom polju	106,61	1,97	158,14	2,05	158,63	2,24
Prosečna dužina čela, m'		54,12		77,10		70,82
Iskorišćenje otkopa, t/m' dan		8,63		13,59		8,83
Nadnica u otkopnom polju na 1 t sa otkopa		0,23		0,15		0,25



Sl. 2 – Širokočelna otkopna metoda sa primenom SHP.

otkopno polje i troškova za nadnice izvršene u raznim fazama rada na otkopnom polju. Pri tome su finansijske obaveze, odnosno opterećenja koja

nastaju upotreboom opreme za otkopavanje (SHP, kombajn i sl.) zbog različitih načina otpisivanja i otplaćivanja veoma različita i međusobno se teško

Uticaj stalnih opterećenja opreme i broja izvršenih nadnica u otkopnom polju na troškove proizvodnje kod različitih sistema samohodne hidrauličke podgrada (SHP)

Tablica 3

Otkopna metoda i način podgrađivanja otkopa	Iskorišćenje otkopa t/m'dan	Opterećenje troškova proizvodnje po:				Ukupno din/t
		osnovnim sredstvima din/m'dan	din/t	fiksnim nadnicama nadn./m' čela	din/t	
Vertikalna koncentracija Velenjska otkopna metoda, frikciona podgrada, jama Vzhod	8,63	152,61	17,68	0,210	133,85	151,53
Velenjska otkopna metoda SHP–KTU (V.K. Steber 8)	11,97	294,27	24,58	0,151	95,61	120,19
Velenjska otkopna metoda SHP–Hemscheidt Južno krilo	16,14	667,80	41,38	0,108	68,84	110,22
Horizontalna koncentracija Širokočelna otkopna metoda SHP–OKP (jame Škale)	9,93	458,52	47,18	0,180	114,73	161,91
Širokočelna otkopna metoda SHP–Dowty (Severno krilo– p III)	13,60	1.051	77,27	0,100	62,98	140,25

Pregled iskorišćenja raspoloživog radnog vremena na otkopima sa različitim sistemima otkopavanja u toku dana i godine

Tablica 4

Radne operacije	VOM frikciona podgrada L = 42,0 m, h = 10,0 m, kf = 263			VOM SHP „Hemisheim“ L = 94,0 m, h = 10,0 m, kf = 282			QKP severno krilo V/3 L = 89,0 m, h = 3,0 m, kf = 263			Downtime severno krilo II/I/4 L = 77,5 m, h = 3,2 m, kf = 273		
	u toku dana min	u toku godine sati	%	u toku dana min	u toku godine sati	%	u toku dana min	u toku godine sati	%	u toku dana min	u toku godine sati	%
Proizvodjene radne operacije:												
– bušenje i miniranje (rentkop)	120	8,3	531	6,1	1133	9,2	587	6,7	–	1191	2,2	–
– podsaćanje, utovar (potkop)	81	6,6	359	4,1	61	4,3	269	3,0	442,9	3,0	67,8	4,7
– ručni utovar (čekanje sa kom.)	128	8,9	366	6,4	–	–	–	–	30,9	2,1	134	1,6
Ukupno produkt. radno vreme:	329	22,8	1456	16,6	194	13,5	856	9,7	73,8	6,1	325	3,7
Operac. koje ne utiču na teh. proces:												
– podgradjivanje/nučno ili SHP	379	26,4	1672	19,1	192	13,2	848	9,6	130,6	9,1	574	6,5
– krešenje poda	–	–	–	5,8	208	11,8	755	8,6	259,1	18,0	1139	13,0
– izrada reaktrica	115	8,0	505	6,1	171	11,8	919	10,5	390,5	27,1	1717	19,4
– ostali radovi	122	8,5	537	6,1	145	10,0	640	7,3	188,2	12,9	821	9,4
Ukupne operac. koje ne utiču na teh. proces	616	42,9	2714	31,0	711	49,4	3142	36,0	969,4	67,1	4261	48,5
Operacije koje zadržavaju teh. proces												
Ukupno efekt. radno vreme	1085	74,0	4700	63,6	1002	69,6	4426	60,5	1146	79,8	5037	67,5
Z a s t o !	105	7,3	463	5,4	48	3,3	212	2,4	21,3	1,6	94	1,1
Odlizak i povratak ljudi	180	12,5	797	9,1	321	22,3	1418	16,1	179,3	12,4	789	9,0
P u z a	90	6,2	398	4,5	69	4,8	384	3,5	94,4	6,5	416	4,7
Ukupno neefektivno vreme	373	26,0	1680	19,0	438	30,4	1834	22,0	294	20,4	1289	14,8
(slobodno vreme):												
– državni praznici	–	–	240	2,8	–	–	240	2,8	–	240	2,8	–
– nedelje, slobodne subote	–	–	2160	24,7	–	–	2160	24,7	–	2160	24,7	–
Ukupno utrošeno vreme:	1440	100	8760	100	1440	100	8760	100	1440	100	8760	100
Prosječna dnevna proizvodnja i otkopni udinci												
P = 608 t/dn, u ₀ = 18,1 t/dan – P = 1243 t/dn, u ₀ = 35,8 t/dan.												
P = 4691 t/dn, u ₀ = 14,2 t/dan												
P _d = 1054 t/dn, u ₀ = 20,3 t/had												

MAKSIMALNO		RASPOLOŽIVO		RADNO		VREME	
NA TOKOM DANA (3 - smenski rad)	3 x 390 = 1170	90	90	90	90	90	Σ 1440 min
MOGUĆE RADNO VREME TOKOM DANA NA OTKOPU	81,25%	Pažnja	Dolazak	Odlazak			
120 vreme pripreme za radni proces	81	120	105	6,25	6,25	6,25	Σ 100%.
zastoj radi izgradnje stopa	120	zastoj radi izgradnje stopa	105	zastoj radi izgradnje stopa	105	zastoj radi izgradnje stopa	105
Radne operacije : dobivanje utovara-paralelno se podgradijuće	63,6	13,9	17,2	8,5	10,3	7,3	Σ 100%.
3 x 343 = 1029	90	160,5	160,5	11,1	11,1	11,1	Σ 1440 min
MOGUĆE RADNO VREME NA OTKOPU	71,5	Pažnja	Dolazak	Odlazak			
131 operacije koje ne utiču na proizvodni proces	30	131 operacije koje ne utiču na proizvodni proces	30	131 operacije koje ne utiču na proizvodni proces	30	131 operacije koje ne utiču na proizvodni proces	30
Producitivne operacije podgradnje kresnje	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	Σ 100%.
4,2 9,2	12,9	23,7	23,7	6,8	6,8	6,8	Σ 100%.
3 x 390,67 = 1172	82	93	93	93	93	93	Σ 1440 min
MOGUĆE RADNO VREME TOKOM DANA NA OTKOPU	81,4	Pažnja	Dolazak	Odlazak			
150 neproduktivne radne operacije	305	150 neproduktivne radne operacije	305	150 neproduktivne radne operacije	305	150 neproduktivne radne operacije	305
Produktivne operacije podgradnje kresnje	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	Σ 100%.
6,5 11,1	2,6	11,2	11,2	6,9	6,9	6,9	Σ 100%.
BI TOKOM GODINE (3 - smenski rad)	1456	2714	530	465	398	757	2160
ČISTO PRODUKTIVNO RADNO VREME NA OTKOPU	81,4	Pažnja	vreme za odjeljivanje za radni proces	zastoj pažnja	vreme za odjeljivanje za radni proces	Nedelje i slobodne subote	240 Σ 8760 sati
Dvobrobnost kompanije	16,6	31,0	6,0	5,4	4,5	5,1	24,7
JEDNOSTRUKI radni proces	587	919	1395	428	212	304	1418
Produktivne operacije	9,4	10,5	15,9	4,9	2,4	3,5	16,2
miniranje utovara	3,1	6,7	15,9	4,9	2,4	3,5	16,2
pol-tokop	168	1735	454	933	639	255	845
265 radnih dana	4,8	8,3	19,8	5,2	10,6	7,3	9,7
ČI TOKOM GODINE (4 - smenski rad)	756	1360	974	1816	73	2,9	22,5
DWOTRUDNIČKI radni proces	8,8	15,8	11,1	20,8	7,9	6,9	14,8
HEMSCHEIDT EW-170L	4,8	19,8	303 radna dana	OPERACIJE KOJE NE UTIČU NA PROIZVODNJE	697	602	1248
Produktivne operacije	19,8	19,8	19,8	TOK PROIZVODNJE	1966	1966	240 Σ 8760 sati
potkop	170	170	170	zastoj radi izgradnje stopa	2,7	2,7	2,7 Σ 100%.
265 radnih dana	4,8	8,3	19,8	zastoj radi izgradnje stopa	2,7	2,7	2,7 Σ 100%.
ČI TOKOM GODINE (4 - smenski rad)	756	1360	974	1816	73	2,9	22,5
DWOTRUDNIČKI radni proces	8,8	15,8	11,1	20,8	7,9	6,9	14,8
HEMSCHEIDT EW-170L	4,8	19,8	303 radna dana	OPERACIJE KOJE NE UTIČU NA PROIZVODNJE	697	602	1248
Produktivne operacije	19,8	19,8	19,8	TOK PROIZVODNJE	1966	1966	240 Σ 8760 sati
potkop	170	170	170	zastoj radi izgradnje stopa	2,7	2,7	2,7 Σ 100%.
265 radnih dana	4,8	8,3	19,8	zastoj radi izgradnje stopa	2,7	2,7	2,7 Σ 100%.

Si 3 – Prenos rezultátu merenia „uročka“ odnoč vremena na otkomu kod raznih sistema oikopavanja i podaradivanja.

mogu upoređivati. One na sličan način utiču na visinu troškova proizvodnje i nadnice za stalna radna mesta u otkopnom polju, što se vidi i iz tablice 3.

Za obračun vrednosti iz tablice 3 korišćeni su podaci o cenama opreme, ugrađene u otkopna polja u toku 1978. godine, kao i prosečna bruto vrednost nadnice (637,4 dan/nadn.), a kod stalnih opterećenja nisu uzimane u obzir nadnice za izgradnju saobraćajnica u otkopnom polju i dovoz materijala, pošto su iste proporcionalne visini proizvodnje. Uračunato je i iskorišćenje otkopnog fronta za otkope, na kojima su vršena povremena osmatranja izvođenja radnih operacija. Analiza podataka o opterećenju troškova proizvodnje pokazuje, da na stalne troškove otkopnog polja bitno utiče iskorišćenje otkopnog fronta u toku dana i da povećanje proizvodnje naročito zavisi od načina iskorišćenja radnog vremena ne samo u toku dana, već i u toku godine.

Sadašnji način korišćenja radnog vremena i njegov uticaj na kapacitet rudnika

Kod donošenja kritičke ocene sadašnjeg načina korišćenja radnog vremena, kako na otkopavanju tako i u ostalim fazama rada, izvršeno je snimanje utroška vremena za izvođenje radnih operacija koje čine jedan ciklus. Analiza tako dobivenih rezultata je pokazala, da je faza otkopavanja kod ocene korišćenja raspoloživog radnog vremena, kako u toku dana tako i u toku godine, kod ručnog i mehanizovanog izvođenja radnih operacija, najvažnija.

Da bi se dobila što potpunija ocena dosad postignutog nivoa organizacije rada kod pojedinih sistema otkopavanja, odnosno adekvatnosti primenjene mehanizacije, dati su u tablici 4 i na slici 3 rezultati merenja utroška radnog vremena po pojedinim radnim operacijama otkopavanja u toku dana i godine za velenjsku otkopnu metodu sa primenom frikcione podgrade, odnosno samohodne hidrauličke podgrade (SHP) firme Hemscheidt, odnosno za širokočelnu otkopnu metodu sa primenom SHP sistema OKP firme Dowty.

Ocena podataka iz tablice 4, odnosno slike 3 pokazuje, da sada primenjivani sistemi otkopavanja omogućuju srazmerno niski ideo iskorišćenja radnog vremena u izvođenju radnih operacija i da

efektivno radno vreme na otkopavanju iznosi u toku dana 69–77 %, a u toku godine, kod 265 radnih dana, svega 50–58 % ukupno raspoloživog radnog vremena. Ukoliko se ocenjuju samo radne operacije u direktnoj proizvodnji, kod ručnog načina izvođenja one iznose 22,8 %, a kod mehanizovanih postupaka od 5,1–13,5 % ukupnog radnog vremena u toku dana, što ukazuje na činjenicu, da se mehanizacijom radnih operacija, naročito zbog smanjenja ručnog utovara, potrebno radno vreme svodi na minimum.

Analiza pojedinih neproduktivnih operacija, naročito izrade raskrsnice otkop – hodnik i kresanja poda na onoj strani na kojoj se ugalj dobija iz krovnog dela otkopa (slika 1) ukazuje na potrebu da se sve operacije mehanizuju, odnosno da se otkopni transporter za ovu operaciju postavi na osnovu SHP.

Analiza pokazuje da je korišćenje vremena za efektivni rad na otkopu, naročito u toku godine, srazmerno malo i da je potrebno da se poveća s tim što će se, s jedne strane, iskoristiti u toku dana više vremena za izvođenje produktivnih operacija, npr. uvođenjem višesmenskog radnog vremena (npr. 4 smene), a s druge povećavaće se iskorišćenje raspoloživog kalendarskog fonda, npr. uvođenjem više radnih dana u godini.

Način korišćenja radnog vremena ima, dalje, uticaj na stepen korišćenja kapaciteta rudnika, naročito na iskorišćenje otkopnog fronta, koje prema tablici 1 sada u proseku iznosi 10,3 t/m' otkopa na dan. Isto tako je i uticaj stalnih nadnica, izvršenih u otkopnom polju, prema tablici 3, sledeći faktor koji se, u skladu sa boljim korišćenjem otkopnog fronta u toku dana, može popraviti. Navedenim merama može se uz veće korišćenje radnog vremena smanjiti broj otkopa, a time i dužina otkopnog fronta, što veoma povoljno utiče, prvo, na smanjenje investicionih sredstava za mehanizaciju otkopa, a drugo, na smanjenje nadnica, utrošenih za stalna radna mesta u pojedinim otkopnim poljima.

Mogući načini korišćenja raspoloživog radnog vremena

Izbor načina korišćenja raspoloživog radnog vremena u toku dana i godine, koji odgovara tehničkim, tehnološkim i socijalnim uslovima određenog područja, predstavlja u mnogim zemljama

veliki problem. Od njegovog pravilnog rešenja zavisi u velikoj meri ne samo povećanje proizvodnje i produktivnosti, već i rentabilnost mehanizovanog otkopavanja, pošto se većim iskorišćenjem veoma skupe opreme na otkopima u toku dana i godine postižu mnogo povoljniji ekonomski rezultati. Zbog toga se u mnogim zemljama, a i kod nas, traže nova rešenja za veće iskorišćenje raspoloživog vremenskog fonda. Od mogućih načina korišćenja radnog vremena analizirani su naročito:

a – sadašnji način korišćenja vremena u rudniku Velenje sa trosmenskim radom u toku dana i 265 radnih dana u godini

b – trosmenski rad u toku dana kod 303 radna dana u godini (nekadašnji sistem rada, ali sa više brigada)

c – trosmenski rad u toku dana i 355 radnih dana u toku godine (radnici u srednjoj Bosni)

d – trosmenski rad u toku dana i 365 radnih dana u toku godine sa 4 brigade (površinski otkopi u SR Srbiji)

e – četvorosmenski rad u toku dana sa zamenom radnika na radnom mestu, pri čemu četvrta smena služi za održavanje mehanizacije (neki rudnici u SSSR)

f – četvorosmenski proizvodni rad u toku dana sa menjanjem radnika na radnom mestu kod 303 radna dana u godini (rad na otkopima sa rekordnom proizvodnjom u NR Poljskoj)

g – četvorosmenski rad u toku dana, kao pod tač. f, sa razlikom što dve smene u toku sedmice rade u ciklusu za održavanje mehanizacije.

Detaljna analiza navedenih varijanti korišćenja radnog vremena u uslovima rudnika Velenje je pokazala, da je varijanta neprekidnog rada u toku godine u rudarsko-geološkim uslovima velenjanskog rudnika, zbog specifičnih potreba da se u toku sedmice odvoji jedan neproizvodni dan (nedelja), koji služi za manje remonte opreme na otkopu, neprihvatljiva. Isto tako, varijanta četvorosmenskog produktivnog rada u toku dana i sedmice ne dolazi u obzir, pošto se sada vreme između pojedinih smena koristi za servisiranje mehanizacije i manje remonte. Način korišćenja raspoloživog vremena

prema varijanti „četvorosmenski rad za dve slobodne smene u toku nedelje“ je veoma interesantan, ali zasad samo za rad na jednom otkopu u jami, da bi se tako utvrdile maksimalne proizvodne mogućnosti pojedinih otkopa.

Na osnovu toga može se zaključiti da se sve varijante – i neprekidni rad u toku godine, i četvorosmenski rad u toku dana – u uslovima eksploatacije u rudniku Velenje, kod sadašnjeg stanja otkopne mehanizacije ne mogu preporučiti. Kod sadašnjeg načina korišćenja raspoloživog vremena u obzir dolazi samo varijanta „b“ – rad u tri smene i 303 radna dana u godini.

Ocena korišćenja vremena prema varijanti „b“

Primena načina korišćenja raspoloživog vremena sa 303 produktivna dana u toku godine ima, u odnosu na način rada sa 265 produktivnih dana mnoge prednosti, od kojih su uz dalji porast mehanizacije otkopavanja (u 1982. god. se predviđa 80 % proizvodnje sa mehanizovanih otkopa) najvažnije sledeće:

– zbog povećanja udela proizvodnje sa mehanizovanih otkopa iskorišćenje otkopnog fronta povećaće se od 10,3 na 14,75 t/m' otkopa na dan, odnosno od sadašnjih prosečno 2.945 na 4.218 t/m' otkopa na godinu

– broj radnika na otkopu treba povećati od sadašnjih 0,46 na 0,61 nadn./m' otkopa na dan

– dužina otkopnog fronta u radu, potrebna za postizanje 4,7 miliona tona godišnje proizvodnje, kod 303 dana i 15.511 t/dan, smanjiće se primenom navedenih mera od sadašnjih 1.625 m na 1.033 m

– broj otkopa u radu smanjiće se primenom mehanizacije i većom dužinom otkopa od sadašnjih 26 na 16.

Posle preduzetih mera, a naročito smanjenja broja otkopa u radu i dužine otkopnog fronta smanjiće se broj radnika, zaposlenih na ostalim, odnosno stalnim radnim mestima, uprkos povećanju broja radnika na tim radnim mestima, od sadašnjih 1,31 na 1,42 nadn./m' otkopa na dan, za 670 nadn./dan, a time će se povećati i jamski učinak od sadašnjeg 4,84 na 6,30 t/nadn.

RADNI I SLOBODNI DANI PO BRIGADAMA I SMENAMA												Broj radnih dana po brigadama, mesecima i godinama, praznici														
												Brigada														
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G											
Januar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Februar	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	
Mart	26	27	28	29	30	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	10	11	12	13	14	
April	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	18	19	20	21	22	
Maj	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Juni	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	-	-	-	-	-	-	1	2	3	4	5	6
Juli	30	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	22	23	24	25	26
August	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Septembar	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	-	-	-	
Oktobar	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Novembar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Decembar	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Brigada	A	1	1	x	1	3	3	3	x	2	2	2	x	1	1	1	x	1	3	3	x	2	2	2	2	
B	1	1	1	x	3	3	3	x	3	2	2	2	x	1	1	1	x	1	3	3	x	2	2	2	x	
C	2	2	2	x	1	1	1	x	1	3	3	3	3	2	2	2	x	1	1	1	x	3	3	2		
D	2	2	x	2	2	1	x	1	1	1	3	3	3	x	3	3	2	2	x	2	1	1	x	1	1	
E	3	x	3	3	3	x	2	2	2	2	1	x	1	1	1	1	3	x	3	3	2	x	2	2	2	
F	3	3	3	3	3	2	x	2	2	2	x	1	1	1	1	x	3	3	3	x	2	2	2	x	1	
G	x	3	2	2	2	2	x	1	1	1	x	3	3	3	3	x	3	2	2	x	1	1	1	x	3	

1... prva smena (brigada A + B) 260 + 259 = 259,5 smena

2... druga smena (brigada C + D) 261 + 262 = 261,5 "

3... treća smena (brigada E + F) 256 + 260 = 260 "

4... slobodan dan (brigada G ispunjava) 260 - 2 = 130 "

x... slobodan dan (brigada G ispunjava) $\Sigma 909$ "

Sl. 4 – Predlog za podešavanje radnika u brigade po mesecima, danima i smenama kod 303 proizvodljivih dana u 1979. god. u rudniku Velenje.

Povećani intenzitet korišćenja otkopnog fronta u toku godine će se smanjiti zbog skraćivanja dužine otkopnog fronta, kao i potreba za investicionim ulaganjima u mehanizaciju otkopa i otkopnih polja, što će povećati ekonomičnost mehanizovanog otkopavanja.

Da bi se rad u rudniku normalno odvijao u toku 265 dana u godini izrađen je poseban turnus smena (slika 4). Za neometan rad prema tom turnusu treba ukupno sedam brigada, od kojih u toku dana šest brigada radi, a jedna se odmara. Tako je zadovoljen sistem korišćenja radnog vremena u skladu sa zakonom o udruženom radu.

Zaključak

Analiza mogućih načina korišćenja raspoloživog radnog vremena u toku dana i godine je

pokazala, da uslovima koji postoje u velenjskom rudniku i povećanju koncentracije rada, od prikazanih 7 mogućih varijanti, najvišeodgovara primena trosmenskog produktivnog rada sa 303 radna dana u godini. Kod takvog načina rada postiže se potrebno povećanje stepena iskorišćenja otkopnog fronta u visini od 14,75 t/m' otkopa na dan, koje prema sadašnjem načinu, uz odgovarajuće povećanje broja radnika na otkopnom frontu, omogućuje znatno smanjenje njegove dužine.

Ove mere omogućuju i znatno smanjenje potrebnih investicionih ulaganja u otkopnu mehanizaciju, kao i manji broj zaposlenih na neproduktivnim, tj. stalnim radnim mestima u otkopnim poljima. Glavni rezultat prikazanog načina korišćenja radnog vremena je znatno povećanje koncentracije proizvodnje uz istovremeno smanjenje broja otkopa, a time i povećanje produktivnosti zaposlenih i sniženje proizvodnih troškova. Zbog specifičnih uslova u rudniku Velenje preporučuje se uvođenje radnog vremena u tri produktivne smene na dan sa 303 radna dana u godini i 265 radnih dana za svakog zaposlenog.

SUMMARY

Selection of an Appropriate Method of Mine Working Hours Utilization with Mechanized Mining from the Aspects of Increasing Operation Efficiency in REK Velenje Pit

The outlined measures enable high reduction of capital investments into mechanization at the faces, as well as the decrease of labour engaged on non-productive (fixed) jobs. The presented method of working hours utilization resulted in a substantial increase of production concentration in line with a reduction of the number of faces, and by this a higher productivity of the operating labour force and lower production costs.

Having in view the specific operating conditions in Mine Velenje, introduction of operation in three shints, with 303 working days per year, i.e. 265 working days per man, yielded very good results, and may be recommended as such.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Wahl der entsprechenden Nutzungsweise der Arbeitszeit in der Grube bei mechanisiertem Abbau vom Standpunkt der Erhöhung von Arbeitswirtschaftlichkeit in der Grube von REK Velenje

Die dargelegten Massnahmen ermöglichen grosse Herabsetzung der Investitionsanlagen in die Maschinenausrüstung in den Abbauen und Herabsetzung der Beschäftigtenzahl auf den unproduktiven (fixen) Arbeitsplätzen. Die

ausgelegte Nutzungsweise der Arbeitszeit ergab starke Erhöhung der Produktionszusammenfassung bei gleichzeitiger Herabsetzung der Abbaupunktezahl und dadurch auch grössere Produktivität der Beschäftigten und herabgesetzte Produktionskosten.

Unter Rücksichtnahme auf die spezifischen Betriebsbedingungen in der Grube Velenje, die Einführung der 3-Schichten–Arbeitszeit, gerechnet mit 303 Arbeitstagen im Jahr, bzw. 265 Arbeitstage für jeden Beschäftigten, ergab sehr gute Ergebnisse und kann als solche empfohlen werden.

P E 3 Ю М Е

Выбор соответствующего способа использования рабочего времени рабочих при механизированной разработке, с точки зрения повышения экономичности труда в шахте РЭК Велене

Предусматриваемые мероприятия предоставляют возможность большого снижения капиталовложения в механизацию для очистных забоев и снижения числа рабочих на непродуктивных (постоянных) рабочих местах. Описанный способ использования рабочего времени значительно содействовал повышению концентрации производства при одновременном снижении числа очистных забоев, и значит увеличении производительности труда и снижении производственных расходов.

Учитывая особые условия работы в шахте Велене, внедрение трёхсменного рабочего времени, с расчётом на 303 рабочего дня в году, что значит 265 рабочих дней для каждого рабочего, дало хорошие результаты и его можно рекомендовать другим шахтам.

Autor: prof. dr inž. Rudi Ahčan, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana

Recenzent: dipl. ing. A. Blažek, Beograd

REZULTATI ANALIZE KONSTRUKCIJE POVRŠINSKOG OTKOPOA ZA EKSPLOATACIJU BOKSITA LEŽIŠTA ĐURAKOV DO

(sa 2 slike)

Mr inž. Dragoljub Jujić

Rudnici boksita Nikšić vrše eksploataciju ove mineralne sirovine na dva lokaliteta – Štitovu sa površinskim i Biočkom Stanu sa podzemnim načinom otkopavanja. Perspektivnim planom razvoja radne organizacije predviđa se povećanje kapaciteta proizvodnje rude, pa je odlučeno da se u eksploataciju uključi i ležište Đurakov Do.

Na osnovu uslova i dubine zaledanja rudnog tela, prvo bitna razmatranja su usmerena na podzemni način otkopavanja. Ali, detaljnim analizama geološke dokumentacije, koje su vršene u toku priprema za eksploataciju, došlo se do zaključka da postoji čitav niz faktora koji ukazuju na mogućnost površinskog otkopavanja. Zato je odlučeno da se na nivou tehničko-ekonomske analize izvrši razmatranje uslova za površinsku eksploataciju u cilju donošenja konačne odluke o načinu otkopavanja. Pri tome je konstatovano, da se kao ključni kriterijum javlja koeficijent otkrivke, što je uslovilo potrebu da se konstrukcija površinskog otkopa varijantno razmotri.

Geološke karakteristike ležišta

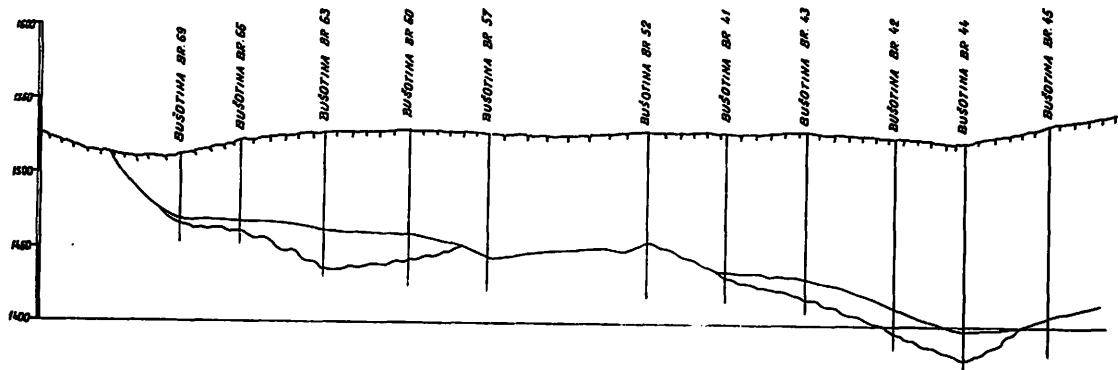
Krovinu i podinu rudnog tela čini krečnjak – dolomitska serija različite geološke starosti. Podinski krečnjaci i dolomiti pretrpeli su značajne erozione promene, što je uslovilo nastajanje vrlo usitnjene karstifikacije sa različitim geomorfološkim oblicima, od kojih su najzastupljeniji: vrtače, uvale i karstni džepovi, vrlo promenljivih dimenzijsa. U ovim delovima prateće serije deponovan je

boksit. Iz ovog se već može zaključiti da je podina rudnog tela vrlo nepravilna, što stvara zнатне poteškoće za definisanje konstrukcije otkopa, kao i za radove pri eksploataciji.

Za razliku od podine, povlata rudnog tela je dosta pravilna, što se jašno uočava kod ležišta koja se eksploatišu. Ležište je ispresecano rasedima. Povlatni krečnjaci nose slojeve i proslojke dolomita, a na kontaktu sa boksiteom javljaju se i proslojci gline. Pri istražnim radovima konstatovane su dosta česte pojave većih i manjih šupljina, koje su u većim slučajevima zapunjene kalcitom ili drobinskim ili glinovitim materijalom.

Prema geomorfološkim karakteristikama ovo ležište spada u grupu slojčitih, sa prosečnom moćnosti od 10 do 20 m, a maksimalnom do oko 50 m. Ali, zbog vrlo izraženog paleoreljefa, česta je pojava da delovi rudnog tela imaju veliku moćnost i male horizontalne dimenzije (u obliku sličnom obrnutoj kupi). Ovakve pojave u velikoj meri otežavaju dobijanje boksitea, jer je za njihovo otkopavanje nužno zahvatanje i jednog dela podine (tzv. krečnjačkih piramida) čime se povećava količina jalovine, tj. koeficijent otkrivke.

Zbog vrlo neravnomerno moćnosti, nepravilnog oblika i dubine zaledanja pojedinih delova rudnog tela izvršena je njegova podela na 5 blokova. Kako je zbog veličine crteža bilo praktično nemoguće na sl. 1 prikazati raspored blokova, daje se njihov geografski položaj. U odnosu na blokove II i III, blokovi I i V su locirani u pravcu



Sl. 1 – Karakterističan geološki profil.

severozapada, a blok IV u pravcu istoka. Ova podjela je veštačka, ali znatno olakšava razmatranje, pa je zato takav pristup i korišćen. Na sl. 1 prikazan je karakterističan profil ležišta Đurakov Do.

Usled nepovoljnih uslova zaledanja, male moćnosti rude, malih količina rude (312.864 t) i visokog sadržaja SiO_2 (9,81 %), konstatovano je da blokovi IV i V u ovoj fazi ne dolaze u obzir za eksploataciju. To znači, da se proučava mogućnost površinske eksploatacije blokova I, II i III.

Geološke karakteristike ležišta jasno su istakle osnovne kriterijume za analizu konstrukcije i to:

- uglove završne konture

- minimalnu moćnost rude u zahvatu
- niveletu i oblik osnovne (najniže) etaže.

Fizičko-mehaničke karakteristike boksita i pratećih stena

Rezultati izvršenih ispitivanja pokazuju da su fizičko-mehaničke osobine rude i pratećih stena u zoni površinskog otkopa (tablice 1 i 2) vrlo promenljive, što u znatnoj mjeri otežava uslove eksploatacije. Ovo se, pre svega, odnosi na stabilnost kosina pri uglovima koji su bliski graničnim vrednostima, a isto tako i na tehnologiju miniranja čiji će kvalitet, u pogledu fragmentacije materijala, biti promenljiv i neujednačen. To je uslovilo da se

Bokšit

Tablica 1

Elementi	γ t/m ³	σ_c kp/cm ²	σ_i kp/cm ²	φ °	c kp/cm ²
Srednja vrednost	2,63	234,30	30,40	49,08	46,89
Standardna devijacija	0,014	86,87	11,83	1,71	17,66
Standardna greška	0,004	27,47	3,74	0,54	5,58
Koeficijent varijacije	0,555	37,08	38,93	3,48	37,66

Krečnjak

Tablica 2

Elementi	γ t/m ²	σ_c kp/cm ²	σ_i kp/cm ²	φ °	c kp/cm ²	E kp/cm ²
Srednja vrednost	2,71	764,45	80,21	52,08	138,05	578.047
Standardna devijacija	0,048	358,64	28,61	6,67	54,51	190.546
Standardna greška	0,011	78,26	6,24	1,45	11,89	41.580
Koeficijent varijacije	1,782	46,91	35,67	12,80	39,48	32,96

definisanje uglova završnih kontura izvrši sa većim koeficijentom sigurnosti, s tim da se u fazi eksploatacije oni verifikuju i eventualno povećaju.

Uglovi završne konture

Za izradu tehničko-ekonomske analize mogućnosti površinske eksploatacije nije rađen obračun uglova, već samo njihova procena, pa su za konstrukciju otkopa usvojeni sledeći uglovi:

Broj bloka	°
I	50,0
II	54,0
III	54,0

Za definitivno razmatranje konstrukcije površinskog otkopa, na bazi ispitivanja fizičko-mehaničkih osobina pratećih stena u laboratoriji, izvršena je analiza stabilnosti završnih kosina. Sa faktorom sigurnosti $F = 1,5$ za karakteristične dubine, dobijeni su uglovi završnih kontura:

Dubina otkopa (m)	Ugao kosine (°)
100	60,0
120	57,0
150	53,0

To, praktično, znači da su, u odnosu na dubinu zaledanja rude i konfiguraciju podine, ovi uglovi za blok II—53°, a blok III—60°. Jasno je da će se u konačnom rešenju ovi uglovi nešto ublažiti zbog izrade puteva unutar otkopa.

Minimalna moćnost rude u zahvatu

Početna razmatranja konstrukcije površinskog otkopa pokazala su da moćnost rude u perifernim delovima rudnog tela ima značajan uticaj na veličinu koeficijenta otkrivke. Zato je pri izradi tehničko-ekonomske analize usvojeno da izolinija moćnosti bloka predstavlja polaznu konturu za konstrukciju otkopa. Radi lakšeg rada ova kontura nalazila se na krovini rudnog tela i od nje je, prema površini terena (kroz krečnjak) i prema

podini (kroz boksit), ili po kontaktu sa podinom, razvijan površinski otkop. Ovo je bilo moguće, jer je kontakt boksita sa krovinskim krečnjacima jasno izražen i dovoljno pravilan.

Ovakav pristup je, u stvari, definisao konturu rudnog tela odgovarajuće (unapred zadane) minimalne moćnosti po njegovoj periferiji, s tim da ista nije u horizontalnoj ravni već prati dubinu zaledanja.

Moćnosti koje su analizirane po blokovima su sledeće:

Blok	moćnost (m)
I	4,6 i 10
II	4 i 10
III	4 i 10

Niveleta i oblik osnovne etaže

Uglovi završnih kontura otkopa su, gledano generalno, strmiji od uglova pada kontakta rude sa podinom. Zato je bilo moguće da se u zoni zahvata površinskog otkopa njegovo dno razvije po ovom kontaktu, sem u delovima gde je uticaj paleoreljefa tako izražen, da iz tehničkih razloga nije moguća regularna eksploatacija boksita.

To znači da kontura u pojedinim delovima prati kontakt sa podinom i da je u tim zonama njen nagib blaži od ugla završne konture.

Detaljnijem sagledavanjem reljefa podine, preko izolinija, došlo se do saznanja da najniža etaža treba da bude na niveleti: za blok I—1345 m, za blok II—1385 m i za blok III—1435 m.

Izbor najpovoljnije konstrukcije površinskog otkopa

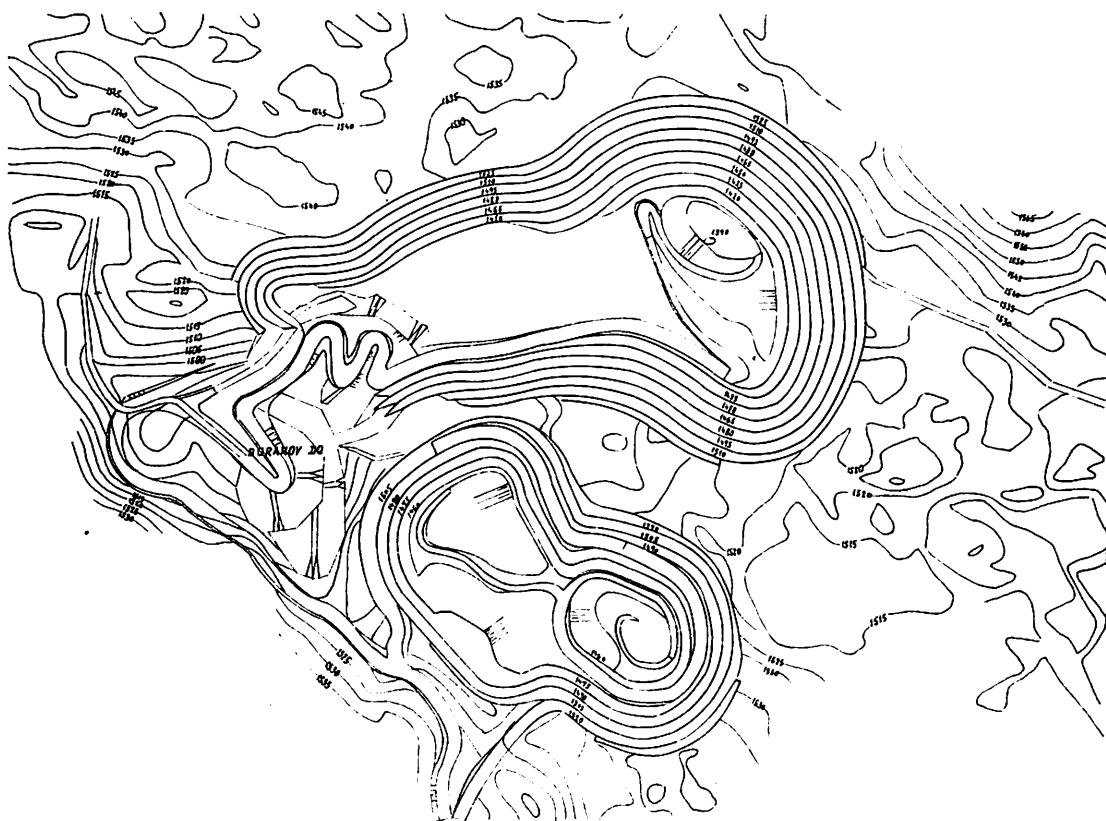
Prema postavljenim kriterijumima izrađene su varijante konstrukcije površinskog otkopa po blokovima i dobijeni sledeći pokazateli:

Blok broj	Minimalna močnost u zahvatu, m	Koeficijent otkrivke, m^3/t
I	6	10,56
	10	12,13
	16	12,40
II	4	7,03
	10	8,01
III	4	4,37
	10	4,77
II + III	4	6,06
	10	6,94

Na osnovu toga je zaključeno da blok I, zasad, ne dolazi u obzir za površinski način otkopavanja. Poređenjem troškova i ostalih uslova jamskog i površinskog otkopavanja odlučeno je da se blokovi II i III eksploatišu površinskim otkopom. Pri tome, su, osim troškova, analizirane i ostale prednosti površinske eksploatacije kao što

su: veće iskorišćenje boksita (manji gubici), kraće vreme za otvaranje ležišta, mogućnost većeg kapaciteta rudnika i slično.

Kod izbora najpovoljnije konstrukcije površinskog otkopa bilo je potrebno da se izvrši detaljno sagledavanje kvaliteta rude. Za ležište



Sl. 2 – Konstrukcija površinskog otkopa.

Đurakov Do je karakteristično, da se sadržaj Al_2O_3 kreće u granicama koje omogućavaju da se i najskromnije partie mogu koristiti za dalju prerađu. To znači, da u odnosu na sadržaj ove komponente nema nikakvog ograničenja koje bi moglo da utiče na konstrukciju površinskog otkopa.

Sadržaj SiO_2 varira u dosta širokim granicama, a tehnološki proces prerađe limitira njegovu maksimalnu vrednost na 6 %. Tako je postavljen uslov da se konstrukcijom otkopa može zahvatiti samo ruda, čiji je srednji sadržaj $SiO_2 = 6 \%$. Obradom kvaliteta, metodom miniblokova, sa visinom minibloka od krovine do podine, a zatim i visinom 15 m (visina etaže), došlo se do zaključka, da je srednji sadržaj SiO_2 u bloku II ispod 6 %, a u severozapadnom delu bloka III znatno iznad ove vrednosti (do 20 %) što je uslovilo da srednji sadržaj za ceo blok bude veći od 6 %. Metodom ponderisanja u analiziranim varijantama konstrukcije došlo se do kriterijuma da je srednji sadržaj na granici 6 %, ako je maksimalna vrednost $SiO_2 = 12\%$.

Na osnovu svih definisanih parametara izrađena je konstrukcija površinskog otkopa (sl. 2) i dobijeni sledeći rezultati:

- koeficijent otkrivke $K_0 = 5,55 \text{ m}^3/\text{t}$
za blok II $K_0 = 6,30 \text{ m}^3/\text{t}$
za blok III $K_0 = 4,27 \text{ m}^3/\text{t}$

- sadržaj $Al_2O_3 = 57,87 \%$
za blok II $Al_2O_3 = 58,43 \%$
za blok III $Al_2O_3 = 56,75 \%$

- sadržaj $SiO_2 = 5,12 \%$
za blok II $SiO_2 = 4,80 \%$
za blok III $SiO_2 = 5,66 \%$

SUMMARY

Results of the Analysis of the Construction of the Opencast Mine for „Đurakov Do“ Bauxite Deposit Exploatation

Opencast and underground mining methods were considered for the exploatation of bauxite deposit Djurakov Do, and this resulted in a conclusion that opencast mining assures more favourable effects (not only economic ones). In order to facilitate the evaluation, the deposit was devided into five blocks having diverse exploatation characteristics.

Techno-economic considerations indicated that Block I currently is not suitable for opencast mining due to a high overburden-to-ore ratio, and Blocks IV and V due to unfavourable mining conditions and high SiO_2 content.

Several opencast mine design variants were developed for Blocks II and III, and according to predetermined criteria, the design with the following properties was selected: overburden ratio, $K_0 = 5.55 \text{ m}^3/\text{t}$; Al_2O_3 content = 57.81 per cent and SiO_2 content = 5.12 per cent.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Analysenergebnisse des Tagebauentwurfs zur Bauxitgewinnung aus der Lagerstätte „Đurakov Do“

Die Bauxitlagerstätte Djurakov Do wurde zur Entscheidungsfindung Übertageoder Untertagegewinnung einer Betrachtung unterzogen, wobei geschlussfolgert wurde, dass die Tagebaugewinnung bessere Leistungen (nicht bloss wirt-

schaftliche) ergibt. Zwecks leichteren Studiums wurde die Lagerstätte in 5 Blöcke eingeteilt, die verschiedene Gewinnungscharakteristiken haben.

Technisch-wirtschaftliche Betrachtungen haben ergeben, dass der Block I im Augenblick für die Tagebaugewinnung wegen zu grossem Abraumkoeffizienten und die Blöcke IV und V wegen ungünstiger Abbaubedingungen und hohem SiO_2 -Gehalt nicht in Frage kommen.

Für die Blöcke II und III wurden mehrere Tagebau-Abbauvarianten ausgearbeitet und gemäss aufgestellten Kriterien wurde die Abbauvariante mit folgenden Ergebnissen gewählt: Abraumkoeffizient $K_0 = 5,55 \text{ m}^3/\text{t}$; Al_2O_3 -Gehalt = 57,81 % und SiO_2 -Gehalt = 5,12 %.

РЕЗЮМЕ

Результаты анализа конструкции разреза для разработки бокситов из месторождения „Дюраков До“

Месторождение бокситовой руды Дюраков До рассматривалось с точки зрения разработки открытым и подземным способами, причём установлено, что открытая разработка даёт более эффективные результаты (не только с точки зрения экономики). Для лучшего обзора месторождение разделено на 5 блоков, обладающих различными эксплуатационными характеристиками.

Техническо-экономическая разработка показала, что блок I в настоящее время не подходит для открытой разработки благодаря большому коэффициенту вскрыши, а блоки IV и V также, вследствие неподходящих условий эксплуатации и высокого содержания SiO_2 .

Для блоков II и III разработано несколько вариантов конструкции разреза и согласно установленным критериям выбрана конструкция дающая следующие результаты: коэффициент вскрыши $K_0 = 5,55 \text{ m}^3/\text{t}$, содержание $\text{Al}_2\text{O}_3 = 57,81\%$ и содержание $\text{SiO}_2 = 5,12\%$.

Autor: mr inž. Dragoljub Jujić, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. J. Kun, Rudarski institut, Beograd

SISTEMATIZOVANA METODOLOGIJA ZA PRORAČUN TRANSPORTERA SA GUMENOM TRAKOM

I deo – Određivanje širine trake

(sa 8 slika)

Dipl. inž. Vladimir Lepojević – dipl. inž. Žarko Nonin

U stručnoj literaturi prisutno je više sličnih metoda za proračun transportera sa gumenom trakom koje, skoro redovno, daju model samo za traku sa tri noseća valjka, za jedan nasipni ugao materijala i jedan ili dva ugla nagiba bočnih nosećih valjaka. I naš standard G.E2.222 postupa na isti način; pri tome u njemu je naglašeno da za svaki drugi nasipni ugao različit od 150° , kao i za druge uglove bočnih valjaka, osim za 20° i 30° , treba posebno izračunati faktor oblika f iz geometrijskih odnosa. Kako standard ne sadrži ovu metodologiju, korisnik je opet upućen na literaturu gde će, sa naporom i malo verovatnoće, naći adekvatan model za slučaj koji rešava.

Zato se u cilju uniformnosti i olakšavanja proračuna transportnih traka za površinske otkopove, daje sistematizovana metodologija koju primenjujemo u Rudarskom institutu i koja je podešena za rad na računaru.

Širina trake

Najčešći zadatak iz ove oblasti u praksi jeste određivanje potrebne širine trake za neki željeni kapacitet i određivanje potrebne snage pogonske grupe.

Osnovna jednačina za izražavanje kapaciteta trake je poznati izraz koji određuje proticanje masa:

$$Q = A \cdot v \cdot 3600 \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (1)$$

$$Q = A \cdot v \cdot \gamma \cdot 3600 \quad (\text{t/h}) \quad (2)$$

Zbog neravnomernog i nepotpunog punjenja trake uvodi se korekcija preko faktora k_1 , a smanjenje kapaciteta transportera sa trakom ako se radi na putanji sa nagibom koriguje se faktorom k_2 .

Tada teorijski izraz (2) dobija empirijski oblik:

$$Q = 3600 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot A \cdot v \cdot \gamma \quad (2')$$

Odavde je presek tovara na traci:

$$A = \frac{Q}{k_1 \cdot k_2 \cdot 3600 \cdot v \cdot \gamma} \quad (2'')$$

gde je:

A – površina poprečnog preseka materijala (tovara) na traci, u m^2

v – brzina kretanja trake, u m/sec

γ – zapreminska težina materijala, t/m^3

Vrednost za k_1 uzima se $0,8 \div 1,0$, a vrednosti za k_2 , u funkciji nagiba putanje, date su u tab. 4 našeg standarda (JUS G.E2.222). U cilju izvođenja proračuna na računaru, za promene k_2 sa nagibom trake β_0 (na deonici sa najvećim nagibom) izведен je analitički izraz:

$$k_2 = 0,99473 + 0,001257 \beta_0 - 0,000528 \beta_0^2 \quad (2'')$$

Razlike između vrednosti izračunatih po ovoj formuli od onih u standardu je zanemarljivo mala:

Faktor oblika f

Faktor oblika f zavisi od vrste konstrukcije i njene geometrije i geometrije materijala na traci.

β_0	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$k_2 (JUS)$	1	1	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81
$k_2 (2'')$	0,995	0,995	0,991	0,983	0,971	0,954	0,934	0,91	0,88	0,846	0,81

Kada se odredi veličina A za poprečni presek materijala na traci prema (2''), širina trake dobija se pomoću izraza:

$$B = \frac{\sqrt{\frac{A \cdot 3600}{f} + 0,05}}{0,9} \quad (\text{m}) \quad (3)$$

pri čemu je:

$$b_p = 0,9 B - 0,05 \quad (\text{m}) \quad (4)$$

ili

$$b_p = 0,9 B - 50 \quad (\text{mm}) \quad (5)$$

Prema poslednjim podacima iz stručne literaturе (Glückauf 114 (1978) 15), izraz (4) ili (5) primenjujuće se za trake širine do 2,0 m, a za preko 2 m uvodi se nova relacija:

$$\text{za } B \leq 2000 \text{ mm} \quad b_p = 0,9 B - 50 \quad (\text{mm}) \quad (5)$$

$$\text{za } B > 2000 \text{ mm} \quad b_p = B - 250 \quad (\text{mm}) \quad (5')$$

Dok se relacija (5') ne prihvati kod nas i ne uđe u eventualno novi, korigovani standard, koristićemo i dalje relaciju (5), a izračunatu vrednost za B proveravaćemo kroz izraz (5'). Na nekoliko numeričkih primera pokazalo se da razlika između (5) i (5') za trake širine preko 2 m nije tako značajna.

U izrazu (3) vidimo da nam je za određivanje širine trake B , pored veličine A koja se lako izračuna prema (2''), potrebna veličina f koju zovemo faktor oblika i koju treba u opštem slučaju odrediti.

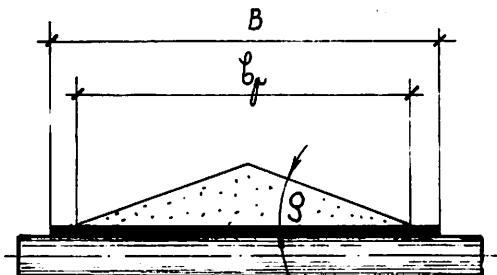
Traka sa jednim nosećim valjkom

Premda skici na sl. 1 visina materijala na traci i površina njegovog preseka, jesu:

$$h = \frac{b_p}{2} \cdot \tan \rho$$

$$A = \left(\frac{b_p}{2} \cdot \frac{b_p}{2} \cdot \tan \rho \right) \frac{2}{2}$$

$$A = \frac{b_p^2}{4} \cdot \tan \rho \quad (\text{m}^2) \quad (6)$$



Slika 1

Dovodeći u vezu jednačine (1) i (6) imamo:

$$3600 \cdot v \cdot A = 3600 \cdot v \cdot \frac{b_p^2}{4} \cdot \tan \rho$$

$$3600 \cdot A = b_p^2 \cdot 900 \cdot \tan \rho = b_p^2 \cdot f$$

odakle se dobija izraz (3) za širinu trake B . Prema tome, za traku sa jednom nosećom rolnom, faktor f je:

$$f = 900 \cdot \tan \rho$$

Ulagni podatak ovde je samo ρ . Za $\rho = 150$ dobija se $f = 450$, što je u skladu sa JUS-om.

Traka sa tri noseća valjka

Ova traka prikazana je šematski na sl. 3.

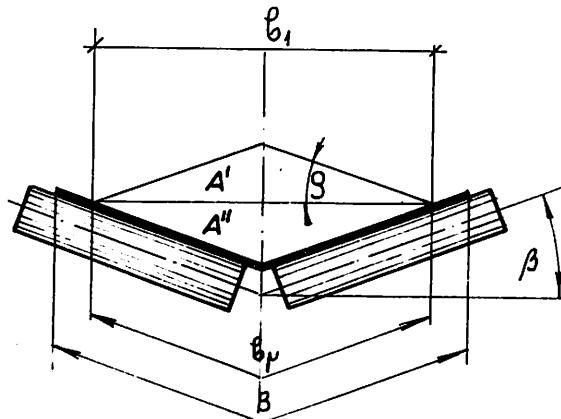
Traka sa dva noseća valjka

Potrebna geometrija kod ove trake data je na sl. 2.

$$A' = \frac{b_1^2}{4} \cdot \operatorname{tg} \rho$$

$$A'' = \frac{b_1^2}{4} \cdot \operatorname{tg} \beta$$

$$b_1 = b_p \cdot \cos \beta$$



Slika 2

$$A = A' + A'' = \frac{b_1^2}{4} (\operatorname{tg} \rho + \operatorname{tg} \beta) = \frac{b_p^2}{4} \cdot \cos^2 \beta$$

$$(\operatorname{tg} \rho + \operatorname{tg} \beta) \text{ (m}^2\text{)} \quad (8)$$

Na isti način kao i kod trake sa jednim valjkom:

$$3600 \cdot A = b_p^2 \cdot f$$

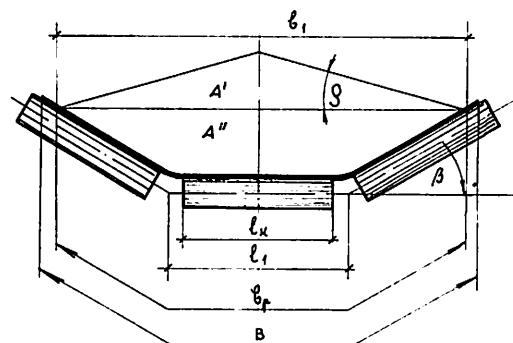
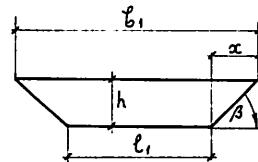
gde je, kod trake sa dva valjka

$$f = 900 (\operatorname{tg} \rho + \operatorname{tg} \beta) \cdot \cos^2 \beta \quad (9)$$

Ulagni podaci su ρ i β . Za $\rho = 150^\circ$ i $\beta = 150^\circ$, dobija se $f = 450$, koliko je i po JUS-u.

Treba napomenuti da zbog velikog lomljenja trake u osi simetrije, postoji tendencija napuštanja slogova sa 2 i 4 noseća valjka.

$$A' = \frac{b_1^2}{4} \cdot \operatorname{tg} \rho$$



Slika 3

Iz pomoćne skice sledi:

$$x = \frac{b_1 - l_1}{2}; h = \frac{(b_1 - l_1)}{2} \cdot \operatorname{tg} \beta$$

$$A'' = l_1 \cdot \frac{(b_1 - l_1)}{2} \cdot \operatorname{tg} \beta + \frac{(b_1 - l_1)}{2} \cdot \frac{(b_1 - l_1)}{2} \cdot \operatorname{tg} \beta$$

$$A'' = \left(\frac{b_1^2}{4} - \frac{l_1^2}{4} \right) \operatorname{tg} \beta$$

$$A = A' + A'' = \frac{b_1^2}{4} \cdot \operatorname{tg} \rho + \left(\frac{b_1^2}{4} - \frac{l_1^2}{4} \right) \cdot \operatorname{tg} \beta$$

Ako se zameni:

$$b_1 = (b_p - l_1) \cos \beta + l_1 \text{ i } \lambda = l_1 / b_p$$

dobija se, posle sređivanja:

$$A = \frac{b_p^2}{4} \left\{ [\cos \beta + \lambda (1 - \cos \beta)]^2 \cdot (\tan \beta + \tan \rho) - \lambda^2 \tan \beta \right\} (\text{m}^2) \quad (10)$$

Po istoj šemi kao i kod prethodne dve trake imamo:

$$3600 A = b_p^2 \cdot f$$

gde je, kod trake sa tri rolne,

$$f = 900 \left\{ [\cos \beta + \lambda (1 - \cos \beta)]^2 \cdot (\tan \beta + \tan \rho) - \lambda^2 \tan \beta \right\} \quad (11)$$

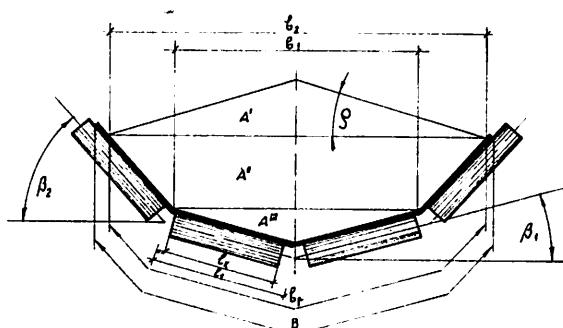
Za $\beta = 30^\circ$, $\rho = 15^\circ$ i $\lambda = 0,45$ vrednost faktora f iznosi:

$$F = 547,60$$

što se dobro slaže sa onim u JUS-u (545). Međutim, ovde se u ulaznim podacima, pored β i ρ pojavljuje i λ (ili l_1) koje zavisi i od širine trake i od konstruktivnih rešenja transportera. O toj veličini biće govora malo kasnije.

Traka sa četiri noseća valjka

Geometrija ove trake daje se na sl. 4.



Slika 4

$$A' = \frac{b_2^2}{4} \cdot \tan \rho; A'' = \left(\frac{b_2^2}{4} - \frac{b_1^2}{4} \right) \tan \beta_2;$$

$$A''' = \frac{b_1^2}{4} \cdot \tan \beta_1$$

$$A = A' + A'' + A''' = \frac{b_2^2}{4} \cdot \tan \rho + \left(\frac{b_2^2}{4} - \frac{b_1^2}{4} \right) \cdot \tan \beta_2 + \frac{b_1^2}{4}$$

$$\cdot \tan \beta_1 + \frac{b_1^2}{4} \cdot \tan \beta_1 \quad (12)$$

Ovde je: $b_1 = l_1 \cdot \cos \beta_1$
 $b_2 = (b_p - 2l_1) \cdot \cos \beta_2 + 2l_1 \cos \beta_1$

Kada se uvede $\lambda = l_1/b_p$ i ovi izrazi zamene u jednačini (12), konačno se dobija:

$$A = \frac{b_p^2}{4} \left\{ [\cos \beta_2 + 2\lambda (\cos \beta_1 - \cos \beta_2)]^2 \cdot (\tan \rho + \tan \beta_2) - 4\lambda^2 \cos^2 \beta_1 (\tan \beta_2 - \tan \beta_1) \right\} \quad (13)$$

Opet je:

$$3600 A = b_p^2 \cdot f$$

gde je faktor oblika za traku sa 4 rolne:

$$f = 900 \left\{ [\cos \beta_2 + 2\lambda (\cos \beta_1 - \cos \beta_2)]^2 \cdot (\tan \rho + \tan \beta_2) - 4\lambda^2 \cos^2 \beta_1 (\tan \beta_2 - \tan \beta_1) \right\} \quad (14)$$

Potrebni ulazni podaci jesu ρ , β_1 , β_2 i λ (ili l_1)

Traka sa pet nosećih valjaka

Potrebna šema prikazana je na sl. 5.

Po analogiji sa prethodnim slučajevima:

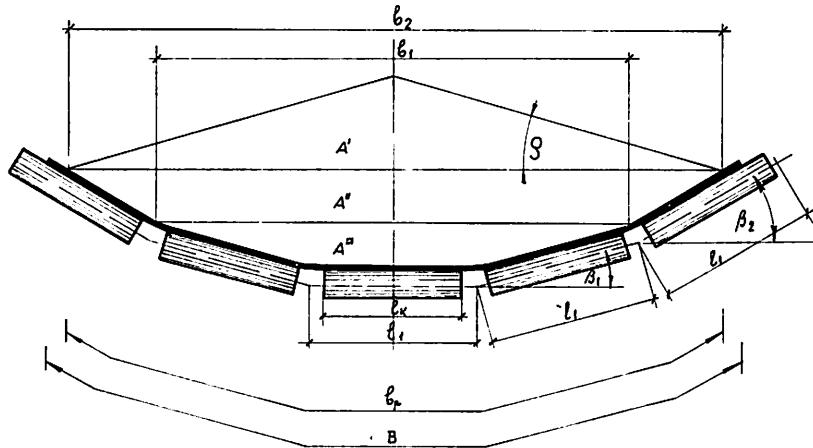
$$A' = \frac{b_2^2}{4} \cdot \tan \rho; A'' = \left(\frac{b_2^2}{4} - \frac{b_1^2}{4} \right) \cdot \tan \beta_2;$$

$$A''' = \left(\frac{b_1^2}{4} - \frac{l_1^2}{4} \right) \cdot \tan \beta_1$$

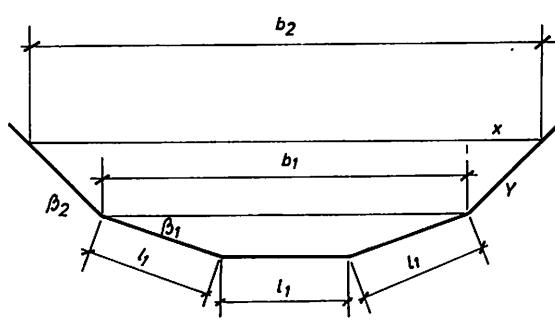
$$A = \frac{b_2^2}{4} \cdot \tan \rho + \left(\frac{b_2^2}{4} - \frac{b_1^2}{4} \right) \cdot \tan \beta_2 + \left(\frac{b_1^2}{4} - \frac{l_1^2}{4} \right) \cdot \tan \beta_1 \quad (15)$$

Dalje je: $b_1 = l_1 (1 + 2 \cos \beta_1)$

$$b_2 = b_p \cos \beta_2 - l_1 (3 \cos \beta_2 - 1 - 2 \cos \beta_1)$$



Slika 5



Slika 6

Veličine b_1 i b_2 određene su prema geometriji na sl. 6.

$$b_1 = l_1 + 2l_1 \cos \beta_1 = l_1 (1 + 2 \cos \beta_1)$$

$$y = \frac{b_p - 3l_1}{2}; \quad x = \frac{b_p - 3l_1}{2} \cdot \cos \beta_2$$

$$b_2 = 2x + b_1 = (b_p - 3l_1) \cos \beta_2 + l_1 (1 + 2 \cos \beta_1)$$

$$b_2 = (b_p - 3l_1) \cos \beta_2 + l_1 + 2l_1 \cos \beta_1$$

Zamenom izraza za b_1 i b_2 u (15), posle sređivanja jednačine i uvođenja $\lambda = l_1/b_p$, dobija se:

$$A = \frac{b_p^2}{4} (\operatorname{tg} \rho + \operatorname{tg} \beta_2) \cdot [\cos \beta_2 + \lambda (1 + 2 \cos \beta_1 -$$

$$-3 \cos \beta_2)]^2 - \lambda^2 (1 + 2 \cos \beta_1)^2 \cdot (\operatorname{tg} \beta_2 - \operatorname{tg} \beta_1) - \\ - \lambda^2 \operatorname{tg} \beta_1 \quad (\text{m}^2) \quad (16)$$

Odavde je faktor oblika za traku sa 5 valjaka:

$$f = 900 \left\{ (\operatorname{tg} \rho + \operatorname{tg} \beta_2) [\cos \beta_2 + \lambda (1 + 2 \cos \beta_1 - \\ - 3 \cos \beta_2)]^2 - \lambda^2 (1 + 2 \cos \beta_1)^2 \cdot (\operatorname{tg} \beta_2 - \operatorname{tg} \beta_1) - \\ - \lambda^2 \cdot \operatorname{tg} \beta_1 \right\} \quad (17)$$

Potrebni ulazni podaci i ovde su ρ, β_1, β_2 i λ (ili l_1).

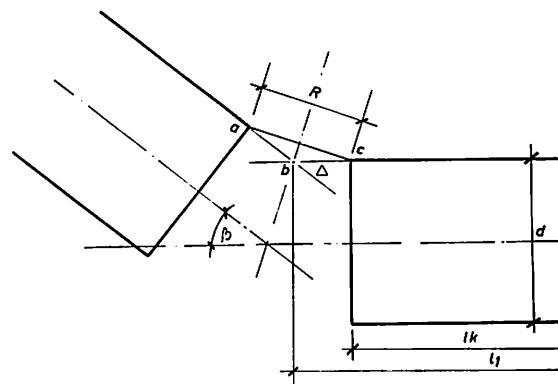
Na ovaj način dolazi se do faktora oblika f za svih pet postojećih u praksi sistema transporter sa gumenom trakom. Ovi izrazi omogućuju da se precizno izračuna veličina f za sve moguće kombinacije nasipnog ugla ρ , uglova nagiba valjka (rolni) β_1 i β_2 i dužine valjka l_k (što daje potrebno l_1), za realne konstrukcije koje se sreću ili se mogu sresti u rudarskoj (i drugoj) praksi. Izrazi su samo prividno složeni i teški za računanje; stvarno, računanje pomoću njih je jednostavno, brzo i lako, a u slučaju primene računara o njihovoj složenosti ne treba ni govoriti.

Faktor λ

Kod proračuna širine trake, odnosno faktora oblika f , za sisteme sa sloganima od 3,4 i 5 nosećih valjaka, prisutna je veličina $\lambda = l_1/b_p$. Veličina l_1

vezana je za konstruktivnu dužinu nosećih valjaka, a b_p za širinu trake. Razume se da se kod proračuna trake za neki kapacitet, u prvom prilazu zadatku, ne zna širina trake, pa ni b_p koje direktno zavise od nje, ni l_1 koje proističe iz dužine nosećeg valjka, a ova dužina opet zavisi od širine trake. Očigledno je da je značajno pravilno izabrati veličinu λ kod proračuna širine trake.

Mogući prilaz u bliže određivanje vrednosti λ imamo preko konstruktivne dužine valjaka koje su, na sreću, standardizovane (JUS M.D2.070). Pored toga, standard je odredio i razmak između nosećih valjaka na max 20 mm. Na skici sl. 7 taj razmak je označen sa R .



Slika 7

Iz trougla abc sledi:

$$\frac{R/2}{\Delta} = \cos \beta/2 \text{ ili } \Delta = \frac{R/2}{\cos \beta/2} \quad (18)$$

Dalje je

$$l_1 = l_k + 2 \Delta \quad (19)$$

gde je: l_k — konstruktivna i standardna dužina valjka.

Standardne dužine nosećih valjaka date su u tablici 1.

Dužine u tablici 1 odnose se na slogove sa 1 do 5 valjaka, a vrednost označena zvezdicom iznosi $l_{k2} = 465$ mm prema poljskim normama PN-66/M-46620 i PN-72/M-46601. Uokvirene vrednosti su prema JUS M.D2.070, a ostale prema poljskim normama.

Iz skice na sl. 7 vidi se da Δ zavisi od R i ugla β , a da prečnik valjka nema uticaja.

Ako se za $R = 20$ mm i ugao od 20° , 30° i 45° izračuna veličina Δ , dobija se:

$$\Delta_1 = 10,15 \text{ mm}, \Delta_2 = 10,35 \text{ mm} \text{ i } \Delta_3 = 10,82 \text{ mm}$$

Kada se izračuna $l_1 = l_k + 2 \Delta$, za slogove od tri valjka mogu se za razne širine trake odrediti vrednosti λ . Te vrednosti date su u tablici 2 (vrednosti za l_1 su zaokružene).

Dužina nosećih valjaka

Tablica 1

B	l_{k1}	l_{k2}	l_{k3}	l_{k4}	l_{k5}
400	500	250	160	—	—
500	600	315	200	—	—
650	750	380	250	—	—
800	950	500*	315	—	—
1000	1150	—	380	—	—
1200	1400	—	465	—	—
1400	1600	—	530	380	—
1600	1800	—	600	465	—
1800	—	—	670	530	380
2000	—	—	750	530	465
2250	—	—	800	600	465
2500	—	—	900	670	530
2750	—	—	1000	750	600
3000	—	—	1150	800	670

Veličina λ za slogove od 3 valjka (za $R = 20$ mm)

Tablica 2

B	b_p	l_k	20°			30°			45°		
			l_1			λ					
mm	mm	mm									
400	310	160	180	181	182	0,581	0,584	0,587			
500	400	200	220	221	222	0,55	0,553	0,555			
650	535	250	270	271	272	0,505	0,507	0,508			
800	670	315	335	336	337	0,50	0,501	0,503			
1000	850	380	400	401	402	0,471	0,472	0,473			
1200	1030	465	485	486	487	0,471	0,472	0,473			
1400	1210	530	550	551	552	0,455	0,455	0,456			
1600	1390	600	620	621	622	0,446	0,447	0,447			
1800	1570	675	690	691	692	0,439	0,440	0,441			
2000	1750	750	770	771	772	0,440	0,441	0,441			
2250	1975	800	820	821	822	0,415	0,416	0,416			
2500	2200	900	920	921	922	0,418	0,419	0,419			
2750	2425	1000	1020	1021	1022	0,421	0,421	0,421			
3000	2650	1150	1170	1171	1172	0,441	0,442	0,442			

Karakteristična je vrlo mala promena l_1 sa promenom ugla β . Veličina λ se menja od 0,587 do 0,415, ali u toj promeni nema pravilnosti i ne može da se utvrdi njena zavisnost u funkciji širine trake ili l_k .

Dobili smo prave vrednosti za l_1 i λ , kod usvojenog rastojanja između valjaka $R = 20$ mm. Međutim, ostaje otvoreno pitanje koje λ izabratи kod proračuna trake za dato A ! Da bismo se približili odgovoru potrebno je, a to je i jedina mogućnost, da se ispita osetljivost faktora oblika f od veličine λ . U tom cilju posmatramo promene f za više vrednosti λ u opsegu od najveće do

Promene f od λ

Tablica 3

λ	20°			30°			45°		
	f								
0,587	428	500	572						
0,581	430	502	574						
0,555	437	513	586						
0,508	451	530	604						
0,500	453	532	606						
0,473	460	541	615						
0,455	464	546	620						
0,446	466	549	622						
0,439	468	551	624						
0,421	472	555	627						
0,418	472	556	628						
0,415	473	557	629						

najmanje veličine u tab. 2. Rezultati su, za $\rho = 15^{\circ}$ i β od 20° – 45° , prema formuli (11), prikazani u tablici 3.

Vidi se da je za jedno β , koje se usvaja i predstavlja ulazni podatak, razlika između najvećeg i najmanjeg f samo 45, odnosno 57 kod $\beta = 30^{\circ}$ i $\beta = 45^{\circ}$. Ostaje još pitanje koliko ta razlika utiče na proračun B (formula 3), odnosno kolika je osetljivost B od f . Ako uzmemo jedan primer iz prakse (Tamnaval) po kome je $A = 0,332 \text{ m}^2$ i ako prema (3) izračunamo B za $f = 572$ i $f = 629$ (gde je $\beta = 45^{\circ}$), dobija se:

$$B_1 = 1,66 \text{ m} \text{ i } B_2 = 1,587 \text{ m}$$

Jasno je da osetljivost B od f nije velika i da je B direktno zavisno od A .

Na ovom mestu je pogodno da se oceni i zavisnost širine trake B od nagiba bočnih valjaka, od ugla β . Uzmimo, na primer, približno za traku 1600 mm, veličine za f iz reda gde je $\lambda = 0,446$ (tab. 3). Uvodeći u (3) isto A i veličine za f za $\beta = 20, 30$ i 45° , dobija se:

$$B_1 = 1,835 \text{ m}, B_2 = 1,695 \text{ m} \text{ i } B_3 = 1,596 \text{ m}$$

Zaključak je da širina trake osetno zavisi od ugla bočnih nosećih valjaka – od ugla β . Prema tome, kod velikih kapaciteta obavezno je usvajati veće vrednosti za β , jer će se u protivnom dobiti velika

širina trake, a sa njom su u direktnoj funkcionalnoj vezi pogonska snaga, težina konstrukcije i ulaganja.

Tablica 2 daje vrednosti za λ samo za rastojanje između valjaka $R = 20$ mm (JUS). Treba očekivati, međutim, da će kod širih traka to rastojanje biti veće iz konstruktivnih razloga i zato što je šira traka i deblja i jača i može da premosti veće rastojanje između dva valjka bez rizika da se deformiše pod teretom ili lomi i troši u većoj meri. Tako je kod traka $B = 1600$ mm i $B = 2000$ mm rastojanje $R = 35$ mm kod konstrukcija koje je „14. oktobar“ – Kruševac izradio za PO „Tamnava“ – Lazarevac. Polazeći od te pretpostavke izvršili smo podelu na tri dijapazona za R kod širine trake od 400 do 3000 mm i to:

- a) za B od 400 – 1000 mm: $R = 20$ mm
- b) za B od 1200 – 2000 mm: $R = 35$ mm
- c) za B od 2200 – 3000 mm: $R = 50$ mm

Odgovarajuće veličine za Δ prema (18) iznose:

- a) $\Delta_1 = 10,15$ mm $\Delta_2 = 10,35$ mm
 $\Delta_3 = 10,82$ mm
- b) $\Delta_1 = 17,77$ mm $\Delta_2 = 18,12$ mm
 $\Delta_3 = 18,94$ mm
- c) $\Delta_1 = 25,39$ mm $\Delta_2 = 25,88$ mm
 $\Delta_3 = 27,00$ mm

Veličine λ za slogove od 3 valjka (za $R = 20$, $R = 35$ i $R = 50$)

Tablica 4

B mm	b_p mm	l_k mm	20°			30°			45°		
			l_1			l			λ		
400	310	160	180	181	182	0,581	0,584	0,587			
500	400	200	220	221	222	0,550	0,553	0,555			
650	535	250	270	271	272	0,505	0,507	0,508			
800	670	315	335	336	337	0,500	0,501	0,503			
1000	850	380	400	401	402	0,471	0,472	0,473			
1200	1030	465	501	502	503	0,486	0,487	0,488			
1400	1210	530	566	567	567	0,468	0,469	0,469			
1600	1390	600	636	637	638	0,458	0,458	0,459			
1800	1570	675	711	712	713	0,453	0,454	0,454			
2000	1750	750	786	787	788	0,449	0,450	0,450			
2250	1975	800	851	852	854	0,431	0,432	0,432			
2500	2200	900	951	952	954	0,432	0,433	0,434			
2750	2425	1000	1051	1052	1054	0,433	0,434	0,435			
3000	2650	1150	1201	1202	1204	0,453	0,454	0,454			

Sada se umesto tablice 2 dobija tablica 4, koja bi bila u većem skladu sa realnim konstrukcijama slogova valjaka.

Kada se uporede tablice 2 i 4 vidi se da sa porastom rastojanja R veličina λ raste i da je opseg između najveće i najmanje vrednosti λ smanjen (0,431–0,587, umesto 0,415–0,587), što znači da je niz λ homogeniji. Projektant sa iskustvom uvek je u stanju da napravi uži izbor za λ prema tablici 2 ili 4 u zadatku koji rešava. Čim usvoji ugao β on je od 3 kolone za λ u tablicama došao na samo jednu, a ako dopusti sebi grešku u oceni najviše ± 2 intervala od B , on dolazi na 4 veličine za λ u najužem izboru, odakle je lako da izračuna faktor oblika f i konačno pravu širinu trake B .

Dalje je potrebno odrediti red veličine za λ za slogove sa 4 i 5 valjaka. Dužine valjaka su standardizovane; treba odrediti njihovo medusobno rastojanje i preko njega i l_k izračunati l_1 .

Imajući u vidu konstruktivne odlike slogova (girlandi) sa 4 i 5 valjaka, dobro oblikovanu i konstantnu zakrivljenost gumene trake na ovakvim slogovima, zatim da se standardom predviđa prima na sloga od 4 valjaka kod trake od 1400 mm naviše, a kod sloga sa 5 valjaka za trake širine preko 1800 mm, što znači da su trake debele i jake, potrebno i dopušteno rastojanje između valjaka je veće nego kod trake sa sloganom od 3 valjka.

Veličine λ za slogove od 4 valjka ($\beta_1 = 18^\circ$)

Tablica 5

B (mm)	b_p (mm)	l_k (mm)	l_I (mm)	λ
1400	1210	380	422	0,349
1600	1390	465	507	0,365
1800	1570	530	572	0,364
2000	1750	530	572	0,327
2250	1975	600	653	0,331
2500	2200	670	723	0,329
2750	2425	750	803	0,331
3000	2650	800	853	0,322

Pored toga, pošto su u najvećem broju slučajeva prelomni uglovi na traci (unutrašnji) jednaki, tada je $\beta_2 = 3\beta_1$ i najčešća kombinacija je $\beta_1 = 18^\circ$ i $\beta_2 = 54^\circ$.

Kada se za $R = 40$ mm izračuna $\Delta = 21,00$ mm, za trake od 1400 – 2000 mm i za $R = 50$ mm sa $\Delta = 26,30$ mm, za B od 2200 – 3000 mm, kod $\beta_1 = 18^\circ$ (sada je ugao između dva (središnja) valjka ravan $2\beta_1$, tj. 36°), dobija se tablica slična tablici 4, ali jednostavnija.

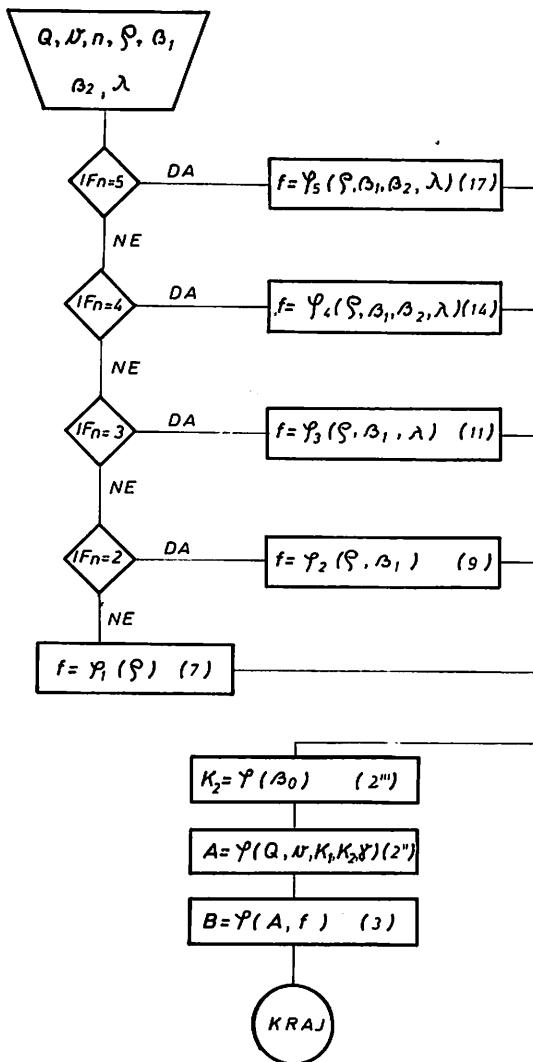
Niz λ je manji i vrlo homogen, opseg njegovih varijacija je $0,365 - 0,322 = 0,043$, što govori o relativno lakovom izboru veličine λ u prvoj aproksimaciji.

Kod traka sa sloganom od 5 valjaka usvajamo razmak $R = 50$ mm i ugao $\beta_1 = 18^\circ$, tada je $\Delta = 25,3$ mm.

Konačno smo dobili red veličine za λ za sva tri slučaja trake gde se ono pojavljuje – trake sa 3, 4 i 5 nosećih valjaka.

Sam postupak proračuna dalje je jednostavan. Pošto se podje od nekog zadatog kapaciteta Q i odatle izračuna A (m^2), zatim dobro oceni λ prema tab. 2 (4), 5 ili 6, zavisno od izbora broja nosećih valjaka, za unapred izabrani ugao β , zatim za ugao ρ prema vrsti materijala koji se transportuje, izračuna se faktor oblika f i preko njega širina trake B , koja se na kraju svodi na prvu standardnu širinu.

Tablica potrebnih ulaznih podataka je na strani 31 (tab. 7).



Slika 8

Veličine λ za slogove od 5 valjaka

Tablica 6

B (mm)	b_p (mm)	l_k (mm)	l_1 (mm)	λ
1800	1570	380	430	0,274
2000	1750	465	515	0,294
2250	1975	465	515	0,261
2500	2200	530	580	0,264
2750	2425	600	650	0,268
3000	2650	670	720	0,272

Tablica ulaznih podataka

Tablica 7

Var.	Q m^3/h	v m/sec	k_1	β_0	ρ	n	β_1	β_2^*	λ
1									
2									
3									
.									
.									
k									

* Kolona za β_2 ispunjava se samo kod traka sa 4 i 5 nosećih valjaka

Veličina n označava broj nosećih valjaka trake u varijanti koja se posmatra, β_0 – ugao trake na deonici sa najvećim nagibom, k_1 – korekcija zbog neravnomernog i nepotpunog punjenja trake.

Na sl. 8 data je jednostavna šema algoritma ovog modela. Brojevi u zagradi u algoritmu označavaju brojeve jednačina koje su ovde izložene.

SUMMARY

Systematized Methodology for Calculation of Rubber Belt Conveying

The basic idea in the development of the described method was the aim to enable accurate determination of belt width for every repose angle value of the material as well as any angle of lateral carrying rolls, but not only for specific cases, and to adapt the procedure for computer application. In the first section, the shape factor „F“ and parameter $X = l_1/b$ are described in detail, while the second deals with the calculation of tension force power and conveyor broken profile.

ZUSAMMENFASSUNG

Systematisierte Methodik zur Berechnung von Gummibandförderern

Die Hauptidee in der Entwicklung der beschriebenen Berechnungs-methode besteht im Wusch, dass genaue Bandbreitenbestimmung für jeden Materialschüttwinkelwert und beliebigen Seitentragsrollenwinkel

ermöglicht wird, und nicht bloss für spezielle Fälle sowie das Verfahren für den Rechnereinsatz aufbereitet wird. In dem ersten Teil wird der Formfaktor „f“ und Parameter $x = l_1/b$ und im zweiten Teil Berechnung der erforderlichen Leistung, der Spannkraft und das gemuldete Förderbandprofil detailliert beschrieben.

РЕЗЮМЕ

Систематизированная методология расчёта ленточного конвейера с резиновой лентой

Основная идея в развитии описанного метода расчёта состоится в желании предоставить возможность точного определения ширины ленты для любого значения угла естественного откоса материалов и для любого угла боковых несущих роликов, а не только для отдельных случаев, и приспособить метод для использования вычислительных машин. В первой части подробно описывается фактор облика f и параметр $N = B_r/B_p$, а в другой части расчёт мощности, силы натяга и ломанный профиль конвейера.

Literatura

1. Bahr: Gurtbandförderer im Bergbau.
2. Spivakovskij, Potapov, Kotov: Karternyj konveernyj transport.
3. Spivakovskij, Potapov, Andreev: Transport na otkrytyh razrabotkah.
4. Polakov, Stokman: Osnovy teorii i raščety rudničnyh transportnyh ustavovok.
5. Härtig - Ciesielski: Grundlagen für die Berechnung von Tagebauen.
6. Pajer, K: Stetigförderer
7. Gozdziecki, Swiatkiewicz: Przenosniki.
8. Simonović, M: Transporteri sa trakom na površinskim kopovima
9. Jugoslovenski standardi: M.D2.07 i G.E2.222
10. Nove redigovane proračunske podloge za transportne trake prema predlogu DIN 22101.—Glückauf 114(1978)15.

Autori: dipl. inž. Vladimir Lepojević i dipl. inž. Žarko Nonin, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. J. Kun, Rudarski institut, Beograd

UTVRĐIVANJE OTPORA KOPANJU POMOĆU PENETROMETRA NA OTKOPIMA KOSOVA

(sa 4 slike)

Mr inž. Hranišlav Atanasković
– dipl. inž. Fatmir Rizvanoli – dipl. inž. Osman Gaši

Uvod

Za utvrđivanje otpora kopanju „in situ“ primenjuju se razrađene metode koje su, manje ili više, komplikovane za izvođenje, jer angažuju veći broj stručnih radnika i obično isključuju bager iz redovne proizvodnje. Jedna od jednostavnijih je metoda utvrđivanja otpora pomoću penetrometra. Prvi put je primenjena u našoj zemlji na otkopima kombinata Kosova.

Ovo je pomoćna metoda, a može se primeniti u mekšim jednorodnim stenama, gde nije izražena promena mehaničkih osobina, s tim da se prethodno raspolaže podacima jedne od egzaktnih metoda u cilju određivanja korelacionih odnosa.

Primenjeni penetrometar, prikazan na sl. 1, sastoji se od okvira tega težine 2,5 kg, vodice tega dužine $l = 0,4$ m, skale za očitavanje i postolja. Na donji kraj vodice tega postavlja se nož sa obodom ili bez oboda sa različitim uglovima prodiranja.

Prodiranje noža se vrši pomoću udara tega ($2,5 \text{ kg} \times 0,4 \text{ m} = 1,0 \text{ kpm}$). Veličina prodiranja (penetracija) posle svakog udara očitava se na skali, postavljenoj sa strane uređaja, pomoću indeksa učvršćenog na teg.

Uredaj je jednostavan, ima male dimenzije i težinu i sa njim se lako rukuje. Energija svakog udara tega na nož je konstantna u toku celog ciklusa merenja. Penetrometrom se na brz i jednostavan način utvrđuje uticaj otpora kopanju na

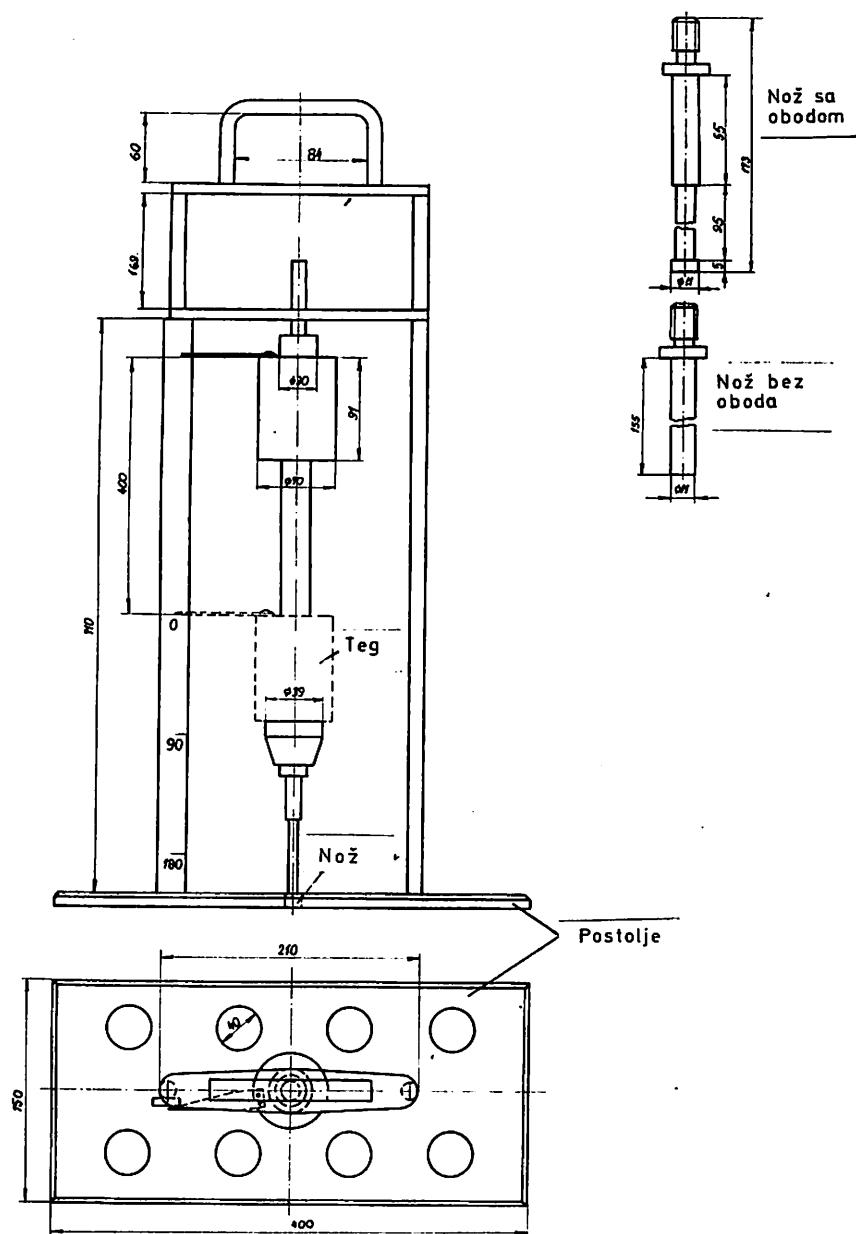
mesečni, višemesecni i godišnji kapacitet bagera. U praktičnom smislu, pruža se mogućnost da se utvrdi u kojim će vremenskim intervalima doći do moguće promene kapaciteta bagera zbog otkopavanja mekših odnosno čvršćih partija.

Rezultati dosadašnjih ispitivanja na utvrđivanju otpora kopanju direktnom metodom na bageru

Za praktično određivanje otpora kopanju najširu primenu ima metoda vatmetarskog učinka i dinamometarska metoda. Metodom vatmetarskog merenja otpora dobijaju se sveobuhvatni i dovoljno tačni podaci promena otpora kod razaranja stene. Potrošnja električne energije se pokazuje kao zbir svih otpora koji se javljaju pri kopanju stene.

Na otkopima kombinata Kosovo obavljena su obimna merenja metodom vatmetarskog učinka. U periodu od 1975. do 1978. godine izvršeno je ukupno 206 merenja na bageru SRs-470.20/3 raspoložive specifične rezne sile 60 kp/cm . Rezultati merenja snimani su na oscilografsku traku. Na sl. 2 data su dva karakteristična oscilograma iz kojih se mogu očitati tri veličine:

- trenutna maksimalno angažovana struja na elektromotoru radnog točka
- srednja maksimalna vrednost angažovane struje
- srednja vrednost angažovane struje.



SI. 1 -- Penetrometar.

Računanje angažovane sile na obodu radnog točka za savladavanje otpora kopanju vrši se po formuli:

$$P_0 = \frac{N \cdot n \cdot \eta \cdot e}{R \cdot n_s} \quad (\text{kP})$$

gde je:

N — snaga dobijena iz oscilograma, kW

n — broj obrtaja motora u minuti

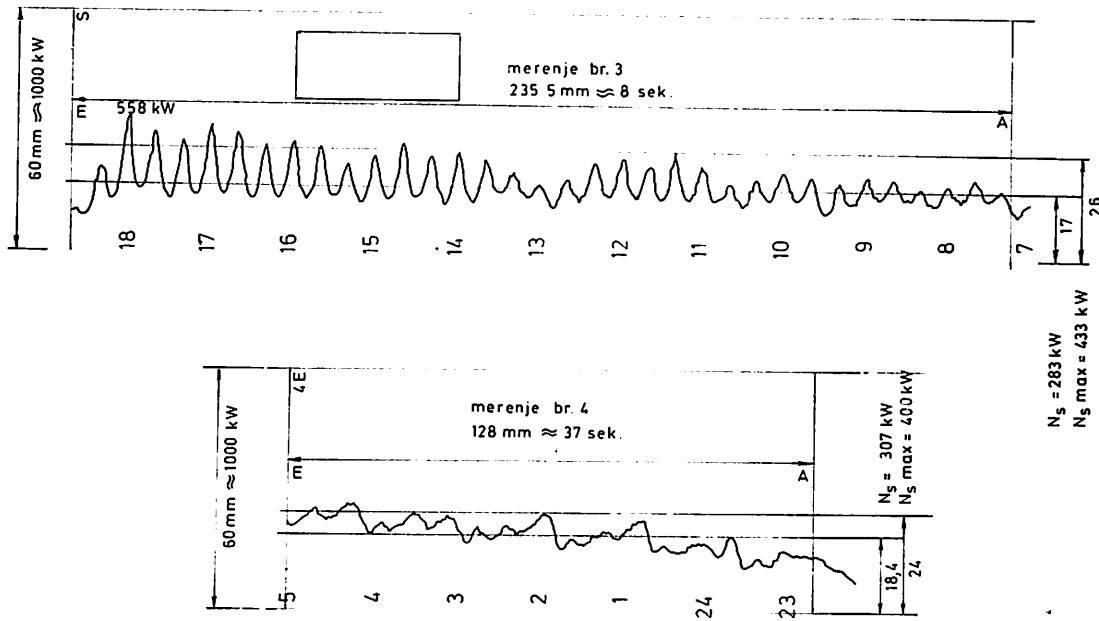
η — stepen korisnog dejstva elektromotora (0,9)

e — broj kofica i međurezača (16)

R — poluprečnik radnog točka (3,37 m)

n_s — broj pražnjenja (kofice + međurezači 120)

Merenjima otpora kopanju dobijene su slede-



Sl. 2 – Dva karakteristična oscilograma dobijena ispitivanjem otpora rezanja metodom vatmetarskog učinka.

će prosečne vrednosti specifičnih reznih sila u normalnom bloku sive gline:

$$\begin{aligned} k_{min} &= 40 \text{ kp/cm} \\ k_{sr} &= 69 \text{ kp/cm} \\ k_{max} &= 105 \text{ kp/cm} \end{aligned}$$

Određivanje sile rezanja na osnovu opita penetrometrom.

Dijagram promena sile rezanja pokazuje u prvoj fazi nagli porast na kratkom putu, što se tumači elastičnim deformacijama. U drugoj fazi nastaje mala promena sile kao posledica plastične deformacije. Ovaj proces može se dobro predstaviti mehanizmom prodiranja penetrometra u stenu. Karakter promene dijagrama $P = f(c)$ pri statičkom prodiranju penetrometra analogan je dinamogramu rezanja.

Eksperimentima je utvrđeno da se sila kopanja menja po obrascu:

$$P = K \cdot c^n \text{ (kp)}$$

gde je:

K – koeficijent proporcionalnosti

$$\begin{aligned} n &= \text{eksponent u granicama } 0 < 1 < 10 \\ c &= \text{debljina reza, cm} \end{aligned}$$

Ako se pomoću sile kopanja i oblika reza izrazi otpor kopanju, obrazac ima sledeći oblik:

$$P_k = \frac{P}{F} = \frac{K}{b} \cdot c^{n-1} \text{ (kp)}$$

Ovaj izraz pokazuje da za vrednost $n > 1$ otpor kopanju ima oblik parabole koja se savija u pravcu ordinate. Eksperimentima je utvrđeno da je za glinu $n = 1,35 - 1,42$. Faktori uticaja, kao što su brzina rezanja (kretanje reznog organa kroz stenu), broj zuba i drugi utvrđeni su empirijski. Brzina rezanja ima znatan uticaj u oblasti za $V > 2 \text{ m/sek}$, dok je ispod ove vrednosti taj uticaj na veličinu rezne sile beznačajan.

Faktor uticaja broja zuba vezan je za odnos debljine i širine reza. U dijapazonu rada rotornih bagera $c = 20-40 \text{ cm}$ i $b = 10-30 \text{ cm}$. Vrednost (α) kreće se u granicama $0,55-0,70$.

Uzimajući u obzir sve bitne faktore konačan izraz za izračunavanje sile kopanja ima oblik:

$$P = C_x \cdot c^n (1 + 2,6 b) (1 + 0,0075 \cdot \alpha) \cdot z \text{ (kp)}$$

gde je:

C_x – broj udaraca za prodiranje noža do 10 cm
 c – debljina reza, cm
 b – širina reza, cm
 α – ugao rezanja
 z – koeficijent broja zubaca (0,55–0,70)

Ovaj obrazac odnosi se na kofice sa zubima, dok za kofice bez zuba obrazac ima oblik:

$$P = C_x \cdot c^n \cdot (1 + 2,6 b) (1 + 0,0075 \alpha) (1 + \\ + 0,03 s) \beta_0 \cdot u \text{ (kp)}$$

gde je:

s – širina reznog organa, m
 β_0 – koeficijent reznog organa (0,85)
 u – koeficijent popravke (0,65–0,70)

Rezultati opita penetrometrom na otkopima Kosova

Merenja su obavljena neposredno na etazi – na mestu rada bagera. Tako su obezbeđeni prirodni uslovi vlažnosti i uticaj pukotina i linija slabljenja, koje su na otkopima Kosova prisutne u znatnoj meri.

Za merenje je pripremljeno šest različitih noževa. Nož sa uglom 0° je sa obodom i bez oboda, kako bi se što bolje odredio uticaj trenja (sl. 1). Pored njega korišćeni su noževi sa sledećim uglovima rezanja: 15° , 30° , 45° i 75° . Na svakom mestu merenja utvrđivan je koeficijent penetracije C_x sa svim vrstama noževa u cilju upoređivanja dobijenih vrednosti.

Razmak između dva noža određivan je prema prilikama koje vladaju na mestu merenja, tako da prodiranje prethodnog noža nema uticaja na prodiranje narednog. Uobičajeno je, da se razmak kreće od 10 do 15 cm. Merenja se vrše na unapred poravnatoj površini. Raspored mesta prodiranja noža ima oblik pravougaonika sa stranicama 15×30 cm, ili prave linije dužine 50 do 70 cm. Kod izbora mesta prodiranja noža u vidu pravougaonika, četiri noža su raspoređena na uglovima pravougaonika, a dva na sredinama dužih stranica.

Ocena merenja sa različitim oblicima noževa svodi se na sledeće:

– broj udara za prodiranje noža bez oboda u odnosu na nož sa obodom veći je u sivoj glini za:

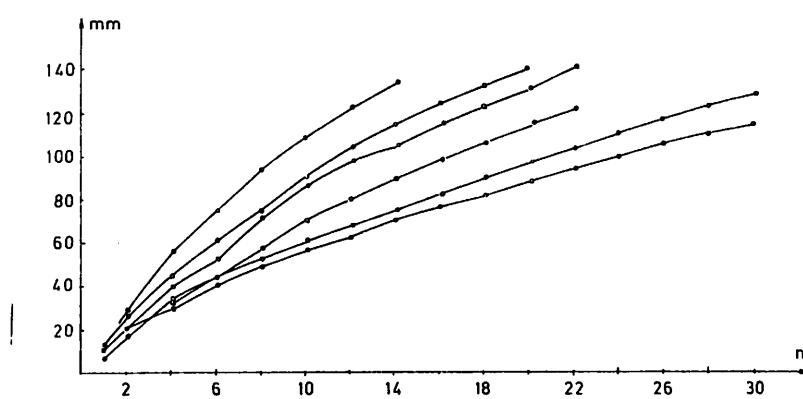
$$n_{max} = 6; n_{min} = 2; n_{sr} = 2,5$$

– broj udara je samo za jedan manji kod ostalih oblika noževa

– kod merenja u žutoj glini razlika se svodi uobičajeno samo na jedan udar noža, ređe dva udara.

Dobijeni rezultati opita penetrometrom prikazani su na sl. 3, gde je na ordinati prikazana dubina prodiranja noža, a na apscisi broj udaraca.

Kriva penetracije je sa porastom broja udaraca u početku nelinearna, dok se u dijapazonu iznad 10 udaraca može smatrati linearnom. Iz dijagrama se može videti da se za svaku krivu intenzivnost procesa karakteriše pokazateljem otpora penetracije.



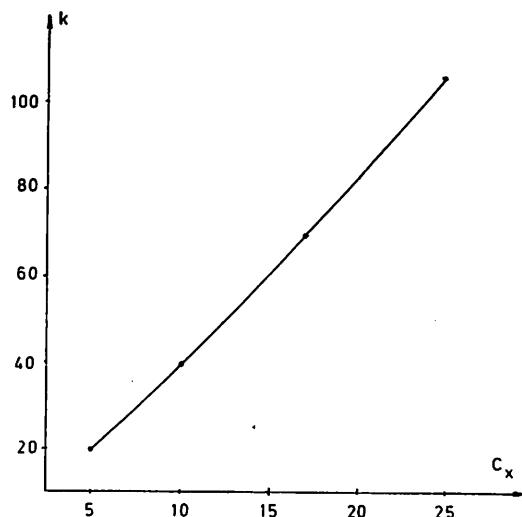
Sl. 3 – Zavisnost prodiranja noža od broja udaraca. 1 – dubina prodiranja noža; n – broj udaraca.

Merenja penetrometrom pokazuju zнатно rasipanje. Slično rasipanje je dobijeno i merenjem otpora kopanju metodom vatmetarskog učinka.

Statističkom obradom 21 opita u žutoj glini i 63 opita u sivoj glini dobjeni su podaci:

Žuta glina
 $C_x \text{ min} = 5,00$
 $C_x \text{ max} = 10,00$
 $C_x \text{ sred} = 6,57$
 $\text{Varijansa} = 1,7686$
 $\text{Stand. dev.} = 1,3299$
 $\text{Koef. varij.} = 20,2380$
 $\text{Broj članova} = 21$

Siva glina
 $C_x \text{ min} = 10,00$
 $C_x \text{ max} = 25,00$
 $C_x \text{ sred} = 17,06$
 $\text{Varijansa} = 13,2658$
 $\text{Stand. dev.} = 3,6422$
 $\text{Koef. varij.} = 21,3451$
 $\text{Broj članova} = 63$



U periodu od 1975. do 1978. godine, na otkopima Kosova izvršeno je 206 merenja otpora kopanju metodom vatmetarskog učinka na bageru SRs-470.20/3. Ovim merenjima, posle preračunavanja, dobijene su sledeće vrednosti specifičnog otpora u sivoj glini:

$$\begin{aligned} K_{\text{min}} &= 40 \text{ kp/cm} \\ K_{\text{sred}} &= 69 \text{ kp/cm} \\ K_{\text{max}} &= 105 \text{ kp/cm} \end{aligned}$$

Uporedenjem srednjih vrednosti, kod obe vrste opita, sa maksimalnom i minimalnom vrednošću, dobijaju se sledeći vrlo bliski odnosi:

$$\begin{aligned} C_x \text{ max} : C_x \text{ sred} &= 1 : 1,4654 \\ K_{\text{max}} : K_{\text{sred}} &= 1 : 1,5217 \end{aligned}$$

Sl. 4 – Zavisnost između koeficijenata penetracije (C_x) i specifičnog otpora kopanju (K).

$$C_x \text{ min} : C_x \text{ sred} = 1 : 0,5862$$

$$K_{\text{min}} : K_{\text{sred}} = 1 : 0,5797$$

Ovako bliski odnosi dozvoljavaju nam da postavimo empirijsku zavisnost između specifičnog otpora kopanju (K) sive gline i koeficijenta penetracije (C_x) u obliku:

$$K = 2,6 C_x + C_x^{1,15} \quad (\text{kp/cm})$$

Ova zavisnost prikazana je na sl. 4 pomoću koje se može, ako se zna srednji koeficijent penetracije, odrediti srednji specifični otpor kopanju.

SUMMARY

Determination of Digging Resistance by a Penetrometer in Kosovo Basin Mines

The paper describes the procedure used for monitoring digging resistance variations during by means of a light penetrometer. The application of this device is limited to softer rocks, and it is conditioned by the knowledge of digging resistance determined by one of the exact methods for „in-situ“ testing.

Tests in all types of clay found in Kosovo Basin opencast pits yielded a high correlation between the specific digging resistance determined by the method of wattmeter performance and penetration ratio determined by the described instrument.

ZUSAMMENFASSUNG

Bestimmung des Grabwiderstandes mit Hilfe des Grabwiderstandmessgerätes in den Tagebaubetrieben von Kosovo

In der Arbeit wird das Verfahren der Verfolgung der Grabkraftveränderung während der Gewinnung durch Anwendung des leichten Grabkraftwiderstandmessgeräts dargelegt. Die Anwendung dieses Geräts ist auf weichere Gesteine beschränkt und durch Kennen des Grabkraftwiderstandes, der durch eine von exakten Untersuchungsmethoden „in situ“ bestimmt wurde, bedingt.

Durch Untersuchungen in grauen Tonen des Tagebaubetriebs in Kosovo wurde eine hohe Korrelation zwischen spezifischem Widerstand mit Methode der Wattmeterleistung bestimmt und Penetrations koeffizienten, bestimmt durch beschriebene Einrichtung, erhalten.

РЕЗЮМЕ

Определение сопротивления копанию при помощи пенетрометра на карьерах Косова

Статья описывает метод наблюдения за переменами сопротивления копанию в течении разработки при помощи лёгкого пенетрометра. Применение этого устройства ограничивается на мягкие породы, и обуславливается тем, что мы знакомы с величиной сопротивления копанию, которое заранее установлено одним из эзактных методов измерения „ин ситу“.

Исследованием в серых глинистых породах карьера в Косове получена тесная корреляция между удельным сопротивлением копанию, который определялся методом ваттметра, и коэффициентом пенетрации, который определялся при помощи описанного устройства.

L iteratura

Zelenin, A. N., 1968: Osnovy razrušenija grunov mehaničeskim sposobami.

B a r o n, L. I., Blatmen, L. B., 1968: Kontakt-naja pročnost' gornyh porod.

K idybinski, A., Z ywiński, K.: Metode od-ređivanja nekih parametara čvrstoće uglja neposredno na mestu zaledanja.

P ozin, E. Z., 1972: Soprostavljajućost' uglej razrušeniju rezuščim instrumentami.

S p a s ić, N., R a d e v ić, V: Utvrđivanje specifičnih otpora na rezanje prema klasifikaciji vrsta stena u basenu Kosovo.—Naučno-istraživački rad (neobjavljen).

Autori: mr inž. H. Atanasković, dipl. inž. F. Rizvanoli i dipl. inž. O. Gaši, REMHK Kosovo, Priština

Recenzent: mr inž. J. Bralić, Rudarski institut, Beograd

Priprema mineralnih sirovina

PROMENE RUDE LEŽIŠTA „VELIKI KRIVELJ” U ZAVISNOSTI OD LOKALNIH METEOROLOŠKIH FAKTORA I AUTOGENIH PROCESA U RUDNOJ MASI – RASTVARANJE GVOŽĐA IZ RUDE –

(sa 4 slike)

dr biol. Darinka Marjanović – prof. inž. Gojko Hovanec

Sedmogodišnja izučavanja rude ležišta „Veliki Krivelj” u uslovima „in situ” pokazuju da se u prirodnim uslovima u rudnoj masi odigravaju mnogobrojni i veoma značajni procesi među kojima i rastvaranje gvožđa. Intenzitet ovog procesa primarno je funkcija sastava rude, a zatim biotičkih i abiotičkih faktora rude, kao i lokalnih meteoroloških činilaca. Visok stepen rastvaranja – izluživanja gvožđa i njegova koncentracija do 20 g/l u rastvorima, nastalim prolaskom atmosferilija kroz rudu, ukazuju na potrebu kontrole i pravilnog usmeravanja autogenih, spontanih procesa izluživanja metala iz rudnih ležišta i odlagališta.

Uvod

U članku, objavljenom u „Rudarskom glasniku” br. 4/78, autori su dali rezultate ispitivanja, koji se odnose na rastvaranje bakra iz rude ležišta „Veliki Krivelj” u uslovima „in situ”. Isto tako, dati su opis ležišta i rude koja se izučava neprekidno sedam godina, cilj i metod ispitivanja. Predmet ovog rada je analiza promena istoimene rude u odnosu na proces rastvaranja – izluživanja gvožđa.

Proces rastvaranja gvožđa je jedan od veoma značajnih procesa, koji dovodi do fizičko-hemijskih promena rude. Sadržaj gvožđa u rudi i njenim drenažnim rastvorima, kao i oblik zastupljenosti ovog metala često su indikatori određenih procesa unutar rudne mase. Zbog toga je uloga gvožđa u procesima koji utiču na fizičko -hemijsko-elektrohemijsko-biohemijiske promene rude od posebnog naučno-praktičnog interesa.

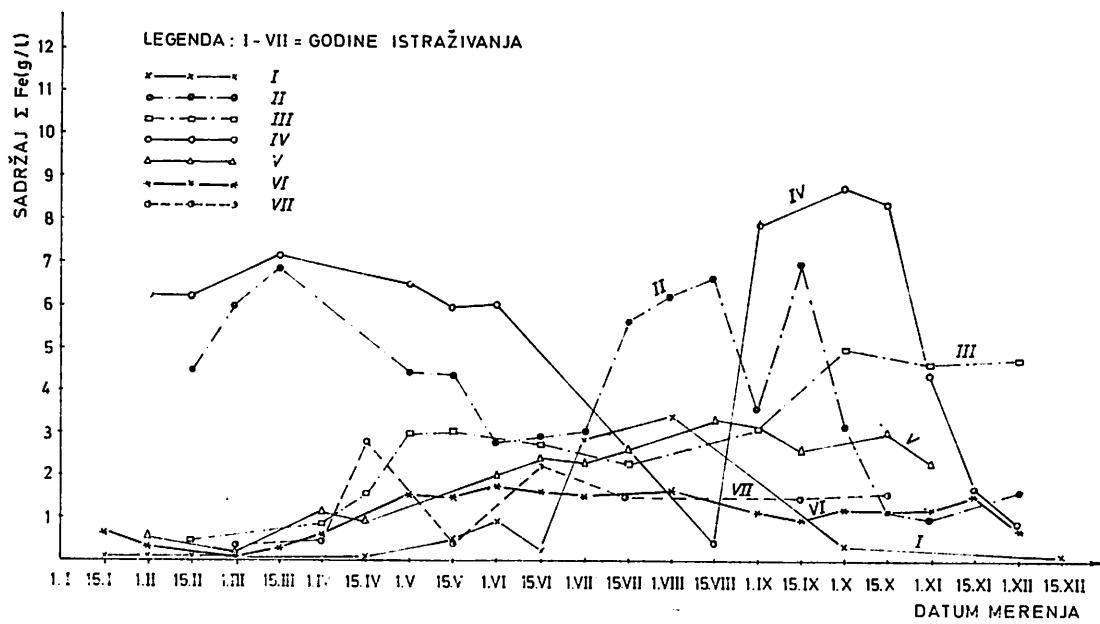
Efekat procesa rastvaranja gvožđa iz rude ležišta „Veliki Krivelj” u uslovima „in situ”, za period od sedam godina, prikazuju se pojedinačno za četiri različita uzorka obeležena brojevima 2–5,

što je adekvatno oznakama u ranije navedenom radu (Hovanec i Marjanović, 1978). Kako u uzorku broj 1 nije konstatovan proces rastvaranja gvožđa, to je izostalo njegovo prikazivanje. Svi uzorci su sadržavali po 450 kg rude, a bilans autogeno rastvorenog gvožđa je dat za uzorak 4, koji je u određenom smislu reprezentativan.

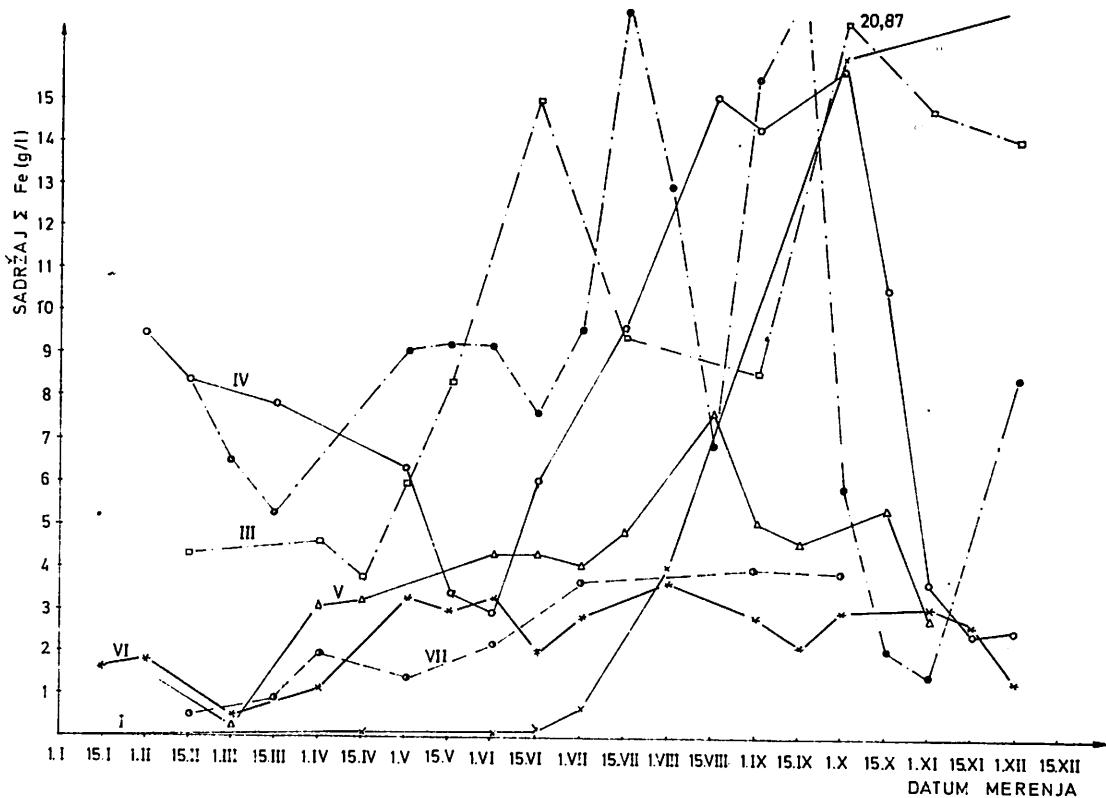
Rezultati ispitivanja i komentar

Rastvaranje gvožđa u prirodnim uslovima zavisi od niza različitih i kompleksnih uticaja unutar rudne mase i faktora spoljne sredine. Stepen delovanja ovih faktora na intenzitet rastvaranja – izluživanja gvožđa iz rude ležišta „Veliki Krivelj” tokom sedmogodišnjeg njegovog praćenja „in situ”, prikazan je na dijagramima 1–4 i tablici 1.

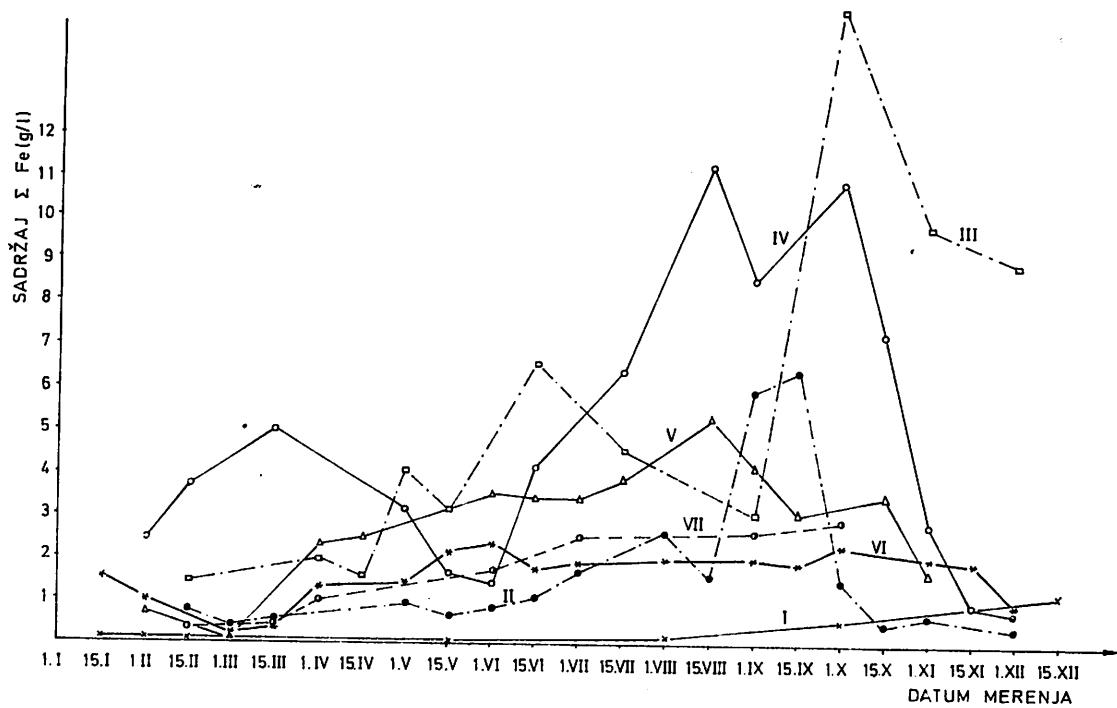
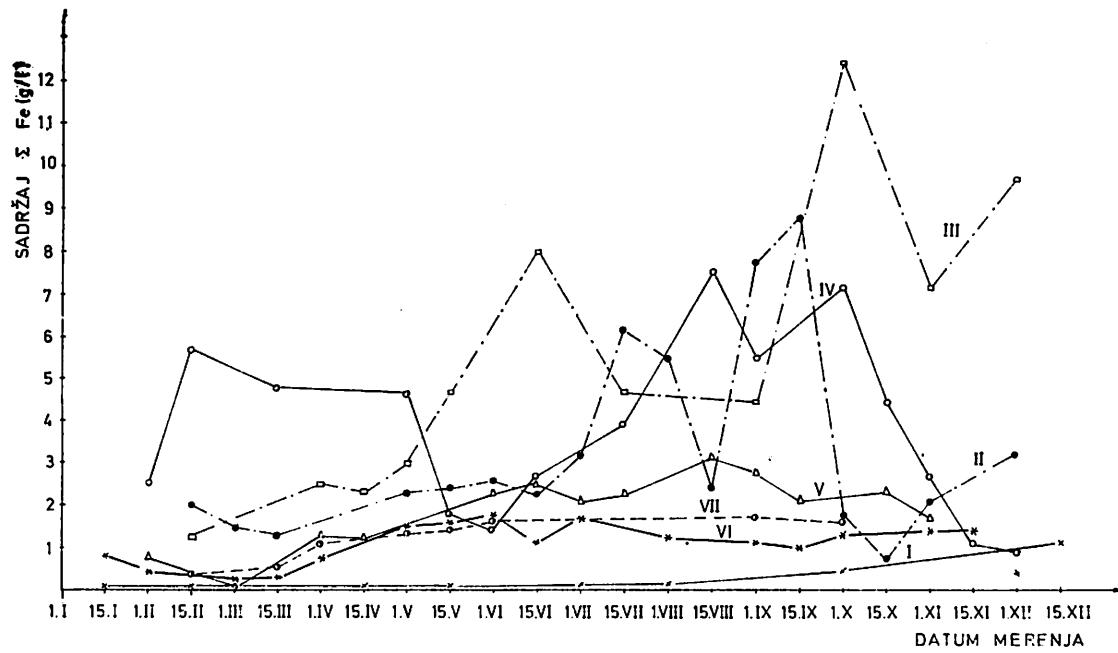
Kako se iz rezultata datih na dijogramima 1–4 vidi, rastvaranje gvožđa protiče od prvog dana naših izučavanja promena rude u uslovima „in situ”. Koncentracija gvožđa u drenažnim rastvorima, nastalim nakon prolaska atmosferilija kroz



Sl. 1 – Kretanje sadržaja gvožđa u rastvoru (g/l) – uzorak 2.



Sl. 2 – Kretanje sadržaja gvožđa u rastvoru (g/l) – uzorak 3. Legenda ista kao i kod sl. 1.



Neki prirodni faktori i proces rastvaranja gvožđa iz rude ležišta „Veliki Krivelj“ (uzorak 4)

Tablica 1

Godina ispitivanja	Atmosferske padavine (mm VS/m ²)	Variranje temperature vazduha (°C)	Autogeno zakisljavanje rude (pH)	Autogene ferifikacione bakte- rioflora (čel./ml)	Rastvoreno gvožđe (g)
I =	573,55	- 4 do + 30,4	4,10 - 2,20	1,1 · 10 ²	1,1 · 10 ⁵
II =	770,00	- 20 do + 36	3,50 - 2,02	1,1 · 10 ²	2,0 · 10 ⁶
III >	482,20	- 20 do + 40	2,53 - 1,95	1,2 · 10 ²	857,614
IV >	626,65	- 15 do + 38	2,35 - 1,95	3,5 · 10 ²	775,358
V >	678,50	- 15 do + 37	2,50 - 1,60	1,1 · 10 ³	833,130
VI >	862,95	- 21 do + 34	2,71 - 2,30	2,5 · 10 ²	468,618
VII	338,05	- 18 do + 36	3,10 - 2,37	7,0 · 10 ²	307,343
					162,118
I – VII					5147,861

450 kp ispitivane rude, povećava se postepeno od 0,02 g/l na početku do 18,76 g/l Fe^{3+} na kraju prve godine (dijagram 2). Maksimalna koncentracija ovog metala u drenažnim rastvorima konstatiše se tokom treće istraživačke godine i iznosi 20,87 g/l Fe^{3+} (dijagram 2). U petoj godini zapaža se određeno usporavanje procesa rastvaranja gvožđa i opadanje njegove koncentracije, što se nastavlja i narednih godina (dijagrami 1–4). Dobijeni rezultati pokazuju da dinamika rastvaranja gvožđa oscilira tokom vremena u funkciji sastava rudnog materijala, vremena, delovanja faktora spoljne sredine, među kojima su najvažniji količina i učestanost atmosferilija i temperatura, i u funkciji dejstva biotičkih i abiotičkih faktora rude.

Analiza dobijenih podataka govori da se u ispitivanoj rudi odigrava vrlo aktivan proces spontane–autooksidacije pirita, ferosulfata i drugih redukovanih oblika gvožđa, pa se tako rastvoreno gvožđe javlja samo u obliku njegove oksidne, aktivne forme – feri-sulfata (dijagrami 1–4). Visoka oksidativnost unutar rudne mase potvrđena je i autogenezom sumporne kiseline (Hovanec i Marjanović, 1975), visokim oksido-redukcionim potencijalom drenažnih rastvora (Marjanović i dr., 1977), prisustvom biogenog faktora (Marjanović, 1977) posebno ferifikacione bakterije *Thiobacillus ferrooxidans* (Colmer et Hinkle, 1947).

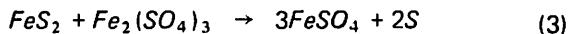
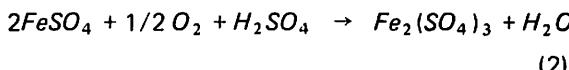
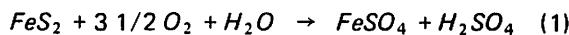
Svakako da je proces rastvaranja gvožđa iz rude ležišta „Veliki Krivelj“ proticao i ranije – pre ovih ispitivanja. Međutim, njegovo numeričko, sistematsko praćenje, kontrola i analiziranje počinju ovim izučavanjima.

Ispitivanja pokazuju da su, zavisno od uzorka, karakter i brzina rastvaranja gvožđa različiti pod istim meteorološkim uslovima (dijagrami 1–4, tablica 1). Obilje atmosferskog taloga palog na teren ležišta „Veliki Krivelj“ i veliko variranje spoljne temperature vazduha (tablica 1) uticali su na fizičku degradaciju rude i aktiviranje mnogih njenih procesa (Hovanec i Marjanović, 1978), pa i na proces rastvaranja gvožđa. Međutim, karakter tih promena i procesa, kao i njihov intenzitet primarno su funkcija sastava rudnog materijala, a zatim ostalih faktora, među kojima važnu ulogu imaju lokalni meteorološki faktori. Tako je tokom prve godine, najintenzivnije rastvaranje gvožđa konstatovano u uzorku rude izuzete iz silifikovanih partija ležišta sa sitnom impregnacijom halkopirita (uzorak 3), zatim u uzorku izuzetom iz

kaolinisanog dela ležišta, karakterističnom i po nešto većem sadržaju sumpora u odnosu na ostale uzorke (uzorak 2); u uzorku izuzetom iz svežih andezitskih partija ležišta sa sitnom impregnacijom halkopirita i niskim sadržajem pirita, koji je formiran kao kompozit uzoraka označenih brojevima 2, 3, 4 (uzorak 4); u uzorku formiranom mešanjem uzorka 3 i rude izuzete iz svežih andezitskih partija, pri odnosu 1,0 : 1,5 (uzorak 5). Isto tako, ispitivanja pokazuju da se u limonitisanom uzorku rude (uzorak 1) ne odvija proces rastvaranja gvožđa. Ovo je potvrđeno tokom sedmogodišnjih izučavanja rude, pa je u potpunosti izostalo prikazivanje efekta rastvaranja gvožđa iz ovog uzorka rude.

Studijsa procesa rastvaranja gvožđa iz uzorka rude, označenih brojevima 2–5, pokazuje da se unutar rudne mase ovih uzoraka odvija intenzivna oksidacija redukovanih oblika gvožđa i geneza feri-sulfata poznatog oksidansa i rastvarača kristalne rešetke mnogih minerala. Zbog toga je rastvaranje gvožđa iz rude povezano i u odgovarajućoj korelacijsi sa genezom sumporne kiseline, izluživanjem bakra i drugih metala iz rude, prisustvom ferifikacionih bakterija, kojima su fero-sulfat, pirit, elementarni sumpor, sulfidi osnovni izvori energije neophodne za izgradnju čelijske strukture i metaboličke procese—životnu aktivnost.

Rastvaranje gvožđa u prirodnim uslovima je rezultat dejstva veoma raznovrsnih fizičko-hemijsko-mineraloško-elektro-hemijsko-biohemijskih činilaca rude i spoljne sredine i odvijanja reakcija:



Visok stepen oksidativnosti sredine unutar rudne mase uzoraka 2–5, odnosno visoka koncentracija gvožđa u drenažnim rastvorima rude i njegova zastupljenost samo u feri-obliku mogu se tumačiti tako što se fero-sulfat, nastao pri reakcijama (1), (3) brzo oksidiše do feri-sulfata, najverovatnije pod uticajem aktivnih kultura autohtone bakterioflore rude. Kada se zna, da je u uslovima kisele reakcije sredine, kakva je unutar rudne mase

uzoraka 2–5 (tablica 1), hemijska oksidacija gvožđa veoma otežana i usporena da se skoro može zanemariti, a bakterijska oksidacija u kiseloj sredini efikasna i protiče bez teškoća, tada uloga biogenog faktora u oksidativnim procesima gvožđa dobija veliki naučno-praktični interes (Marjanović, 1972). Isto tako, poznata je katalitička oksidacija pirita, mnogih sulfida, elementarnog sumpora i drugo, od strane litotrofnih, tionskih bakterija, koje, uglavnom, reprezentuju autohtonu bakteriofloru rude ležišta „Veliki Krivelj” i to gustinom koja je jedan od pokazatelja njihove geochemijske delatnosti (Marjanović, 1973; Golomzik, 1968). Lacey i Lawson (1970) su dokazali da navedene oksidacione procese gvožđa, sulfida, sumpora bakterije katališu i ubrzavaju za oko $2,0 \cdot 10^5$ puta u odnosu na iste procese u uslovima hemijske oksidacije.

Poznato je da se živa bića vezuju sa svojom sredinom uzajamnim odnosima zavisnosti čineći jedinstven sistem. Obe komponente tog sistema, organizam i sredina, menjaju se pod uzajamnim dejstvima i evoluiraju istovremeno kao celovit dinamički kompleks. Drugim rečima, u osnovi oksidativnosti ispitivane rude je bio-geo-hemijsko delovanje sredine. Pod ovim podrazumevamo elektroličke procese koji se razvijaju na kontaktu sulfida kao posledica razlike potencijala njihovih površina i prisustvo biogenog faktora, tj. oksidacionih bakterija. Brzina oksidacije i rastvaranja gvožđa, oblik i koncentracija metala u rastvoru, bilans spontano-autogeno izluženog gvožđa potvrđuju katalitičko delovanje određenih faktora i mehanizma unutar rudne mase u uslovima „in situ”. (dijagram 1–4, tablica 1). Iz uzorka 4 koji sadrži 4,29 % gvožđa, za period od sedam godina autogeno je rastvoreno i atmosferilijama izneto 26,67 % ovog metala.

Iz tablice 1 se vidi, da svaki litar atmosferskog taloga „iznese” iz rude 1,2 g gvožđa, što predstavlja značajne vrednosti. Rezultati ispitivanja istovremeno govore da fenomenu rastvaranja gvožđa u prirodi, u rudnim ležištima, industrijskim sistemima prerade rude na otvorenom prostoru, na odlagalištima rude i jalovine, kao i procesima koji prate rastvaranje gvožđa, treba posvetiti odgovarajuću pažnju, s obzirom na mnoge koristi od ovog procesa, kao i štete, ukoliko „ispiranje” metala iz rude i njihova migracija u okolno zemljiste i vodotokove protiču nekontrolisano i stihijski.

Zaključak

U prirodnim uslovima, ruda ležišta „Veliki Krivelj” podleže značajnim fizičko-hemijskim i drugim promenama – raspadanju rudnog materijala, aktiviranju i odvijanju mnogih procesa među kojima je i rastvaranje gvožđa.

Proces rastvaranja gvožđa u uslovima „in situ” protiče intenzivno i u korelaciji je sa bio-geo-elektro-hemijskim činiocima sredine. Istovremeno, ovaj proces zavisi od lokalnih meteoroloških faktora. Svaki litar atmosferilija „rastvor” i iz rude „iznese” – izluži 1,2 g gvožđa, što ima naučno-praktični interes.

SUMMARY

Alterations of Deposit Veliki Krivelj Ore in Dependence of Local Meteorological Factors and Autogene Processes in the Ore Mass – Dissolution of Iron from the Ore

Seven year „in-situ” investigations of Deposit Veliki Krivelj ore indicate that numerous and very important processes are developed in the ore mass under natural conditions, including iron dissolution. The intensity of this process is primarily a function of ore composition, biotic and abiotic ore factors, as well as local meteorological conditions. High degree of dissolution – iron extraction with a concentration of 20 g/l in solutions resulting from the percolation of atmospheric precipitations through the ore – indicate the need for control and appropriate orientation of autogene, spontaneous processes of metal extraction from the ore deposits and wastedumps.

ZUSAMMENFASSUNG

Veränderungen in der Erz der Lagerstätte von Veliki Krivelj in Abhängigkeit von meteorologischen Faktoren und autogenen Prozessen in der Erzmasse – Eisenherauslösung aus dem Erz

Siebenjähriges Studium der Lagerstättenerze von Veliki Krivelj unter den Bedingungen „in situ“ haben gezeigt, dass unter Naturbedingungen in der Erzmasse vielzählige und sehr bedeutsame Prozesse sich abspielen unter welchen auch die Eisenauflösung. Die Prozessintensität ist in erster Linie eine Funktion der Erzzusammensetzung und danach von biotischen und abiotischen Erzfaktoren sowie von örtlichen meteorologischen Faktoren. Der hohe Grad der Auflösung – Auslaugung von Eisen und seine Konzentrierung bis 20 g/l in den durch Versickerung der Niederschläge durch das Erz entstanden, zeigen auf die Notwendigkeit der Kontrolle und der regulären Ausrichtung der autogenen, spontanen Laugungsprozesse der Metalle aus den Erzlagerstätten und Halden.

РЕЗЮМЕ

Изменения качества руды месторождения Велики Кривель в зависимости от местных метеорологических факторов и автогенных процессов в рудной массе — растворение железа из руды —

Семилетнее исследование руды месторождения Велики Кривель в условиях „ин сите” указывают на то, что в естественных условиях в рудной массе происходят многочисленные и очень значительные процессы, а в том числе и растворение железа. Интенсивность этого процесса является прежде всего функцией состава руды, а затем биотических и абиотических факторов руды, а также и местных метеорологических факторов. Высокая степень растворения — выщелачивания железа и его концентрация до 20 гр/литр в растворах создавшихся прохождением атмосферных осадков через руду, указывают на необходимость контроля и правильного управления автогенными стихийными процессами выщелачивания металла из рудных месторождений и отвалов.

L iterat u r a

- Colmer, A. R., Hinkle, M. E., 1947: The role of Microorganisms in Acid Mine Drainage. — Science, 106, 253.
- Golomzik, A. I., 1968: Primenenie bakterial' nogo metoda vyščelačivanija cvetnyh metallov iz rud mesto-roždenij Urala. — V. sb. Primenenie bakterial' nogo metoda vyščelačivanija cvetnyh metallov iz zabalansovyh rud. — Izd-vo Ministerstva cvetnoj metalurgii SSSR, M.
- Hovanec, M. G., Marjanović, J. D., 1971–1977: Praćenje promena rude ležišta „Veliki Krivelj” pod uticajem lokalnih klimatskih faktora. — Izveštaji Rudarskog instituta, Beograd.
- Hovanec, M. G., Marjanović, J. D., 1975: Autogeno zakiseljavanje bakronosne sirovine i njegov značaj u luženju rude. — Materijal V jugoslovenskog simpozijuma o PMS, Split.
- Hovanec, M. G., Marjanović, J. D., 1978: Promene rude ležišta „Veliki Krivelj” u zavisnosti od lokalnih metereoloških faktora i autogenih procesa u rudnoj masi-rastvaranje bakra iz rude. — „Rudarski glasnik” br. 4/78, Beograd.
- Lacey, D. T., Lawson, F., 1970: Kinetics of the Liquid-Phase Oxidation of Acid Ferous Sulfate by the Bacterium Thiobacillus ferrooxidans. — Biotechnol. a Bioengineering, 12/1, 29.
- Marjanović, J. D., 1972: Continuous Bacterial Oxidation of Ferro Sulphates and its Importance During Ore Leaching. — Mikrobiologija, 2, /1, 33–42, B.
- Marjanović, J. D., 1973: Bakterioflora domaćih ležišta bakra i njena uloga u luženju bakronosnih sirovina. — Doktorska disertacija PMF, Beograd.
- Marjanović, J. D., 1977: Rasprostranjenost litotrofne bakterioflore u domaćim ležištima bakra i oksidacioni procesi u ležištu. — „Rudarski glasnik”, 16, /3, 37–46.
- Marjanović, J. D., Hovanec, M. G., Ljubičić, D., Kalajdžić, Lj. 1977: Bakterijska intensifikacija elektrohemiskih procesa u sistemu luženja niskoprocentne rude bakra. — „Rudarski glasnik”, 16, /1, 42–49.

Autori: dr biol. Darinka Marjanović i prof. Gojko Hovanec, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. M. Jošić, Rudarski institut, Beograd.

POLUINDUSTRIJSKA ISPITIVANJA KONCENTRACIJE BARITNE RUDE LEŽIŠTA „BOBIJA“ – LJUBOVIJA

(sa 1 slikom)

Dipl. inž. M i o m i r Č e h – dipl. inž. M i l a n K o č a n o v ić –
dipl. inž. B r a n i s l a v M i h a i l o v ić

Uvod

Ovaj rad je nastavak istraživanja primene flotacijske koncentracije kod baritne rude lokaliteta „Bobija“. Rezultati laboratorijskih ispitivanja dati su u „Rudarskom glasniku“ br. 3/78.

Tokom 1978. godine su u Rudarskom institutu završena i poluindustrijska ispitivanja flotiranja baritno-sulfidne rude „Bobija“ sa sadržajem oko 51 % barita i oko 11 % sulfida, uglavnom, pirita.

Poluindustrijska tehnološka ispitivanja koncentracije barita imala su za cilj potvrđivanje rezultata koji su dobijeni pri laboratorijskim uslovima rada. Cilj ovih ispitivanja je bio dobijanje visokokvalitetnih koncentrata barita sa sadržajem od preko 92 % barita i specifičnom težinom preko 4,20 t/m³, tj. dobijanje onih kvaliteta koji bi zadovoljili tržište.

Kao i kod laboratorijskih ispitivanja, da bi se dobili ovakvi kvaliteti poluindustrijskog koncentrata barita, bilo je neophodno uklanjanje svih sulfidnih minerala u jedan zaseban proizvod – pretkoncentrat.

Režim reagenasa bio je adekvatan onima koji su primjenjeni kod laboratorijskih uslova rada, tj. modifikatori-deprimatori minerala jalovine Na_2SiO_3 , Na_2CO_3 , *Calgan* (natrijum heksametafosfat), dok su kao kolektori upotrebljavani emulzija oleinske kiseline i AKYPOMINE-50 koji su se pokazali kao najbolji pri laboratorijskim ispitivanjima.

Poluindustrijskim opitima koncentracije prethodila su sledeća ispitivanja:

- određivanje gornje granične krupnoće, rovnog uzorka i sadržaja vlage
- određivanje granulometrijskog sastava izdrobljene rude za proces mlevenja
- utvrđivanje zapreminske težine usitnjene rude
- izrada kompletne hemijske analize.

Granulometrijski sastav uzorka

Granulometrijski sastav uzorka usitnjenog do ggk 10 mm, utvrđen je mokrim prosejavanjem na standardnoj seriji sita „Tyler“ i prikazan u tablici 1.

Zapreminska težina usitnjenog uzorka

Zapreminska težina usitnjenog uzorka, čiji je granulometrijski sastav prikazan u tablici 1, iznosi je 2,405 t/m³.

Kompletna hemijska analiza ispitivanog uzorka

Na manjem reprezentativnom uzorku rude izvršena je kompletna hemijska analiza koja je dala sledeće rezultate (tabl. 2):

Tablica 1

Otvor sita meš.	Težina T %	$\Sigma T \% \downarrow$	$\Sigma T \% \uparrow$
+ 3	18,59	18,59	100,00
+ 6	23,43	42,02	81,41
+ 8	4,64	46,66	57,98
+ 10	7,23	53,89	53,34
+ 14	6,00	59,89	46,11
+ 20	5,77	65,66	40,11
+ 35	8,55	74,21	34,34
+ 65	5,88	80,09	25,79
+ 100	3,16	83,25	19,91
+ 200	3,42	86,67	16,75
+ 325	3,80	90,47	13,33
- 325	9,53	100,00	9,53
Ukupno:	100,00	-	-

Tablica 2

Materija	%
$BaSO_4$	51,28
$BaCO_3$	trag
$SrSO_4$	trag
SiO_2	20,35
Al_2O_3	2,67
$CaSO_4$	trag
CaO	4,42
MgO	1,83
K_2O	trag
Na_2O	trag
SO_3	9,30
CO_2	3,47
Pb	0,18
Zn	0,27
Ti	0,06
$S sulf.$	5,45
Cu	0,051
Fe	5,39
FeS_2	8,42
FeS	2,29
Gubitak žarenjem	8,92
Specifična težina	3,74 g/cm ³

Pored kompletne hemijske analize izvršena je na rovnom uzorku i spektralna analiza koja je dala sledeće rezultate (tabl. 3):

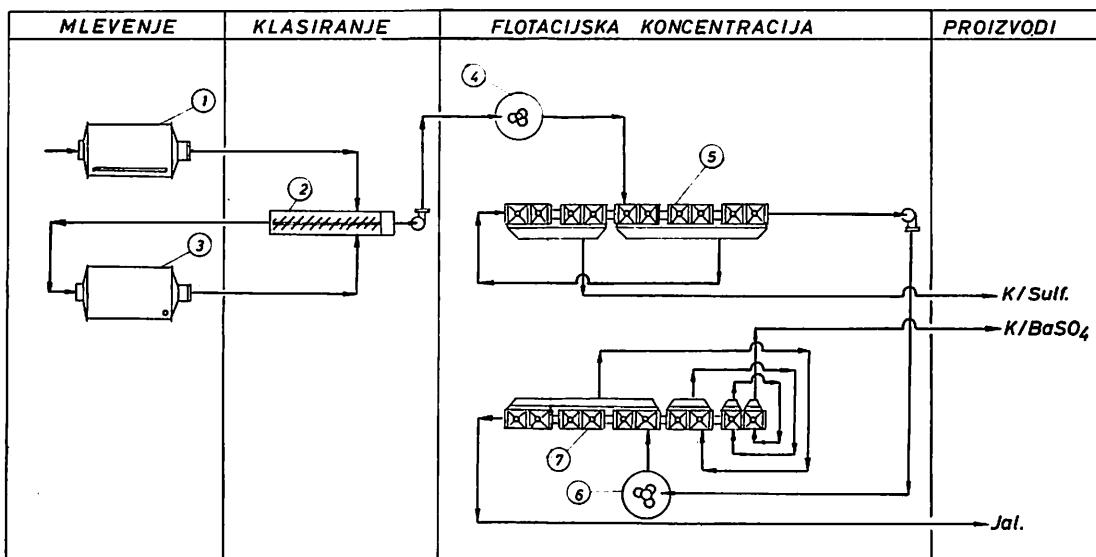
Tablica 3

Element	ppm
Ag	30
Tl	270
B	10
Ba	na %
Be	-
Ca	veće %
Co	2
Cr	165
Cu	270
Mg	na %
Mn	1220
Ni	88
Pb	1500
Sb	320
Se	29
Sr	5100
Ti	3000
V	85
Y	65
Zn	2900
Zr	285

Poluindustrijska ispitivanja koncentracije baritne rude

Opis šeme tehnološkog procesa poluindustrijskog postrojenja

Na osnovu laboratorijskih ispitivanja baritne rude ležišta „Bobija“ — Ljubovija i sagledavanja



Sl. 1 – Tehnološka šema poluindustrijskih opita flotiranja rude barita ležišta „Bobija“

Legenda: 1 – mlin sa šipkama; 2 – spiralni klasifikator; 3 – mlin sa kuglama; 4 – kondicioner; 5 – frotacione mašine; 6 – kondicioner; 7 – frotacione mašine.

rezultata opita daje se šema tehnološkog procesa poluindustrijskog postrojenja.

Rovna ruda gornje granične krupnoće 100 % – 20 mm, koja je prethodno dvostadijalno izdrobljena u čelijusnoj drobilici i udarnoj drobilici, preko transportne trake odlazi u bunker iznad poluindustrijskog postrojenja. Iz bunkera ruda odlazi transportnim trakama u mlin sa šipkama (poz. 1), koji radi u zatvorenom ciklusu sa spiralnim klasifikatorom (poz. 2) i mlinom sa kuglama (poz. 3).

Samlevena ruda se u vidu preliva spiralnog klasifikatora centrifugalnom pumpom transportuje do kondicionera (poz. 4) u kome se vrši agitiranje pulpe pre ciklusa flotiranja sulfida.

Pesak spiralnog klasifikatora odlazi u mlin sa kuglama (poz. 3) gde se vrši dopunsko mlevenje. Zatim se samlevena ruda vraća ponovo u spiralni klasifikator (poz. 2).

Nakon agitiranja pulpa gravitacijski dospeva u frotacijske ćelije za kolektivno flotiranje sulfida (poz. 5).

Otok flotiranja sulfida centrifugalnom pum-

pom odlazi u kondicioner (poz. 6) u kome se vrši agitiranje pulpe pre ciklusa flotiranja barita.

Posle kondicioniranja pulpa gravitacijski dospeva u frotacijske ćelije (poz. 7) za ciklus flotiranja barita.

Frotacijska mašina za koncentraciju barita sastoji se od 10 ćelija.

U prvih šest ćelija vrši se izdvajanje grubog koncentrata barita, dok je otok ovih ćelija definitivna jalovina koja odlazi na jalovište.

Grubi koncentrat barita odlazi zatim u naredne dve frotacijske ćelije, gde se vrši njegovo prvo prečišćavanje.

Jedanput prečišćeni koncentrat upućuje se u sledeću ćeliju, gde se obavlja njegovo drugo, a potom i treće prečišćavanje, nakon čega se dobija definitivni koncentrat barita.

U toku poluindustrijskih ispitivanja časovni kapacitet poluindustrijskog postrojenja varira od 420 kg/h do 750 kg/h. Procenat čvrstog u pulpi, u toku opita flotiranja, kreće se od 27 do 29 %, a u zavisnosti od kapaciteta.

Tablica 4

	1. dan	2. dan	3. dan	4. dan
1. Ciklus sulfida				
KBX	150 g/t	1. Ciklus sulfida KBX 150 g/t	1. Ciklus sulfida KBX 100 g/t	1. Ciklus sulfida KBX 100 g/t
B. ulje	70 g/t	B. ulje 50 g/t	MBC 50 g/t	MBC 35 g/t
2. Ciklus barita				
Na ₂ CO ₃	2500 g/t	2. Ciklus barita Na ₂ CO ₃ 300 g/t	2. Ciklus barita Na ₂ CO ₃ 2000 g/t	2. Ciklus barita Na ₂ CO ₃ 1400 g/t
Na ₂ SiO ₃	2000 g/t	Na ₂ SiO ₃ 1800 g/t	Na ₂ SiO ₃ 1200 g/t	Na ₂ SiO ₃ 1200 g/t
BC-50	250 g/t	BC-50 975 g/t	Calgon 100 g/t	Calgon 100 g/t
			BC-50 700 g/t	Oleinska kiselina 1000 g/t
			Ol. kis.	Ol. kis. 200 g/t

Tablica 5

Proizvod	T %	BaSO ₄	I % BaSO ₄	T %	BaSO ₄	I % BaSO ₄	T %	BaSO ₄	I % BaSO ₄
Pretkoncentrat sulfida	11,21	12,37	2,71	12,32	14,36	3,47	10,19	12,76	2,61
Koncentrat barita	42,39	94,37	78,05	44,57	92,80	81,19	45,12	94,60	85,77
Jalovina	46,40	21,26	19,24	43,11	18,13	15,34	44,59	12,94	11,62
Ulaž	100,00	51,25	100,0	100,00	50,94	100,0	49,76	100,00	100,00

Finoća mlevenja rude u toku poluindustrijskih ispitivanja kretala se od 71 % do 80 % minus 200 meš.

Potrošnja flotacijskih reagenasa tokom poluindustrijskih ispitivanja varirala je po danima ispitivanja.

Tablica 4 daje uporedan pregled potrošnje reagenasa, a tablica 5 tehnološke rezultate procesa koncentracije.

Pored srednjeg sadržaja $BaSO_4$, u koncentratima barita određen je i sadržaj Fe_2O_3 i SiO_2 , a merena je i specifična težina koncentrata.

— težinsko iskorišćenje koncentrata barita od 42,39 % do 45,15 %

— iskorišćenje barita u koncentratu od 78,05 % do 85,77 %

Tehnološki parametri pod kojima su ostvareni navedeni rezultati bili su sledeći:

— mlevenje rude od 71 % do 80 % — 200 meš

— procenat čvrstog u toku flotiranja od 27 % do 29 %

— potrošnja reagenasa:

Tablica 6

Element	1. dan	2. dan	3. dan	4. dan
Fe_2O_3 , %	1,60	1,40	1,20	1,40
SiO_2 , %	2,23	2,45	2,63	2,63
Spec težina g/cm^3	4,37	4,37	4,46	4,32

Zaključak

Na osnovu prikazanih rezultata poluindustrijskih ispitivanja koncentracije rude barita „Bobija“ kod Ljubovije može se konstatovati sledeće.

Opisanim postupkom mogu se dobiti sledeći tehnološki rezultati:

— koncentrat barita od 92,80 % do 94,60 % $BaSO_4$

<i>K—butiksantat</i>	100 — 150 g/t
<i>MIBC</i>	35 — 50 g/t
Na_2CO_3	1400 — 2000 g/t
Na_2SiO_3	1200 — 2000 g/t
<i>Calgon</i>	100 g/t
<i>BC-50</i>	700 — 975 g/t
<i>Oleinska kiselina</i>	200 g/t

U slučaju flotiranja barita bez kombinacije kolektora, tj. sa oleinskom kiselinom, potrošnja je 1000 g/t.

SUMMARY

Pilot-Scale Tests of Baryte Ore Concentration from Deposit „Bobija“ — Ljubovija

The paper presents the technological results of pilot-scale tests on flotation of baryte ore from Deposit „Bobija“ — Ljubovija.

The following results were achieved:

- Baryte concentrates with 92.80 — 94.60 per cent BaSO₄;
- Baryte concentrate weight recovery from 42.30 to 45.12 per cent;
- Baryte recovery in concentrate from 78.05 to 85.77 per cent.

The ore was ground to 71 — 80 per cent minus 200 mesh, while the content of solids during flotation ranged between 27 and 29 per cent.

The used reagents were: K—butilxantate, MIBC, Na₂CO₃, Na₂SiO₃, Calgon, BC—50 and oleic acid.

ZUSAMMENFASSUNG

Halbindustrieuntersuchungen der Schwerspatkonzentrierung der Lagerstätte „Bobija“ — Ljubovija

Es wurden die technologischen Ergebnisse der Halbindustrie—Versuche der Schwerspatflotation con „Bobija“ — Ljubovija gegeben. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

- Schwerspatkonzentrate von 92,80 bis 94,60 % BaSO₄
- Gewichtsausbringen des Schwerspatkonzentrats von 52,39 bis 45,12 %
- Ausbringen von Schwerspat im Konzentrat von 78,05 bis 85,77 %

Erzmahlung ging von 71 % bis 80 % — 200 Maschenweite und der Feststoffprozent im Flotationsverlauf betrug von 27 bis 29. Die verwendeten Reagentien waren: K—butylxanthat, MIBC, Na₂CO₃, Na₂SiO₃, Calgon, BC—50 und Oleinsäure.

РЕЗЮМЕ

Полупромышленное исследование обогащения баритовой руды месторождения „Бобия“ — Любовия

Приводятся технологические результаты полупромышленных опытов флотации баритовой руды „Бобия“ — Любовия.

Получены следующие результаты:

- концентраты барита от 92, 80 до 94, 60% BASO₄
- весовое использование концентрата барита от 42, 39 до 45,12%
- использование барита в концентрате от 78,05 до 85,77%.

Измельчение руды составляло от 71% до 80% — 200 меш, а процент твёрдого в течении влотования составлял от 27 до 29.

Реагенты которые были употреблены: К-бутилксантат, MIBC, Na_2CO_3 , Na_2SiO_3 , Цалгон, VS-50 и олеиновая кислота.

Autori: dipl. inž. Miomir Čeh i dipl. inž. Branislav Mihailović, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd i dipl. inž. Milan Kočanović, RMHK „Trepča”, Zvečan

Recenzent: dr inž. M. Jošić, Rudarski institut, Beograd

Ventilacija i tehnička zaštita

ANALIZA POŽARA U RUDNIKU LIGNITA VELENJE SA CILJEM PROVERE POUZDANOSTI PROPISANIH MERA ZAŠTITE ZA SLUČAJEVE POŽARA U JAMI

(sa 6 slika)

Dipl. inž. Miodrag Petrović – dipl. inž. Luka Sučević
– dipl. hem. Branka Vučanović

U cilju upoznavanja stručne javnosti sa uzrocima, razmerama i posledicama jamskog požara koji se dogodio u rudniku Velenje 26.VII 1978. god., kao i sa problematikom vezanom za zaštitu zaposlenog osoblja u rudnicima uglja sa podzemnim načinom eksploatacije od ove vrste ugrožavanja, u ovom i narednim člancima biće dati osnovni zaključci do kojih su autori došli, u okviru sprovedenih izučavanja, a takođe i rezultati i iskustva stečena u toku istraživanja.

Uvod

Pitanjima borbe sa podzemnim požarima posvećena su mnoga istraživanja. Osnovna pažnja usmerena je ka borbi sa egzogenim požarima i to, pre svega, sprečavanju njihovog nastanka, a zatim razradi rešenja protivpožarne zaštite i rudarske opreme za spasavanje. Ipak, u literaturi je nedovoljno osvetljen ceo niz pitanja vezanih za likvidaciju egzogenih požara. Treba napomenuti da ova vrsta požara zauzima posebno mesto u podzemnim havarijama, jer se pojavljuje iznenadno, razvija vrlo brzo i predstavlja opasnost za rudare i članove čete, a izaziva i znatnu materijalnu štetu. Postoje slučajevi, kada požari zahvataju velike razmere i na njihovim likvidacijama gubi se mnogo energije, vremena i sredstava.

Ovo proizlazi zato što nisu u dovoljnoj meri izučeni svi uzroci i zakonitosti nastajanja i razvoja ove vrste požara. Tako, na primer, i do danas u

literaturi se ne mogu naći potpuni odgovori na mnoga pitanja vezana za upravljanje ventilacijom u fazi borbe i likvidacije požara, zatim za određivanje brzine rasprostiranja požara u jamskim prostorijama, maksimalne i srednje temperature požarnih gasova u jezgru požara, promene temperature požarnih gasova pri njihovom kretanju kroz jamske prostorije, određivanje veličine požarne depresije i njenog uticaja na stabilnost ventilacionog sistema pri požaru u kosim prostorijama i drugo.

Nedovoljna izučenost navedene problematike i odsustvo pravih odgovora na prethodna pitanja mogu se objasniti time, da se pri likvidaciji požara u aktivnim jamama ne mogu izučavati ovi parametri, a eksperimentalna ispitivanja zahtevaju prethodnu realizaciju kompleksa naučnih ispitivanja zasnovanih na simuliranju uslova koji vladaju u jami.

Pri analizi razvoja požara od 26.VII 78. god., njegovog uticaja na ventilacioni sistem Jame Pesje, kao i uslova koji su izazvali smrt tri rudara, zastoj u proizvodnji od mesec dana i znatnu materijalnu štetu, daju se u narednom tekstu svetska iskustva stečena u toku izučavanja ove problematike.

Svetska iskustva o temperaturama požara i požarnih gasova i brzina njihovog rasprostiranja

Iskustva iz svetske literature, koja se mogu pri analizi požara u rudniku Velenje aplicirati na

karakteristike i razvoj ovog požara, pružaju sledeća saznanja:

— Pri brzini vazdušne struje, kakva je bila u momentu požara pored trake T-11-a, plamen i požarni gasovi su se kretali u pravcu kretanja vazduha. Požar se prenosio brzo, sagorevajući u prvom naletu samo drvenu zalogu, površinski sloj nataložene prašine i lako zapaljive materijale. Stvorena topotna energija zračenja mogla je da prenosi požar na udaljenost oko 6 m od mesta žarišta.

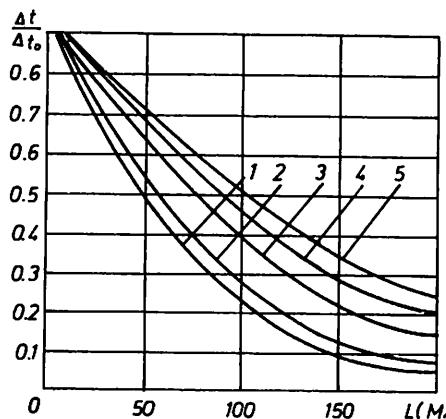
— Maksimalna temperatura požarnih gasova u jezgru požara zavisi od brzine kretanja vazdušne struje. Najprikladniji analitički izraz za dobijanje vrednosti temperature u slučaju analiziranog požara glasi:

$$T_{max}^* = \frac{w}{0,00023 + 0,00065 w} \quad (\text{°C})$$

— Srednja temperatura požarnih gasova takođe zavisi od brzine kretanja vazdušne struje i u fazi potpuno razvijenog požara ima sledeći analitički izraz

$$T_{Sr} = \frac{w}{0,0002 + 0,0008 w} \quad (\text{°C})$$

— Promena temperature požarnih gasova, po dužini prostorije, zavisi od niza faktora među



Sl. 1 – Zavisnost brzine vazdušne struje i stepena hlađenja požarnih gasova ($\frac{\Delta t}{\Delta t_0}$)

1 – pri brzini $0,1 \text{ m/sek}$; 2 – $0,5 \text{ m/sek}$; 3 – $1,0 \text{ m/sek}$; 4 – 2 m/sek ; 5 – 4 m/sek .

*) S.N. O s i p o v V.M. Žadić – Ventilacija šaht pri podzemnyh požarah

kojima su osnovni: koeficijent odavanja topline (α) i brzina kretanja požarnih gasova. Na slici 1 dat je grafički prikaz promene temperature požarnih gasova u funkciji brzine kretanja požarnih gasova.

Pri ovim uporednim analizama i korišćenju naučnih iskustava u cilju razjašnjavanja toka i razvoja požara u rudniku Velenje mora se imati u vidu da je u prostorijama gde je nastao požar, a zatim i u ostalim prostorijama, na putu napredovanja požara, bila ugrađena transportna i elektro oprema, koja je u konkretnim uslovima pogodovala njegovom širenju i intenzivirala brzinu njegovog napredovanja u pravcu kretanja vazdušne struje.

Uslovi eksploracije u RLV s obzirom na oksidacione procese

Stvaranje uslova za nastajanje jamskih požara u tesnoj je vezi s jedne strane sa prirodnim uslovima ležišta, a sa druge strane sa primenjenom tehnikom i tehnologijom eksploracije. U sklopu ove analize navode se samo najvažniji činoci koji imaju presudan uticaj za mogućnost nastajanja požarnih procesa:

— eksploracija na sve većoj dubini zahteva sve intenzivniju ventilaciju, uz osetan porast količina i brzina vazdušne struje, sa znatno većim potencijalnim razlikama, između ulazne i izlazne vazdušne struje,

— sa porastom dubine eksploracije narasta i jamski pritisak, koji s jedne strane izaziva stvaranje pukotina u ugljenim stubovima, a sa druge strane uslovjava sve obimniju permanizaciju transportno-ventilacionih prostorija,

— primena mehanizacije u procesu pripreme, eksploracije, otpreme uglja i dopreme repro-materijala sve je intenzivnija i iziskuje sve veću primenu električne energije,

— za postizanje optimalnih proizvodnih kapaciteta uvode se u tehnologiju eksploracije veoma brze i pokretne mašine i uređaji čime se postepeno vrši supstitucija živog rada, od strane mehaničkih uređaja, a prisustvo čoveka se usmerava samo na određene faze tehnološkog procesa, čime je kontrola od strane čoveka osetno smanjena,

— visoke koncentracije ugljene prašine, stvorene tehnologijom mehanizovanog dobijanja uglja ili u sistemu kontinuiranog transporta, uz prisustvo velikih brzina vazdušne struje u pogodnim uslovima, u kratkom vremenskom intervalu, mogu izazvati veoma burne jamske požare.

Prema našoj oceni u procesu eksploracije uglja u rudniku Velenje prisutni su svi navedeni činioci.

Velenje je najproduktivniji i najmehanizovani podzemni rudnik uglja u Jugoslaviji, koji po proizvodnji zauzima visoko mesto u Evropi. Radi celovitijeg sagledavanja uslova eksploracije i potencijalnih mesta mogućnosti nastajanja jamskog požara daje se kratak prikaz uslova i načina rada u rudniku Velenje.

— Od ukupne dužine prostorija u transportno-ventilacionom sistemu oko 23% je permanizovano u betonskoj podgradi, a preostali deo je podgrađen čeličnom lučnom podgradom zatvorenog potkovičastog profila. Pretežan deo ovih prostorija je izložen intenzivnom jamskom pritisku sa svih strana. Naročito intenzivan pritisak iz poda se manifestuje na kontaktu ugljenog sloja i podine, što izaziva pucanje ugljene ploče u podu, a time i deformaciju prostorije i osetno smanjenje profila.

— Višeetažno otkopavanje, primljeno zbog velike moćnosti ugljenog sloja, uslovjava otkopavanje ispod starog rada, sa ostavljanjem izolacione ploče kao i česta ukrštanja prostorija ulazno-izlazne vazdušne struje sa osetnom razlikom u potencijalima.

— Prisustvo u ležištu visokih koncentracija CO_2 i CH_4 gasa, koji se mestimично nalaze pod pritiskom u uslovima maksimalne koncentracije proizvodnih radilišta sa jedne strane i ograničenih korisnih površina dugih ventilacionih prostorija sa druge strane iziskuje proveravanje jama sa izuzetno visokim vrednostima depresije, koja se kreće i do 340 mm VS.

— Primljena otkopna metoda, karakteristike otkopne i transportne mehanizacije, način dopreme i otpreme, kao i nemogućnost održavanja velikih profila uslovjavaju izradu velikog broja prostorija u proizvodnom delu jame. Veći deo ovih prostorija predstavlja kratke spojeve. Samo u jami Pesje ima oko 40 ovakvih spojeva koji su izolovani ventilacionim vratima.

Tablica 1

Godina	J A M E			Ukupno
	P R E L O G E	P E S J E *	Š K A L E **	
	Samoupala	Mehanizacija	Samoupala	Mehanizacija
1972.	4	—	—	4
1973.	16	—	3	20
1974.	36	—	5	41
1975.	43	2	1	51
1976.	25	—	1	32
1977.	40	1	—	47
1978.	35	2	3	51
1979.***	6	2	3	12
UKUPNO	205	7	9	258

* Evidencija od 23. I 1974.

** Evidencija od 7. VI 1973.

*** Evidencija za prva tri meseca.

— U sistemu kontinuiranog glavnog transporta i izvoza, u tri jame rudnika Velenje, nalazi se oko 100 gumenih transporterera u ukupnoj dužini preko 16 km sa brzinom kretanja od 1,6 – 3,0 m/sek.

— Potpuno mehanizovan kontinuirani jamski transport uglja i razudenost jamskih pogona uslovili su instalisanu energiju od preko 30 MW, sa više od 40 jamskih trafo stanica i preko 400 km elektroprovodnika.

— Prisustvo ugljene prašine koja nastaje kao posledica mehanizovane izrade prostorija pripreme a zatim otkopavanja i dugog sistema kontinuiranog transporta.

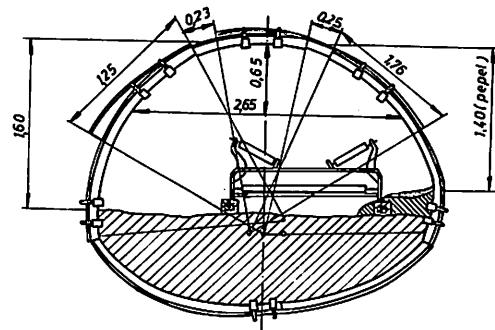
Navedeni uslovi eksploatacije izazvali su u posmatranom periodu od 1972. do početka 1979. god. oko 260 registrovanih jamskih požara (tab. 1).

Uslovi pod kojima je došlo do razvoja egzogenog požara 26.VII 1978. god.

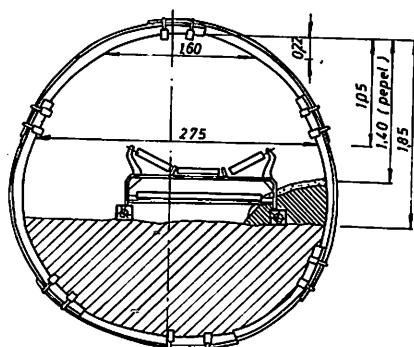
Izvoz iz jame Škale do glavne izvozne trake u niskopu Pesje rešen je sistemom kontinuiranog prevoza pomoću gumenih transporterera širine 1000 mm i brzine od 3 m/sek. Poslednji u sistemu kontinuiranog transporta je gumeni transporter T-11-a koji prevozi ugalj sa k + 199 na k + 213 m. Ovim transporterom, koji se u toku dana nalazi u pokretu oko 21 čas, preveze se dnevno oko 3900 tona uglja, što daje približan časovni kapacitet prevoza od 186 t/h. Ukupna dužina ovog gumenog transporterera je iznosila oko 250 m pri čemu se 107 m nalazilo u prostoriji podgrađenoj betonskom podgradom, a preostali deo dužine od 143 m sa čeličnom podgradom zatvorenog kružnog profila. Prosečan upon prostorije iznosio je oko 40°. Pretežan deo ove prostorije je izrađen u glinovitoj podini ili pripodinskom delu ugljenog sloja, odnosno na kontaktu između ugljenog sloja i podine.

Zbog veoma intenzivnog jamskog pritiska iz podine, došlo je do deformacije čelične podgrade i smanjenja korisne visine profila sa 2,7 m na 1,8 m do 1,4 m. Smanjenje visine izazvalo je i smanjenje korisnog svetlog preseka profila od $6,8 \text{ m}^2$ na oko $4,15 \text{ m}^2$ ili za 39 % kao što je prikazano na slici 2.

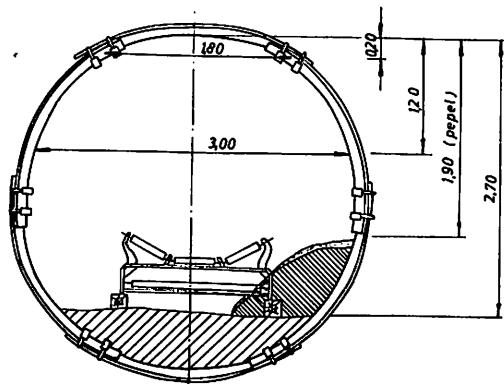
PREČNI PROFIL M = 1:50
STACIONAŽA 43,20 m
SVETLI PROFIL --- 4,15 m²



PREČNI PROFIL M = 1:50
STACIONAŽA 71,50 m
SVETLI PROFIL --- 4,20 m²



PREČNI PROFIL M = 1:50
STACIONAŽA 72,10 m
SVETLI PROFIL --- 6,80 m²



Sl. 2 – Prečni profili

Veoma otežani uslovi rada gumenog transporterera T-11-a u deformisanom delu prostorije imali su za posledicu denivelaciju konstrukcije i

dovođenje gumene trake u ekscentričan položaj po dužoj osi, kao i izvođenje trake iz horizontalnog položaja. Na taj način stvoreni su uslovi za prosipanje uglja sa trake, zapunjavanje neprolazne strane ugljem i podasipanje uglja ispod konstrukcije transportera. Pri ovome treba imati u vidu i znatne količine ugljene prašine, koje nastaju u sistemu kontinuiranog transporta, kao i prašine koja se stvara sušenjem uglja u prostorijama intenzivnog provetrvanja sa velikim brzinama kretanja vazdušne struje. Ako se ima u vidu da ugalj rudnika Velenje spada u grupu veoma zapaljivih ugljeva* i da se nataloženi sloj ugljene prašine pri temperaturi od 240–270°C pali za svega 5,21 – 21,5 min, tada postaje jasno da su na stacionaži od 30–80 m, od raskršća sa glavnim izvoznim uskopom Pesje, postojali povoljni uslovi za nastanak intenzivnog oksidacionog procesa, koji se pod dejstvom velike brzine kretanja vazdušne struje, pretvorio u veoma intenzivan požar.

U analizi uslova i događaja, sa ciljem pronaleta mesta i uzroka intenzivnog oksidacionog procesa a zatim i otvorenog požara, na traci T-11-a dana 26.VII 1978. god. gotovo je nemoguće biti decidivan iz sledećih razloga:

1. Prema evidenciji rudnika (tablica 1) o uzrocima nastajanja požara veliki broj požara nastao je autooksidacijom uglja ili nataložene ugljene prašine u transportno-ventilacionim prostorijama.

2.-Karakteristike ventilacionog režima, odnosno brzine i količina vazduha pored trake T-11-a mogle su da pogoduju stvaranju intenzivnog oksidacionog procesa u rasutom uglju ili nataloženoj ugljenoj prašini.

3. Prema ispitivanjima RI-a, koja su vršena u uslovima eksploatacije u RLV, porast temperature usled oksidacije čelične podgrade mogao je da pospeši inicijalnu temperaturu paljenja nataložene ugljene prašine u prvoj fazi inkubacionog procesa oksidacije. Ovaj proces, u odnosu na ostale faze razvoja oksidacionog procesa, je znatno duži i ne ispoljava vidnije manifestacije.

4. Visoka sklonost uglja i nataložene ugljene prašine ka samozapaljenju, pri pogodnom vazdušnom režimu, mogla je da izazove u uglju, ispod i

pored trake T-11-a, stvaranje oksidacionog procesa sa usporenim razvojem u inkubacionom periodu i naglim razvojem u periodu otvorenog požara.

5. Rad gumenog transporteru T-11-a u veoma nepodesnim uslovima, pri nemogućnosti svakodnevног efikasnog održavanja u slučaju kvara na rotirajućim delovima konstrukcije, mogao je da izazove trenje takvog intenziteta, da u relativno kratkom vremenskom periodu proizvede temperaturu sposobnu da ugalj ili nataloženu ugljenu prašinu dovede do upale. Na osnovu dosadašnjih iskustava, kod nas i u svetu, požari nastali usled trenja prouzrokovanih radom neispravnih mehaničkih sistema, imaju veoma kratak inkubacioni period sa brzim i burnim razvojem požara.

Analizom navedenih okolnosti, koje su bile prisutne u prostoriji oko trake T-11-a neposredno pre požara, može se sa velikom verovatnoćom prepostaviti da je do nastajanja požara došlo pod analiziranim uslovima.

Analiza razvoja požara i preduzetih mera na njegovom suzbijanju

Prve pojave intenzivnog oksidacionog procesa, odnosno karakterističnog mirisa frakcione destilacije uglja, primećene su u jami Pesje na k + 225 m u prostoriji gde se nalazi transporter T-11-a.

Oko 1 h 30', pošto se pretpostavilo da se začetak požara nalazi u glavnem odvozu jame Škale, odnosno na trasi gumenih transporteru od glavnog utovarnog mesta do presipnog mesta glavnog izvoznog uskopa Pesje, radnik na k + 225 m telefonom je javio signalistima i nadzornom osobljiju jame Škale, da pronađu mesto začetka požara.

Oko 2 h i 30' obavešteni su nadzornici ventilacije i elektro nadzornici jama Škale i Pesje o karakterističnom mirisu, koji je predznak jamskog požara.

Od 3 h 45' do 5 h 15' nadzorno osoblje ventilacije jama Škale i Pesje, sa nadzornikom grupe za održavanje, vrši pregled trake T-11-a i pokušava da pronađe mesto gde se nalazi začetak požara. Oni povremeno osećaju miris destilacije uglja, ali im ne uspeva da pronađu i mesto gde je ugalj zagrejan odnosno mesto budućeg požara.

*) Prema laboratorijskim ispitivanjima RI-Beograd.

Oko 5 h 20' poslovoda ventilacije jame Pesje daje nalog svojim nadzornicima iz I smene, da odmah odu na lice mesta i nastave sa pretraživanjem oko trake T-11-a u cilju iznalaženja mesta intenzivnog oksidacionog procesa. On istovremeno obaveštava i poslovodu ventilacije jame Škale o stanju na traci T-11-a.

Oko 5 h 35' bravar iz I smene primećuje prvu pojavu dima na k + 225 i o tome obaveštava poslovodu klasirnice pod čijim nadzorom je izvozni sistem jame.

U isto vreme, odnosno u periodu od 5 h 35' do 5 h 45', pored trake T-11-a prošla su dva radnika koja su primetila požar. Po njihovom opisu požar je gorio punim plamenom u desnom boku na neprolaznoj strani u visini transportera. Požar je bio u delu prostorije sa najužim profilom. Dužina deonice, gde se nalazio požar, iznosila je oko 1,0 m. Požar iz boka zahvatio je desnu polovicu donje gume, a zatim je zahvatio i gornju gumu. Intenzivnije je gorela donja guma, a u vazduhu se osećao miris gorenja uglja, drveta i gume.

Oko 5 h 40' poslovoda ventilacije jame Škale, pod čijim nadzorom je prostorija T-11-a, daje samoinicijativno nalog za početak akcije gašenja požara i smanjenja protoka vazduha kroz prostoriju u kojoj se nalazi traka T-11-a, zatvaranjem ventilacionih vrata na k + 199 i postavljanjem cirade u delu prostorije ispred požara, kako bi se smanjio dotok vazduha do požara i usporilo napredovanje požarnih gasova putevima ulazne vazdušne struje prema jami Pesje. Istovremeno sa ovom akcijom pristupilo se gašenju požara vodom. Ugašeno je oko 5 m hodnika koji je zahvaćen požarom. Međutim, u smeru kretanja vazduha i dalje je gorelo oko 15–20 m prostorije i to u celom profilu.

Oko 5 h 45' poslovoda proizvodnje jame Pesje daje nalog za povlačenje ljudstva iz jame.

Oko 5,55 h, je počela akcija sanacije požara na traci T-11-a.

U isto vreme (5 h 55') obavešten je dežurni u rudniku koji obaveštava starešinu čete za spasavanje i vodu ventilacije o prisustvu požara sa neodređenom užom lokacijom.

U 6 h 05' počinje organizovanje akcije za savladavanje požara pod vodstvom starešine čete za

spasavanje, koji je u međuvremenu saznao tačnu lokaciju požara.

Oko 6 h 10' smenovođa mašinske montaže u jami Pesje primećuje gust dim na vezi EF na k + 155 m; široko čelo F je bilo zadimljeno. Zajedno sa ostalim radnicima povlači se preko raskršća prečnika F, zatim EF vezom po prečniku do raskršća veze FG. Ova pruga još nije bila zadimljena. Zatim se povlače preko pruge EF do ventilacionog uskopa etaže k + 155 na k + 171 m. Međutim, usled gustog dima vraćaju se nazad po vezi FG do prečne trake, a zatim do GH odvoza i preko krovinskog strmog odvoza do izvoznog uskopa. Prema izjavama, krovinski prečnik i strminski niskop su bili potpuno zadimljeni tako da se nije vidielo na rastojanju od 10 cm.

Oko 6 h 10' stupila je u akciju i četa za spasavanje, koja je nastavila gašenje požara. Između 6 h 15' i 6 h 20', u delu prostorije koja je gorela došlo je do iznenadnog bljeska, a zatim, nekoliko minuta posle toga, osetno se smanjio pritok vode. Tada se ustanovilo da je bljesak nastao u momentu pregorevanja kabla po kome je dovođena energija za pumpanje vode u protivpožarni cevovod. U ovom periodu je pregoreo i cevovod sa protivpožarnom vodom. Zatim su vršene obimne pripreme za dovođenje vode sa druge strane, odnosno pored traka T-11-a i T-11-b. Neposredno posle prestanka dotoka dolazi do pregorevanja gume na transporteru. Požar se intenzivno širi i napreduje prema glavnom izvoznom niskopu Pesje, gde je stigao oko 6 h 55'. U cilju smanjenja količine i brzine vazdušne struje na ventilacionom oknu Pesje uključuje se u 7 h 27' rezervni ventilator Aerex, koji radi sa minimalnom depresijom.

Oko 7 h 50' članovi čete prave kratak spoj na k + 189 m.

U periodu od 7,53 do 8,00 časova uključene su pumpe za vodu na k + 175 m, a u jami se oseća suprotan tok kretanja vazduha usled napravljenog kratkog spoja.

Oko 8 h 30' jedna ekipa odlazi u jamu sa zadatkom da zatvori vrata na k + 84 m, otvari vrata u dijagonalu na k + 84 m i zatvori vrata u niskopu na k + 84 m. U isto vreme, vođa ekipe koja gasi požar na T-11-a izveštava da su sa gašenjem napredovali oko 30 m i da dalje ne mogu napredovati zbog dima i vrućine. Rečeno mu je, da na tom mestu napravi pregradu od tervola.

Oko 10,00 časova ustanovljeno je na drugoj lokaciji u jami Pesje da je požar zahvatio oba raskršća odvoznog uskopa br. 30 sa niskopima ulazne vazdušne struje ove jame. Članovi čete su napredovali po uskopu 130 m iznad „S“ spoja i dalje nisu mogli usled visoke temperature. Guma odvoznog transporterja je uništena, požar se širi, a u uskopu br. 30 i na raskršćima obrušava se ugalj. Vazduh se kreće uz uskop prema k + 225 m. Na drugoj strani, ekipe članova čete za spasavanje i dalje pokušavaju da na traci T-11-a, gašenjem vodom, spreče dalje širenje požara, ali sa ograničenim uspehom.

Oko 11 h 30', na osnovu izveštaja o daljem širenju požara, kao i saznanja da je požar zahvatio preostali deo trake T-11-a, nateznu stanicu glavne izvozne trake Pesje, kotu + 225 m i traku u niskopu 30, kao i oba raskršća ulazne vazdušne struje i izvoza iz jame Pesje, došlo se do ubedjenja da je dalja borba sa požarom bezuspešna i da se mora pristupiti izolaciji celog požarnog područja.

U 11 h 43' štab akcije daje nalog da se pristupi pripremnim radovima i dopremi materijala za izradu izolacionih protivpožarnih objekata u pristupnim prostorijama za jamu Pesje, kako bi se izolovalo celo požarno područje.

Dana 27.VII u 1 h 55' izrađeni su svi protivpožarni izolacioni objekti, obustavljen rad ventilatora na ventilacionom oknu Pesje i potpuno izolovano celo eksploataciono područje jame Pesje. Prema tome, borba sa požarom u jami Pesje trajala je ceo jedan dan.

Iz prikazanog toka razvoja požara, koji je rađen na osnovu izjava očevidaca, kao i evidencije koja postoji na rudniku, može se rezimirati sledeće:

- počeci intenzivnog oksidacionog procesa sa karakterističnim mirisom produkata frakcione destilacije uglja primećeni su u 1 h 30'.
- I pored intenzivnog traženja mesta oksidacionog procesa od strane nadzornog osoblja III smene, na deonici trake T-11-a u periodu od 3 h 45' do 5 h 15' nije otkriveno jezgro požara.
- U 5 h 35' primećen je dim na k + 225 m.
- Od prvih simptoma oksidacionog procesa

do momenta otvorenog požara ukupno vreme je iznosilo oko 4 časa.

— U 6 h 10' je većina proizvodnih radilišta i transportno-ventilacionih prostorija jame Pesje bila puna dima.

— Dim i požarni gasovi, koji su napredovali putem glavne ulazne vazdušne struje, su za 30 minuta u potpunosti prodrili u proizvodni deo jame Pesje i ugrozili sve zaposleno osoblje u delu jame koja dobija vazduh iz područja jame Škale i niskopa Pesje.

Iz prikazanog rezime-a kao i rekonstrukcije razvoja požara, može se zaključiti da su postojala tri perioda:

— Period intenzivnog oksidacionog procesa i bezuspešnog pokušaja otkrivanja jezgra požara u vremenu od 1 h 30' do 5 h 35' sa ukupnim trajanjem oko 4 časa.

— Period otkrivanja jezgra požara i začeci akcije spasavanja uz istovremeno organizovanje ekipa za borbu sa požarom. Ovaj period je relativno kratak i traje od 5 h 40' do 6 h 20'.

— Period aktivne borbe sa požarima na traci T-11-a i raskršću niskopa br. 30 sa izvoznim niskopom jame Pesje. Zbog intenzivnih požara velikih razmara aktivna borba prevodi se u akciju izolacije požarnog područja. U ovom periodu izgrađuje se sedam protivpožarnih objekata kojima se izoluje celo eksploataciono područje jame Pesje (slika 4).

Hronometrija događaja

Pri analizi brzine razvoja požara, preduzetih mera u toku borbe sa požarom i navedenih vremena iz izjava očevidaca, kao i efikasnosti preduzetih mera zaštite pristupljeno je eksperimentalnoj proveri vremena, neophodnih za obavljanje pojedinih operacija, predviđenih „Planom odbrane i akcije spasavanja“.

Ova merenja izvršena su dana 29.III 1979. god, u III smeni, odnosno u istoj smeni u kojoj je nastao požar 26.VII 1978. god.

Izmerena su sledeća vremena:

— slanje informacije sa telefona na k + 225 m do dežurnog u rudniku na površini i povratak informacije do istog telefona iznosilo je 4'30" (vreme 5,43 do 5,48),

— za 13' je dobijen konkretan nalog šta treba da uradi radnik kod telefona na k + 225 m od radnji koje su predviđene „Planom odbrane i akcije spasavanja“ (vreme 5,43 do 5,56). U ovom vremenskom intervalu više puta je bio zauzet telefon dežurnog u rudniku,

— za 17' je formirana ekipa članova čete u jami Pesje, od rudara iz prve smene, koja je pošla u pravcu izmišljenog mesta požara (vreme 5,43 do 6,00),

— za 24' su stigli do telefona na k + 225 poslovođa ventilacije i poslovođa proizvodnje jame Pesje (vreme 5,43 do 6,07),

— vreme potrebno za pravljenje kratkog spoja na k + 225 m iznosi 2'30",

— vreme potrebno za pravljenje kratkog spoja na k + 189 m iznosi 3'30".

Na osnovu izmerenih vremena neophodnih za obavljanje radnji i operacija iz „Plana odbrane i akcije spasavanja“ može se zaključiti sledeće:

— Potrebno vreme za pravljenje kratkog spoja na k + 225 m u uslovima dobre organizacije i ispunjenja više preduslova (slobodne telefonske linije, istovremeno prisustvo sagovornika na obe telefona, postojanje odgovarajućeg materijala za osiguranje vrata, prisustvo dva radnika na k + 225 m i dr.) iznosi 7'.

— Potrebno vreme da požarni gasovi stignu od mesta požara na T-11-a do mesta unesrećenih iznosilo je manje od 6'. Prema tome, požarni gasovi su stigli u produktivni deo jame Pesje pre nego što se u idealnim uslovima mogao napraviti kratak spoj na k + 225 m.

— Potrebno vreme za pravljenje kratkog spoja na k + 189 m iznosi minimum 30', jer je „Planom odbrane i akcije spasavanja“ predviđeno da uspostavljanje ovog kratkog spoja vrši ekipa članova čete koja se formira na površini u stanici čete za spasavanje.

— Jamske baze čete za spasavanje, kao i stanica čete za spasavanje, u kojima se nalazi oprema čete, su za pojedine slučajevе lokacije požara suviše udaljene od mesta požara. U takvим slučajevima se iz ovih baza ne može efikasno delovati niti izvoditi akcija sanacije požara (na primer: iz baze na k + 150 m u jami Pesje ili sa površine se upućuju članovi čete koji treba da prave kratke spojeve na k + 189 m ili k + 225 m). U slučaju visoke temperature ili velike gustine dima, na pravcima kretanja ekipa članova čete, ovakve intervencije bi bile teško izvodljive.

Aerošiske karakteristike jame

Rudnik Velenje čine tri jame, koje su ventilačno povezane, sa sledećim karakteristikama ventilačionog sistema:

— ventilačna mreža je veoma složena i sastoji se iz velikog broja paralelnih i dijagonalnih ogrankaka

— jame se provetrvaju sa tri ventilatorska postrojenja, koja su međusobno povezana preko ulaznih vazdušnih struja što čini sistem stabilnjim

— posebno svaka od jama, odnosno aktivni delovi jame imaju više ulaza i izlaza vazdušne struje, što se naročito odnosi na jamu Pesje

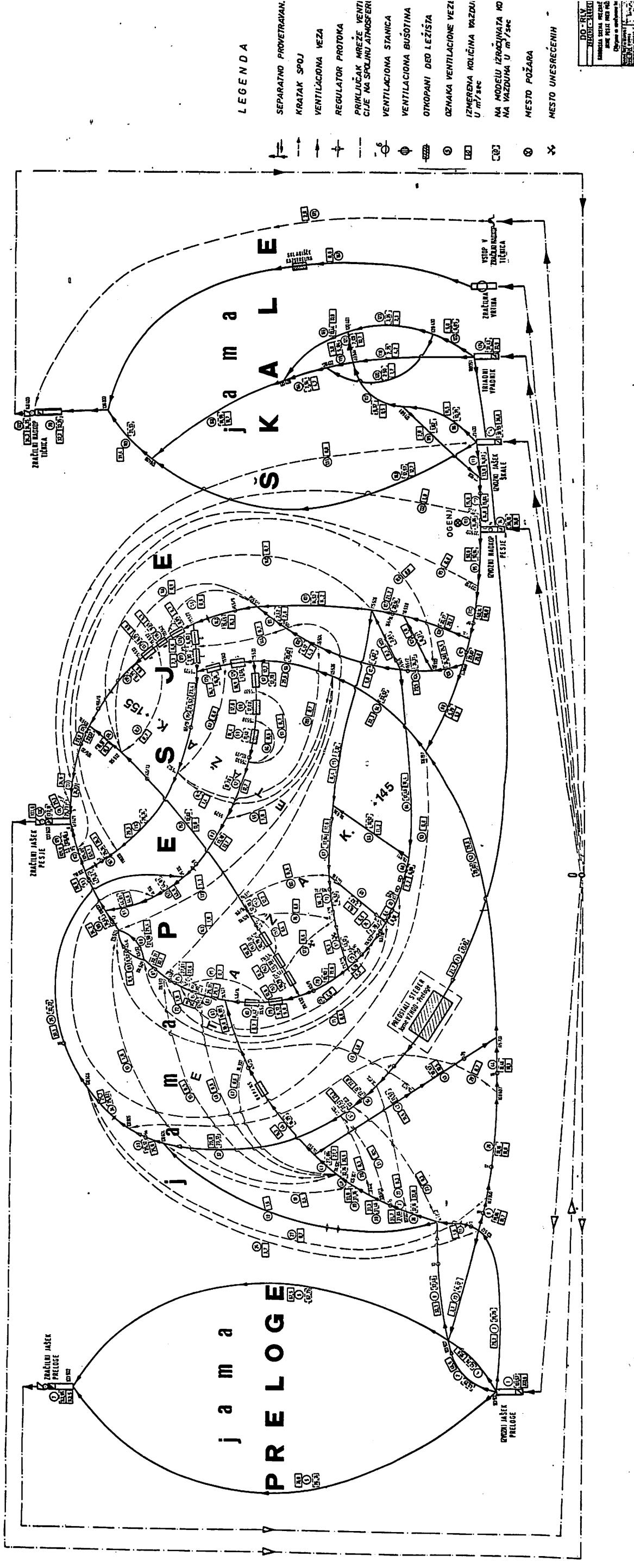
— postoji veliki broj kratkih spojeva kako na glavnim pravcima vazdušnih struja, tako i u aktivnim delovima jama. Ova konstatacija se naročito odnosi na jamu Pesje.

U cilju utvrđivanja uzroka nastajanja požara kao i analize proučeno je sledeće:

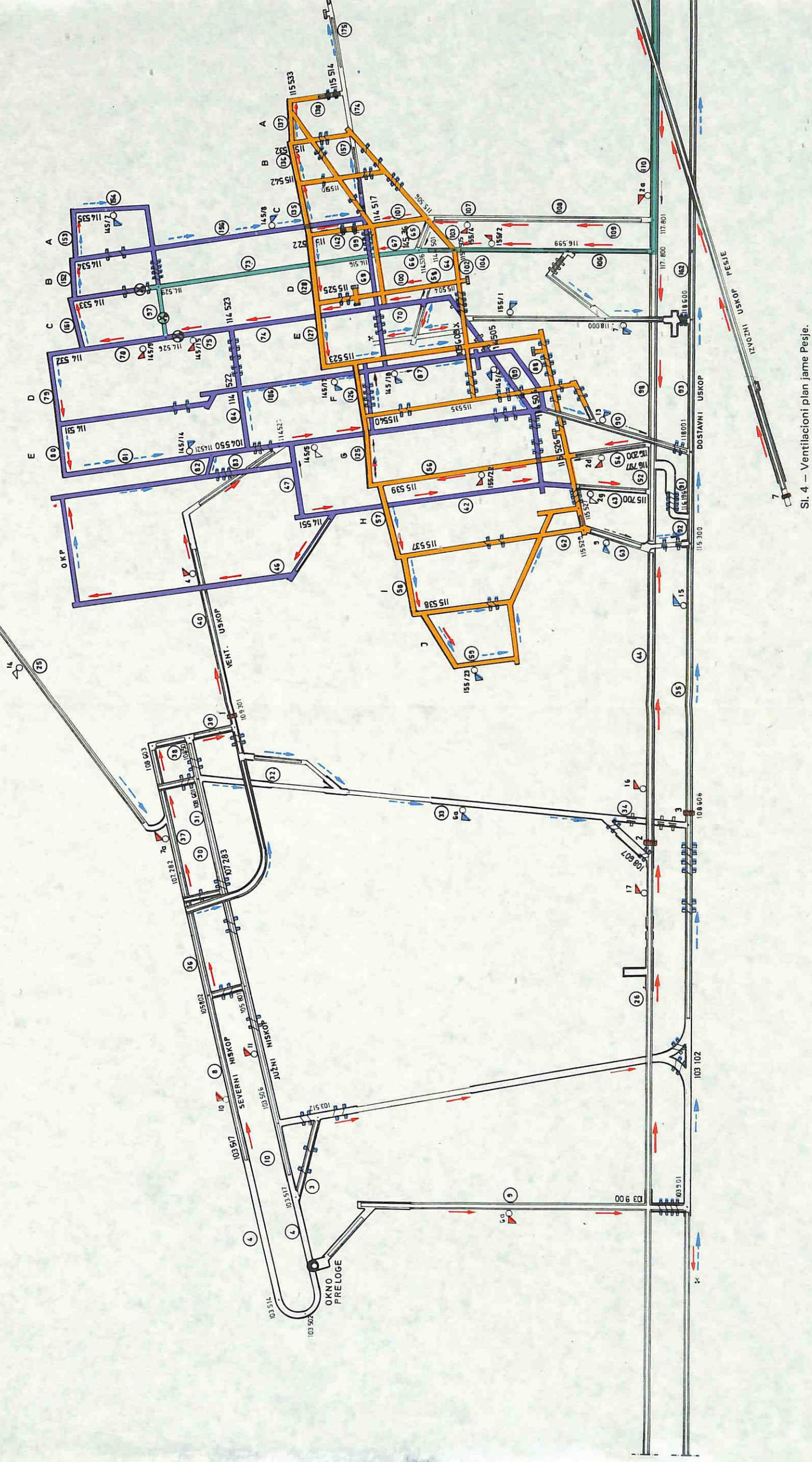
— režim provetrvanja jame Pesje pre požara sa gasnim stanjem, na osnovama mernih podataka za karakteristične ogranke ventilacione mreže

— provetrvanje jame Pesje, pri uspostavljanju kratkih spojeva na kotama + 225 m, + 189 m i 165/175 m, sa prigušivanjem vazdušne struje na traci 11.

Za analizu režima provetrvanja, u slučajevima uspostavljanja kratkih spojeva, kao baza uzete su računske vrednosti pri normalnom provetrvava-



Sl. 3 – Kanonska štirina razvodnja vazduha rudnika Velenje sa detaljnom šemom jame Pešje.



Si. 4 – Ventilacioni plan jame Pesje.



nju, dobijene na osnovu mernih polaznih parametara. U cilju utvrđivanja tačnosti računskih podataka date su i merne vrednosti, koje veoma malo odstupaju. Takođe su dati i računski rezultati, za sva tri slučaja, uspostavljanja kratkih spojeva. Uticaj požarne depresije na promene smera kretanja vazdušne struje za analizirane intervenijentne slučajevе u ovoj analizi nije razmotren već će biti objašnjen u narednim člancima.

Aeroološke karakteristike u uslovima normalnog režima provetrvanja

Jama Pesje se provetrava jednim ventilacionim postrojenjem ugrađenim na ventilacionom oknu Pesje.

Svež vazduh u jamu Pesje uvodi se preko jednog samostalnog i dva zajednička ulaza:

- izvoznog niskopa Pesje (samostalan ulaz)
- izvoznog okna Škale (zajednički ulaz)
- izvoznog okna Preloge (zajednički ulaz).

Vazduh u aktivnom delu jame razvodi se na sledeći način: vazduh koji se uvodi po izvoznom niskopu Pesje (ogranak 94) spaja se sa delom vazdušne struje koji se uvodi preko zajedničkog ulaza izvoznog okna Škale i kao zajednički odlazi ogrankom 110 u aktivni deo jame (slika 3).

Vazduh koji se uvodi preko izvoznog okna Preloge račva se na deo koji odlazi za provetrvanje jame Preloge i na preostala dva dela, koji odlaze ograncima 8 i 3 za provetrvanje jame Pesje.

Dalje vazduh iz ogranka 3 odlazi ogrankom 91, 26, 44 u aktivni deo jame Pesje, a vazduh iz ogranka 8 odlazi ograncima 36–41 i dalje ograncima 46, odnosno 42 i 43 za provetrvanje aktivnog dela jame.

Ulazni ogranci aktivnog dela jame su 109, 106, 54 i 46.

Izlazni ogranci aktivnog dela jame su 144, 161 90 i 63.

Značajni kratki spojevi između glavnih ulaznih i izlaznih vazdušnih struja su na kotama + 225 m, 189 m, 165/175 m i 161 m.

Tabela 2

Broj ogranka	Tačke račvanja od	Stanje ventilacije pre požara						Stanje ventilacije pri uspost. kratkog spojia i prigušivanjem u ogranku 111									
		Izmjereno			Izračunato			k spoj k + 225 m			k spoj k + 189 m			k spoj k + 165/175 m			
		\dot{Q} (m ³ /sek)	V (m ³ /sek)	t (sek)	\dot{Q} (m ³ /sek)	V (m ³ /sek)	t (sek)	\dot{Q} (m ³ /sek)	V (m ³ /sek)	t (sek)	\dot{Q} (m ³ /sek)	V (m ³ /sek)	t (sek)	\dot{Q} (m ³ /sek)	V (m ³ /sek)	t (sek)	
111	119,900	122,560	5,8*	150	14,8	14,84	2,6	58	8,35	1,4	107	-10,38	-1,8	6,82	1,2	125	
95	122,500	8,5	50,8	50	50,94	6,0	8	59,11	7,0	7	37,59	4,4	49,62	5,8	9	56	
110	122,502	8,5	320	50,0	50,14	5,9	54	31,11	3,7	86	36,79	4,3	48,82	5,7			
109	117,801	8,5	30	29,8	3,5	9	28,87	3,5	9	16,16	1,9	16	20,87	2,5	33,0	10	
106	117,800	8,5	70	85	24,5	3,5	24	24,58	3,0	28	20,66	3,0	42	19,83	2,6	46	
104	116,599	7,5	110	23,5	3,1	35	24,31	3,2	34	19,41	2,6	20	14,14	2,1	12,97	1,9	
64	115,505	7,5	15	18,4	2,7	6	17,48	6	13,56	8	8	14,14	2,1	7,71	1,1	8	
66	114,501	6,8	20	11,2	1,6	13	10,52	1,5	13	8,11	1,2	17	8,45	1,2			
67	114,536	114,516	6,8	50	17,6	2,6	19	17,48	2,6	19	13,73	2,0	25	14,37	2,1	26	
73	114,516	114,439	7,1	205	16,7	2,4	85	14,52	2,0	102	10,85	1,5	137	11,42	1,6	137	
75,173,97**	114,529	114,526	6,5	50	15,3	2,3	22	13,12	2,0	25	9,45	1,5	33	10,02	1,5	36	
97														506			
111 ^t	119,900	114,526		1085			333				352						

* No mrežu požara 7–11--a ogrank 111 najmanji profil bio je $F = 4,15 - 0,65 = 3,5 \text{ m}^2$ i brzinom $V = 4,15 \text{ m/sec}$ (vidi sliku 2).

** Ogranci u kojima su nastredela 3 radnike

Takođe je karakteristično da se otkopi u aktivnom delu jame uglavnom provetrvaju u seriji sa osvežavanjem ulaznog vazduha.

Razvođenje vazduha dato je na kanonskoj šemi slike 3 i ventilacionom planu sl. 4, a raspodela vazduha, brzina protoka i utvrđena vremena brzine rasprostiranja gasova dati su u tablici 2 za sve slučajevne istraživanja. Ovi parametri su dati na jednom tabličnom prikazu radi bolje preglednosti i međusobnog upoređenja za interesantne ogranke dela ventilacione mreže koji se prikazuje u ovoj analizi.

Jama Pesje i deo jame Preloge se provetrvava sa $Q = 131,6 \text{ m}^3/\text{sek} = 7900 \text{ m}^3/\text{min}$ sa $h = 220 \text{ kp/m}^2$, a sama jama Pesje se provetrvava sa $Q = 106,48 \text{ m}^3/\text{sek} = 6.390 \text{ m}^3/\text{min}$.

Ekvivalentni otvor jame iznosi:

$$A = 0,38 \frac{Q}{\sqrt{h}} = 0,38 \frac{131,6}{\sqrt{220}} = 3,37 \text{ m}^2$$

a otpor:

$$R = \frac{h}{Q^2} = \frac{220}{131,6^2} = 12,70 \mu$$

Iz ovih podataka se vidi da je jama veoma široka, odnosno veoma razgranata i da je upravljanje ventilacijom veoma komplikovano i složeno. Ovako velike količine vazduha su neophodne radi nepovoljnijih prirodnih uslova gasonosnosti ležišta.

Gasno stanje pre požara, mereno na ventilacionim stanicama 8 i 6 izlazne vazdušne struje, prikazano je u tablici 3.

Na osnovu prikazanih rezultata hemijskih analiza vidi se da su koncentracije CH_4 i CO_2

ispod propisima dozvoljenih granica, a da CO nije konstatovan ni u tragovima. Na osnovu sadržaja O_2 takođe se može zaključiti da je izlazni vazduh kvalitetan i zadovoljava kriterijume propisane standardima. Visok sadržaj kiseonika i nepostojanje ugljen monoksida ukazuje da u vreme uzimanja uzorka vazduha nije bilo oksidacionih procesa.

Aeroološke karakteristike u uslovima kratkog spoja na koti + 225 m

U cilju sprečavanja širenja gasova, koji su nastali usled požara u prostoriji T-11-a, u aktivnim delu jame, putem modela, interpretirana je raspodela vazduha u uslovima kratkog spoja na koti + 225 m i prigušenju u ogranku 111. Kratak spoj je ostvaren otvaranjem petostrukih vrata. Dobijene vrednosti modelskih istraživanja date su u tablici 2. Ovim tabličnim pregledom dati su računski podaci za deo mreže značajan za mogućnost sprečavanja širenja gasova u aktivni deo jame, odnosno do lokacije nastrandalih rudara.

Prema prikazu, datom u tablici 2, pravci kretanja vazduha po razmatranim ograncima ostali su isti, kao i pri normalnom provetrvavanju i po uspostavljanju kratkog spoja na koti + 225 m. Ovo ukazuje da se uspostavljanjem kratkog spoja u jamskim uslovima ne bi sprečilo širenje gasova prema nastrandalim radnicima. Vreme širenja gasova od mesta požara (ogranak 111) do mesta nastrandalih (ogranak 97) u normalnim uslovima merenjem i računski iznosi:

$$\sum_{111} t_m = t_{111} + t_n \dots + t_{97} = 333 \text{ sek}$$

a računski dobijeno

$$\sum_{111} t_r = t_{111} + t_n \dots + t_{97} = 352 \text{ sek.}$$

Tablica 3

Datum	Ventilaciona stanica 8				Ventilaciona stanica 6			
	CH_4 %	CO_2 %	CO %	O_2 %	CH_4 %	CO_2 %	CO %	O %
11.5.1978.	0,25	0,70	0,00	20,50	0,10	0,50	0,00	20,70
25.5.1978.	0,15	0,70	0,00	20,30	0,15	0,70	0,00	20,40
8.6.1978.	0,10	0,70	0,00	20,50	0,15	0,90	0,00	20,40
29.6.1978.	0,05	0,30	0,00	20,40	0,10	0,60	0,00	20,60
13.7.1978.	0,25	0,90	0,00	20,30	0,15	0,70	0,00	20,50

Vremenska razlika između merenog i izračunatog vremena iznosi:

$$t = t_r - t_m = 352 - 333 = 19 \text{ sek.}$$

Vreme širenja gasova od mesta požara (ograniak 111) do mesta nastrandalih, uspostavljanjem kratkog spoja na koti + 225 m, računski iznosi:

$$\sum_{111}^{97} t_r = t_{111} + t_n + \dots + t_{97} = 506 \text{ sek.}$$

što je u odnosu na normalno provetrvanje veće za 154 sek.

Na sl. 5 prikazano je kretanje požarnih gasova od mesta požara do nastrandalih (kriva a i b).

Količina vazduha na mestu požara u normalnim uslovima iznosi je:

$$Q_r = 14,84 \text{ m}^3/\text{sek} = 890 \text{ m}^3/\text{min}$$

a pri uspostavljanju kratkog spoja na koti + 225 m i prigušivanjem u ogranku 111.

$$Q_r = 8,35 \text{ m}^3/\text{sek} = 500 \text{ m}^3/\text{min.}$$

što je manje za $390 \text{ m}^3/\text{min}$ ili 44 %.

Količina vazduha na mestu nastrandalih u normalnim uslovima iznosi je:

$$Q_r = 13,12 \text{ m}^3/\text{sek} = 790 \text{ m}^3/\text{min}$$

a pri uspostavljanju kratkog spoja na koti + 225 m i prigušivanju u ogranku 111.

$$Q_r = 9,45 \text{ m}^3/\text{sek} = 570 \text{ m}^3/\text{min.}$$

što je manje za $220 \text{ m}^3/\text{min}$ ili 39 %

Rezultati ove analize ukazuju na sledeće:

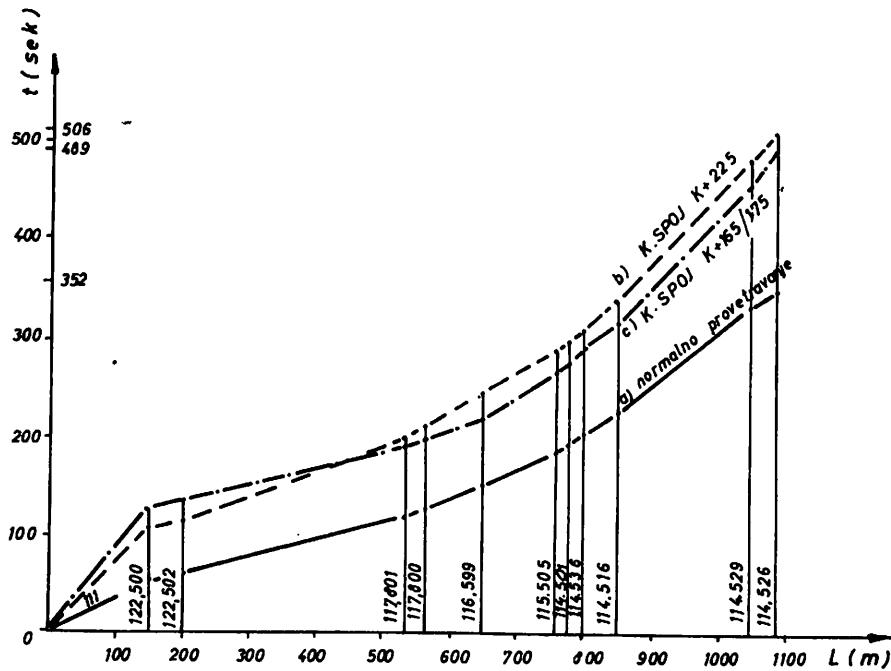
– da je pravac kretanja vazduha ostao isti kao i pri normalnom provetrvanju

– da bi oko 60 % požarnih gasova, od ukupne količine, išlo i dalje u pravcu nastrandalih

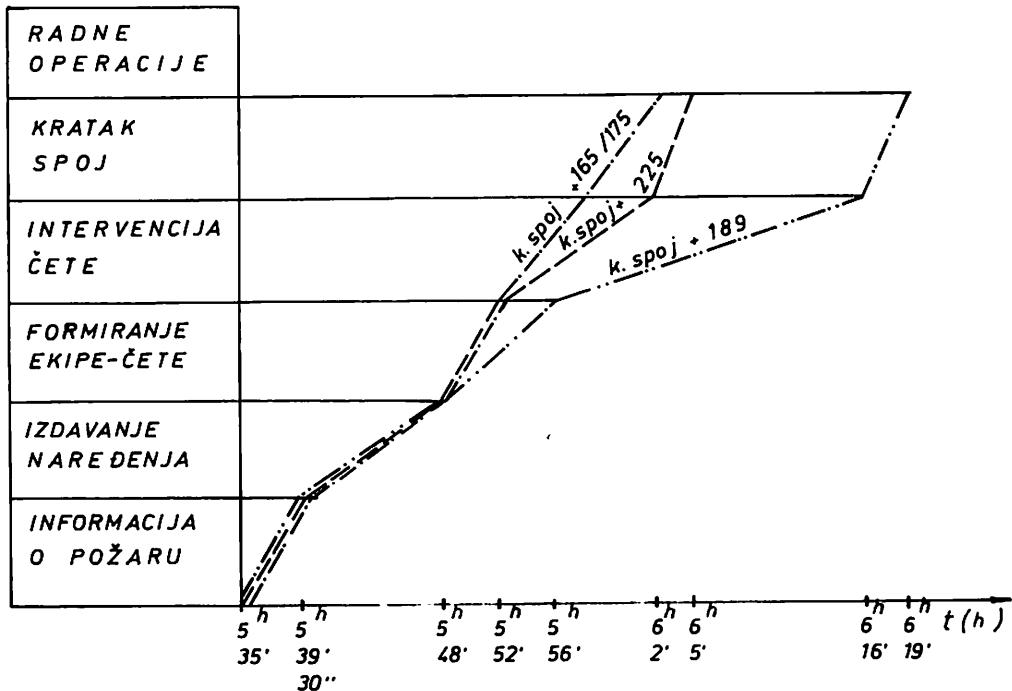
– da je brzina širenja požarnih gasova neznatno smanjena.

Aeroško karakteristike u uslovima kratkog spoja na koti + 189 m

Takođe je računski dokazano da se širenje gasova, od mesta požara prema nastrandalim, može



Sl. 5 – Dijagram kretanja požarnih gasova od mesta požara do nastrandalih radnika



Sl. 6 – Grafički prikaz međusobne zavisnosti analiziranih vremena.

sprečiti uspostavljanjem kratkog spoja na koti + 189 m i prigušivanjem u ogranku 111.

Iz tablice 2 vidi se da količina vazduha ima negativan smer u ogranku 111, što znači da se uspostavljanjem kratkog spoja na koti + 189 m smer kretanja vazduha obrnuo u ovom ogranku čime bi požarni gasovi bili odvedeni direktno u izlaznu vazdušnu struju.

Aerološke karakteristike u uslovima kratkog spoja na koti 165/175 m

U ovom primeru je računski dokazano, kako se to vidi u tablici 2, da se uspostavljanjem kratkog spoja na koti 165/175 m i prigušenjem u ogranku 111 požarni gasovi ne mogu odvesti kratkim spojem u izlaznu vazdušnu struju, jer su pravci vazdušne struje ostali isti kao i pri normalnom provetrvavanju.

Vreme širenja gasova od mesta požara (ogranak 111) do mesta nastrandalih (ogranak 97) u ovoj varijanti iznosi:

$$\sum_{111}^{97} t_r = t_{111} + t_n \dots + t_{97} = 489 \text{ sek.}$$

što je u odnosu na normalno provetrvanje veće za 137 sek.

Na slici 5 prikazano je kretanje požarnih gasova od mesta požara do nastrandalih radnika (kriva a i c).

Upoređenjem količine vazduha na mestu požara u normalnim uslovima i pri uspostavljanju kratkog spoja na koti 165/175 m je iznosilo:

– Pri normalnim uslovima:

$$Q_r = 14,84 \text{ m}^3/\text{sek} = 840 \text{ m}^3/\text{min.}$$

– Pri kratkom spoju:

$$Q_r = 6,82 \text{ m}^3/\text{sek} = 410 \text{ m}^3/\text{min.}$$

što je manje za $470 \text{ m}^3/\text{min}$ ili 53 %.

Količina vazduha na mestu nastrandalih (ogranak 97) u normalnim uslovima i pri uspostavljanju kratkog spoja je iznosila:

— Pri normalnim uslovima

$$Q_r = 13,12 \text{ m}^3/\text{sek.} = 790 \text{ m}^3/\text{min.}$$

— Pri kratkom spoju

$$Q_r = 8,99 \text{ m}^3/\text{sek.} = 540 \text{ m}^3/\text{min.}$$

što je manje za $250 \text{ m}^3/\text{min}$ ili za 32 %.

Rezultati ove analize ukazuju na sledeće:

— da je pravac kretanja vazduha ostao isti kao i pri normalnom provetrvanju

— da bi oko 50 % požarnih gasova od ukupne količine išlo i dalje u pravcu nastrandalih i

— da bi se brzina širenja požarnih gasova neznatno smanjila.

Hronometarske analize promena aeroloških karakteristika jame

Pri analizi hronometarskih promena aeroloških karakteristika jame Pesje razmatrana su pret-hodno opisana četiri slučaja moguće ventilacije jame u periodu razvoja požara u prostoriji T-11-a.

U tablici 4 daju se rezultati ventilacionog stanja, koje je postojalo u konkretnom slučaju (Q_1 i t_1), ili koje je moglo postojati, pri uspostavljanju analiziranih kratkih spojeva, u prostorijama lokacije unesrećenih.

Na osnovu izmerenih vremena, potrebnih za obavljanje pojedinih operacija (merenja od 29.III 79. god.), na modelu dobijenih uporednih vrednosti, za sva četiri stanja ventilacionog režima, kao i vremena navedenih u izjavama učesnika borbe sa požarom, izrađen je na slici 6 grafički prikaz međusobne zavisnosti vremena „bezbednog rada“ na radilištima i vremena potrebnih za uspostavljanje opisanih kratkih spojeva.

Uporednom analizom vrednosti iz tablice 4 i grafičkog prikaza sa slike 6, može se veoma pouzdano interpretirati razvoj događaja od 26.VII 78. god., kao i analizirati efikasnost uspostavljanja razmatranih kratkih spojeva. Na osnovu navedenih pokazatelia može se zaključiti sledeće:

— vreme „bezbednog rada“ na proizvodnim radilištima u jami Pesje od momenta otkrivanja požara (5–35) iznosilo je:

- a) kod nepromjenjenog režima ventilacije — 5' 52"
- b) kod uspostavljanja kratkog spoja na k + 225 m — 8' 26"

Tablica 4

Normalno stanje		Kratak spoj na k + 225 m			Kratak spoj na k + 189 m			Kratak spoj na k + 165/175 m		
Q_1 (m ³ /min)	t_1 (min)	Q_2 (m ³ /min)	t_2 (min)	$t_2 - t_1$ (min)	Q_3 (m ³ /min)	t_3 (min)	$t_3 - t_1$ (min)	Q_4 (m ³ /min)	t_4 (min)	$t_4 - t_1$ (min)
790	5' 52"	570	8' 26"	2' 34"	600			540	8' 9"	2' 17"

Napomena uz tablicu 4.

Vremena t_1 , t_2 , t_3 i t_4 predstavljaju ukupno potrebna vremena da požarni gasovi pređu put od požara do unesrećenih. Vazduh se kreće u suprotnom smeru (t_3). Pod pojmom „bezbednog rada“ podrazumeva se dužina vremena od pojave požara do momenta pristizanja gasova na radilište.

c) kod uspostavljanja kratkog spoja na k + 165/175 9' 9"

d) kod uspostavljanja kratkog spoja na k + 189 m — rad bi bio bezbedan pod uslovima opisanim na kraju poglavija „Intervenijentna sposobnost primene važećih propisa u kritičnoj posmatranoj situaciji.“

— potrebno vreme za uspostavljanje kratkih spojeva, sa članovima čete za spasavanje, na analiziranim mestima iznosi:

— kratak spoj na k + 225 m 30'

— kratak spoj na k + 189 m 44'

— kratak spoj na k + 165/175 m 27'

— upoređenjem ukupnog vremena, potrebnog za obavljanje predradnji i radnih operacija, predviđenih „Planom odbrane i akcije spasavanja”, za uspostavljanje kratkih spojeva, na analiziranim mestima, sa dužinom vremena „bezbednog rada” u jami Pesje, očigledno je da ni jedan kratki spoj, čak ni na k + 189 m ne bi bio efikasan, zbog znatno dužeg ukupnog vremena trajanja operacija, u odnosu na dužinu vremena „bezbednog rada”

— čak i da je uspostavljen jedan od analiziranih kratkih spojeva*, u periodu „bezbednog rada”, u jami Pesje, radnici bi se morali hitno povlačiti, sa samospasiocima, jer bi količine požarnih gasova i dima i pri izmenjenom režimu ventilacije ugrožavale zaposleno osoblje. (Q_1 , Q_2 i Q_4 iz tablice 4).

Kao potvrda ove analize i tačnosti hronometrijskog prikazan razvoja događaja stoji činjenica u izjavama očevidaca koji su se od 6⁰⁰ – 6¹⁰ časova povlačili iz proizvodnog dela Jame kroz veoma gust dim i uz upotrebu samospasioca.

Intervenijentna sposobnost primene važećih propisa u kritičnoj posmatranoj situaciji

Pri analizi pojave i razvoja požara, njegovog uticaja na gasno temperaturno stanje u ventilacionom sistemu Jame Pesje, i posledica koje je izazvao ovaj požar, s jedne strane i preduzetih mera, od strane nadzorno-tehničkog osoblja i štaba akcije, za borbu sa ovim požarom, s druge strane ustavljeno je sledeće:

— prema „Pravilniku o tehničkim merama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima” osoblje zaposleno u jami Škale i Pesje odmah čim je primetilo požar počelo je da vodi borbu sa požarom po nalozima datim u članu 315.

*) Izuzev kratkog spoja na k + 189 m

Od vremena prvih indikacija požara na T-11-a pa do pojave otvorenog požara neprekidno je pokušavalo da utvrdi mesto i uzrok nastajanja opasnog oksidacionog procesa.

Utvrđivanjem mesta požara pristupilo se njegovom gašenju, kako nalaže član 315 „Pravilnika”. Intenzitet razvoja požara bio je takav da nije mogao u začetku biti likvidiran.

— Pošto se požar nije mogao odmah likvidirati postupilo se po članu 316 „Pravilnika”, odnosno učinjeno je sledeće:

a) obavešten je dežurni u rudniku

b) izdat je nalog o povlačenju radnika iz ugroženog područja Jame Pesje

c) smanjena je količina vazduha, prema mestu požara, zatvaranjem ventilacionih vrata na k + 199 m i postavljanjem cirade.

— Usled već razvijenog požara dolazi do pregorevanja električnih kablova i isključenja električne energije na području ugroženom požarom.

U ovom periodu sve preduzete mere sproveli je nadzorno tehničko osoblje, koje se u to vreme nalazilo u jami, odnosno do uključivanja u akciju starešine čete za spasavanje i formiranje štaba akcije spasavanja.

Dalji tok akcije odvijao se prema već izloženom redosledu prikazanom ranije.

— U toku daljeg vođenja akcije, od strane štaba akcije za spasavanje, u periodu aktivne borbe sa požarom, a zatim i u periodu izolacije celokupnog požarnog područja, poštovani su ostali članovi Pravilnika (članovi: 317, 318, 319, 322, 327, 328, 331 i 332).

— I pored toga što se postupalo po „Pravilniku” i važećem „Planu odbrane” i akcije spasavanja došlo je do unesrećenja trojice rudara propraćenog materijalnom štetom.

Razlog ovome sadržan je i u nedovoljnem stepenu pouzdanosti propisanih mera protivpožarne zaštite u odnosu na rudnike uglja sa visoko-koncentrisanom i mehanizovanom proizvodnjom.

U tom cilju treba iznalažiti rešenja sledećih pitanja:

- a) povećanja dobijanja prve informacije o nastanku i lokaciji požara
- b) s obzirom da se transportna mehanizacija ne može apsolutno isključiti, kao potencijalni uzročnik požara, kako obezbediti efikasnije kratke spojeve ili izolaciju požarnog područja
- c) na koji način najbrže i najefikasnije ostvarivati kratke spojeve u ventilacionom sistemu ili izolaciju ugroženog područja
- d) kako tehničke mere zaštite podići na nivo da njena efikasnost sve manje zavisi od čoveka.

4 – međusobna povezanost jama, sa znatnim brojem zajedničkih ventilacionih prostorija, kao i njihove velike dužine ulaznih i izlaznih vazdušnih struja, u slučaju požara zahteva veći broj operacija u fazi intervencije, a time i duže vreme same akcije

5 – veliki broj zaposlenih radnika u jamama i znatna udaljenost proizvodnih radilišta od ulaznih jamskih otvora ima za posledicu dugo vreme izmene smena. U tom vremenu radnici se nalaze u prostorijama glavnih ulaznih i izlaznih vazdušnih struja. U slučaju požara u vreme izmene smena, pri brzinama kretanja požarnih gasova, koje su veće od brzine kretanja čoveka, složen je problem doneti odluku o izmeni u ventilacionom režimu, posebno imajući u vidu okolnost da su jame RLV gasonosne (CH_4, CO_2)

Zaključak

Prilikom razmatranja uslova koji su pogodovali pojavi požara od 26.VII 78. god. i ostalim požarima u RLV i u vezi s tim efikasnosti tehničkih mera zaštite u pogledu bezbednosti rada zaposlenog osoblja i zaštite imovine, došlo se do sledećih zaključaka:

1 – rudarsko-geološki uslovi eksploatacije sa stanovišta nastajanja oksidacionih procesa i jamskih požara u RLV su vrlo složeni i predstavljaju latentnu opasnost za zaposleno osoblje

2 – ostvarene brzine kretanja vazduha u najvećem broju prostorije vazdušne struje, u slučaju pojave požara u tim prostorijama, znatno brže prenose požarne gasove nego što je postojeća brzina kretanja informacija i govornog sporazumevanja, a time i preuzimanja konkretnih mera zaštite

3 – intenzivan rad brze transportne mehanizacije na dugačkim transportnim putanjama bez prisustva ljudi u znatnoj meri omogućava nekontrolisani razvoj požara, koji se otkrivaju tek kada požar dobije veće razmere

6 – u slučaju požara velikih razmera, kakav je bio požar od 26.VII 1978. god., pri velikoj brzini rasprostiranja požarnih gasova i znatnoj dužini puteva povlačenja, trebalo bi provjeriti efikasnost zaštite pomoću samospasioca (CO-filtra)

7 – pro razmatranju uslova nastanka požara kao i preduzetih mera od strane nadzornog osoblja i štaba akcije spasavanja u borbi sa požarom od 26.VII 1978. god. vidi se da je celu akciju vođena u duhu „Pravilnika“ i važećeg „Plana odbrane i akcije spasavanja“ za naštali slučaj

8 – požar velikih razmera, kakav je bio ovaj od 26.VII 1978. god., mogao je imati još teže posledice po zaposleno osoblje i imovinu. Zahvaljujući brzom intervenciji i preduzetim efikasnim meraima u toku spasavanja, uz maksimalno angažovanje članova čete i svih zaposlenih, dobio je razmere minimalne kolektivne nesreće u kojoj su izgubila život 3 od preko 200 radnika koliko ih se nalazilo u ugroženom području.

SUMMARY

Fire Analysis in Lignite Mine Velenje with the Objective of Checking the Reliability of Prescribed Measures for Underground Fire Protection

The majoraty of exogene fires in underground mines occurs in the area of intake air streams.

The speed of fire spread and velocity of flow of gaseous fire product into operating mine parts depend mainly on the speed of ignition of combustibles existing in the area of fire spread and the velocity of air streams in this area.

On the basis of the analysis of the exogene fire that occured on July 26, 1978 in Lignite Mine Velenje the problem is theoretically interpreted, indicating that mine protection against exogene fire gaseous products must be based on a degree of reliability higer than that designed by existing regulations.

The increase of the degree of reliability is justified both by humanitarian and economic considerations.

ZUSAMMENFASSUNG

Grubenbrandanalyse in der Braunkohlengrube Velenje mit dem Ziel der Überprüfung der Zuverlässigkeit von vorgeschriebenen Arbeitsschutzmassnahmen im Falle eines Grubenbrandes

Die grösste Zahl der exogenen Grubenbrände im Untertagebetrieb treten im Abschnitt des einziehenden Wetterstroms.

Die Brandausbreitungsgeschwindigkeit und die Verbreitungsgeschwindigkeit der gasförmigen Brandprodukte in die belegten Grubenabteilungen hängt hauptsächlich von der Zündgeschwindigkeit - der brennbaren Stoffe ab, die in dem Abschnitt der Brandausbreitung und Grubenwettergeschwindigkeit in diesem Abschnitt angetroffen werden.

In diesem Beitrag wurde, als Beispiel der Analyse des exogenen Brandes, der am 26. Juli 1978 in der Braunkohlengrube Velenje ausgebrochen ist, theoretische Interpretation dieses Problems gegeben, aus dem geschlussfolgert werden kann, dass der Arbeiterschutz vor Gasprodukten des exogenen Brandes auf Zuverlässigkeitsgrad beruhe muss, der von dem vorgeschriebenen in den bestehenden Bestimmungen grösser ist.

Die Erhöhung des Zuverlässigkeitsgrads des Schutzes berechtigen sowol humanitäre als auch wirtschaftliche Gründe.

РЕЗЮМЕ

Анализ пожаров в руднике лигнита Велене в целях проверки надежности предписанных мероприятий защиты на случай появления пожаров в шахте

Большинство экзогенных пожаров в шахтах случается в выработках по которым воздух входит в шахту.

Скорость распространения пожара и скорость распределения газообразных пожарных продуктов горения по рабочим частям машины зависит главным образом от скорости возгорания горючих веществ которые находятся на пути распространения пожара и от скорости воздушного потока на этом пути.

В статье, на примере анализа экзогенного пожара, случившегося 26 июля 1978 года в руднике лигнита Веленье, дана теоретическая разработка этой проблемы, из которой следует, что защита рабочих от газообразных продуктов горения во время пожара должна засновываться на степени надёжности, которая превышает надёжность предусматриваемую в существующих предписаниях.

Повышение ступени надёжности защиты оправданы и с точки зрения гуманности и с точки зрения экономики.

L iteratura

1. Osipov, S. H., Žadin, V. M: Ventilacija šaht pri podzemnyh požarach.
2. Hoffbauer, I: Zdolavani dulních požáru.
3. Budryk, W: Požary i wybuchy w kopalniach.
4. Jovanović, G., 1976: Problematika zaštite rada u rudnicima uglja od požara i eksplozije izazvanih trenjem (referat), Mostar.

Autori: dipl. inž. Miodrag Petrović, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina i dipl. inž. Luka Sučević i dipl. hem. Branka Vukanović, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd.

Recenzenti: prof. dr inž. Gvozden Jovanović, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd i dr inž. Aleksandar Ćurčić, Rudarski institut, Beograd.

ISPITIVANJA INDEKSA MELJIVOSTI UGLJA IZ RUDNIKA DRMNO

(sa 3 slike)

Dr inž. Ljubomir Novaković

Uvod

Celokupnu pripremu i određivanje promenljivog sadržaja vlage izvršio je Milorad Marković saradnik Zavoda za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd, koji je i učestvovao u određivanju indeksa meljivosti.

Ispitivanja karakteristika uglja iz budućeg površinskog otkopa Drmno izvršena su na 11 geoloških bušotina.

Uzorci

Uzorce od br. 1–5 je uzela i pripremila geološko-rudarska služba IEK Kostolac u dogovoru sa predstvincima preduzeća BABCOCK iz Oberhausen-a:

Uzorci 6–9 su uzeti na zahtev Zavoda za termotehniku. Izbor lokacije bušotina i uzimanje uzorka jezgra su izvršili saradnici geološke i rudarske službe IEK Kostolac.

Na zahtev Zavoda za termotehniku uzorci 6–9 trebalo je da imaju:

— uzorak broj 6 između 5.861 kJ/kg i 6.699 kJ/kg

— uzorak broj 7 između 6.699 kJ/kg i 7.536 kJ/kg

— uzorak broj 8 između 7.536 kJ/kg i 8.373 kJ/kg.

Uzorak broj 9 je iz dela polja Drmno koji će početi sa eksplotacijom 10 godina posle otvaranja površinskog otkopa i treba da ima + 8.373 kJ/kg.

Navedeni uzorci 1–9 se u geološko-rudarskoj službi IEK Kostolac vode kao:

— uzorak broj 1: bušotina F–20; 40,30 – 51,20 m

— uzorak broj 2: bušotina F–20; 54,30 – 59,80 m

— uzorak broj 3: bušotina 28 (P+G); 37,10 – 43,60 m

— uzorak broj 4: bušotina 28 (P+G); 43,60 – 49,95 m

— uzorak broj 5: bušotina 28 (P+G); 49,95 – 54,50 m

— uzorak broj 6: bušotina IM–3; 25,20 – 41,95 m (5861–6699 kJ/kg)

— uzorak broj 7: bušotina IM–1; 40,15 – 58,80 m (6699–7536 kJ/kg)

- uzorak broj 8: bušotina F-44; 36,70 — 57,60 m (7536—8373 kJ/kg)
- uzorak broj 9: bušotina F-31; 24,05 — 45,10 m (+ 8373 kJ/kg)

Opštu obradu uzoraka 6—9 izvršilo je osoblje stanice za pripremu uzoraka IEK Kostolac zajedno sa saradnicima Zavoda za termotehniku.

Uzorce broj 10 i 11 napravili su saradnici Zavoda za termotehniku. Uzorak broj 10 predstavlja okularno odabrane partie ksilita, a uzorak broj 11 odabrane barske partie.

Analize uglja

Analize uzoraka uglja iz bušotina budućeg površinskog otkopa Drmno obuhvatile su:

- tehničke analize, sa sadržajem karbonata
- elementarne analize
- sastav pepela i
- topivost pepela.

Analizirajući sve rezultate ispitivanja zaključeno je sledeće:

Sadržaj vlaže. — Nije utvrđen sadržaj ukupne vlage uglja iz budućeg površinskog otkopa Drmno. Budući da se dostavna vlaga kod uzorka 1—9 kreće od 36,50 % do 43,20 % sve vrednosti su iskazane na sračunatu vlagu od 43 %.

Predlaže se, da se naknadno odredi sadržaj ukupne vlage iz budućeg površinskog otkopa Drmno.

Sadržaj mineralnih materija (pepeo). — Minimalni sadržaj mineralnih materija od 14,08 % ima uzorak broj 4 (sa sračunatom vlagom), odnosno 24,70 % (bez vlage). Maksimalni sadržaj mineralnih materija (pepeo) ima uzorak broj 2 i to sa sračunatom vlagom 27,83 %, a bez vlage 49,00 %. Ovaj dijapazon u sadržaju mineralnih materija zadovoljava potrebe metodologije za određivanje indeksa meljivosti.

Karakteristično je, da uzorci 6—9 ne ispunjavaju tražene granične vrednosti o kvalitetu uzora-

ka. Razlike u sadržaju mineralnih materija su veoma male, tj. od 21,38 % pepela kod uzorka 6 do 23,30 % pepela kod uzorka 9.

Toplotne vrednosti. — Budući da su sve toplotne vrednosti sračunate na istu vlagu i da je zavisnost toplotnih vrednosti od petrološkog sadržaja, odnosno hemijskih i fizičkih struktura blaga i ovi rezultati imaju sličnu zavisnost, kao i kod sadržaja mineralnih materija (pepela) i to:

- uzorak broj 1 ima donju toplotnu vrednost 2.087 kcal/kg, odnosno 8.738 kJ/kg
- uzorak broj 2 ima donju toplotnu vrednost 1.349 kcal/kg, odnosno 5.648 kJ/kg
- uzorak broj 3 ima donju toplotnu vrednost 1.606 kcal/kg, odnosno 6.724 kJ/kg
- uzorak broj 4 ima donju toplotnu vrednost 2.275 kcal/kg, odnosno 9.525 kJ/kg
- uzorak broj 5 ima donju toplotnu vrednost 1.561 kcal/kg, odnosno 6.535 kJ/kg
- uzorak broj 6 ima donju toplotnu vrednost 1.770 kcal/kg, odnosno 7.410 kJ/kg
- uzorak broj 7 ima donju toplotnu vrednost 1.702 kcal/kg, odnosno 7.126 kJ/kg
- uzorak broj 8 ima donju toplotnu vrednost 1.738 kcal/kg, odnosno 7.277 kJ/kg i
- uzorak broj 9 ima donju toplotnu vrednost 1.619 kcal/kg, odnosno 6.778 kJ/kg.

Kod određivanja indeksa meljivosti uzorci obuhvataju neophodnu varijaciju kvaliteta, jer uzorak broj 4 ima 9.525 kJ/kg, a uzorak broj 2 5.648 kJ/kg. Uzorci 6—9 su vrlo ujednačenog kvaliteta i kreću se od 6.778 kJ/kg do 7.410 kJ/kg.

Sadržaj ugljenika. — Sadržaj ugljenika varira od minimum 31,37 % kod uzorka broj 2 do maksimum 48,92 % uzorka broj 4.

Ksilitne i barske partie. — Ove partie se odlikuju malim sadržajem mineralnih materija (pepele). Ksilitni uzorak ima 10,12 % pepela, a barske partie 17,21 % pepela.

Ksilitne partie imaju viši sadržaj ugljenika i to 59,80 % prema 54,07 % kod barskih partie.

Barske partie imaju donju topotnu vrednost od 10.793 kJ/kg, a ksilitne partie 12.091 kJ/kg.

O p š t i z a k l j u č a k. — Smatra se da uzorci za ispitivanje obuhvataju uzorce uglja koji će odgovarati i najčešćim varijacijama kvaliteta u eksploataciji TE Drmno.

Mikropetrološka ispitivanja

Uzorci uglja su uzimani iz istražnih bušotina. Sva mikropetrološka ispitivanja vršena su u odbijenoj svetlosti pri uvećanju od 250 x, a rezultati ispitivanja su sledeći.

Analiziranjem dobijenih podataka uočava se da je pretežni deo organske mase uglja sastavljen od humusnog gela, humusnog detritusa i ksilita. Gelifikacija organske mase uglja je vrlo intenzivna, tako da je ksilitksa masa pretvarana u gelnu masu, nekad potpuno, a veoma često delimično. Zbog ovakve odlike uglja iz Drmna nije laka identifikacija, pošto se čisti, ili pravi ksilit redje zadržao.

Humusni gel je zastupljen u svim ispitivanim uzorcima sa promenljivim učešćem koje se kreće od 10,59 %, u bušotini 20, odnosno uzorku broj 1 do 32,77 % u uzorku broj 7. Humusni detritus predstavlja konglomerat sastavljen od zdrobljenih delova viših biljaka koji je cementovan gelnom, odnosno humusnom materijom. Njegovo učešće se kreće od 16,85 % u uzorku 6, do 39,78 % u uzorku 5.

Ispitivanje uticaja pripreme uzoraka na sadržaj pepela kod lignita iz polja „Drmno“ — Kostolac (kod uzorka „suv na vazduhu“)

Tablica 1

Uzorci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Sadržaj pepela kod uzorka: „predmlevenje“	%	26,49	44,21	38,80	23,73	36,86	33,32	39,40	32,93	39,15
Sadržaj pepela kod uzorka: „sa mlina“	%	20,12	41,48	31,89	21,27	42,21	32,95	30,65	31,85	36,56
Vлага	%	13,50	12,32	12,49	13,51	12,97	13,21	13,84	13,52	13,26

Učešće ksilita je, takođe, veoma varijabilno, od 15,69 % (uzorak 5) do 55,91 % (uzorak 1).

Fuzit se pojavljuje u obliku izduženih sočiva, dobro očuvan, a mestimično i u obliku polomljenih i zdrobljenih delova sa zvezdastom gradnjom, razasut po celoj organskoj materiji. Maksimalan sadržaj fuzita konstatovan je u uzorku broj 9, i to 5,35 %, dok u uzorku 5, nije uopšte konstatovan.

Pirit se pojavljuje u obliku najfinijih impregnacija razasutih po celoj organskoj masi uglja, a veoma često i u obliku samostalnih zrna, bilo u prslinama i pukotinama ili, pak, u zdrobljenoj masi koja predstavlja humusni detritus. Zrna markasita nisu uopšte konstatovana kod ispitivanih uzoraka uglja. Mineralne primese predstavljene su glinovito-peskovitom materijom, koja je katkad obogaćena organskom materijom, a često i veoma čista. Slobodna zrna kvarca koja se pojavljuju razasuta po organskoj materiji nisu konstatovana prilikom mikroskopskih istraživanja.

Uzorak 10 predstavlja tipični ksilitski ugalj u kome preovladuje ksilitska komponenta, sa malim sadržajem mineralnih primesa, fuzita i pirita.

Uzorak 11 predstavlja barski tip uglja u kome su približno podjednako zastupljene tri osnovne komponente; humusni gel, humusni detritus i ksilit. Kod ovoga tipa uglja povećava se sadržaj mineralnih primesa, kao i fuzita i pirita.

Priprema uzorka

Za sve srednje uzorce od 1 do 9, vršena je priprema na isti način. Cela količina svakog uzorka je

pripremana i podeljena na tri dela, tako da je dobitven:

a – uzorak za hemijsku analizu

b – uzorak za određivanje indeksa meljivosti „suv na vazduhu” i

c – uzorak za određivanje indeksa meljivosti u zavisnosti od vlage.

Sa ciljem da se ispita kretanje sadržaja pepela određeni su pepeli kod uzorka „predmlevenje” (sortiman $-1,25 + 0,63$ mm), kao i kod uzorka „sa mlinom” ($+1,25$ mm).

Rezultati ispitivanja su dati u tablici 1.

Rezultati su potvrdili, sa izuzetkom uzorka 5, da svi uzorci u nižim sortimanima imaju veće sadržaje pepela.

Uzorci za određivanje indeksa meljivosti u zavisnosti od vlage

Kod svih uzorka uradena je granulometrijska analiza i to na sitima: $1,25$ mm, $0,841$ mm i $0,630$ mm.

Za obe frakcije „predmlevenje” i „mlin sa diskovima” određena je vлага.

Dobijeni rezultati indeksa meljivosti su sa „ukupnom vlagom”.

Kod uzorka 2, 3, 5, 6, 7, 8 i 9 zbog intenzivnog stvaranja čvrstih pogača u Hardgrove-mlinu, nije bilo moguće odrediti indeksi meljivosti u zavisnosti od „ukupne vlage”.

U daljem postupku „obe frakcije” su sušene na sobnoj temperaturi da bi se smanjio procenat vlage u uzorcima. Kod svih uzorka ponovo je uradena granulometrijska analiza i određena vлага, kao i indeks meljivosti. Ovi rezultati su obeleženi kao indeks meljivosti sa vlagom I.

Daljim sušenjem (smanjenjem vlage) uzorka, određivanjem granulometrijske analize, vlage i indeksa meljivosti dobijeni su rezultati sa vlagom II.

U tablici 2 dato je kretanje sadržaja vlage kod proba I i II i „suv na vazduhu”.

Od prispelih uzorka br. 10 (ksilit) i br. 11 (barski), ručno su odabrane čiste ksilitne i barske partie uglja.

Kod oba uzorka je ručnim drobljenjem svedena krupnoća na $-6,0$ mm.

Određena je vлага u obe frakcije $-1,25 + 0,63$ i to „predmlevenje” i „sa mlinom”, a indeksi meljivosti obeleženi su sa „ukupnom vlagom”. Sušenjem uzorka obe frakcije i određivanjem vlage dobijen je indeks meljivosti sa vlagom I.

Posle sušenja do „suv na vazduhu”, određivanja vlage, granulometrijske analize i indeksa meljivosti dobijeni su rezultati „suv na vazduhu”.

Ispitivanje sadržaja vlage kod lignita iz polja „Drmno” – Kostolac

Tablica 2

Uzorci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Sa ukupnom vlagom	%	36,93	30,47	34,01	37,12	34,78	37,40	34,44	34,87	35,95	41,80	43,15
Sa vlagom I	%	26,60	24,37	25,81	28,96	28,66	29,87	27,87	29,36	28,07	36,52	38,42
Sa vlagom II	%	23,08	21,11	22,09	20,72	20,75	21,28	21,37	19,26	21,30	–	–
Vlaga „suv na vazduhu”	%	13,50	12,32	12,49	13,51	12,97	13,21	13,84	13,52	13,26	13,55	16,79

Određivanje indeksa meljivosti po metodi Hardgrove

Analiza indeksa meljivosti

Metodologija ispitivanja indeksa meljivosti zahteva precizno definisanje pripreme uzorka, jer on mora da ima definisan granulometrijski sastav, ujednačen i kontrolisan sadržaj mineralnih materija i definisan petrološki sastav.

Vodeći računa o navedenim uslovima, a pri vlagama „suv na vazduhu”, određeni su indeksi meljivosti.

Pošto su kvaliteti uzorka utvrđeni i analizirani ovde se daju samo indeksi meljivosti 11 ispitivanih uzorka.

Analizom prikazanih indeksa meljivosti vidi se da se oni kreću u granicama od 37,4 H^o75 do 70,3 H^o75.

Budući da su ispitivani uzorci vrlo različitih kvaliteta, donje toplotne vrednosti počev od 5648 kJ/kg do 12,091 kJ/kg sa sadržajem pepela počev od 10,12 % (bez vlage) do 49,00 % i različitog petrološkog sastava navedene razlike indeksa meljivosti su očekivane.

Kada izuzmemo čiste petrološke partie, čiji su uzorci 10 i 11, kao i uzorce 2 i 5 koji imaju maksimalni sadržaj pepela (42,66 % i 49,00 % – bez vlage) ostaju indeksi meljivosti koje treba najčešće očekivati u eksploatacionim uslovima i to

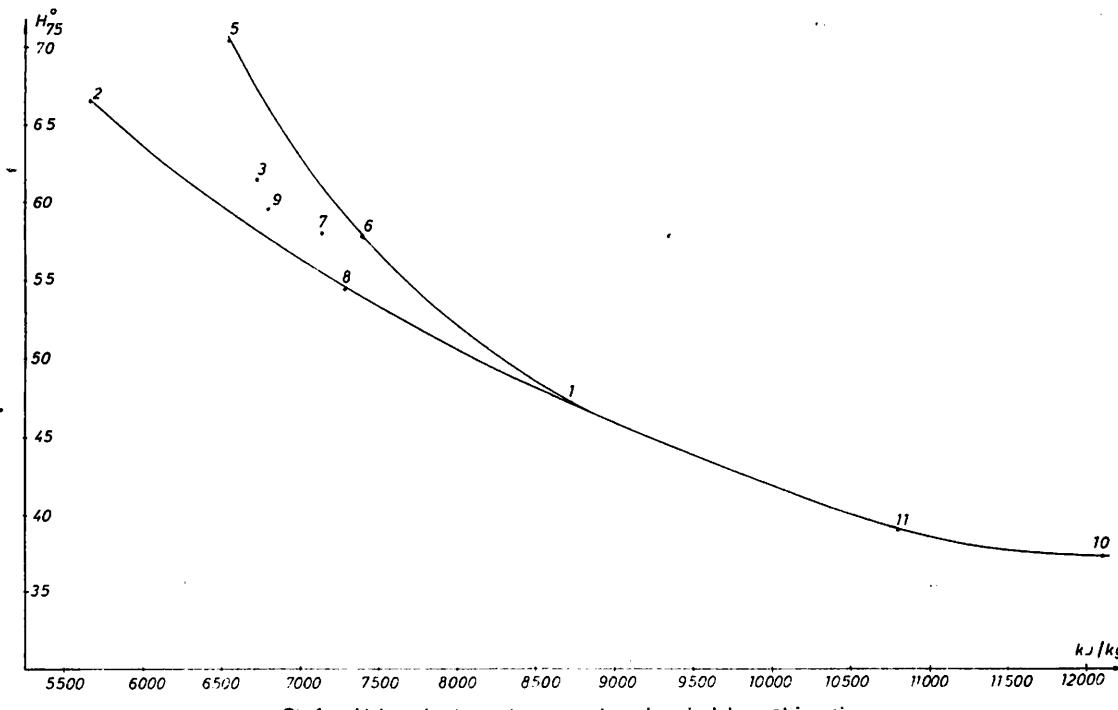
od 47,0 do 62,9 H^o75.

Indeksi meljivosti 11 uzorka lignita iz polja Drmno

Tablica 3

Uzorci	Sadržaj vlage „suv na vazduhu” %	Indeksi meljivosti H ^o 75
1	13,50	47,0
2	12,32	66,5
3	12,49	61,3
4	13,51	62,9
5	12,97	70,3
6	13,21	57,8
7	13,84	58,0
8	13,52	54,3
9	13,26	59,6
10	13,55	37,4
11	16,79	39,0

Prema zapažanjima do kojih se došlo upoznavanjem probe poslatih uzoraka kod lignita iz polja



Sl. 1 – Uticaj donje toplotne vrednosti na indeks meljivosti.

Drmno ne treba očekivati u industrijskim razmerama za blokove snage preko 300 MW čiste mase ksilitnih partija. Odavde sledi, da su maksimalne granice meljivosti lignita koji će se mleti u mlinovima TE Drmno od $39,0 H^o75$ do $70,3 H^o75$. Pošto je ova analiza baza za dobar izbor mlinskih postrojenja i adekvatne konstrukcijske elemente trebalo bi zanemariti uzorke sa maksimalnim sadržajem pepela, a to su $66,5 H^o75$ i $70,3 H^o75$.

Uticaj kvaliteta lignita iz polja Drmno na indeks meljivosti

Uobičajeno je da se uticaj promene kvaliteta ispitivanog lignitnog rudnika prati kroz kretanje donje toplotne vrednosti.

Zavisnost indeksa meljivosti je prikazana na slici 1.

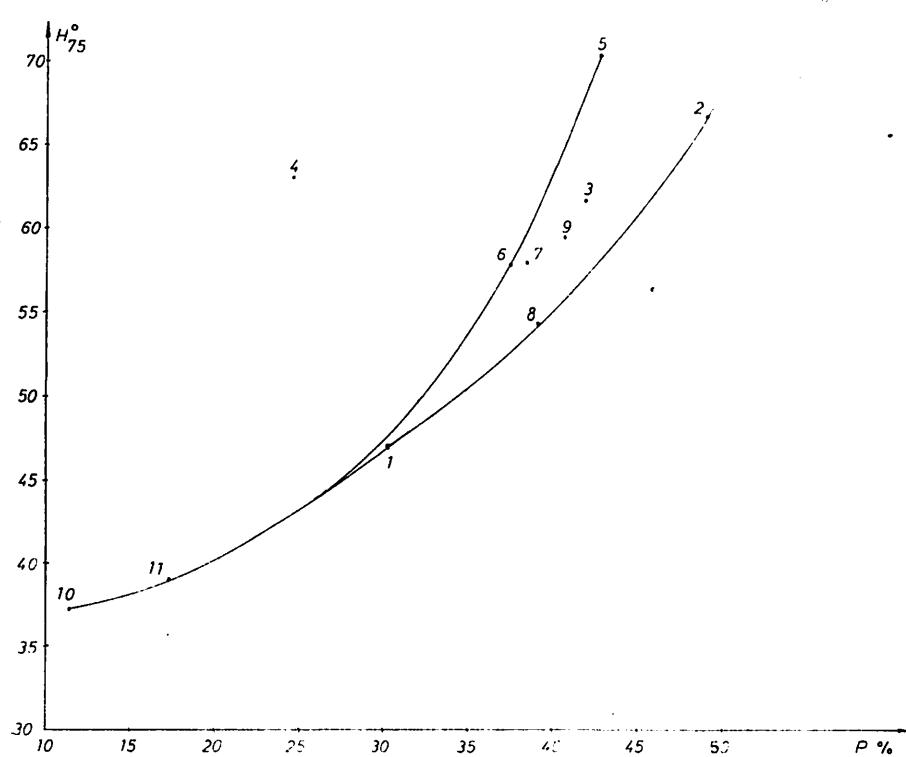
Iz analize rezultata vidi se da se sa izuzetkom uzorka 4 sve vrednosti nalaze u polju koje je ovičeno uzorcima br. 2, 8, 1, 6 i 5. Smatra se da će ovo polje odgovarati i eksploatacionim uslovima za TE Drmno.

Uticaj promenljivog sadržaja pepela na indeks meljivosti

Uticaj promenljivog sadržaja pepela je prikazan na slici 2. Analizom dobijenih rezultata vidi se da je potvrđen uticaj sadržaja mineralnih materija (pepela) na indeks meljivosti. Polje mogućih varijacija se kreće unutar uzoraka 5, 6, 1, 8 i 2 sa izuzetkom uzorka br. 4.

Navedeni rezultati su posledica kvaliteta mineralnih materija, jer su one, uglavnom, glinovitog porekla.

Ovde treba reći, da se praćenje uticaja sadržaja pepela vrši na uzorcima „suv na vazduhu“. Kako ovo nije slučaj sa pogonskim uslovima, veći sadržaj pepela označava veću mogućnost začepljenja delova mlinskog postrojenja, tj. smanjenje kapaciteta mlinskog postrojenja. S druge strane, kod ugljeva koji imaju mekši pepeo od ugljene materije povišeni sadržaj pepela prouzrokuje manje trošenje habajućih delova mlinova.



Sl. 2 – Uticaj promenljivog sadržaja pepela na indeks meljivosti.

Uticaj petrološkog sastava na indeks meljivosti

Bitna odlika ispitivanih uzoraka lignita iz polja Drmno je da je kod njih izvršena intenzivna gelifikacija organskih delova uglja, pa se partie čistog ksilita nisu zadržale u većim i čistim količinama.

Ova karakteristika je potvrđena i u uzorcima čistih partieksa ksilita i barskog uglja koje smo oformili sa dosta teškoća.

Delimična ujednačenost je potvrđena i indeksima meljivosti, jer ksilitne partie imaju $37,4 H^075$, a barske $39,0 H^075$.

Ranijim rezultatima ispitivanja lignita iz rudnika Kolubara, Velenje i Suvodol utvrđene su znatno veće razlike, odnosno intenzivniji uticaj petrološkog porekla (Kolubara, ksilit 35,7, barski $48,3 H^071$).

S druge strane, i kod ovog lignita je potvrđeno da se čisti organski delovi teško melju.

Uticaj promenljivog sadržaja vlage na indeks meljivosti

I kod uzoraka lignita iz polja Drmno utvrđen je veliki uticaj promenljivog sadržaja vlage na indeks meljivosti. Rezultati su prikazani u tablici 4.

Navedeni rezultati treba da posluže kod izbora ostatne vlage, tj. procesa sušenja u mlinskom postrojenju.

Uticaj stvarne i prividne relativne gustoće na indeks meljivosti

Stvarne i prividne relativne gustoće imaju uticaj sličan sadržaju mineralnih materija, tj. povećana gustoća prati povišen indeks meljivosti.

Rezultati su prikazani na slici 3.

Zaključak

Na osnovu hemijskih analiza i petrološkog sastava ispitivanih uzoraka iz polja Drmno zaključili smo da je stepen karbonizacije ugljene materije veći nego kod lignita iz rudnika Kolubara.

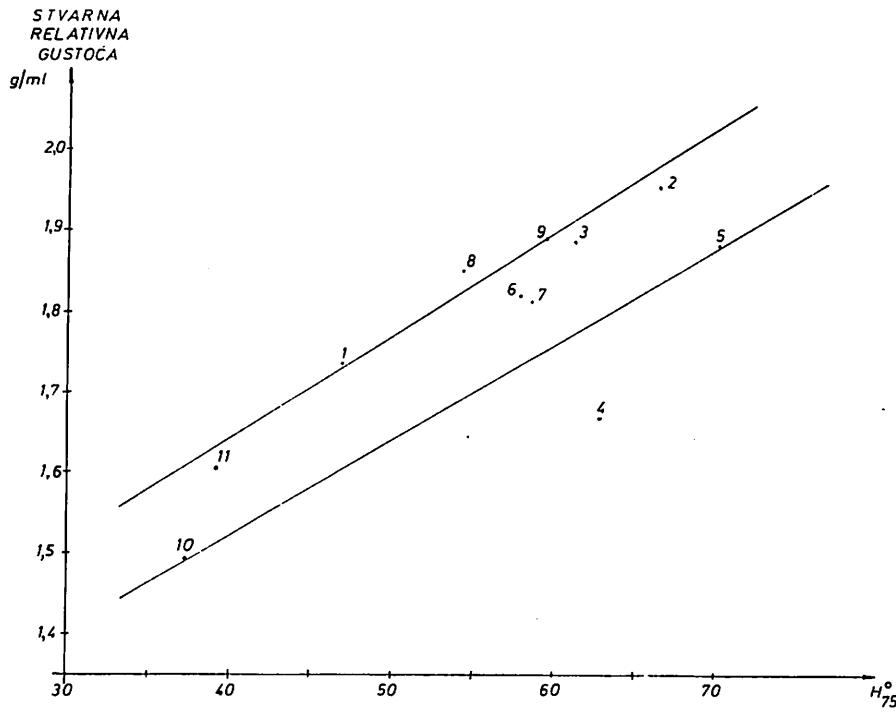
Značajna je karakteristika da ne treba očekivati izrazite partie čistog ksilitnog uglja, kao i da su osobine mlevenja partie čistog ksilitnog i partie barskog uglja dosta slične.

Uzorci 6–9 imaju vrlo ujednačen kvalitet, pa proizvođačima mlinskih postrojenja treba skrenuti pažnju da će u eksploatacionim uslovima biti znatnijih variranja kvaliteta.

Uticaj promenljivog sadržaja vlage na indeks meljivosti

Tablica 4

		Ukupna vlaga %	H^075	Vлага I %	H^075	Vлага II %	H^075	Vлага „suv na vazduhu“ %	H^075
Uzorak	1	36,93	97,7	26,60	75,2	23,08	67,5	13,50	47,0
	2	30,47	—	24,37	95,0	21,11	78,8	12,32	66,5
	3	34,01	—	25,81	103,4	22,09	79,5	12,49	61,3
	4	37,12	127,6	28,96	114,6	20,72	89,0	13,51	62,9
	5	34,78	—	28,66	115,2	20,76	87,6	12,97	70,3
	6	37,40	—	29,87	104,0	21,28	65,3	13,21	57,8
	7	34,44	—	27,87	99,0	21,37	62,9	13,84	58,0
	8	34,87	—	29,36	101,5	19,26	58,2	13,52	54,3
	9	35,95	—	28,07	100,4	21,30	70,3	13,26	59,6
	10	41,80	75,2	36,52	75,3	—	—	13,55	37,4
	11	43,15	99,8	38,42	93,2	—	—	16,79	39,0



Sl. 3 – Zavisnost indeksa meljivosti od stvarne relativne gustoće.

Ugalj iz polja Drmno se nešto lakše melje od lignita iz rudnika Kolubara (44,9 H°) i lignita iz rudnika Suvodol (43–50 H°).

U ispitivanim probama lignita iz polja Drmno nije utvrđen kvarčni pesak, koji bi bio od značaja za eksploataciju mlinskog postrojenja.

Budući da vлага utiče na smanjenje indeksa meljivosti, treba voditi računa o sadržaju ostatne vlage.

Kod konstruisanja mlinova i određivanja kapaciteta treba računati da će se kvalitet uglja najčešće nalaziti u granicama od 6.500 kJ/kg do 9.500 kJ/kg. Indeksi meljivosti ovih kvaliteta lignita iz polja Drmno se kreću od 47 – 63 H°75.

SUMMARY

Tests of Mine Drmno Coal Grindability Index

Chemical analyses and petrological composition of tested coal samples from Mine Drmno lead to the conclusion that the degree of coal matter carbonization is higher than that for lignite from Mine Kolubara.

An important feature is that distinct portions of pure xilitic coal should not be expected, while the grinding properties of portions of pure xilitic and marsh coal are quite similar.

The coal from Mine Drmno is ground easier than the lignite from mine Kolubara (44.9 H°) and that from Mine Suvodol (43 – 50 H°).

During mills design and output determinations, one should take into account that the coal grade will mainly range between 6,500 kJ/kg and 9,500 kJ/kg. The grindability indices of above Mine Drmno lignite grades range from 47 - 63 H°75.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchung von Kohlenmahlbarkeitsindex aus der Grube Drmno

Auf Grund von chemischen Analysen und der petrologischen Zusammensetzung der untersuchten Kohlenproben aus dem Kohlenfeld Drmno wurde festgestellt, dass der Inkohlungsgrad der kohligen Masse gröser als bei den Braunkohlen aus der Grube Kolubara ist.

Von Bedeutung ist die Charakteristik, dass keine ausdrücklichen Partien der reinen Xylitkohle zu erwarten sind, sowie dass die Paien der Moorkohle ziemlich ähnlich sind.

Die Kohle aus dem Kohlenfeld Drmno wird etwas leichter von der Braunkohle aus der Grube Kolubara (44,9 H°) und der Braunkohle aus der Grube Suvodol (43—59 H°) gemahlen.

Bei der Mühlenkonstruktion und Bestimmung der Kapazität ist zu rechnen, dass die Kohlenqualität in den Grenzen zwischen 6.500 kJ/kg bis 9.500 kJ/kg sich bewegen wird. Die Mahlbarkeitsindices alter Braunkohlenqualitäten aus dem Kohlenfeld Drmno liegen zwischen 47—63 H°75.

РЕЗЮМЕ

Исследование индекса измельчаемости угля из рудника Дрмно

На основании химических анализов и петрологического состава исследуемых проб взятых из поля Дрмно, установлено, что степень углефикации угольного вещества более высокая, чем это у лигнита из рудника Колубара.

Значительным является то, что не следует ожидать ярко выраженные партии чистого ксиликитного угля, и что измельчаемость партий чистого ксиликитного и партий болотного угля достаточно схожи.

Уголь из поля Дрмно измельчается несколько легче чем лигнит из рудника Колубара (44,9 H°) или лигнит из рудника Суводол (43—50 H°).

При коструировании мельниц и определении производительности необходимо учитывать что качество угля в большинстве случаев находится в границах от 6.500 кJ/kg, от 6.500 кJ/kg. Индексы измельчаемости этих сортов лигнита из поля Дрмно изменяются в границах от 47 до 63 H° 75.

Literatura

1. Brkić — Kornicer, Lj: Analize uglja, interni izveštaj — Rudarski institut, Beograd
2. Cveticanin, R: Mikropetrološke i mineraloške analize, interni izveštaj
3. Pavlović, N: Zapreminske i specifične težine i porozitet, interni izveštaj. — Rudarski institut, Beograd
4. Novaković, Lj., 1973: Ispitivanje meljivosti lignita iz rudnika Kolubara. — Rudarski glasnik br. 2/73, Beograd
5. Novaković, Lj., Ercegovac, M., Marković, M., 1977: Laboratorijsko ispitivanje meljivosti uglja iz rudnika Suvodol (Bitolj). — Rudarski glasnik br. 1/77, Beograd ..

Autor: dr inž, Ljubomir Novaković, Zavod za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: mr inž, B. Perković, Rudarski institut, Beograd

PROTOČNE KARAKTERISTIKE REGULACIONIH VENTILA — VRSTE I NAČIN ODABIRANJA —

(sa 10 slika)

Dipl. inž. Čedomir Stanojlović

Uvod

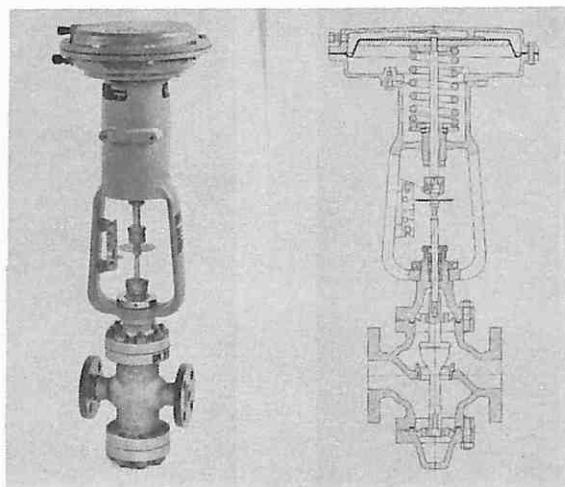
Da bi regulacioni ventil (sl. 1), kao izvršni organ u jednom regulacionom kolu, mogao uspeš-

izraženi u odgovarajućim jedinicama ili, što je, čak, češći slučaj, u procentima od maksimalnog protoka (q_{max}) i maksimalnog hoda (y_{max}).

Odmah ćemo naglasiti da treba dobro razlikovati osnovnu (inherentnu) karakteristiku ventila od njegove pogonske karakteristike, jer se ove dve karakteristike, kao što ćemo videti, značajno razlikuju. U ovom razmatranju ograničimo se, pri tom, na ventile kod kojih se njihov pokretni deo kreće pravolinijski, za razliku od drugih (leptir-, loptasti-ventili i dr.) kod kojih se pokretni deo nalazi na rotirajućoj osovini i rotira sa njom.

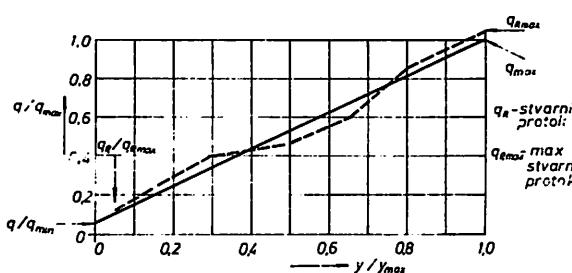
Osnovna karakteristika ventila dobija se tako što se kriva $q = f(y)$ snima pri nekom usvojenom konstantnom padu pritiska na ventilu. Ovakó dobijena kriva razlikuje se od idealizovane protočne karakteristike kojoj se težilo pri konstrukciji ventila i koja se u većini publikacija sreće i to kao važeća za čitavu familiju ventila. Na sl. 2 prikazane su, ilustracije radi, idealizovana i stvarna protočna karakteristika jednog ventila, pri čemu VDI/VDE propisi zahtevaju da odstupanje (pri y_{max}) stvarne karakteristike ne bude veće od 10 % u odnosu na karakteristiku predvidenu za dotočnu seriju ventila. Treba pri tom reći, da je u pomenutim propisu (VDI/VDE 2173) na ordinatni odnos koeficijenata protoka: k_v/k_{vs} , a ne: q/q_{max} ali to nema bitnog uticaja na suštinu iznetog.

Najčešće sretane osnovne karakteristike ventila su sledeće: linearna, jednakoprocentna, parabolična i brzo-otvarajuća. Među njima su opet najvažnije linearna i jednakoprocentna, pa će u nastavku o njima najviše i biti reči.



Sl. 1 – Regulacioni ventil

no da obavi svoj odgovorni zadatak – menjanje protoka fluida po nekoj određenoj željenoj zavisnosti, treba da se pored ispravnog dimenzionisanja izvrši i pravilan izbor njegove protočne karakteristike. Pri tom se pod protočnom karakteristikom ventila obično podrazumeva kriva zavisnosti protoka fluida kroz ventil (q) od hoda njegovog pokretnog dela (y), koji svojim oblikom direktno utiče na oblik protočne karakteristike. Protok fluida (q) i hod (y) mogu, pri tom, da budu



Sl. 2 – Idealizovana i stvarna osnovna karakteristika ventila

L i n e a r n a k a r a k t e r i s t i k a (o s - n o v n a) se dobija, ako se ostvari priraštaj protoka (dq), pri konstantnom padu pritiska, koji je u celom opsegu promene hoda proporcionalan priraštaju hoda (dy), odnosno ako je

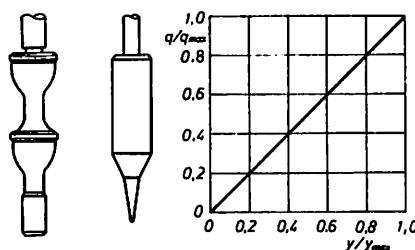
$$\frac{dq}{dy} = K$$

gde je: K – konstanta

a odatle je:

$$q = K \cdot y + K_1$$

Na sl. 3 data je idealizovana linearna karakteristika ventila, a sem toga i dve od mnogih izvedbi pokretnog prigušnog dela ventila, koji svojim hodom, od naleganja na sedište do y_{max} , omogućava realizaciju navedene linearne karakteristike.



Sl. 3 – Idealizovana linearna karakteristika ventila

J e d n a k o p r o c e n t n a (o s n o v n a) k a r a k t e r i s t i k a realizuje se, međutim, kada oblik pokretnog (prigušnog) dela ventila obezbedi da (opet pri konstantnom padu pritiska) relativna promena protoka ($\frac{dq}{q}$), za određene promene hoda (dy) ostane konstantna u toku celog hoda. Drugim rečima:

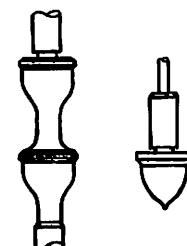
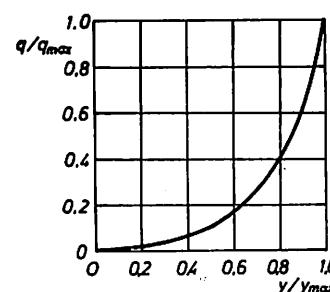
$$\frac{dq}{q} = K_2 \cdot dy$$

$$\text{odakle je } \ln q = K_2 \cdot y + K_3$$

odnosno

$$q = e^{(K_2 \cdot y + K_3)}$$

Iz navedenih izraza jasno je zašto se ovakva karakteristika često naziva eksponencijalnom, a ponekad i logaritamskom karakteristikom. Na sl. 4 prikazana je idealizovana jednakoprocentna karakteristika ventila sa dve izvedbe odgovarajućeg dela za prigušenje protoka.



Sl. 4 – Idealizovana jednakoprocentna karakteristika sa dve izvedbe prigušnog sistema

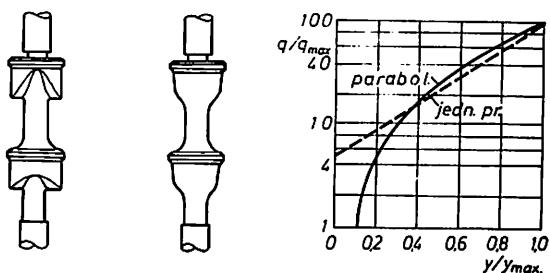
P a r a b o l i č n a (o s n o v n a) k a r a k t e r i s t i k a bila je duže vremena u praksi zastupljena preko pokretnih elemenata sa ravnostranim V-usecima koji su obezbeđivali karakteristiku u vidu parabole:

$$q = K_4 \cdot y^2$$

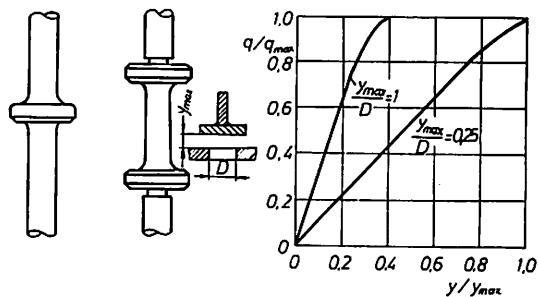
Ventile sa ovom karakteristikom ne treba mešati sa drugim ventilima, koji se, takođe, često nazivaju paraboličnim, zahvaljujući obliku svog pokretno-prigušnog dela obrađenog na strugu.

Ovakvi ventili sa paraboličnom karakteristikom protoka mogu da se konstruišu sa karakteristikom koja se približava jednakoprocentnoj, kako je to na sl. 5 u polulogaritamskom koordinatnom sistemu prikazano. Prikazana su i dva oblika prigušnog elementa ovakvih ventila.

B r z o - o t v a r a j u ĉ a (o s n o v n a) k a r a k t e r i s t i k a zavisi mnogo od odnosa y_{max}/D (D – prečnik otvora) i pri malim vrednostima ovog



Sl. 5 – Parabolična i jednakoprocenntna karakteristika sa dva oblika prigušnog elementa



Sl. 6 – Brzo otvarajuća karakteristika sa dva prigušna elementa

odnosa približava se linearnej karakteristici, no pri većim vrednostima ovog odnosa maksimalni kapacitet se postiže već na početku hoda. To pokazuje i slika 6, na kojoj je dat i oblik prigušnih elemenata. Mada se najviše koriste za on-off rad, često su pogodni i tamo gde bi inače došli ventili sa linearnom karakteristikom. Očigledno veće pojačanje (o pojačanju će još biti reči) ovih ventila, u odnosu na one sa linearnom karakteristikom, imaće za posledicu veći opseg proporcionalnosti regulatora.

Pojačanje i opseg regulisanja ventila

Pojačanje ventila definisano je kao odnos jediničnog priraštaja protoka prema jediničnom priraštaju hoda prigušnog organa ventila. Pojačanje je funkcija veličine ventila i njegove konfiguracije, oblika prigušnog organa i radnih uslova.

Iz definicije pojačanja vidi se da ono predstavlja, u stvari, nagib tangente na krivu protočne karakteristike ventila u nekoj tački. Polazeći od do sada prikazanih osnovnih karakteristika ventila,

mogu da se uoče značajne razlike u ponašanju pojedinih ventila kao elemenata koji unose određeno pojačanje u regulaciona kola.

Zapaža se, odmah, da jedino linearna osnova karakteristika ventila daje konstantno pojačanje u toku celog hoda prigušnog organa i da je to pojačanje jednako 1. Jednakoprocentna karakteristika nekog ventila ukazuje da je njegovo pojačanje u prvoj polovini hoda vrlo malo, a u drugoj polovini hoda vrlo veliko i promenljivo. U parabolične karakteristike je slučaj sličan onu, kod jednakoprocenntne, a brzo-otvarajući ventili (pri $y_{max}/D=1$) imaju najveće pojačanje od svih pomenutih vrsta ventila i već pri cca 25 % hoda omogućuju maksimalni protok kroz ventil.

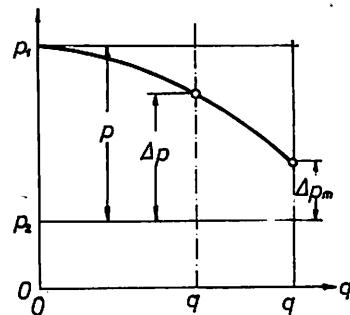
Opseg regulisanja ventila predstavlja odnos maksimalnog i minimalnog protoka kroz ventil, pod uslovom da se pri ovim dvema vrednostima ventil još uvek ponaša kao regulacioni, tj. u skladu sa svojom protočnom karakteristikom. To nije, dakle, odnos stvarno maksimalnog mogućeg protoka kroz ventil prema minimalnom, jer bi npr. u slučaju potpunog zaptivanja ventila u zatvorenom stanju taj odnos bio beskonačno velik (zbog $q_{min}=0$). U stvari, donja granica opsega regulisanja ventila uslovljena je propuštanjem koje postoji pri naleganju prigušnog organa na sedište ventila. Propuštanje postoji normalno kod svih regulacionih ventila bez obzira na njihovu protočnu karakteristiku i vezano je za problem preciznosti obrade, pravilnog centriranja i vodenja, nasлага i korozije u pogonu i dr. Kod većine ventila minimalni kontrolisani protok iznosi oko 2 % od maksimalnog, a kod manjih dvosedišnih ventila teško je realizovati i ovu vrednost. Kod većih ventila ostvaruju se, međutim, čak i vrednosti oko 1 %. Maksimalni protok određuje se eksperimentalno od strane proizvođača (pri određivanju nominalnog koeficijenta protoka) pri potpuno otvorenom ventilu. Vidi se iz izloženog, da se opseg regulisanja ventila kreće oko vrednosti 50, ali u nekim slučajevima silazi i na 25 ili se penje do 100.

Pogonska protočna karakteristika regulatorskih ventila

Kada se regulacioni ventil montira u sistem u kome se pored njega nalaze cevovodi sa spojnicama, kolenima, slavinama i drugim prigušnim elementima, zatim pumpe ili ventilatori kao izvori pritiska

razni merni uređaji i drugo, onda se pad pritiska na njemu znatno menja sa promenom protoka, a u zavisnosti od karakteristika drugih elemenata u sistemu.

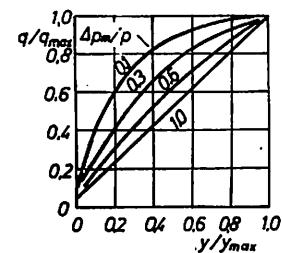
U prethodnom izlaganju naglašeno je, međutim, da je uslov da se protočna karakteristika ventila poklapa sa svojim osnovnim oblikom – konstantnost pada pritiska za razne vrednosti protoka. Kako ovo, u pogonskim uslovima, nije slučaj, to će pogonska karakteristika ventila dosta odstupati od svog osnovnog oblika.



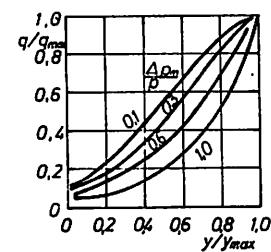
Sl. 7 – Raspored pritiska u protočnom sistemu pri konstantnom početnom (p_1) i krajnjem (p_2) pritisku

Na sl. 7 prikazan je jedan od mogućih slučajeva protočnog sistema, odnosno promena pritiska u raznim tačkama sistema. Pri tom je uzeto da su početni (p_1) i krajnji pritisak (p_2) sistema konstantni i da ne zavise od protoka. Na taj način je konstantan ukupan pad pritiska u sistemu: $p = p_1 - p_2$. Pad pritiska na ventilu (Δp) odgovara nekom protoku (q), a pad pritiska (Δp_m) odgovara maksimalnom protoku (q_{max}) koji može da nastane u sistemu pri potpuno otvorenom regulacionom ventilu. Na osnovu krive promene pritiska u sistemu sa sl. 7 mogu se dobiti pogonske protočne krive regulacionog ventila i to u zavisnosti od vrednosti odnosa: $\Delta p_m / p$, odnosno u zavisnosti od toga koliko ventil učestvuje u ukupnom padu pritiska u sistemu.

Na sl. 8 i 9 prikazane su pogonske protočne karakteristike za linearne i jednakoprocene ventile. Odstupanje od osnovnog oblika karakteristike utoliko je veće, kao što se iz sl. 8 i 9 može zaključiti, ukoliko je navedeni odnos $\Delta p_m / p$ manji. Ovo se naročito zapaža kod linearne karakteristike, koja se kod malih vrednosti navedenog



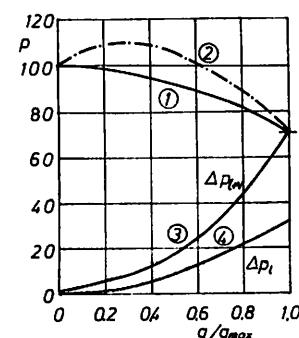
Sl. 8 – Pogonske protočne karakteristike linearnih ventila



Sl. 9 – Pogonske protočne karakteristike jednakoprocenih ventila

odnosa približava obliku karakteristike brzo-otvarajućeg ventila. S druge strane, ventil sa jednakoprocenom osnovnom karakteristikom počinje, u dobrom delu svoga hoda, da se ponaša kao ventil sa linearnom karakteristikom. U svakom slučaju, jasno je da se pri vrednosti odnosa $\Delta p_m / p$ koja je manja od 0,3 ventil više ne ponaša u skladu sa svojom osnovnom protočnom karakteristikom, a ventil čija je osnovna karakteristika linearna pri toj vrednosti postaje već nepodoban za kontinualno regulisanje.

Ako izvor pritiska ne daje konstantan pritisak, nezavisno od protoka, kao što je to čest slučaj



Sl. 10 – Raspored pritiska u sistemu sa pumpom
1,2 – karakteristike pumpe; 3 – karakteristika cevovoda sa ventilom; 4 – karakteristika linija bez ventila

kada su u pitanju pumpe ili ventilatori, stvar se još više komplikuje, mada se dobijaju pogonske karakteristike sličnog oblika kao one na sl. 8 i 9. Karakteristike pumpi mogu se razlikovati po obliku, kao što je to prikazano na sl. 10, ali u svom većem delu imaju opadajući karakter, pa im je često izabrani kapacitet premalen, da bi bio obezbeđen pad pritiska, potreban za regulacioni ventil. Na sl. 10 može se još uočiti kako se menja ukupan pad pritiska u sistemu sa pumpom i koliko je u tome učešće regulacionog ventila.

Interesantno je napomenuti da se uticaj slavine ili prigušenja paralelno (bypass) priključenih regulacionom ventili, uglavnom, ne održava na oblik osnovnih karakteristika regulacionih ventila, već protok kroz njih, istovremeno sa protokom kroz regulacioni ventil, menja (povećava) minimalni protok kroz sistem i smanjuje iznos regulisanog protoka.

Izbor karakteristike regulacionog ventila

Pri odlučivanju o vrsti karakteristike regulacionog ventila odmah treba reći da nije samo karakteristika ventila odlučujuća za dobar i stabilan rad regulacionog kola. Ispravno dimenzionisanje ventila ima, takođe, presudan uticaj, jer određuje u kom će se delu karakteristike pri predviđenom režimu rada kretati.

Za korektni izbor karakteristike ventila treba izvršiti dosta komplikovanu dinamičku analizu celog regulacionog sistema, što predstavlja dosta zamenat i obiman posao koji se, srećom, u najvećem broju slučajeva može zaobići.

Moglo bi se, u stvari, reći, da idealan ventil treba da ima karakteristiku, koja će pomoći da se pod raznim opterećenjima održi ista stabilnost u regulacionom kolu.

Kod izbora karakteristike, uglavnom, se razrešava nedoumica da li ona treba da bude linearna, jednakoprocentna ili, eventualno, brzo-otvarajuća.

Moglo bi se reći da je *linearna* karakteristika pogodna u većini slučajeva kada je ventil pažljivo dimenzionisan i kada su uzeti u obzir uslovi ugradnje, tj. pogonski uslovi. Sem, toga ako su u pitanju kola sa malim promenama protoka i pritiska odnosno kola u kojima se granice ovih

promena tačno znaju i ne radi se blizu zatvorenog položaja, nema razloga zašto se ne bi usvojila linearna karakteristika.

Iako mali broj procesa ukazuje na potrebu za *jednakoprocentnom* karakteristikom ventila radi optimalnog rada regulacionog kola, ipak se oni vrlo često sreću, jer se bolje ponašaju u vrlo promenljivim uslovima rada, pri brzom smanjenju pada pritiska na ventilu sa porastom protoka i pri zahtevima za velikim promenama protoka. Sem toga, navedena činjenica da, u pogonskim uslovima jednakoprocentna karakteristika prelazi u linearnu, a linearna u brzo-otvarajuću, govori, takođe, u prilog izbora jednakoprocentne karakteristike ventila. Tačno dimenzionisanje ventila sa jednakoprocentnom karakteristikom nije tako kritično kao kod ventila sa linearnom karakteristikom.

Mogu se dati i neke opšte preporuke za pojedine vrste procesa, ali ih treba shvatiti, uglavnom, kao orientaciju.

Pri regulisanju nivoa tečnosti, npr. ako se može smatrati da je pad pritiska na ventilu konstantan, da opada ili raste sa porastom opterećenja (protoka), linearna karakteristika obezbeđuje dobro regulisanje. Međutim, ako u ekstremnom slučaju pritisak pri punom opterećenju padne na ispod 20 % od onoga koji postoji bez opterećenja, treba izabrati jednakoprocentnu karakteristiku. Pri porastu pada pritiska sa opterećenjem preko odnosa 2 prema 1 (primer cevnog grejnog sistema parnih kotlova) preporučljivi su ventili sa brzo-otvarajućom karakteristikom.

Kod regulisanja pritiska izbor karakteristike ventila uglavnom zavisi od odnosa vremenske konstante procesa i vremenske konstante najsporijeg regulacionog elementa (obično pozicioner ventila). Ako je proces brži (skoro sve regulacije pritiska tečnosti), primenjuje se jednakoprocentna, u protivnom, linearna karakteristika. Mnogi stišljivi fluidi slično utiču na izbor karakteristike ventila. Obično se sistem sa svega nekoliko metara cevovoda iz ventila može smatrati bržim od regulacionog uređaja, te se preporučuje jednakoprocentna karakteristika. Međutim, ako je linija iza ventila dugačka više desetina metara, može se smatrati da je proces sporiji, pa se primenjuje linearna karakteristika. Vremenske konstante trebalo bi svakako računati, jer promene

pada pritiska na ventilu imaju tada sekundarni značaj.

Pri regulisanju protoka dolazi do izražaja karakteristika mernog elementa koji je obično postavljen u seriju sa ventilom. Ako je ta karakteristika (mernog elementa) kvadratna ili linearna, a opseg promene protoka velik, primenljiv je ventil sa linearnom karakteristikom. Kod

malih promena protoka i velikih promena pada pritiska na ventilu, dolazi, opet, u obzir jednako-procentna karakteristika. Ako kod nekih procesa dođe do pojave većih vremenskih kašnjenja ili je primenjen regulator PI-dejstva sa širokim opsegom proporcionalnosti, skoro uvek se može ostvariti dobro stacionarno stanje sa ventilom bilo koje od navedene dve vrste karakteristika.

SUMMARY

Control valve characteristics — sorts and selection

In the article are the most useful control valve flow-characteristics given and the differences are underlined. The installed flow characteristics are also discussed and the effect of the other parts installed in a system on the inherer.t flow characteristic is explained. Some basic guidelines for the selection of the proper valve characteristic are given with the recommendations for liquid level-pressure-and flow-controls.

ZUSAMMENFASSUNG

Regel—Ventilkennlinien—Sortien und Auswahl

In dem Artikel wurden die in Praxis am meisten angewandten Ventilkennlinien gegeben und geklärt. Der Einfluss von Betriebsbedingungen an die Formänderung von diesen Kennlinien wurde auch beschrieben. Es wurden endlich gewisse Hinweise gemacht wie man Kennlinie Auswahl machen soll mit den kurzen praktischen Richtlinien fuer die einzelnen Regelungs-Prozesse.

РЕЗЮМЕ

Пропускные характеристики регулирующих клапанов виды и способ выбора

В статье перечислены и описаны чаще всего попадающиеся виды характеристик регулирующих клапанов. Также объясняется влияние рабочих условий на изменение формы пропускных характеристик. Кроме того даны некоторые основные критерии по которым можно производить выбор характеристики, а также даны рекомендации для отдельных случаев специальных процессов.

Literatura

Eckmann, D. P., 1967: Automatic process control. — John Wiley and Sons, New York.

Schuder, C. B., 1967: Control-valve characteristics — instruments and control systems.

Wing, P., 1957: Control-valve characteristics. — Process instruments and controls handbook. — Editor D. Considine, Mc Graw Hill Book Company, New York.

Lisk, R. C., 1967: Control-valve characteristics made easy TM-19 Fisher Governor Company, Mars-haltown, Iowa.

- Calame, H., Hengst, K., 1963: Die Bemessung von Stellventilen. — Regelungstechnik.
- GRW Teltow, DDR, 1977: Auslegung von Stelleinrichtungen, Teltow bei Berlin.
- Samson-Apparatebau AG—Frankfurt a/M: Regelungstechnische Informationen Nr. 12. — Stromung und Ventilkennlinien, 1970.
- Controlexact Departement de Premocontrol SA: Vannes de contrôle et accessoires Gentilly — Seine, 1960.
- Société ADAR: Caractéristiques générales d'une vanne de regulation, Cognac (Charente) 1960.
- Stanojlović, D., Određivanje veličine regulacionog ventila, — Hidraulika i pneumatika br. 6/68.
- Brockett, G., 1967: Practical considerations in selection of control valves. — Fisher Governor Company — TM — 11, Marsaltown, Iowa.
- Siemens AG,: Stellgeräte, Ausgabe 1968.
- Siemens AG: Stellgeräte, Ausgabe 1971.

Autor: dipl. inž. Čedomir Stanojlović, Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. B. Kapor, Rudarski institut, Beograd

ANALIZATORSKI SISTEM COURIER 300

(sa 5 slika)

Dipl.inž. M a r i j a M i h a j l o v ić – dipl.inž. Č e d o m i r S t a n o j l o v ić

Uvod

Upravljanje savremenim proizvodnim procesima prepostavlja postojanje pouzdanih informacija o toku kretanja vrednosti pojedinih promenljivih veličina vezanih za neki određeni proces. Problem kontinualnog praćenja nekih od promena u procesu dosta je davno i uspešno rešen. Kada su, na primer, u pitanju merenja temperature, pritiska, protoka i nivoa, u najvećem broju slučajeva raspolaze se pouzdanim informacijama koje omogućuju automatizaciju procesa. Međutim, hemijski sastav nije jednostavno pratiti u kvalitativnom i kvantitativnom pogledu u toku procesa proizvodnje, odnosno prerade neke materije. U većini slučajeva, naročito kada se radi o višekomponentnim materijama, analize zahtevaju dosta vremena, često komplikovanu aparaturu, a i posebno obučeno stručno osoblje za rad u laboratoriji.

Neki proizvodni procesi, koji se šaržno odvijaju i relativno dugo traju, podnose klasičnu laboratorijsku kontrolu i analize bez većih problema, dok kod procesa koji se kontinualno odvijaju i kod kojih materija dosta brzo prelazi iz jedne faze prerade u drugu može doći do ozbiljnih poremećaja zbog neblagovremenog saznavanja za neke, često vrlo nepoželjne, promene. Separacija minerala obojenih metala kao što su bakar, cink, nikl i dr. upravo je takva vrsta kontinualnog procesa kod koga se blagovremenim korekturama može znatno doprineti boljem iskorišćenju rude i pojeftinjenju procesa. Tehnologija, koja je u ovom slučaju dosta složena i odvija se u više faza, zahteva dobro poznavanje sadržaja rude u toku pojedinih faza prerade da bi se ostvario visok

procenat sadržaja pojedinih metala u krajnjem koncentratu.

Da bi se postupak analize što više ubrzao i da bi podaci o ispitivanim uzorcima bili što kompletnej, usavršeni su postupci i aparatura koji omogućuju da se za vreme kraće od jednog minuta odredi prisustvo većeg broja minerala u ispitivnom uzorku. Međutim, gotovo svi savremeni analizatorski sistemi zahtevaju posebnu pripremu ispitivanih uzoraka što, zajedno sa vremenom koje je potrebno da se uzorci sa lica mesta dopreme, predstavlja sistematsko kašnjenje u pogledu intervencija na koje izvršene analize ukazuju. Neprekidno uzimanje uzoraka i njihovo analiziranje, u stanju u kakvom dolaze iz procesa, vrše tvorci sistema COURIER 300 i vrlo ga uspešno rešavaju.

Pre opisa analizatorskog sistema COURIER 300 i njegovog rada, izložiće se ukratko princip fluorescentne spektralne analize uz korišćenje dejstva X-zraka, koji je primenjen pri realizaciji ovog sistema, a korišćen je i kod drugih modernih analizatorskih sistema.

Spektralna analiza na bazi fluorescencije pod dejstvom X-zraka

Poznato je da do pojave X-zraka dolazi usled udara brzih elektrona u anodu Roentgen–cevi pod dejstvom napomske razlike od nekoliko desetina kV između anode i katode. Pri tom neki od elektrona, naglo ukočeni, u sudaru sa anodom, predaju svoju energiju atomima anode, pa dolazi do emisije kvanata X-zraka. Energija kvanta X-zraka (fotona) ne može biti veća od energije

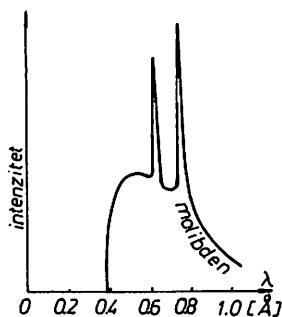
elektrona, usled čijeg je udara o anodu nastao, a najveći broj kvanata X-zraka ima manju energiju od maksimalno moguće zbog složene interakcije elektrona sa atomima anode. Talasna dužina ove vrste zračenja zavisi od energije elektrona koji su zaustavljeni, odnosno od naponske razlike između anode i katode. Kako kinetička energija slobodnih elektrona ne ispoljava kvantu prirodu, ova komponenta zračenja ima kontinualni karakter.

Druga komponenta zračenja potiče od atoma materijala anode. Brzi elektroni, pri udaru u atome anode, vrše njihovu eksitaciju, pa pri vratčanju atoma u normalno stanje dolazi do emisije X-zraka. Ovo je zračenje vezano za kvantno stanje u atomima i daje linijski spektar koji pokazuje svojstva atoma od kojih je sačinjena anoda. Kontinualni i linijski spektar X-zračenja biće malo bliže opisani. Na slici 1 prikazana je zavisnost intenziteta X-zračenja od talasne dužine za slučaj da je anoda Roentgen-cevi sačinjena od molibdена i to pri naponskoj razlici: $U = 35 \text{ kV}$. Uočava se da kriva ima kontinualan karakter izuzev pri dve talasne dužine kada dolazi do superpozicije sa zračenjem koje potiče od linijskog spektra karakterističnog za atome anode. Kontinualni

Kako je vrednost Planck-ove konstante $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, a nanelektrisanje elektrona $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, dobija se da je minimalna talasna dužina X-zraka za dati napon U jednaka:

$$\lambda_{min} = \frac{12346}{U} \text{ Å} \quad (2)$$

Povećavanje napona između elektroda Roentgen-cevi dovodi do pomeranja talasne dužine maksimalnog intenziteta λ_{min} ka manjim talasnim dužinama. Maksimalni intenzitet zračenja koji potiče od kontinualnog spektra nastaje pri približno dvostrukoj talasnoj dužini od one koja odgovara λ_{min} , a zatim sledi opadanje ka nuli do čega dolazi pri vrlo velikim talasnim dužinama. Kod razjašnjenja nastajanja karakterističnih linija u spektru (diskontinuiteti na krivoj, sl. 1, pri $\lambda = \text{cca } 0,6 \text{ i } 0,75 \text{ Å}$) treba uzeti u obzir činjenicu da je energija elektrona u atomu kvantizirana, s obzirom da su elektroni oko jezgra raspoređeni približno u više sfera, koje se nalaze na različitim energetskim nivoima (K, L, M, N, \dots). Pri tom je najveća energetska razlika između prvog (K) i drugog (L) energetskog nivoa u kojima se elektroni nalaze najbliže jezgru atoma.



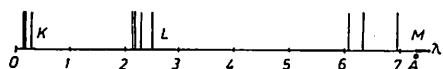
Sl. 1 – Kontinualni i linijski karakter zračenja molibdена

spektar pokazuje jasno određenu granicu na strani malih talasnih dužina, koja je određena maksimalnom energijom elektrona koji proizvode zračenje. Maksimalna energija kvanta zračenja koji biva emitovan usled udara elektrona u anodu jednaka je upravo energiji elektrona, odnosno:

$$h \cdot \nu_g = e \cdot U \quad (1)$$

Ukoliko jedan elektron bude silom pokrenut sa svog energetskog nivoa (recimo, usled udara brzih slobodnih elektrona sa dovoljnom energijom u materijal anode) i bude izbačen iz atoma, dolazi do eksitacije atoma, odnosno do njegovog nestabilnog stanja. Popunjavanje se vrši sa sledećeg (nižeg) energetskog nivoa, a atom izgubi količinu energije koja je jednaka razlici između energetskog nivoa sa koga je elektron izbačen i onog sa koga je izvršeno popunjavanje. Ta energetska razlika napušta atom u vidu kvanta zračenja (fotona), čija je talasna dužina inverzno proporcionalna promeni energije, a kako su te razlike energije karakteristične za svaki od elemenata, to elementi vrše zračenje na talasnim dužinama koje odgovaraju razlikama između njihovih pojedinih energetskih nivoa. U praksi je od interesa samo zračenje koje potiče od pokretanja elektrona sa K – i L -nivoa, dok je energetska razlika između ostalih nivoa tako mala, da zračenje koje pri tom nastaje ima suviše veliku talasnu dužinu.

Na sl. 2 prikazan je linijski spektar koji se dobija ako se za materijal anode uzme volfram. Zapaža se (kao i na sl. 1) da postoji mali broj linija u spektru, a raspored i broj linija zavise od vrste atoma od kojih se sastoji anoda, tj. u ovom slučaju karaktera

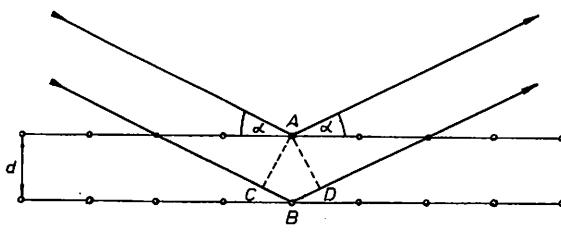


Sl. 2 – Linijski spektar zračenja volframa

volframa. Uočava se da spektar sadrži serije linija koje se označavaju sa K, L, M, \dots , kao i energetski nivoi u atomu usled kojih dolazi do njihovog nastajanja. Kao što se vidi na sl. 2, u svakoj seriji rastojanje linija se smanjuje idući ka manjim talasnim dužinama. Razlog postojanja ovih serija linija leži u činjenici da svaki od elektrona na jednom energetskom nivou ima svoju energiju, koja se donekle razlikuje od energije ostalih elektrona na tom energetskom nivou.

Opisano zračenje, koje nastaje udarom elektrona u anodu Roe-cevi, predstavlja tzv. primarno X-zračenje. Ako, međutim, ovako nastali X-zraci (fotoni) sa dovoljnom energijom udare u atome nekog elementa mogu izazvati izbacivanje elektrona sa nekog od energetskih nivoa, odnosno mogu dovesti do eksitovanja atoma tog elementa, posle čega dolazi do popunjavanja sa nižeg energetskog nivoa u tom atomu i do emisije X-zraka iz fotonima bombardovanog elementa. Ovako nastali X-zraci predstavljaju „sekundarne“ X-zrake, a sama pojava naziva se fluorescencijom pod dejstvom X-zraka. Kao što se vidi, X-zračenja sa karakterističnim linijskim spektrom mogu se proizvesti kad se neka materija bombarduje slobodnim elektronima ili fotonima. Ova je činjenica iskorišćena za analizu uzoraka, odnosno za realizaciju analizatora na bazi fluorescencije usled X-zraka. Potrebno je još objasniti pojavu difrakcije X-zraka, a posebno njihovo ponašanje pri prolazu kroz tla sa pravilnim rasporedom atoma (kristali).

Ako se na jedan kristal usmeri snop X-zraka, može doći do interferencije među rasutim zracima



Sl. 3 – Difrakcija X-zraka pri sudaru sa atomima kristalne rešetke

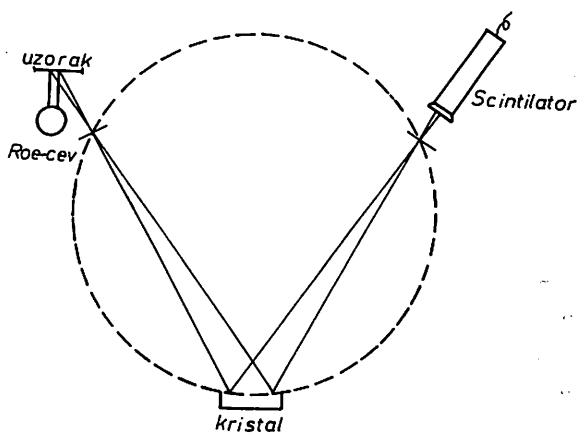
odbijenim od raznih atoma. Na sl. 3 prikazana su dva paralelna zraka, koji su stupili u interakciju sa dva atoma, A i B koji su na rastojanju d jedan od drugog. Ako posle rasipanja, zapravo odbijanja, oni nastave paralelno kretanje pod istim ugлом, u odnosu na ravni kristalne rešetke, kao pri ulasku, onda će niži zrak preći duži put za: $2 \cdot d \cdot \sin\alpha$. Ako je ova razlika u putu jednaka celom multiplu talasne dužine, odnosno ako je:

$$2 \cdot d \cdot \sin\alpha = z \cdot \lambda \quad (3)$$

doći će do interferencije, odnosno do maksimalnog pojačavanja ova dva zraka. Isti uslov važi i za zrake koji se odbijaju od svih ostalih ravnih u kristalu, a odlaze pod istimuglom α . Otuda će u pravcima koji zadovoljavaju navedenu relaciju dolaziti do pojave makroskopskih snopova zraka.

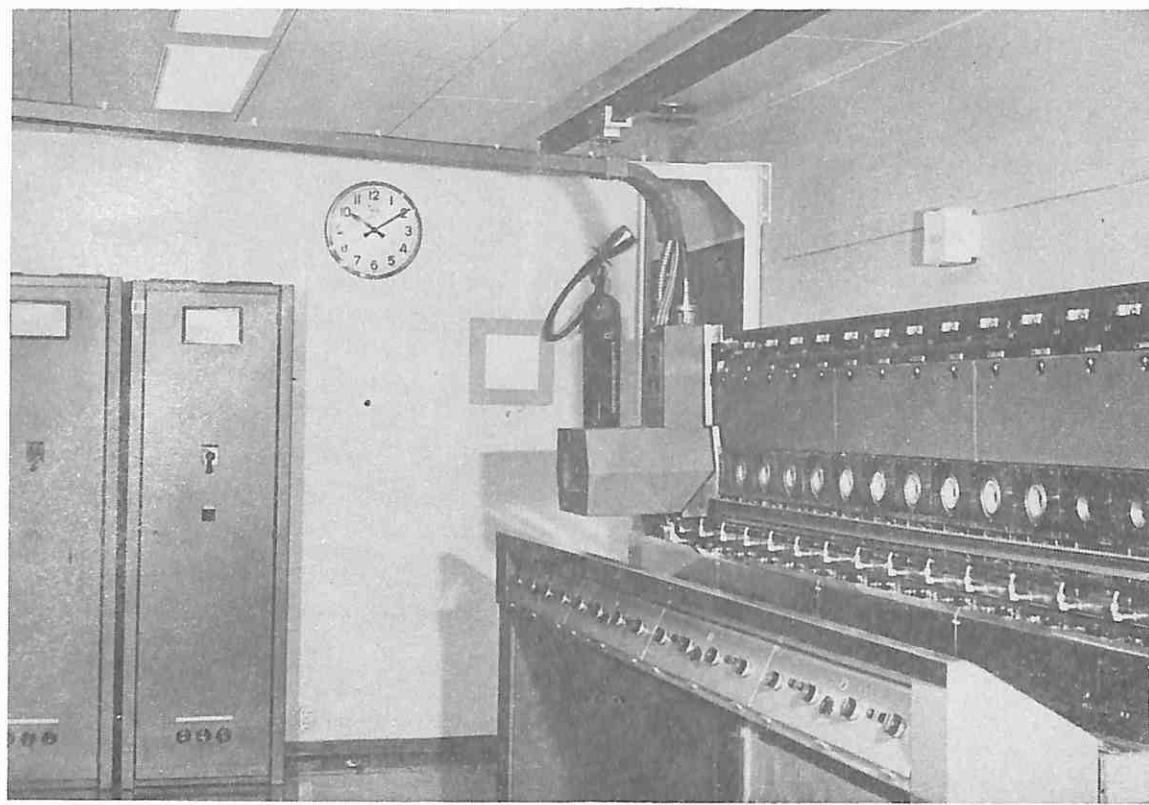
Spektrometar

Na sl. 4 prikazan je princip rada spektrometra koji su primenjeni u analizatorskom sistemu COURIER 300; spektrometri drugih proizvođača, koji koriste pojavu fluorescencije, uglavnom se razlikuju samo u konstrukciji.



Sl. 4 – Princip rada spektrometara u sistemu COURIER 300

Sekundarno zračenje koje nastaje usled bombardovanja uzorka fotonima dopire kroz uzani prorez na savijeni kristal, čiji je razmak među ravnim kristalne rešetke poznat, a krivina je tako podešena da čini deo kruga na čijoj se periferiji nalaze i prorezi kroz koje zraci dolaze na kristal i zatim odbijeni odlaze na detektor. U jednu



Sl. 5 – Analizatorski deo sistema COURIER 300

određenu tačku na periferiji kruga dopiru zraci samo jedne određene talasne dužine, tako da se zraci željene talasne dužine mogu izolovati iz sekundarnog spektra. Ako je to, npr., talasna dužina koja odgovara K -liniji karakterističnog zračenja bakra, jačina zračenja, koje sme da prođe kroz spektrometar, direktna je indikacija sadržaja bakra u uzorku. Upotrebom više ovakvih spektrometara, primenjenih na jedan isti uzorak, pri čemu svaki određuje sadržaj nekog od elemenata, može se izvršiti analiza uzorka.

Jačina zračenja kod spektrometara u sistemu COURIER 300 određuje se pomoću scintilatora i fotomultiplikatora, kako je to i na sl. 4 naznačeno.

Princip rada analizatorskog sistema COURIER 300

Analizator COURIER 300 predstavlja centralizovani sistem specijalno konstruisan za primenu u postrojenjima za koncentraciju i separaciju elemenata. Predviđen je, uglavnom, za određivanje

sadržaja teških elemenata u pulpi, kao što su bakar, cink, gvožde, nikl i drugi. Kako se radi o određivanju sadržaja pojedinih minerala koji su pomešani sa vodom, to je kriterijum da li neki element može da bude analiziran ili ne, apsorpcija njegovog karakterističnog zračenja od strane vode. Tako su aluminijum i kalcijum primer lakovih elemenata koji se ne mogu analizirati, odnosno izmeriti ovim analizatorom. Najmanji sadržaj koji može da se ustanovi iznosi oko 0,005%. Analiza jednog uzorka pulpe traje 20 sec i za to vreme je određen sadržaj svih željenih elemenata. Uzorci pulpe analiziraju se jedan za drugim, pa se za oko osam minuta analizira 14 uzoraka, što je i nominalni kapacitet sistema COURIER. Pri tom se u svakom uzorku ustanavljava sadržaj šest elemenata, tako da je maksimalni kapacitet u pogledu broja izlaznih signala: $6 \times 14 = 84$ izlaznih signala.

Sve što je rečeno o osobinama analizatora COURIER ne ukazuje na neku bitnu razliku u odnosu na druge slične sisteme. Glavna razlika i

odlika ovog sistema leži u činjenici, koja je naglašena i u uvodu, da sistem COURIER ne zahteva posebnu pripremu odnosno preradu uzorka za analizu, a sadrži sistem za automatsku i kontinualnu dopremu uzoraka sa 14 mesta u procesu. Treba naglasiti, da sistem COURIER može da sadrži do tri podsistema od kojih svaki analizira pulpu sa 14 mesta tako da je njegova krajnja mogućnost analize pulpe sa 42 mesta u procesu. Pri tom svaki podsistem vrši analizu nezavisno, izuzev obrade podataka koju vrši jedan zajednički digitalni računar. Sa svakog mesta u procesu koje treba da se kontroliše uzima se, pomoću „primarnog“ uzorkovača ugrađenog u procesni cevovod ili kanal, oko 200 l/min pulpe i dovodi se do sistema za pripremu uzoraka koji se nalazi uz sam analizatorski sistem. U ovom „sekundarnom“ uzorkovaču smanjuju se struje uzoraka na oko 20 l/min i to je količina koja se dovodi do protočnih ćelija spektrometerskog dela kroz koje prolazi u vidu tankog sloja pulpe. Pokretna merna glava, u kojoj se nalazi Roe-cev i do sedam spektrometerskih sklopova sa scintilacionim detektorima, kreće se redom od jedne protočne ćelije do druge zadržavajući se pred svakom oko 20 sec radi analize. Za oko osam minuta, kao što je već navedeno, obavi se analiza svih 14 uzoraka (na 6 elemenata + gustina svakog uzorka) i na osnovu njih prikažu rezultati na pisačima i digitalnim štampačima. Da bi se izvršila obrada strujnih impulsa koji odgovaraju pojedinim analizama, primenjen je PDP11-računar, sa odgovarajućim prijemnicima impulsa i interface-ima za periferne uređaje, čiji je kapacitet memorije 16 K-reči (ili 24 K-reči).

Štampač izbacuje izveštaje 10-minutno, smenski i dnevno i daje signale upozorenja i alarma. Ako je proces vođen od strane procesnog računara, primenjuje se poseban štampač za davanje operativnih komandi računaru. U sistemu COURIER primenjuju se najviše četiri štampača za izveštaje, po jedan za svaki podsistem (do tri podsistema) i jedan zajednički štampač.

Na sl. 5 prikazan je analizatorski deo instaliranog sistema COURIER 300 sa 14 mernih mesta.

Današnje metode hemijske analize su vrlo tačne. Njihova tačnost je obično bolja od 1%. Analizator protočnog tipa, kakav je sistem COURIER 300, ne može da obezbedi ovakvu tačnost, već se ona obično kreće oko 5%. U stvari, tačnost merenja kod ovake metode je dosta složena funkcija parametara pulpe, kao što su srednja vrednost i promena koncentracije, sadržaj čvrstog, veličine čestica, kao i protoka pulpe. Osnovno je, da je baždarenje bazirano na uzorcima koji pokrivaju stvarni opseg promena. Pri tim uslovima se tačnost merenja povećava sa povećanjem opsega koncentracije.

Stvarna korist merenja, odnosno analiza, zavisi od efekta blagovremenosti, tj. od toga koliko izvršene analize odgovaraju trenutnom stanju u procesu. Kao što je već navedeno, rezultati 14 analiza uzoraka pulpe dobijaju se u sistemu COURIER za oko 8 minuta, tako da je prosečno kašnjenje oko 4 minuta. To je dovoljno kratko vreme da smisao i brzina promena koje se dešavaju u procesu mogu bez problema da se uoče, tako da ovo kašnjenje praktično ne dodaje nikakvu grešku pri vođenju procesa, već ostaje samo navedena greška koju unosi samo merenje. Sa druge strane, analize sa kašnjenjem od 60,40 ili 20 minuta, normalnim kada je u pitanju posebna priprema uzoraka za analizu, daju pogrešne informacije o trendu promena u toku velikog dela posmatranog perioda, a razlike, koje postoje u pojedinim momentima između stvarnog stanja i onog što analiza u tom trenutku daje, mogu biti vrlo velike.

Teškoće koje nastaju kada se proces separacije i koncentracije minerala vodi na bazi praćenja promena u procesu sa sistematskim kašnjenjima i greške koje se pri tom čine, moraju neminovno da ugroze rentabilitet proizvodnje. Proizvođač sistema COURIER pružaju, sa svoje strane, uverljive podatke o brzoj amortizaciji troškova nastalih uvođenjem analizatorskog sistema COURIER u sopstvenim flotacijama i to zahvaljujući povećanom kapacitetu prerade, boljem iskorišćenju rude i uštedama na hemikalijama (reagensima).

SUMMARY

Analyzing system COURIER 300

The paper outlines the operating principle of analyzing systems based on fluorescence under the

action of X-rays. A specific review is given for the properties of the COURIER 300 analyzing system, surely one of the best analyzing systems capable of sloving the problem of obtaining timely analyses of the processes of minerals concentration.

ZUSAMMENFASSUNG

Analysatorsystem COURIER 300

Im Artikel wurde das Arbeitsprinzip der Analysatorsysteme, die auf der Grundlage der Fluoreszenz unter der Wirkung von X-Strahlen arbeiten, gegeben. Ein besonderer Rückblick wurde auf die Eigenschaften des Analysatorsystems COURIER 300 geworfen, wahrscheinlich eins der besten Analysatorsysteme mit welchem das Problem der Gewinnung von rechtzeitigen Analysen aus dem Prozess der Mineralkonzentrierung gelöst wurde.

РЕЗЮМЕ

Анализирующая система COURIER 300

В статье описан принцип работы систем для проведения анализа работающих на основе флуоресценции под влиянием X-лучей. Особо дан подробный обзор свойств системы COURIER 300 вероятно одной из лучших анализирующих систем, решившей проблему получения своевременных анализов из процесса обогащения минералов.

Literatura

1. Ivanović, D., Vučić, V., 1975: Atomska i nuklearna fizika. Fizika III. — Naučna knjiga, Beograd.
2. Rahoja, J., 1973: Introduction to the COURIER 300 analyzing system. — OUTOKUMPU OY, Tapiola.
3. Sallinen, Höisä, 1977: COURIER 300, Technical data OUTOKUMPU OY, Espoo.
4. Savolainen, 1976: COURIER 300 On-stream analyzer, instalation information. — OUTOKUMPU OY, Espoo.
5. Seppänen, 1978: Economical survey of profitability of COURIER 300 analyzer. — OUTOKUMPU OY, Espoo.
6. Mattila, Paakkineen: On-stream analysis and Process Control Application in Mineral Concentrator. — The Zambian Enginner.
7. White, T., 1977: X-Ray On-Stream Analysis as an Operational Tool. — Mining Congress Journal.
8. Friend, D., 1957: Analytical methods employing X rays process instruments and controls handbook. — Mc Graw-Hill Book Company, New York.
9. Roentgenanalyse. — Messen in der Prozesstechnik, Siemens AG, Berlin, 1972.
10. Simultan-Roentgenspektrometer System PW 1600, Philips.
11. Mihajlović, M., Stanojlović, Č., 1977: Primena radioizotopskih merača gustine flotacijske pulpe i nivoa rude u bunkerima. — Rudarski glasnik br. 3/77, Beograd

Autori: dipl.inž. Marija Mihajlović i dipl.inž. Čedomir Stanojlović, Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. B. Kapor, Rudarski institut, Beograd

OCENA ISTRAŽENIH REZERVI I SREDNJIH VREDNOSTI BITNIH PARAMETARA LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA

Dr inž. M i l e t a S i m ić

Proračun rezervi mineralnih sirovina izvodi se u svojoj završnoj formi u vreme kada su završeni geološki istražni radovi, razjašnjeni svi bitni geološki i geološko-ekonomski faktori i kada, na osnovu po pravilu višegodišnjih ispitivanja, treba da se donese odluka, da li ležište treba da se uvede u eksploataciju ili da se na određeno vreme isključi iz neposrednog investicionog planiranja. Kod istraživanja siromašnih ležišta često se postavlja i problem ponovne ocene u vezi s čisto ekonomskim faktorima, kada s povećanom pouzdanošću treba utvrditi sigurne rezerve kako bi se izbegli ekonomski gubici. Pojam ponovne ocene ležišta usko je vezan s pojmom prekategorizacije rudnih rezervi, kada je na osnovu raspoloživih informacija potrebno prosuditi da li je potrebno investirati u nove istražne radove ili se zadovoljiti, uz određeni rizik, s postojećim stanjem pouzdanosti poznavanja rudnih rezervi.

U toku poslednjih godina razvijeni su novi metodološki putevi za programiranje istraživanja i ocenu ležišta mineralnih sirovina, na osnovu kojih je omogućeno da se preciznije odredi anizotropija u građi rudnih tela, njeni pravci i intenzitet zavisno od veličine rudnog tela, načina njegovog istraživanja, geometrije mreže istražnih radova i geometrijskih elemenata kod uzimanja proba. Kvantifikovanje ovih podataka osnovni je preduslov za ocenu rezervi mineralnih sirovina na način koji odgovara savremenom nivou znanja i mogućnostima savremene računske tehnike.

U jugoslovenskoj praksi ocena rezervi mineralnih sirovina vrši se na osnovu Propisa o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima iz 1966. god., koji je

razradio kriterijume za istraživanje osnovnih mineralnih sirovina, kako u pogledu geometrije mreže istražnih radova i oprobavanja, tako i u pogledu utvrđivanja osnovnih tehničkih i tehnoloških parametara na osnovu kojih može da se utvrdi vrednost ležišta. Desetogodišnja praksa primene ovih propisa nesumljivo je doprinela sređivanju stanja u poznavanju sirovinske osnove zemlje i omogućila perspektivno planiranje i otvaranje novih rudnika.

Osnovni metodološki put u oceni rezervi prema propisu sastoji se u tome, da se na osnovu veličine rudnog tela, njegovog položaja u prostoru i promenljivosti sadržaja korisne komponente ležište razvrstava u jednu od više grupa i podgrupa. Za svaku grupu i podgrupu je propisan način istraživanja, tip i gustina mreže istražnih radova, gustina oprobavanja, kao i minimalni obim tehničkih i tehnoloških ispitivanja. Na osnovu rezultata svih ispitivanja utvrđuje se pripadnost ležišta u celini ili nekog njegovog dela nekoj od kategorija A , B , C_1 i C_2 , koje definišu stepen poznavanja ležišta ili dela ležišta.

Za svaku kategoriju rezervi propisano je $p_A = \pm 10 - 15\%$, za B kategoriju $p_B = \pm 20 - 35\%$ i C_1 kategoriju $p_{C_1} = \pm 30 - 50\%$. Pouzdanost ocene nije precizirana tako da granice poverenja ne mogu da se odrede.

U momentu proračuna i priznavanja rezervi pravo stanje rezervi ili parametara koji utiču na procenu rezervi ne pozajmimo. U tom momentu na raspolaganju je skup informacija u rudnom telu na osnovu kojih možemo da sračunamo srednju vred-

nost (\bar{X}), varijansu (σ^2) i zakon raspodele (normalni, lognormalni ili neki drugi). S tim u vezi dozvoljeno odstupanje može da se stavi u vezu s granicom poverenja u skupu informacija ($X \pm t_\alpha \sigma_{\bar{X}}$) i da se procenat dozvoljenog odstupanja (p_k), citiran u propisu, izrazi kao odstupanje od srednje vrednosti

$$\rho \cdot \bar{X} = |t_\alpha \sigma_{\bar{X}}|$$

gde je t_α vrednost koja se bira iz statističkih tablica zavisno od nivoa pouzdanosti ($P = 1 - \alpha$). Ukoliko se nivo pouzdanosti ne ograniči ne može se ni dozvoljeno odstupanje odrediti.

Kod proračuna srednjih vrednosti glavnih parametara za proračun rudnih rezervi i rudnih rezervi unutar ograničenog rudnog tela treba utvrditi grešku određivanja srednje vrednosti i vrednost odgovarajućeg intervala poverenja.

Klasičnim statističkim postupkom, zasnovanom na statistici slučajnih vrednosti može, u ograničenom broju slučajeva, da se oceni greška u proračunu rezervi, polazeći od toga da je granična relativna greška približno jednaka zbiru relativnih greški zapremine rudnog tela i sadržaja korisne komponente. Uslov za primenu ovog postupka je da vrednosti parametara na kojima se zasniva proračun rezervi budu nezavisne čak i na malom rastojanju i da nema autokorelacijske među njima. Ako autokorelacija postoji, formira se ovim postupkom sistematska greška.

Kod istraživanja ležišta klasični statistički metod može da se primeni:

- kod ruđnih tela s promenljivom mineralizacijom po intenzitetu ili kada se smatra da vrednost u susednim istražnim radovima pripada prostorno odvojenoj mineralizaciji,

- kod rudnih tela s postojanim pružanjem, ali s velikom promenljivošću debljine,

- kod rudnih tela s izrazito postojanom rasprostirenom, odnosno kod takvih rudnih tela, gde su vrednosti analiziranog parametra međusobno nezavisne čak i na malom rastojanju.

Osnovni problem u oceni jednog ležišta, kada je završena jedna od faza istraživanja, svodi se u suštini na dva međusobno zavisna pojma:

- prenošenje informacije s nivoa jedne probe ili jedne bušotine na neki vodeći volumen (miniblok, eksploatacioni blok ili rudno telo u celini) i

- ukupne greške koja se formira u toku jednog od načina prenošenja informacija.

Usled toga što je mreža istražnih radova za dokazivanje nekog ležišta uvek diskretnog tipa (podatak u tački), sve ocene koje proističu iz obrade, kao što su ukupne količine rezervi, srednje vrednosti nekih parametara, karte i ostala grafička dokumentacija kojom u suštini prikazujemo kontinuitet neke pojave, mogu slučajno da se razlikuju od vrednosti koju ocenjujemo. Odstupanja se pojavljuju zbog toga, što se kod obrade informacija u diskretnom obliku interpolacionom metodom prenosi informacija iz tačke na liniju, sektor ili neki veći volumen i, na kraju na niz blokova, odnosno ležište u celini.

Veličina slučajnog odstupanja kod prelaska iz diskretnog u kontinuirani model ležišta zavisna je istovremeno od četiri činioca:

- geometrijskih parametara mreže istražnih radova, bilo da se ležište istražuje podzemnim rudarskim radovima bilo metodom istražnog bušenja, gustine istražnih tačaka i broja tačaka u volumenu koji se procenjuje,

- metode uzimanja proba, geometrijskih elemenata proba i njihove orientacije u prostoru,

- promenljivosti geoloških parametara u prostoru i

- metodološkog puta proračuna koji treba iz diskretnog modela da formira kontinuirani (rasprostranjenje informacije) i da se istovremeno formira osnova za izradu karata, osnova za proračun srednjih vrednosti parametara i slično.

Među nabrojanim činiocima jedini objektivni činilac jeste promenljivost geološkog parametra ili grupe parametara u prostoru, a svi ostali se nalaze pod direktnim uticajem istraživača koji koncipira terenski i kabinetski program istražnih radova. Prema tome, osnovni metodološki pravac sastoji se u tome, da se na osnovu prostorne promenljivosti osnovnih parametara u proračunu rezervi izabere takva mreža istraživanja, metodika uzimanja proba i takav algoritam obrade podataka, koji bi za dati

nivo istraživanja osigurali unapred programiranu pouzdanost rezultata uz minimalne troškove istraživanja.

Metode proračuna rudnih rezervi kao što su poligonalna, metoda blokova, metoda paralelnih i neparalelnih profila i druge pripadaju grupi geometrijskih metoda i široko se primenjuju u domaćoj praksi. Nedostatak ovih metoda je što ne omogućuju proračun varijanse proširenja. Iskustva u primeni ovih metoda su mnogostrana i to je osnovni razlog što su ove metode u svetu prve prilagođene za korišćenje na računarima još u toku 60-tih godina(Hewlet R., 1961.) i odmah u ovom obliku primenjene u praksi rada Rudarskog instituta u Beogradu.

U toku proteklih godina korišćena je u Rudarskom institutu metoda miniblokova, kod proračuna eksploracionih rezervi ležišta, čiji su osnovni metodološki pravci poznati stručnoj javnosti (Lepojević V., Bratičević D., 1973.), a primeri primene ove metode su izloženi za različita ležišta sirovina za cementnu industriju (Simić M., Lepojević V., 1974.), (Lepojević V., i Golubović P., 1975.), ležišta uglja u složenim uslovima (Vitorović D., Bratičević D., 1976.).

Pored navedenih ležišta metodom miniblokova uz punu primenu računske tehnike obrađena su ležišta različitih genetskih tipova:

- dismenentna ležišta bakra u Velikom Krivelju (SR Srbija) i Bućim (SR Makedonija)
- sedimentna ležišta nikla kore raspadanja u Golešu i Čikatovu (AP Kosovo)
- otkopno polje Tamnava u kolubarskom ugljenom basenu
- otkopno polje Dobro Selo i Belačevac u kosovskom ugljenom basenu
- ležišta uglja u pljevaljskom ugljenom basenu
- ležišta uglja u Oslomeju (Kičovo) i pelagojskom basenu u SR Makedoniji (Suvodol)
- ležišta uglja u okviru Južnog sinklinorijuma u tuzlanskom basenu
- olovo-cinkovo ležište Zijača (AP Kosovo).

Nagomilana iskustva u obradi ležišta ovom metodologijom zahtevala su svestranu analizu interpolacionih metoda za proširenje informacije iz nivoa probe u bušotini ili podzemnom rudarskom radu na zapreminu bloka, naročito kada se razmatra rastojanje na koje informacija može da se prenese, a da se tom prilikom ne prekorači prihvatljiva greška ocene razmatranog parametra.

Geostatičkim postupkom moguće je u okviru prostorno ograničenog i geometrijski jednorodnog rudnog tela izvršiti proračun varijanse proširenja s bušotine na blok, s bloka na grupu blokova ili celo ležište uzimajući u obzir varijansu i kovarijansu sadržaja proba u blokovima, čije vrednosti zavise od originalne promenljivosti osnovnih parametara, geometrije proba, karakteristika mreže istražnih radova i prostornih dimenzija rudnog tela.

Za uspešnu primenu geostatističkih metoda kod analize ležišta i svih bitnih parametara za svaku fazu istražnih radova formira se geološki model ležišta na osnovu koga se vrši izbor polazne informacije za formiranje matematičkog modela. Pre nego što se pristupi matematičkoj obradi ulaznih podataka, sve informacije se sistematizuju ne samo sa stanovišta statističke analize, već prevashodno s geološkog gledišta. Kod analize rudnog ležišta izvrši se reonizacija u pogledu jednorodnosti i na osnovu geoloških uticajnih faktora povuku se granice među nejednorodnim skupovima. Unutar svakog jednorodnog skupa proverava se identičnost primarnih uslova dobijanja informacije koji mogu da proisteknu zbog različitih metoda istražnih radova (bušotine ili podzemni rudarski radovi i raskopi na površini terena), načina uzimanja proba, geometrije i veličine proba.

Osnovni prikaz geostatičkog postupka u oceni ležišta mineralnih sirovina prikazao je u domaćoj literaturi M. Perišić (1976). Cilj geostatičkog modeliranja jeste ocena srednjih vrednosti izučavanih osobina mineralne sirovine u konturama istraženih delova ležišta i blokova u zavisnosti od njihove prostorne promenljivosti i u funkciji geometrijskih karakteristika blokova, prostornog rasporeda (dispozicije), veličine i orientacije istražnih bušotina, rudarskih radova i načina uzimanja proba. Geostatičkim postupkom proračunava se varijansa i kovarijansa (ako je potrebno) prenošenja vrednosti od probe na razmatrani volumen. Varijansa i kovarijansa određuju ukupnu varijansu

parametra (debljina rudnog tela ili sadržaj korisne ili bilo koje komponente) u bloku, uzimajući u obzir geometriju bloka, geometriju istražnih radova i proba. Ova varijansa nazvana je varijansom procene.

Osnovna razlika između statističkog i geostatističkog metoda ocene rezultata istraživanja, odnosno ocene ležišta u celini, sastoji se u tome, što geostatistika razmatra objekte istražnih radova u njihovom geometrijskom polju s određenim zakonom prostorne promenljivosti i s potpuno određenom vrednošću parametara u svakoj tački prostora, definisanog preko zone uticaja, neprekidnosti, anizotropije i „nugget“ efekta. Prostorna promenljiva, ili regionalizovana varijabila (M. Perišić 1976.) ne sadrži, za razliku od klasične statistike, element slučajnosti i potpuno je određena u prostoru.

Geostatički model je veoma prilagodljiv i može se koristiti kod svih metoda istraživanja čiji rezultati mogu da se iskažu u numeričkom obliku, jer je metodološki usaglašen s tradicionalnim postupcima u proračunu rezervi i uvažava principijelne osobenosti istraživa – diskretnost uzimanja proba i sličnost istražno geoloških parametara s pojmom prostorne promenljive.

Prema dosadašnjim iskuštvima primene geostatističkog modeliranja u oceni metaličnih i nemetaličnih ležišta dolazi se do zaključka da metoda može uspešno da se primeni

1. kod izbora svih činilaca u proračunu rezervi koji zavise od:

- parametara istražne mreže
- zapremine proba, odnosno njihove veličine
- prostorne promenljivosti sadržaja jedne ili više komponenti (ili debljine, ili nekog drugog parametra)

– tipa ocene (zavisno od faze istražnih radova) i

- vrste parametra koji se razmatra.

2. kao metode za procenu statističkih hipoteza o promenljivosti parametara, procene samih parametara i varijansi te procene

3. kod programiranja istražnih radova kroz optimizaciju istražne mreže

4. kao ocena istraženih rezervi i bitnih parametara ležišta, zavisno od faze istražnih radova i nivoa pouzdanosti ocene.

Kod razmatranja stepena istraženosti rezervi treba na početku razgraničiti pojam tačnosti proračuna i pojam detaljnosti poznavanja rezervi.

Tačnost ocene srednjih vrednosti parametara, a prema tome i srednjih ocena rezervi, uslovljena je udelom slučajne komponente za parametar koji se razmatra. Ove ocene zavise od broja istražnih preseka, odnosno od broja proba.

Detaljnost poznavanja rezervi uslovljena je udelom koordinirane komponente promenljivosti nekog parametra (sadržaj korisne komponente ili neki drugi) i na prvom mestu zavisi od gustine mreže istražnih radova.

Stoga se za ocenu stepena istraženosti ukupnih rezervi razgraničava za svaki parametar udeo slučajne i udeo koordinirane komponente u fazi utvrđivanja linijskih rezervi, odnosno u fazi analize linijskih variograma. U tom slučaju detaljnost poznavanja rezervi se ocenjuje prema stepenu utvrđivanja i geometrizacije koordinirane komponente izučavanog parametra kod linijskih variograma, a za ocenu tačnosti proračuna rezervi koristi se varijansa slučajne komponente.

Metodološki put ocene ležišta korišćenjem geostatističke teorije je plodotvorniji od sadašnjeg načina ocene ležišta, jer nameće svestraniju analizu geoloških činilaca i ispitivanje korelacionih veza među njima, što u krajnjoj liniji, omogućuje s određenom sigurnošću ocenu stanja i kvaliteta rezervi u ležištu.

* Pod pojmom „nugget“-efekta podrazumeva se mikro-nejednorodnost parametra čija numerička vrednost se dobija na preseku semivariogramske funkcije sa y osom.

SUMMARY

Estimation of explored and Average Values of Mineral Deposit Essencial Parameters

Estimation of explored reserves and average values of essential parameters in domestic practice is due to be accomplished in compliance with regulations on classification of deposit and categorization of its reserves. The regulations cover criteria about maximum distance between the research works and allow certain deviations regarding ore quantities, however the reliability of estimation is not completely secured. Therefore application of geostatistical method for estimation of ore quantity deviations as well as for all parameters, effecting appraisal of ore reserves, is suggested.

Such a method secures more complex analyse of deposit geological characteristics, their numerical presentation, determination of correlative dependency between them and enables more reliable estimation of condition and quality of reserves in a deposit.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Einschätzung der erkundeten Vorräte und der Mittelwerte der erkundeten Hauptparameter der Mineralrohstofflagerstätten

Die Einschätzung der erkundeten Vorräte und der Mittelwerte der wesentlichen Parameter wird in der einheimischen Praxis auf Grund der die Klassifizierung der Lagerstätten und Kategorisierung deren Vorräte regelnden Bestimmungen, durchgeführt. In den Bestimmungen sind, außer dem Kriterium über die maximale Abstände zwischen den Erkundungsarbeiten, zulässige Erzmengenabweichungen bestimmt worden, die Zuverlässigkeit der Einschätzung ist aber nicht präzisiert. Es wird Benutzung des geostatistischen Verfahrens zur Bestimmung der Erzmengenabweichungen als auch aller die Einschätzung der Erzvorräte beeinflussenden Parameter, vorgeschlagen. Ein solches Verfahren regt eine vielseitigere Analyse der Lagerstättencharakteristiken, deren Ausdruck in numerischer Form, Bestimmung der korelativen Zusammenhänge unter ihnen und ermöglicht mit bestimmter Zuverlässigkeit die Einschätzung des Standes und die Erzqualität in der Lagerstätte, an.

РЕЗЮМЕ

Оценка разведанных запасов и усредненных значений исследованных основных параметров месторождений минерального сырья

Оценка разведанных запасов и усредненных значений основных параметров разрабатывается в настоящее время на основании инструкции регулирующей классификацию месторождения и категоризацию его запасов. В инструкции, кроме критериев о максимальных расстояниях между скважинами, установлено допустимое отклонение количества руды, но достоверность оценки не уточнена. Предлагается внедрение геостатистического метода для определения отклонения количества руды, а также и всех прочих параметров влияющих на оценку рудных запасов. Такой метод побуждает к всестороннему анализу геологических характеристик месторождения, его выражению в цифровой форме, к нахождению корреляционных зависимостей между ними и предоставляет возможность оценки состояния и качества запасов в месторождении со значительной достоверностью.

L iteratur a

- Lepojević V., Bratičević D., 1973: Obračun masa metodom miniblokova u ležištu za površinsku eksploataciju. — I jugoslovenski simpozijum o površinskoj eksploataciji, Beograd.

Lepojević V., Golubović P., 1975: Prime-
na računara i matematičkih modela kod obrade rezervi
i kvaliteta laporaca i krečnjaka beočinske fabrike
cementa. — Zbornik radova Simpozijuma „Eksploata-
cija, transport i priprema sirovina u cementnoj industriji”.

Perišić M., 1976: Kratak kurs primenjene geostatisti-
ke. Rudarski institut — Beograd.

Simić M., Lepojević V., 1974: Statistička
analiza ležišta cementnih laporaca Usje primenom
metode miniblokova. — Rudarski glasnik 3, Beograd.

Vitorović D., Bratičević D., 1976: Sistem
programa za kompjutersku obradu ležišta u složenim
rudarsko-geološkim uslovima. — Savetovanje „Nove me-
tode geoloških istraživanja i oprema”, Opatija.

Blaïs R.A., Carlier, P.A. 1968: Applications
of Geostatistics in Ore Evaluation. — The Canadian
Institute of Mining and Metallurgy, S. V. 9.

Autor: dr inž. Milet Simić, Zavod za informatiku i ekonomiku u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: prof. dr inž. M. Perišić, Rudarski institut, Beograd

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Roboter instalacije za izradu hodnika

Ova instalacija za izradu hodnika se sastoji od Roboter selektivne mašine za izradu hodnika i novo konstruisanog postavljača podgrade koji je, uglavnom, predviđen da otkloni prekide u rezanju, uslovljene postavljanjem podgrade. Selektivna mašina Roboter od 60 t izrađuje hodnike sa presekom B 14 do B 22 iz mesta sa izvozom oborenog materijala celom širinom poda. Postolje rezne katarke može da se premesti za izradu bočnih hodnika u povratku. Nova elektro-hidraulička, proporcionalna daljinska kontrola omogućuje rukovaocu da prati proces rezanja sa najpogodnijeg mesta, dok regulacija brzine rezne glave olakšava tačno održavanje konture. Periferni monitorski uredaj prikazuje položaj rezne glave u preseku hodnika na ekranu. Instalacija za postavljanje podgrade skraćuje vreme postavljanja. Priprema za postavljanje se vrši iza Robotera. Instalacija sadrži dva manipulatora koji se kreću hidraulički duž

jedne šine (monoreila): zadnji manipulator podgrade bira paletu, premešta je na mesto sklapanja gde se krovni nosači za tri podgrade postavljaju na paleti radi izrade poduhvatnog sklopa, a prednji manipulator poduhvatnog sklopa prenosi pripremljeni sklop u hodnik i povezuje ga sa postojećom podgradom. Prema tome, rezno dejstvo glave se prekida za samo kratko vreme, dok se postavlja poduhvatni sklop.

Mining Reporter – 7

Teška oprema za površinsko otkopavanje

Bager vedričar za otkopavanje prekrivke u otkopu lignita Fortuna-Garsdorf, Rheinische Braunkohlenwerke AG sa dnevnim kapacitetom od 200.000 m³ je jedan od novih velikih bagera koji daje značajan doprinos ekonomičnosti eksploracije lignita kao primarne energije. Nove površinske tehnike su sve eminentnije u svetu i određuju

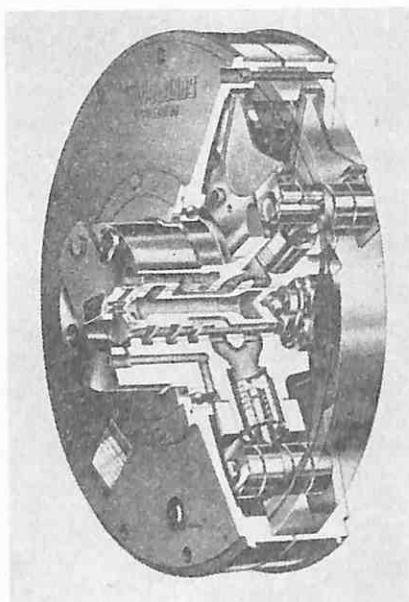


sistem iskorišćenja vrednih minerala u nekonsolidovanim ležištima. Ispituju se novi procesi obogaćivanja i čovekova sredina se restaurira u velikom obimu.

Mining Reporter – 246

Pogoni pločastih transporterata sa priključnim hidrostatičkim motorima

Ovi snažni priključni hidrostatički motori su predviđeni za situacije koje zahtevaju velike obrtne

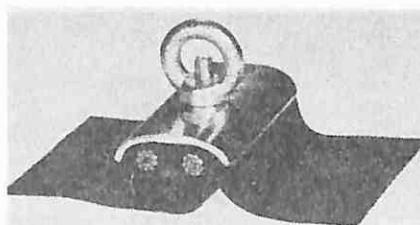


momente i male brzine i obezbeđuju promenljivu brzinu i efikasnu zaštitu od preopterećenja. Motori dostižu maksimalni obrtni momenat od 122.500 Nm i minimalne brzine od 0,01 o/min. Osovinski priključak je ostvaren preko standardnih uklopnih diskova bez podešavajuće opruge. Ovi pogonski uređaji ne zahtevaju temelje za razliku od težih uporedivih reduktora. Pogoni se nalaze na jedanaest pločastih transporterata koji otkopavaju boksit u australijskoj pustinji.

Mining Reporter – 107

Novi uredaj za spajanje plastičnih kanala

Izrađene su spojnice za spajanje plastičnih ventilacionih kanala raspoređene ravnomerno na



rastojanjima od 0,5 m oko obima spoja. Proizvođač navodi pouzdanost i trajnost kao prednosti nove vrste spojnice, koja može da izdrži pritiske uslovljene udarnim talasima ventilatora. Postavljanje ne predstavlja nikakvu teškoću.

Mining Reporter – 211

Prikazi iz literature

L e f e v r e, J: *Komprimovani vazduh* (L'air comprimé). — Izdanje J.B. Ballière, 1978., sv. 1, str. 799, 384 slike, Pariz

U knjizi su obrađena sva pitanja u vezi sa komprimovanim vazduhom. Posle opširnog opisa termodinamičkih zakonitosti pri sabijanju i širenju gasova nadovezuje se poglavlje o svim vrstama kompresora, gde se izlažu opširno i sa slikama, jednostepeno i višestepeno sabijanje, konstrukcione karakteristike i elementi kompresora, mogućnosti njihovog regulisanja kao i potreban pribor. Dalje je obrađeno pitanje izbora vrste konstrukcije, pogona i smeštaja kompresora, kao i pribora, filtera, rezervoara za vazduh, hlađenja i razvodne mreže.

Na kraju je dato poglavlje o aparatima za merenje i metodama merenja, koje se primenjuju kod primopredaje kompresora i kontrole rada.

K u n d e l, H.: *Priručnik za mehaničko dobijanje uglja* (Handbuch der mechanischen Kohlenförderung). — 5. prerađeno izdanje Verlag Glüchauf, 1978, 245 str., 104 slike i tablice, cena: 46,80 DM

Pojedina poglavlja su, prema ranijim izdanjima znatno proširena. Posle opšteg statističkog razmatranja potpuno mehaničkog dobijanja, otkopnih metoda, mašinskih uređaja za eksploataciju i za vrste zasipa detaljno su izložene pretpostavke za mehanizaciju dobijanja uglja. S tim u vezi izložene su nove metode upravljanja otkopima i kritično područje prelaza široko čelo — hodnik. Jedno veliko poglavlje je posvećeno tehničkim mogućnostima potpuno mehaničkog dobijanja u različitim područjima zaledanja; izneti su novi razvoji i hidromehaničko otkopavanje u rudniku Hanza. Navedene su tehničke i organizacione mogućnosti za povećanje proizvodnje i poboljšanje učinka.

Na kraju su prikazane ekonomika mehanizacije i pogonska organizacija proizvodnih odeljenja.

B a r t k n e c h t, W.: *Eksplozije — njihov tok i zaštitne mere* (Explosionen, Ablauf und Schutzmassnahmen). — Springer-Verlag 1978, str. 264, slika 258, tablice 34, cena 148 DM, Berlin.

U ovoj knjizi je dat pregled nastajanja i dejstva eksplozija, kao i mogućih mera za sprečavanje eksplozija, odnosno smanjenje dejstva eksplozije. Problemi su izneti na vrlo razumljiv način, a data je vrlo opširna literatura. Detaljno je prikazano kako se kod gorivih gasova i prašina, određivanjem specifičnih parametara eksplozije, mogu sagledati, oceniti i na osnovu takvog saznanja izabrati optimalne zaštitne mere od eksplozije. Autor iznosi, da se mnogi problemi zaštite od eksplozije ne mogu rešiti opitima na modelu u laboratoriji, nego samo velikim opitima, čak u razmeri 1 : 1. Stoga on poslednjih godina ide konsekventno tim putem. Rezultati takvog rada daju se dalje i treba da ubede čitaoca, da se sagledana opasnost od eksplozije može svakako ograničiti.

Zaštitne mere od eksplozija iznose se na osnovu praktičnih primera iz raznih industrijskih grana; preporučuje se sistematska primena opisanih zaštitnih mera.

Internacionalni simpozijum o otkopavanju debelih slojeva, 1977

(Proceedings of International Symposium on Thick Seam Mining 1977). — Department of Mining Engineering, Dhanbad, Indian School of Mines, Indija.

Indijska proizvodnja kamenog uglja, koja je stagnirala usled krize naftne na oko 70 mil t/a, porasla je do 1976. na 101 mil t/a. U ovom trenutku se naročita pažnja posvećuje otkopavanju debelih slojeva. Pod debelim slojevima se podrazumeva debljina iznad 4,8 m. Udeo debelih slojeva u rezervama kamenog uglja ceni se na 75 %, pri čemu je udeo u proizvodnji relativno mali. Deblji-

na dosad otkopanih slojeva ide čak do 45 m. U najnovije vreme je otkriven sloj debljine 130 m. Maksimalna dubina otkopavanja iznosi sada 800 m. Preovlađuje blago zaleganje. Zbog vrlo velikog udela peščara u povlati kamenih slojeva primenjuje se kod debelih slojeva skoro isključivo stubna otkopna metoda, delom sa hidrauličkim zasipom, delom otkopavanjem sa zarušavanjem. Mora se reći, da je otkopavanje u prošlosti vršeno vrlo nepotpuno. Rezerve u ostavljenim stubovima se računaju na 2 mrd tona. Svrha Internacionalnog simpozijuma o otkopavanju debelih slojeva bila je, da se nađe način za bolji tehnički, ekonomski i sigurnosni rezultat. Sa 25 članaka, pored britanskih, francuskih, jugoslovenskih i poljskih, a uglavnom, indijskih autora govorи se, uglavnom, o mnogostrukim pitanjima indijskog rudarstva kamenog uglja. Kao glavna tendencija se ocrtava širokočelno otkopavanje u pojasevima. Nizak nivo nadnica sprečava primenu moderne mehanizacije. Vredi napomenuti, da je opšta težnja, da se izbegne zasipavanje. U području slojeva sa strmim zaledanjem slojeva ispituje se hidromehaničko otkopavanje i podetažno otkopavanje sa zarušavanjem. Primetan deo debelih slojeva otkopava se i površinski. U dva članka razmatra se problem površinskog otkopavanja debelih slojeva, u kojima je već ranije nepotpuno otkopavano jamski pensilvanijskom metodom.

Borchert, H: Grafička objašnjenja za studiranje rudnih nalazišta (Lernbätter zur Lagerstätttenkunde). — Izdanje Glückauf GmbH, 101 crtež, cena 19,80 DM, Essen.

„Grafička objašnjenja—crteži za studiranje geohemije i rudnih ležišta“ prikazuju, uglavnom, šematisiranim procesima zemljine kore u komprimovanom obliku najvažnije procese, do kojih dolazi usled „geohemiske razređenosti“, koncentracije elemenata i stvaranja nalazišta. Obrađeno je veliko područje: počev od geotektonike — sa konvekcionim ciklusima u još tečnom spoljnog jezgru zemlje kao uzrokom kretanja kore i magnetizma, preko magmatskih diferencijacionih procesa sa koncentracijom ruda, uzimajući pri tom u obzir dominantne fizičko-hemijske uslove. Pojedini elementi pokazuju raznovrsno ponašanje u promenljivoj sredini stvaranja, od koncentracije u sedimentima do mobilizacije u okviru ultrametamorfognog ponovnog topljenja.

Ovi crteži nemaju karakter udžbenika, pre repetitorijuma iz nauke o ležištima i geochemije, a prikazani su na ekonomski interesantnim sirovina-ma.

Worobec, E.A: Kanadski rudarski priručnik 1978–1979-godišnja publikacija (Canadian Mines Handbook 1978–1979). — Izdavač: Northern Miner Press Ltd, 404 str.

Ovaj priručnik sadrži detaljne podatke o preko 3000 rudarskih firmi sa njihovim adresama, menadžmentom, proizvodnjom, rezervama, plasmanom, ekonomskom situacijom, istraživačkom delatnošću i povezanošću sa drugim preduzećima. Osim toga, knjiga sadrži adrese najvažnijih ministarstava, Mining Association pojedinih država i rudarskih profesionalnih organizacija. 28 karata prikazuju najvažnija rudarska područja. Veća karta za savijanje posvećena je rudarstvu urana u severnom Saskačevanu. Dati su statistički podaci o proizvodnji, izvozu, dividendama pojedinih preduzeća i razvoju cena najvažnijih metala.

Operativna istraživanja u rudarstvu 1978. (Unternehmungsforschung im Bergbau 1978). — Izdavač: Glückauf, 1978, 288 str. cena 38,60 DM

U ovoj knjizi se nalaze predavanja i diskusije povodom održavanja simpozijuma „Unternehmungsforschung im Bergbau“ u Esenu marta 1978. godine. Knjiga predstavlja stvarnu i metodičku dopunu istoimenih simpozijuma održanih 1971. i 1978. godine svezaka 1 i 3 ove vrste publikacija.

Izveštaji o primeni u rudarstvu kamenog uglja, lignita, soli i rudarstva metala potvrđuju, da je operativno istraživanje apsolutna potreba za rešavanje problema planiranja, valorizacije i upravljanja.

Za rudarstvo kamenog uglja članci o otvaranju, planiranju dimenzija jame i planiranju proizvodnje predstavljaju tematski krug, koji danas obuhvata najvažnije pozicije akcija u rudarstvu.

Kod lignita — modeli planiranja i odlučivanja — prikazan je tok radova optimalnog specifičnog planiranja, upravljanja i kontrole.

Posebno područje primene, važno za budućnost, prikazano je člancima o ocenjivanju rudarskih projekata u inostranstvu. Model ukazuje na mnogostrukе teškoće, do kojih može doći kod

odлука o investiranju u inostranstvu i treba da posluži kao pomoć u rešavanju i oceni svih uticajnih veličina od finansiranja do tehničkog ostvarenja.

Na osnovu članka može se oceniti, da je učinjen veliki napredak u poređenju sa prethodno objavljenim knjigama i da su savladane početne teškoće kod primenjivanja metoda operativnog istraživanja njihovog podešavanja tipično rudarskim problemima.

Borchert, H: Ležišta rude mangana (Lagerstättenkunde des Mangans) — Geneza, prospekcijska mogućnost korišćenja. — Izdavač: Glückauf GmbH 1979, 170 str. 37 sl. 15 tabl. cena 88 DM.

Knjiga „Ležišta mangana“ nastala je na osnovu skoro dvogodišnjeg istraživanja za direkciju „Stahl“ (čelik) komisije EZ u Briselu. Deset najvažnijih tipova nalazišta mangana imaju vrlo različit ekonomski značaj. Nezavisno od toga, autor ih je obradio najpre po opštoj osnovi prema njihovim uslovima nastajanja, počinjući od kristalno-fizičkih i geochemijsko-petroloških podloga, koji u zavisnosti od geološko-tektonskih uslova izazivaju sasvim različite vrste mineralizacija, oblike rudnih tela i procente metala. Kod što je moguće preciznije karakterizacije procesa koncentracije rude stalno se imao u vidu praktično inženjerski cilj, da se iz uslova nastajanja izvedu optimalne mogućnosti istraživanja, kao i otvaranja, eksploracije i pripremanja.

Marino-sedimentne tvorevine su od izvanredno velikog značaja za mangan i gvožđe. Ipak, i dinamika marino-ekonomike materije ima veliku važnost za sumpor, bakar, kobalt, uran, molibden. Od takvih primarnih ruda, naročito iz „formacije crnih škriljaca“ — iz metamorfisanog prekambrijuma — nastala su bogata rudna tela mangana kao rezultat lateritskih raspadanja, koja su vrlo raširena na južnom delu zemljine kugle, i čiji će značaj sve više rasti sledećih decenija.

U budućnosti se moraju koncentracije ruda otkopavati površinskim otkopima i jamama sa sve većom dubinom. To važi i za marino-sedimentne pojave rude mangana i njegove vrlo različite varijante.

Genetski vrlo srodne tvorevine predstavljaju geološki mlađe i najmlađe istorije zemlje i noduli mangana, u dubokim morima, koji sadrže skupocene metale naročito bakar, nikl i kobalt.

Sledećih decenija neće još doći do teškoća u snabdevanju manganom.

Tehnika komprimovanog vazduha (Drucklufttechnik). — Atlas Copco, priručnik, 4. izdanje, 523 str., Essen.

U odnosu na ranija izdanja ovo 4. izdanje je znatno prošireno. U priručniku su izložene najvažnije osnovne tehnike komprimovanog vazduha, koje imaju vezu sa praksom, način proizvodnje, postupanja i raspodele. Pri tom, je, u isto vreme, prikazan obimni program firme Atlas Copco. Pojedina poglavija su napisana koncizno, ali lako razumljivo, tako da se može na osnovu toga birati alat, kompresori i ostali pribor kao i uređaji, koji su potrebni prilikom raspodele. U knjizi su sadržane sve mogućnosti primene komprimovanog vazduha, oruđa i uređaja.

Rapp, R: Prskani beton sa čeličnim vlaknima u rudarstvu i tunelogradnji (Stahlfaserespritzbeton). — Verlag Glückauf GmbH, Essen, 1979, 200 stranica sa 40 slika i mnogo tablica, cena: 32 DM.

Prskani beton sa čeličnim ulošcima može se zbog svojih osobina vrlo korisno primeniti u rudarstvu i tunelogradnji. U njegove pozitivne osobine se ubrajuju: brzo postizanje visoke čvrstine, čvrstina na savijanje i istezanje i podobnost za primenu. Ovaj materijal nije dosad postigao veliku primenu, naročito zbog procesno-tehničkih problema kod izrade. Analiza dosadašnjih istraživanja, prikazana u ovoj knjizi, pokazuje sasvim jasno, da dosad nisu bili dovoljno ispitivani i analizirani procesno-tehnički uticajni faktori. To važi, kako za teoriju transporta materijala za prskanje, tako i za razvoj povratnog udara, registrovanje opita i uzimanje u obzir uticajnih faktora kod obrade podataka.

Trebalo je da se izrade podloge za ekonomičnu primenu prskanog betona sa čeličnim vlaknima. Ovaj rad se upravo bavi utvrđivanjem teoretskih stavova, koje treba uzeti u obzir kod odbojnog udara, kontrolom stečenih saznanja obradom podataka obimnih opita pod uslovima radnog mesta,

dejstvom procesno-tehničkih uticajnih faktora na menjanje sastava prskanog betona sa čeličnim vlaknima. Saznanja se koriste u rudarstvu i tunelogradnji.

Polazeći od potrebe za ojačavanjem zidova jamskih prostorija, autor daje uputstva za optimalnu primenu betona sa čeličnim vlaknima i ukazuje na mogućnosti daljeg razvoja.

Bibliografija

Eksploracija mineralnih sirovina

Pošnev, V.M.: **Statističko moduliranje upravljanja efikasnošću rudarske proizvodnje** (Statisticheskoe modelirovanie upravleniya effektivnost'ju gornogo proizvodstva). „Upr. gorn. pr-vom“ Sverdlovsk, 1977, str. 41–44, 2 bibli. pod., (rus.)

Dec, A. i Sicinski, K.: **Kompjutersko-dispečerski sistemi u rudarstvu** (Komputerowe systemy dyspozitorskie w górnictwie) „Mech. i automat. gorn.“, 16(1989)6, str. 31–34, 3, 4, 5, 6, 7, 5 il., (polj.)

Produktivnost rada u industriji uglja Veleke Britanije (Opinion vindicated). „Mine and Quarry“, 7(1978)6, str. 15, (engl.)

Musina, K.G., Žernakov, Ju.I. i Ignat'eva, M.N.: **Nivo organizacije rada i proizvodnje i njihov uticaj na produktivnost rada u uslovima podzemnih rudarskih preduzeća** (Uroven' organizacii truda i proizvodstva i ego vlijanie na proizvoditel'nost' truda v usloviyah podzemnyh gornorudnyh predpriyatij). „Upr. gorn. pr-vom“, Sverdlovsk, 1977, str. 30–38, 1 il., 6 tabl., (rus.)

Watkowski, T. i Machej, W.: **Primena metode L.A. Šrejnera za određivanje fizičko-mehaničkih osobina stena na malim uzorcima** (Zastosowanie metody L.A. Schreinera do określenia właściwości fizyczno-mechanicznych skał na zminiaturyzowanych próbках geologicznych) „Techn. poszuk.geol.“, 17(1978)3, str. 44–48, 5 il., 1 tab., 6 bibli. pod., (polj.)

Red. Kurlenja, M.V.: **Naponsko stanje stenskog masiva** (Naprijažennoe sostojanje porodnyh massivov) Novosibirsk, 1978, 147 str. (knjiga na rus.)

Zlotnikov, M.S. i Glušihin, F.P.: **Metodika pitanja modeliranja metodom ekvivalentnih materijala: karakteristika materijala po homogenosti i reproduktivnosti osobina** (Metodičeskie voprosy modelirovaniya metodom ekvivalentnyh materialov: karakteristika materijalov po odnorodnosti i vosproizvodimosti svojstv) „Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. iskopaemyh“, (1978)4, str. 92–98, 4 il., 3 tabl., (rus.)

Beljakov, V.D. i Filatov, N.A.: **Ocena razaranja masiva stena u blizini podzemnih prostorija na bazi fotoelastične analize modela** (Ocenka razrušenija massiva gornyh porod v blizzi podzemnyh vyrobok na osnovanii fotouprugogo analiza modelej) „Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. iskopaemyh“, (1978)4, str. 14–20, 5 il., 14 bibli. pod., (rus.)

Renev, A.A. i Poljakov, A.N.: **Rezultati izučavanja napona metodom elektrometrije u konstrukcijskim elementima etažnokomornog sistema otkopavanja** (Rezul'taty izuchenija naprijaženij v konstruktivnyh elementah étažno-kamernoj sistemy razrabotki metodom élektrometrii) „Naprjaž. sostojanie porodn. massivov“, Novosibirsk, 1978, str. 131–133, 2 il., (rus.)

Ajmanov, I.T. i Čestnov, A.F.: **Ispitivanje opasnosti od udara stena nekih ležišta Srednje Azije pomoću elektrometrije** (Issledovaniye udaroopasnosti gornyh porod nekotoryh mestoroždenij Srednej Azii elektrometrij) „Naprjaž. sostojanie gorn. massivov“, Novosibirsk, 1978, str. 106–109, 5 il., 1 tabl., 2 bibli. pod., (rus.)

Ajmanov, I.T., Samorodskij, A.V. i Badev, V.K.: **Razvoj dinamičkih oblika razaranja stena sa povećanjem dubine otkopavanja** (Razvitie dinamičeskih form razrušenija gornyh porod s uveličeniem

- glubiny razrabotki) „Bezopasn. truda v prom-sti”, (1978)7, str. 34–35, (rus.)
- Egorov, P. V.: Prognoza i sprečavanje gorskih udara (Prognoz i predotvrašenje gornih udarov) „Bezopasn. truda v prom-sti”, (1978)7, str. 35–37, 4 il., (rus.)
- Eršov, N. P., Pankov, D. V. i dr.: Razvoj tehnologije bušenja i miniranja na površinskom otkopu Kovdorskog GOKa (Razvitie tehnologii buro-vzryvnyh rabot na kar'ere Kovdorskogo GOKa) „Gornyj ž.”, (1978)8, str. 43–46, 2 il., 2 tabl., (rus.)
- Fordham, S. i Shannon, G.: Uredaj za milisekundno miniranje (Delay ignition transmission assembly) /Imperial chemical industries Ltd/ Engleski patent, kl. F 3 A, (F 42 B 3/16), Nr 1516031, prijav. 27.02.76, Nr. 7811/76, objav. 28.06.78.
- Rendu, J. M.: Primena kompjutera za izbor osnovnih parametara dubokih bušotina na rudniku bakra Prieska (A computer package for improved planning of blast hole layout at Prieska copper mine) „Automat. Mining, Miner. and Metal Process, Proc. 2nd IFAC Symp., Johannesburg, 1976”, Pretoria, 1977, str. 325–335, diskus. 727–728, (engl.)
- Kornilkov, V. N., Vandyšev, A. m., i dr.: Otkopavanje moćnih blago nagnutih i kosih slojeva bez ostavljanja stubova (Bescelikovaja otrabotka moćnih pologih i naklonnyh plastov) M., „Nedra”, 1978, 171 str., ič., (knjiga na rus.)
- MacLean, A. R. i Merner, D. R.: Komorno-stubna metoda otkopavanja uglja u jami Prince Mine (Room-and-Pillat Mining at Devcos Prince Mine) „C. I. M. bull.”, 71(1978)794, str. 59–62, (engl.)
- Burmin, G. M., Mozolev, A. V. i dr.: Kompleksna mehanizacija i automatizacija rudarskih radova u rudnicima rude gvožđa (Kompleksnaja mehanizacija i avtomatizacija gornih rabot v železorudnyh šaht) M., „Nedra”, 1978, 256 str., il., 9knjiga na rus.)
- Infan'ev, A. N.: Otvaranje i priprema moćnih rudnih ležišta (Vskrytie i podgotovka moćnyh rudnyh mestoroždenij) M., „Nedra”, 1978, 245 str., 124 il., 22 tabl., 85 bibl. pod., (knjiga na rus.)
- Lebedev, i. M.: Određivanje obimâ rudarsko-investicionih hodnika kod ekonomsko-matematičkog modeliranja šema otvaranja (Opredelenie obemov gornokapital'nyh vyrabotok pri ekonomiko-matematičeskem modelirovaniu shem vskrytiya) „Razrab. rudn. mestorožd. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.”, (1978)26, str. 17–19, 1 il., 1 tabl., 2 bibl. pod., (rus.)
- Lavrinenco, V. F. i Lysak, V. I.: Perspektive primene komornih sistema otkopavanja na velikim dubinama (Perspektivy primenenija kamernyh sistem razrabotki na bol'shih glubinah) „Razrab. rund. mestorožd. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.”, (1978)26, str. 50–60, 3 il., 1 tabl., 7 bibl. pod., 9rus.)
- Petrov, E. I.: Postupak otkopavanja strmih žilnih ležišta (Sposob razrabotki krutopadajuših žil'nyh mestoroždenij) Avt. sv. SSSR, kl. E 21 Č 41/06, Nr. 605003, prijav. 9.03.76, Nr. 2332649, objav. 25.04.78, 1 il., 2 bibl. pod., (rus.)
- O'Ferrall, R. C. M. i Macaulay, R. J.: Korišćenje samovezujućeg zasipa u rudnicima zlata (Slime-cement fill as a stope support for gold mines) „J. S. Afr. Inst. Mining and Met.”, 78(1978)11, str. 290–294, (engl.)
- Erofeev, N. P.: Varijante panelno-stubnog sistema sa ravnomernom opterećenošću stubova – za uslove džezkazganskog ležišta (Varianty panel) no-stolbovoj sistemy s ravnomernoj nagružennost'ju celikov. dlja usloviy Džezkazganskogo mestoroždenij) „Tehnol. razrab. rudn. i ugoł'n. mestorožd. Kazahstana podzemn. sposobom”, Alma-Ata, 1978, str. 213–220, 5 tabl., 4 bibl. pod., (rus.)
- Draganov, D.: Otkopavanje moćnih rudnih tela izradom veštačkih stubova (Izzemvane na moćni rudni tela v metazalezi s izgraždane na iskustveni celik) „3^a nauč.-tehn. konf. po razrabotvane narudni nahodnišča, Varna 1975. Dokl.”, B. m., b. g., str. 46–54, (bugar.)
- Hriščev, G.: Mogućnosti otkopavanja rudnih rezervi u zaštitnim stubovima bez zasipavanja otkopanog prostora (Vozmožnosti za rasrabotvane na rudnite zapasi ot prednaznите celici bez zap'ivane na izzetite prošnauštva) „3^a nauč. Tehn. konf. po razrabotvane na rudni nahodnišča, Varna 1975. Dokl.”, B. m., b. g., str. 125–133, (bugar.)
- Sreanović, A. V.: Prognosiranje gubitaka i razblaženja pri ispuštanju rude u podzemnim rudnicima Zarinovskog kombinata za olovu (Prognozirovanie poter' i razuboživanja pri vypuske rudy na podzemnyh rudnikah Zjarynovskogo svincovogo kombinata) „Gornyj ž.”, (1978)7, str. 25–26, 1 tabl., (rus.)

- R e d. S i m k i n, B. A.: Efektivnost nove tehnike i tehnologije na površinskim otkopima (Effektivnost' novoj tehniki i tehnologii na otkrytyh razrabotkah)**
M., 1978, 191 str., il., (knjiga na rus.)
- R o s s – D u n n, A.: Dobijanje uglja površinskim otkopavanjem (Strip mining for coal)**
„Colliery Guard.”, 226(1978)7, str. 59–67, 8 il., (engl.)
- K o l e v, K., D i m i t r o v, K. i dr.: Rekonstrukcija, modernizacija i proširivanje površinskih otkopa uglja Istočno–Maričkog basena (Rekonstrukcija, modernizacija i razširenje na rudnicite v Istočnomaričkija basejn)**
„V glišča”, 33(1978)1, str. 6–13, 8 il., 5 tabl., (bugar.)
- I n t e n z i f i k a c i j a r a d o v a n a o t k r i v c i n a p o v r š i n s k o m o t k o p u Washington (Undercarriage wins battle of overbarden at Washington quarry)**
„Rock Prod.”, 81(1978)6, str. 92, 2 il., (engl.)
- R e e n t o v i č, E. L.: Numeričko rešenje zadatka naučno–tehničkog pronoširanja površinskog otkopavanja (Čislennoe rešenie zadač naučno–tehničeskogo prognozirovaniya otkrytyh razrabotok)**
„Effektivn. nov. tehn. i tehnol. na otkryt. razrab.”, M., 1978, str. 63–75, 7 bibl. pod., (rus.)
- A r s e n ' e v, S. Ja., L i n e v, V. P. i dr.: Usavršavanje tehnike i tehnologije otkopavanja ležišta rude gvožđa površinskim otkopavanjem (Soveršenstvovanie tehniki i tehnologii razrabotki železorudnyh mestoroždenij otkrytym sposobom)**
„Gornyj ž.”, (1978)8, str. 28–30, 1 il., (rus.)
- O r l o v a, Z. A.: O nekim aspektima projektovanja kombinovanog otkopavanja ležišta obojenih metala (O nekotoryh aspektah proektirovaniya kombinirovannoj razrabotki mestoroždenij ovetnyh metallov)**
„Effektivn. nov. tehn. i tehnologij na otkryt. razrab.”, M., 1978, str. 108–115, 1 tabl., 7 bibl. pod., (rus.)
- Š u b o d e r o v, V. I.: O korišćenju korelacionih modela za prognoziranje projektne cene koštanja rude na površinskim otkopima KMA (Ob ispol'zovani korrelacionnyh modelej dlja prognozirovaniya proektnoj sebestoimosti rudy na kar'era KMA)**
„Effektivn. nov. tehn. i tehnol. na otkryt. razrab.”, M., 1978, str. 136–141, 1 tabl., 3 bibl. pod., (rus.)
- K a l a ř n i k o v, A. T., B o b k o v, V. F. i dr.: Ocena celishodnosti proširenja granica Sokolovskog površinskog otkopa (Ocenka celesoobraznosti raširenija granic Sokoloskogo kar'era) Sb. „Tehnol. processov razrab.**
- mestorožd. tverd. polezn. iskopаемых”, (1978)15, str. 80–87, 9 tabl., (rus.)
- M a t e m a t i č k i model površinskog otkopavanja omogućuje da se izabere rudarska oprema (Paper strip mine helps you pick equipment)**
„Contruc. Equip.”, 57(1978)4, str. 44–47, 1 il., (engl.)
- K o c h, A., R a c h w a l, T. i Z a w o d n y, J.: Analiza rentabilnosti eksploatacije tankih (vanbilansnih) slojeva mrkog uglja (Analiza opłacalności eksploatacji cienkich (pozabilansowych) pokładów węgla brunatnego)**
„Zesz. nauk AGH”, (1977)600, str. 49–61, 3 il., 4 bibl. pod., (polj.)
- V a s i ī ' e v, M. V.: Stanje i perspektive razvoja mobilne tehnike na površinskim rudarskim radovima (Sostojanje i perspektivy razvitiya mobil'noj tehniki na otkrytyh gornyh razrabotkah)**
„Gornyj ž.”, (1978)7, str. 31–34, 2 il., (rus.)
- N o v i b a g e r firme P & H za površinske otkope (New P & H Mining Shovels Announced)**
„Mining J.”, 291(1978)7455, str. 7, 1 il., (engl.)
- M a s o n, R.: Korišćenje frontalnog bagera na uzanim etažama pri otvaranju kontura površinskoj otkopa (Front shovel works narrow benches on contour job)**
„Coal Mining and Process.”, 15(1978)6, str. 88–92, 7 il., (engl.)
- B r a d e, K.: Pitanje projektovanja i eksploatacije krivolinijskih transportera sa trakom (Über den Kurvenbetrieb mit Gurtbandförderern)**
„Neue Bergbautechnik”, 8(1978)8, str. 448–451, 3 il., 2 tabl., 6 bibl. pod., (nem.)
- E s p i g, H.: Snažne industrijske lokomotive za površinske otkope koje se proizvode u DR Nemačkoj (Leistungsfähige Industrielokomotiven für Tagebauen aus der DDR)**
„Bergbau”, 29(1978)8, str. 375–379, 5 il., 1 tabl., (nem.)
- M i l l e r, B. A.: Kamion tipa Mack Super–Liner firme Mack (The Mack Super–Liner)**
„Rock Prod.”, 81(1978)6, str. 104, 106, 116, 3 il., (engl.)
- K o t r o v s k i j, M. N.: Metodika optimizacije parametara formiranja odlagališta pri dovozu otkrivke željezničkim transportom (Metodika optimizacji parametrov otvaloobrazovanija pri dostavke vskryšnyh porod železodoroznym transportom)**
„Effektivn. nov. tehn. i tehnol. na otkryt. razrab.”, M., 1978, str. 127–135, 5 bibl. pod., (rus.)

Matschak, H. i Walde, M.: Uticaj povećane poroznosti na smanjenje čvrstoće pri klizanju nevezanog tla odlagališta (Der Einfluss höherer Porosität auf die Verminderung der Scherfestigkeit nichtbindiger Kippmasen)

, „Neue Bergbautechnik“, 8(1978)8, str. 433–437, 6 il., 11 bibl. pod., (nem.)

Sokolinskij, Z. V.: Ekonomski aspekti rekultivacije zemljišta na preduzećima KMA (Ekonomičeskie aspekty rekul'tivacii zemli na predpriatijah KMA)

, „Tr. Vses. zaoč. fin.–ekon. in–ta“, (1978)17, str. 86–90, 1 tabl., (rus.)

Tabet, D. E.: Rekultivacija zemljišta narušenog površinskim otkopima uglja u državi Novi Meksiko (Reclamation of coal surface–mined lands in New Mexico)

, „Annu. Rept Fiscal. Year 1977. N. M. Bur. Mines and Miner Aesour“, Socorro, N. Mex., 1977, str. 81–85, 1 il., (engl.)

Pusch, G., Klatt, H.–J. i Fröhlich, W.: Postupak podzemne gasifikacije (Institu–Verbrennungsv erfahren zur Gewinnung von Energie–Rohstoffen aus unterirdischen Lagerstätten) (Deutsche Texaco AG)

Patent SR Nemačke, kl. E 21 43/24, C 10 J 5/00, Nr. 2505420, prijav. 8.02.75. objav. 13.10.77, 2. il., (nem.)

Rudger, M. K.: Podzemna gasifikacija uglja (Coming: In situ gasification)

, „Coal Mining and Process.“, 15(1978)5, str. 54–59, 7 il., 3 tabl., 16 bibl. pod., (engl.)

Priprema mineralnih sirovina

Čeliščev, N. E.: Novi tehnološki aspekti kompleksnog iskorišćenja ruda retkih metala (Novye tehnologičeskie aspekty kompleksnogo ispol'zovaniya redkometal'nyh rud)

, „Redk. elementy. Syr'je i ekon.“, (1977)13, str. 34–38, (rus.)

Bunić, G. M.: Neki naučno–tehnički pravci u razvoju obogaćivanja uglja za koksovanje (Nekotorye naučno–tehnicheskie napravlenija razvitiya obogaćenija uglej dlja koksovaniya)

, „Koks i himija“, (1978)8, str. 57–58, (rus.)

Derikaptan, N. A.: Automatizovani podsistem za proračun tehničko–ekonomskih pokazatelja (Avtomatičirovannaja podsistema račeta tehniko–ekonomičeskikh pokazatelej)

, „Obogaćenje rud“, (1978)3, str. 33–36, 9 il., 2 bibl. pod., (rus.)

Radajkina, T. A., Nečai, L. A. i Maksimov, I. I.: Tehnologija obogaćivanja ruda bakar–molibden u inostranim fakrikama za obogaćivanje (Tehnologija obogašenija medno–molibdenovih rud na zarubežnyh obogatitel'nyh fabrikah)

, „Obogaćenje rud“, (1978)3, str. 41–43, 25 bibl. pod., (rus.)

Smeljanović, A. Z., Stepanov, Ju. V. i dr.: O racionalnom stepenu selektivnog mlevenja šarže ugleja (O racional'noj stepeni izbiratel'nogo izmel'čenija ugoľnoj šihty)

, „Koks i himija“, (1978)8, str. 3–5, 5 il., 6 bibl. pod., (rus.)

Malok, O. P. i Černuha, V. I.: Ocena sila i energije pri razaranju minerala i ruda pri drobljenju i mlevenju (Ocenka sil i energii pri razrušenii mineralov i rud v processe drobljenija i izmel'čenija)

, „Naučn. osnovy upr. sostojaniem massiva gorn. porod i ohrany okruž. sredy“, N., 1977, str. 105–109 (rus.)

Šinkorenko, S. F. i Salischëva, E. P.: Karakteristike tvrdoće stena koje se podvrgavaju mlevenju (Harakteristika krepkosti porod podvergaemyh izmel'čeniju)

, „Fiz.–tehn. probl. razrabotki polezn. iskopaemyh“, (1978)4, str. 39–46, 3 il., 2 tabl., 11 bibl. pod., (rus.)

Partridge, A. C.: Principi drobljenja i mlevenja (Principles of comminution)

, „Mine and Quarry“, (1978)7, str. 7–8, 70–73, 6 il., 13 bibl. pod., (engl.)

Ivančev, L. M., Panin, A. L. i dr.: Centrifugalni mlin (Centrobežnaja mēlnica)

Avt. sv. SSSR, kl. B 02 C 15/06, Nr. 590010, prij. 9.02.70, Nr. 1402636, objav. 10.02.78.

Tonkonogov, M. P., Sulimov, K. G. i Oreli, A. A.: Uređaj za obogaćivanje mineralnih sirovina (Ustrojstvo dlja obogašenija poleznog iskopaemogo) (Karagan. politehn. in–t) Avt. sv. SSSR, kl. B 02 C 19/18, Nr. 594998, prij. 26.05.76, Nr. 2368521, objav. 27.03.78, 2 il., 2 bibl. pod.

Robertson, J.: Pokretni uređaj za drobljenje i klasiranje velikog kapaciteta (High-capacity portable plant keeps up with primary crusher output) „Rock Prod.“, 81(1978)6, str. 65–67, 7 il., (engl.)

Blaszczyński, S., Stengoff, J. i Sobel, P.: Obogaćivanje sitnozrnih ugljeva u vodenoj

sredini (Fluidalne wzbogacanie drohnoziarnistych weigli w ośrodku wodnym) „Zesz. nauk. Psi.”, (1978)557, str. 3–10, (polj.)

Gorenkov, N. L. i Lopatin, A. G.: **O dejstvu natrijum hidrosulfita i sulfita na flotacione osobine sulfida pri flotaciji polimetaličnih ruda** (O dejstvii gidrosulfitu i sulfitu natrija na flotacionnye svojstva sul'fidov pri flotaci polimetalličeskikh rud) „Obogašenje rud”, (1978)3, str. 16–19, 15 bibl. pod., (rus.)

Alejnikov, N. A., Marčevskaja, V. I. i Ožiganova, M. V.: **O prenosu tečne faze u procesu obrazovanja pene** (O perenose židkosti fazy v procesakh pенообразования) „Kolloid. ž.”, 40(1978)5, str. 960–965, (rus.)

Ahmed, S. M.: **Elektrohemskijsko ispitivanje sulfida. Deo I. Uticaj elektrokatalitičke aktivnosti galena, pirite i sulfida kobalta na redukciju kiseonika u vezi sa adsorpcijom ksantogenata i flotacijom** (Electrochemical studies of sulphides. I. The electrocatalytic activity of galena, pyrite and cobalt sulphide for oxygen reduction in relation to xanthate adsorption and flotation) „Int. J. Miner. Process.”, 5(1978)2, str. 163–174, 8 il., 16 bibl. pod., (engl.)

Ovčinikova, N. M. i Dančina, A. A.: **Kompleksni reagent za flotaciju uglja koji se teško obogaćuju** (Kompleksnyj reagent dlja flotacii trudnoobogatimykh uglej) „Koks i himija”, (1978)8, str. 5–6, 1 il., 1 tabl., 5 bibl. pod., (rus.)

Glembockij, A. V. i Frolov, Ju. G.: **O mehanizmu adsorpcije kolektora na površini minerala u procesu flotacije** (O mehanizme zakrepljenja sobiratelja na poverhnosti mineralov v processe flotacii) „Cvetn. metally”, (1978)8, str. 110–114, 3 il., 1 tabl., 36 bibl. pod., (rus.)

Fedulkin, V. V.: **Primena reagenta asparal-F za flotaciju fluorita** (Primerenie reagenta asparal-f dlja flotacii fljuorita), „Cvet. metally”, (1978)8, str. 97–100, (rus.)

Krausz, S.: **Novi reagenti za flotaciju ugljenog mulja** (Reactivi noi pentru flotarea slamului de carbune) „Lucr. sti. Inst. mine Petrosani”, 9(1977)1a, str. 107–112, (rumun.)

Holin, A. N.: **Aerator flotacione mašine** (Aérator flotacionnoj mašiny) (Vses. n.-i. i proekt. in-t meh. obrab. polezn. iskopaemyh „Mehanobr”) Avt. sv. SSSR, kl. B 03 D 1/16, Nr. 595008, prij. 1.04.75, Nr. 2118219, objav. 20.03.78, 3 il., (rus.)

Čunin, A. F., Tatarskij, A. E. i dr.: **Flotaciona mašina** (Flotacionnaja mašina) Avt. sv. SSSR, kl. B 03 D 1/14, Nr. 595007, prij. 6.08.76, Nr. 2395486, objav. 20.03.78, 1 il., 2 bibl. pod., (rus.)

Simonenko, R. G. Poltarina, T. F. i dr.: **Uvođenje šeme kolektivne flotacije po stadijumima** (Vnedrenie stadijalnoj shemy kollektivnoj flotacii) „Cvet. metally”, (1978)8, str. 101–104, 1 il., 6 tabl., (rus.)

Golikov, V. V.: **Izdvajanje oksidnog i sulfidnog kalaja iz polimetalične rude flotacijom** (Izvlečenie oksilennogo i sul'fidnogo olova iz polimetalličeskoj rudy flotacij) „Obogašenje rud”, (1978)3, str. 4–6, 1 il.; 3 tabl., 2 bibl. pod., (rus.)

Rajskaja, E. V.: **Tehnologija flotacije polimetaličnih ruda u inostranstvu** (Tehnologija flotaci polimetaličeskikh rud za rubežom) „Obogašenje rud”, (1978)3, str. 43–45, 2 tabl., 15 bibl. pod., (rus.)

Mitrofanov, J. u. E., Mjasnikov, N. F. i dr.: **Poligradijentni magnetni separator** (Poligradijentnyj magnitnij separator) /NI po probl. Kursk. magnit. anomaliji in. L. D. Ševjakova/ Avt. sv. SSSR, kl. B 03 C 1/10, Nr. 588000, pri. 22.07.68, Nr. 1257707, objav. 28.01.78, 1 bibl. pod. (rus.)

Filippovič, A. F.: **Disk vakuum filter** (Diskovyj vakuum–filtr) Avt. sv. SSSR, kl. B 01 D 33/26 Nr. 564872, pri. 4.05.72, Nr. 1782162, objav. 18.08.77, 2 il. (rus.)

Šelinskij, A. A., Packan, A. Ja. i dr.: **Regulator nivoa pulpe u kadi disk vakuum filtra** (Reguljator urovnya pul'py v vanne diskovogo vakuum–fil'tra) /Vorošilovgr. fil. in-ta Giprougleavtomatiz./ Avt. sv. SSSR, kl. G 05 D 9/02, Nr. 612212, prij. 4.01.77, Nr. 2443766, objav. 6.06.78, 1 il., (rus.)

Volčenko, V. A., Tarnovskij, O. G. i dr.: **Rezultati ispitivanja eksperimentalnog uzorka centrifuge za taloženje i filtraciju** (Rezul'taty ispytanij eksperimental'nogo obrazca osaditel'no-fill' trjuščej centrifugi „Sibir’–1600”) „Tr. Kuznec. n.-i. ugol'n. in.t”, (1977)40, str. 106–113, (rus.)

Tjulesneva, L. I., Tjulenev, G. V. i dr.: **Korišćenje gvožđe sulfida u cilju čišćenja vodenih rastvora i industrijskih otpadnih voda od rastvorljivih neorganskih primesa** (Ispolzovanie sul'fidov železa s cel'ju očistki vodnyh rastvotov i proizvodstvennyh stočnyh vod ot

rastvorimykh neorganicheskikh primesej) „Sb. tr. N.-i, i proekt. in-t po obogašč. rud cvet. met. „Kazmehanobr”, (1977)17, str. 116–120, (rus.)

B e l e e v s k i, M. M.: **Ekonomski kriterijum frekvencije uzimanja proba** (Ekonomičeskij kriterij častoty otbora prob) „Obogaščenie rud”, (1978)3, str. 38–39, 1 il., 1 bibl. pod., (rus.)

A r d a s e n o v, B. N., L j a d o v, S. M.: **Uredaj za uzimanje proba pulpe** (Probootbornik pul'py) Avt. sv. SSSR, k1. G 01 N 1/10, Nr. 584224, prij. 1.07.75, Nr. 2151063, objav. 2.12.77, (rus.)

P e t h ö, J.: **Funkcija grešaka i najpogodniji uslovi merenja polaznih veličina pri određivanju prinosa produkata i izdvajaju komponenata** (The error functions and the most favourable measuring conditions for mass yield and component yield) „Acta techn. Acad. sci. hung.”, 1977(1978), 85, Nr. 3–4, str. 339–347, 3 il., 5 bibl. pod., (engl.)

G r i n m a n, I. G. i D r o z d o v s k i j, L. A.: **Postupak regulisanja procesa flotacije** (Sposob regulirovaniya processa flotaci) /In-t fiz. vysok. energij AN KazSSR/ Avt. sv. SSSR, k1. B 03 D 1/14, G 05 D 27/00, Nr. 595006, prij. 6.05.72, Nr. 1781502, objav. 20.03.78, (rus.)

G i n d i n, M. A. i M e d v e d e v, N. S.: **Imitacioni matematički model procesa rastvaranja polimetaličnih ruda** (Imitacionnaja matematičeskaja model' processa rastvorenija polimetaličeskikh rud) „Ž. prikl. himii”, 51(1978)8, str. 1804–1807, 1 il., 4 bibl. pod., (rus.)

P e t h ö, Z s.: **Funkcije projektovanja i upravljanja flotacionim uređajima** (The funkctions of flotacion plant design and process control) „Acta techn. Acad. sci. hung.”, 1977(1978), 85, Nr. 3–4, str. 455–463, 3 il., 4 tabl., 12 bibl. pod., (engl.)

M c M a n u s, J. i P a u l, A. R.: **Upravljanje ciklusom mlevenja u fabriči za obogaćivanje Lor-nex** (Process control in the Lor-nex grinding circuit) „CIM Bull.”, 71(1978)793, str. 146–151, 6 il., 1 tabl., (engl.)

Š t a b a, K. i T a j h m a n, Z.: **Regisioni model procesa flotacije uglja** (Regressionnaja model' processa flotacii uglja) „7-j Meždunar. kongr. po obogašč. uglej, Avstralija, 1976”, Benkstaun, 1976, J 1/1 – J 1/13, 1 il., 3 tabl., (rus.)

V o l t e r s, A. D. i R a m a n n, R. V.: **Optimizacija rada fabrike za obogaćivanje uglja pomoću programiranja uz korišćenje računske tehnike** (Optimizacija raboty ugleobogatitel' noj fabriki pri pomoći programmirovaniya s ispol'zovaniem vyčislitel'noj tehniki) „7-j Meždunar. kongr. po obogašč. uglej, Avstralija, 1976”, Benkstaun, 1976, G 2/1 – G 2/21, diskus. G 2/22 – G 2/31, 7 il., 2 tabl., 14 bibl. pod., (rus.)

F o r n o n i, L. i C a s t o j o n, E.: **Kontinualni proces prekolačionog izlučivanja ruda bakra iz rejona Kariba** (Processi continuo de lixivico por percoala eo agitcaao aplicado dos minarios oxidados de cobre do distrito mineral de Caraiba) „Rev. brasili. guim.”, 84(1978)507, str. 73–80, (portug.)

Č e r n u h a, V. I. i R u s s k a j a, E. I.: **Izračunavanje stepena otvaranja ruda** koje predstavljaju bimineralne sisteme (Rasčet stepeni ras-krytija rud, predstavlennyh bimineral'nyimi sistemami) „IVUZ. Gornij ž.”, (1978)8, str. 154–159, (rus.)

Zaštita na radu

W e d z o n y, J. T.: **Numerička obrada brojčanih vrednosti merenja sleganja površine** (Numeryczne opracowanie liczbowych wartości pomiarów asiańian terenu) „Ochr. terenów górn.”, 12(1978)44, str. 43–48, 1 tabl., 12 bibl. pod., (polj.)

Zemljina površina kao pokazatelj razaranja izazvanih rudarskim radovima (Surface clues may mark mine faults) „Ind. Res./Develop.”, 20(1978)7, str. 66, (engl.)

H e m p, R.: **Kretanje vazduha u dubokim jama**ma (Airflow in deep mines) „J. Mine Vent. Soc. S. Afr.”, 31(1978)6, str. 101–107, 2 tabl., (engl.)

V a n c u r a, P. D. i C h u f o, R. L.: **Sistem za kontrolu na rudniku Grace naglo poboljšava sigurnost na radu** (Air monitor system at Grace iron mine: zeroing in on hazardous working areas) „Eng. and Mining J.”, 179(1978)7, str. 92–94, 3 il., (engl.)

V i l j o e n, P. L. J.: Brz i jednostavan postupak postavljanja koordinatnih mreža za merenje polja brzina vazdušne struje pri tačnim merenjima utroška vazduha (A quick, simple and easy way of installing a measuring grid and its practical use when accurate air volumes are required) „J. Mine Vent. soc. S. Afr.”, 31(1978)6, str. 116–118, 3 il., (engl.)

W i s z n i o w s k i, K.: Amortizacija ventilacionih vrata sa pneumatskim pogonom (Amortyzacja drzwi w tamie wentylacyjnej z napędem pneumatycznym) „Mech. i autom. gorn.”, 15(1977)12, str. 37–39, 4, 2 il., (polj.)

Šepelev, S. F., Boev, C. N. i Mirsadov, G. M.: Grafo-analitičko određivanje parametara vazdušnih zavesa pri regulisanju potrošnje vazduha u paralelnim hodnicima (Grafoanalitičeskoe opredelenie parametrov vozdušnyh zaves pri regulirovaniyu rasshoda vozduha v parallelnykh vyrabotkakh) „Provetrivanie i obespylivanie rudnikov”, In-t gorn. dela KazSSR, Alma-Ata, 1978, (Rukopis dep. u VINITI-u 11. sept. 1978. g., Nr. 3016–78 Dep.), (rus.)

Brudecki, B., Dańda, Z. i dr.: Postupak provetrvanja dubokih rudnika (Sposób przewietrzania głębiokich kopalń) /Kombinat Górnictwo-Hutniczy Miedzi „CUPRUM” Patent NR Polskie, kl. E 21 F 1/100, Nr. 87358, prij. 7.06.73, Nr. 163169, objav. 30.09.76, 7 il., (polj.)

Kukuczka, A. i Debowski, S.: Šema ventilacione mreže koja obezbeđuje sigurnost radnika u jama-ma u slučaju požara u hodniku sa svežom strujom (Układ sieci wentylacyjnej zabezpieczający zalogę kopalni podziemnej w przypadku powstania pożaru w przedzie świeżego powietrza) /Kopalnia Węgla Kamiennego „Ziemowik”/ Patent NR Polskie, kl. E 21 F 1/00, Nr. 83924, prij. 13.06.73, Nr. 163327, objav. 15.02.77, 2 il., (polj.)

Sulkowski, J.: Kriterijum kompaktnosti jamske ventilacione mreže (Mesure de la compacité de structure du réseau d'aérage minier) „Arch. gorn.”, 23(1978)2, str. 103–113, 5 il., 6 bibl. pod., (franc.)

Vinokurova, L. A.: Proračun provetrvanja hodnika pri radu opreme sa motorima sa unutrašnjim sagorevanjem (Raschet provetrvaniya vyrabotok pri eksploatacii oborudovaniya s dvigateljami vnutrennogo sgoranija) „Provetrivanie, obespylivanie rudnikov”, In-t gorn. dela AN kazSSR, Alma-Ata, 1978, str. 147–160, (Rukopis dep. u VINITI-u 11 sept. 1978, Nr. 3115–78 Dep.), 22 bibl. pod., (rus.)

R a d ď e n k o, G. A. i Bezdelev, V. G.: Metode proračuna veštačkog provetrvanja zona na površinskim otkopima bez kretanja vazduha (Metody rasčeta iskustvennogo provetrvaniya zastojnyh zon v kar'erah) „Provetrivanie i obespylivanie rudnikov”, In-t gorn. dela AN KazSSR, Alma-Ata, 1978, str. 161–167, (Rukopis depovan u VINITI-u 11 sept. 1978, Nr. 3016–78 Dep.), 33 bibl. pod., (rus.)

A z a r o v, V. S., Bordij, A. P. i dr.: Uredaj za provetrvanje površinskih otkopa (Ustrojstvo dlja provetrvaniya kar'erov) /Dnepropetr. fil. Gos. in-ta po proektir. i konstruir. mašin dlja gornorud. prom-sti/ Avt. sv. SSSR, kl. E 21 F 1/00, Nr. 589421, prij. 4.03.76, Nr. 2330279, objav. 12.01.78, 2 il., 2 bibl. pod., (rus.)

Rozanceva, N. N. i Gordeev, A. T.: Osnove separatnog određivanja metana i njegovih homologa u jamama (Osnovy razdel'nogo opredelenija metana i ego gomologov v šahtah) Vost. NI po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti. Kemerovo, 1978, 10 str., (Rukopis dep. u CNIElugolj 17. avg. 1978., Nr. 1260), il., 4 bibl. pod., (rus.)

H a k i m z a n o v, T. E., K a m b a k o v, T. U.: Ispitivanje neravnomernosti izdvajanja gasa pri otkopavanju ugljenog sloja opasnog na gas (Issledovanie neravnomernosti gazovydeleniya pri vyemke gazoopasnogo ugol'n. plasta) „Tehnol. razrabot. rudu. i ugol'n. mestorožd. Kazahstana podzemn. sposobom”, Alma-Ata, 1978, str. 107–115, 1 il., 2 tabl., (rus.)

K r z y s t o l i k, P., Swiergot, F. i dr.: Električna šema metanometra (Uskład elektryczny metanometra) /Główny Instytut Górnictwa/ Patent NR Polskie, kl. G 01 N 27/00, E 21 F 9/00, Nr. 87236, prij. 2.08.73, Nr. 164469, objav. 15.01.77, (rus.)

B a j m u h a m e d o v, S. K.: Kontrola izdvajanja gasa pri slojnom otkopavanju moćnih blago nagnutih slojeva (Upravljenie gazovydeleniem pri sloevoj vyemke močnyh pologih plastov) „Bezopasnost’ truda v prom-sti”, (1978)8, str. 41–42, 1 il., 1 tabl., (rus.)

M o r e v, A. M. i Skljarov, L. A.: Stanje i perspektive razvoja degazacije u jamama Donbasa (S'stojanie i perspektivi za razvitie na degazacijata v rudnicite na „Donbas”O „Vglišča”, 33(1978)3, str. 25–29, (bugar.)

B o l's i n s k i j M. I.: Priroda i mehanizam gasnih dinamičkih pojava u jamama i principi njihovih sprečavanja (Priroda i mehanizam gazodinamičeskikh javlenij v šahtah i principy ih predotvrašenija) „Ugol’Ukrainy”, (1978)9, str. 30–33, 5 il., 1 tabl., 8 bibl. pod., (rus.)

Kozłowski, B.: Ocena stopnia opasnosti od izboja gazu i stena pri izradi jamskich prostorija i pri bušenju bušotina sa površine (Ocena zagrożenia wyrzutów gazów i skal w górnictwach robotach kamiennych i przy wierceniu z powierzchni) „Techn. poszuk geol.”, 17(1978)3, str. 40–44, 4 il., 8 bibl. pod., (polj.)

Borowski, J.: Desorpcionometrijska metoda određivanja opasnosti od izboja uglja i gaza (Desorbometryczna metoda określania zagrożenia wyrzutami gazu i węgla) „Prz. gór.”, 34(1978)3, str. 105–109, 3 il., 2 tabl., 18 bibl. pod., (polj.)

Kowacki, B., Kozłowski, B. i Siarkiewicz, R.: Preliminarni rezultati ispitivanja eksperimentalnog vlaženja uglja vodom pod visokim pritiskom u cilju smanjenja opasnosti od izboja u jami Viktoria (Wstępne wyniki badań nad doświadczalnym stosowaniem nawilżania węgla wodą pod wysokim ciśnieniem dla obniżenia zagrożenia wyrzutowych w kopalni Viktoria) „Prz. gór.”, 34(1978)5, str. 197–200, XXVI, XVII, XVIII, XXIX, 4 il., 1 tabl., (polj.)

Davies, A. W. i Jenkins, C. B.: More predostržnosti protiv iznenadnih izboja (Precautions against outbursts) „Mining Eng.”, 138(1978)205, str. 159–168, diskus. 168–170, 5 il., 5 bibl. pod., (engl.)

Guršev, I. G.: O raspodeli koncentracije prašine u ventilacionoj struci (O raspreddelenii koncentracij pyli v ventilacionnoj strue) „Provetrivanie i obespylivanie rudnikov”. In-t gorn. dela AN KazSSR, Alma-Ata, 1978, str. 132–137, il., (Rukopis deponovan u VINITI-u 11 sept. 1978. Nr. 3016–Dep.), 6 bibl. pod., (rus)

Hoelter, H.: Primena podzemnih hvatača prašine (Underground use dust scrubbers) „Mining Congr. J.”, 64(1978)3, str. 46–49, 7 il., (engl.)

Kočetov, V. A. i Nenášev, N. V.: Modeliranje procesa izdvajanja prašine pri hidrootprašivanju radova kod kopanja bagerom na površinskim otkopima (Modelowanie procesu płytyvdelenia pri gidroobespylivaniu ekskawatornych rabot w kar'eraх) „Provetrivanie i obespylivanie rudnikov”, In-t gorn. dela AN KazSSR, Alma-Ata, 1978, str. 203–216, (Rukopis deponovan u VINITI-u 11. sept. 1978, Nr. 3016–78 Dep.), il., bibl. pod., (rus.)

Kerskij, E. K. i Školnikov, R. I.: Polu-automatski sistem za upravljanje vodenom zavesom (Pół-automatyczskaja sistema upravlenija vodjanou zavesoj) „Bezopasnost’ truda v prom-sti”, (1978)7, str. 47–48, (rus.)

Fides, J.: Savremeno stanje i problemi isušivanja u južno-moravskom basenu lignita (Súčasny stav a problémy odvodnovania v juho-moravskom lignitovom reviru) „Uhli”, 26(1978)6, str. 240–242, 6 bibl. pod., (slovač.)

Zarzychi, M. i Kania, E.: Rezultati istraživačkih i projektno-konstruktorskih radova u oblasti automatizacije jamskog odvodnjavanja (Winiki prac badowczych i projektowo-konstrukcyjnych w zakresie automatyzacji odwadniania kopalni) „Zesz. nauk. PŚ”, (1978)562, str. 321–338, 14 il. 26 bibl. pod., (polj.)

Amirov, A. S.: Neutralizacija kiselih jamskih voda u podzemnim uslovima (Neutralizacija kislyh šahtnyh vod v podzemnyh uslovijah) „Ugol’ Ukrayny”, (1978)9, str. 35–37, 1 il., 1 tabl., (rus.)

Tracz, J. i Wilczek, K.: Problem optimalnog razmeštanja detektora dima u jamskoj ventilacionoj mreži (Optimum distribution of smoke detectors in the ventilation network of a mine) „Arch. gór.”, 23(1978)2, str. 115–128, 5 il., 3 bibl. pod., (engl.)

Vašenko, V. S., Rjabuhina, V. I. i Kolesnik, I. Ja.: Primena matematičkih metoda za prognoziranje uslova rada u jamama Krivbasa (Primenenie matematicheskikh metodov dlja prognozirovaniya usloviy truda na šaftah Krivbassa) „Ohrana truda i tehn. bezopasn. v gornorudn. prom-sti”, Moskva, (1978)3, str. 7–10, 2 il., (rus.)

Životovskij, A. A. i Begun, V. I.: Buka i vibracije na radnim mestima pri podzemnim dobijanju rude (Šum i vibracija na rabičih mestah pri podzemnoj dobyče rudy) „Ohrana truda i tehn. bezopasn. v gornorudn. prom-sti”, Moskva, (1978)3, str. 83–88, 1 tabl., (rus.)

Artenko, A. I., Danilevskij, M. G. i dr.: Izolacioni aparat za disanje na bazi hemijski vezanog kiseonika (Izolirajući dyhatel’nyh apparat na himičeski svajzannom kislorode) /VNII gornospasat. dela/ Avt. sv. SSSR, kl. A 62 B 7/08, Nr. 409462, prij. 20.11.72, Nr. 1845751, objav. 27.11.77, 1 il., (rus.)

Novi samospasilac Aga Spiro u industriji uglja Velike Britanije (National Coal Board in the UK to use new mine escape breathing apparatus developed by AGA SPIRO) „Aga News”, (1978)3, str. 11–12, (engl.)

Cena nekih primarnih proizvoda rudarstva u svetu*)

Mr Milan Žilić, dipl. ekon.

Prosečne cene kamenog i mrkog uglja i koksa nekih karakterističnih zemalja u periodu 1972–1977. god. septembra 1978. u izvornim vrednostima i težinskim jedinicama**)

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine							
		1972.	1973.	1974.	1975.	1976.	1977.	1978. Septembar	
KAMENI UGALJ									
Savezna Republika Nemačka									
— Rurski koksni ugalj II, 10/6-0 mm za top. i. kokš., fco rurski revir	DM/t	90,40	94,19	119,85	152,00	158,30	...	...
— Rurski orah III, spec. sagorlj. I, za domać., fco rurski revir	DM/t	93,00	96,92	119,73	145,50	157,50	157,50	172,50	
— Antracit orah IV 22–12 mm, za domać. fco rur- ski revir	DM/t	134,75	139,75	176,17	203,00	213,00	...	...
Francuska									
— Masni orah, 50–80 mm, fco sever. revir	FF/t	118,50	125,50	186,60	...	...	...	...
— Antracit, fin — 0/6 mm, fco sev. franc. rud.	FF/t	...	...	...	192,00	192,00	201,38	277,00
— Plam. orah, 20/30— 15/35 mm, fco Rudn. Lothringen	FF/t	127,00	127,00	169,65	208,00	230,25	...	...
— Saar- A prosejan, mas., fco utovaren Benning	FF/t	202,55	205,99	324,47	434,66	355,81	...	...
Belgija									
— Masni orah, 30–50 mm fco vagon Rudnik Campine	B frs/t	1.095	1.095	1.700	2.450	...	...	...
— Antracit, orah, III, 18/30—20/30 mm, fco vagon rudnik	B frs/t	2.065	2.107	2.604	3.135	...	...	...
Italija — Milano									
— Gasno plam., polj., 40–80 mm, fco utovareno	Lit/t	21.567	20.850	32.995	43.900	50.063	59.115	63.650	

*) S obzirom na vrlo česte izmene međusobnih odnosa valute, iznete dolarske cene, sem dolarskog područja samo su približno tačne.

**) Preise Löhne Wirtschaftsrechnungen, fachserie M Statistisches Bundesamt Wiesbaden — sveske iz 1972.— 1978. god.

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine							1978. Septembar
		1972.	1973.	1974.	1975.	1976.	1977	1978.	
— Antracit orah, nem., 30—50 mm, fco utov.	Lit/t	36.392	42.675	63.950	77.088	85.525	...	....	....
— Antracit orah, juž. afrič., 30—60 mm, fco utovareno	Lit/t	28.317	31.133	55.204	65.992	74.400	...	...	...
Svajcarska									
— Antracit, Rur, 30—50 mm, uvoz, cena fco graniča	Šfrs/t	231,91	234,70	289,63	303,38	303,80	...	...	...
SAD									
— Bitumen, domaća prodaja na veliko, pros. cena, fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	11,37	...	...	...	...	...	...	...
— Bitumen, industr. prosejan, pros. cena, fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	10,38	11,82	...	...	...	...	...	...
— Pensilvanija, antracit kesten, pros. cena fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	18,23	20,04	29,97	44,86	46,43	...	...	...
MRKI UGALJ BRIKETIRAN									
Sav. Rep. Nemačka									
— Rajnski, finozrnasti, utovaren, određene cene za osnovno područje	DM/t	50,00	54,50	58,00	65,30	70,50	...	...	...
Italija — Milano									
— nemački, fco utovareno u vagon	Lit/t	21.226	25.392	38.219	45.367	57,115	...	...	...
Svajcarska									
— nemački »Union«, uvozne formi- rane cene	Šfrs/t	140,75	148,26	165,97	172,00	169,00	...	...	...
Austrija — Beč									
— nemački, rajnski »Union« fco veletrgovačko skladište	Sch/dt	107,89	116,63	...	...	...	...	...	...
— srednjonemački »Rekord« fco veletrgovačko skladište	Sch/dt	101,48	104,81	...	...	...	...	...	...

O p i s	Vrednosne i težinske jedinice	G o d i n e							1978. Septembar		
		1972.	1973.	1974.	1975.	1976.	1977.				
KOKS											
Sav. Rep. Nemačka											
— Rur III, 90—40 mm, fco rurski revir	DM/t	138,25	143,79	182,92	215,50	227,50	227,50		229,00		
Belgija											
— Topionički, 60—80 mm, fco vagon koksara	Bfrs/t	1.925	1.925	3.091	3.131	...	...		...
Francuska											
— Topionički, 60—90 mm, fco Severni revir Francuske	FF/t	201,00	203,33	291,79	360,50	396,00	422,50		489,00		
— Livački, 60—90 mm fco Severni revir Francuske	FF/t	246,00	251,33	324,83	423,75	452,38	...		...
Austrija											
— 40—60 mm, težine preko 2 t, isporuke fco veliki potrošači	Sch/dt	163,30	151,00	191,83	241,57	247,18	...		...
Italija — Milano											
— Topionički, 40—70 mm, fco uto- vareno u vagon stanice Milano	Lit/t	34.069	36.458	73.829	96.858	101.508	121.166		124.475		
— Livački, fco utovareno u vagon stanice	Lit/t	41.850	43.892	85.425	111.758	116.558	...		...
Svajcarska											
— gasni	Šfrs/t	217,19	218,08	259,33	311,06	320,00	...		...
— lomljen, 40—60 mm	Šfrs/t	214,94	216,35	262,61	317,08	318,17	...		...
SAD											
— Conēsville, topionički, fco peći	\$/2000 lb	23,10	24,96	60,88	88,00	88,00	88,00		...		

Cene nekih ruda i koncentrata obojenih metala ili njihove prerađe polovinom januara 1975., 1976., 1978. i 1979. god.
u Evropi*

	Opis	Januar 1975.	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.
a) Cena ruda i koncentrata					
A n t i m o n				\$ po m. 1 jedinice \$b nom. 17—20	
komad, sulfid, rude ili koncentrat, 50—55% Sb, cif	24—27 28—30	17—19 20—22		18,50—19,80	
komad, sulfid, ruda od 60% Sb, cif nerafinisan (topljeni sulfid), 70%, komad nerafinisan, 70%, crni prah	3.966 4.108	2.842 2.964		3.819 4.020	
B i z m u t				\$ po kg sadržajnog metala (Bi) nom.	
koncentrat, oksid, min. 60% Bi, cif	nom.	nom.	nom.	\$ po m. toni nom.	
H r o m				100—110	
ruski, komad, min. 48% Cr ₂ O ₃ , 35%; 1, cif pakistanski, drobiv, komad, 48% Cr ₂ O ₃ , 3; 1, fob	100—140	150—170		150—170	
iranški, tvrdi komad, 48/50%, 3; 1, cif turski, komad, 48%, 3; 1 baza (skala 90 centi) fob	nom. nom.	nom. nom.	nom. nom.	nom. nom.	
turski koncentr. 48%, 3 : 1 baza (ista skala) fob	90—105	130—140	130—140	130—140	95—105
transvalski drobiv komad., baza 44% cif	70—80 55—65	90—110 55—65	90—110 55—65	90—110 55—65	85—95 55—65
M a n g a n				metalurški \$ po m. toni jed. Mr.	
48/50% Mn, maks. 0,1% P, cif 38/40% Mn, cif	1.35—1.45 nom.	1.35—1.45 nom.	1.45—1.50 nom.	1.34—1.36 nom.	
70/85% MnO ₂ , komad, cif 70/75% MnO ₂ , mleven, mešavina, cif	111—125 153—177	95—108 132—152	90—102 125—144	elektro sortiran \$ po m. toni 94—107 131—151	
M o l i b d e n				\$ po t Mo u MoS ₂	
koncentrat, fob Klimaks, min. 85% MoS ₂ , koncentrat nekih drugih porekla, cif	5.720 5.650—5.767	5776 5732—5842	8841 8818—9259	12,919 24,251—33,069 \$ po toni Ta ₂ O ₅ , 83,775—90,389 81,570—85,979	
T a n t a l					
ruda min. 60% Ta ₂ O ₅ , cif 25/40% baza 30% Ta ₂ O ₅ , cif	35.274—39.683 28.660—33.069	33.069—37.478 31.967—35.274	5.236—5.897 5.126—5.512	— januar 78. 1,92 : 1	
* Odnos \$: £ računat u:	— januar 75.	2.354 : 1	— januar 78. 1,92 : 1	— januar 79. 2,01 : 1	
	— januar 76.	2.030 : 1	— januar 79. 2,01 : 1		

Opis	Januar 1975.	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.
Titan rude				A \$ po m. t
Rutile konc. 95/97% TiO ₂ , pakovan. fob/Fid	290—330	290—330	190—200	230—260
Ilmenite konc., malajski 52/54% TiO ₂ , cif a od junia 74. min. 54% TiO ₂ , fob	13—15	15—18	15— 18	17— 19
Uranijum				\$ po kg U,O ₂
kon., ugovorne osnove, fob rudnik heksafluorid	22—29 20—26	24—33 22—29	88— 97 88—101	88—97 88—101
Vanadijum				\$ po kg V ₂ O ₅
pentaoksid, topiv, min. 98% V ₂ O ₅ , cif ostali izvori	4,5 4,4—5,5	4,8 4,7—5,5	5,2 5,1—5,3	5,5 5,4—5,6
b) Cene prerade III koncentrata u Evropi				\$ po m. toni
Olovo				\$ po m. toni
ruda i konc., 70—80% Pb, baza f 160, cif Evropa	90—100	90—100	90—100	90—100
Cink koncentrat				\$ po m. suvoj toni
sulfid, 52/55% Zn, baza f 360 cif	115—135	133—143	145—155	125—135
Kalaj koncentrat				
70/75% Sn (odbitak 1 jedinice) 30/65% Sn (odbitak 1,6 jedinice) 20/30% Sn (uključivo odbitak)	58 120—132 412—447	nom. 416—507 447—528	nom. 394—480 422—499	205—235 275—325 310—360

Cene nekih primarnih proizvoda obojenih metala na međunarodnom tržistu polovinom januara 1975, 1976, 1978. i 1979.god.*

O p i s	Januar 1975.	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	\$ po m. toni ili kg
— Bakar					
Australija, baza vajerbar, cif gl. austral. luke (A. \$)	940	940	1.100	1.100	1.340
Belgia, elektrolitni, fco fabrika	1.234	1.215	1.283	1.283	1.563
Kanada, fob Toronto Montreal (kan. \$)	1.502	1.389	1.538	1.538	1.844—1.888
Francuska, W/B (GIRM) fot, iskijuč takse Zapadna Nemačka, elektrolitni (cene ispornike)	1.223	1.223	1.295	1.295	1.600
katode					
Italija, W/B, 99,9%, fco fabrika	1.241—1.253	1.239—1.251	1.300—1.314	1.300—1.314	1.578—1.594
Japan, fco. robna kućazvanična cena	1.175—1.216	1.189—1.200	1.252—1.271	1.252—1.271	1.508—1.551
Japan, fco. robna kućazvanična cena Južna Afrika, W/B (elektro vajerbar)	1.272—1.332	1.259—1.317	1.431—1.407	1.431—1.407	1.705—1.764
Italija, W/B, 99,9%, fco fabrika	1.299	1.284	1.366	1.366	1.744
Japan, -tržišna cena	1.236	1.218	1.325	1.325	1.667
Južna Afrika, W/B (elektro vajerbar)	1.262	1.523	1.440	1.440	1.525
— Olov					
Australija, fob. luka Pirie (A. \$)	385	290	550	550	750
Kanada, isporučeno (kan. \$)	474	406	777	777	1.014
Francuska, fot. iskijuč. takse, 99,9%	532	350	716	716	916
Zapadna Nemačka, primarno olovo Italija, 99,9%, fco fabrika	aproks. 536 590—613	344—355 389—417	680— 758— 745	680— 709 745	903—950 968—999 1.077
Japan, elektrolitni, — zvanične cene fco rob. kuća — tužišne cene	600 566	395 379	753	753	
— Cink					
Australija, HG (A. \$)	647	644	543	543	639
Kanada, isporučeno PW (kan. \$)	816	811	717	717	816—860
Francuska, fot. isklj. takse, 99,95% oko 99,75%	863	826	648	648	802
Zapadna Nemačka, primarni rafinirani 99,99%	845	808	631	631	784
Italija, elek. -olički, 99,95%, fco fabrika 99,99%, fco fabrika 98,50%, fco fabrika	882 891 908—984 904—984	799—80; 799—80; 784—820 780—820	596 596 609— 604— 598—	596 596 609— 604— 598—	712—738 712—743 766—813 734—801 742—789
) Odnos \$:f računat u:					
— januar '75.	2.354,1	— januar 78.	1.92 : 1		
— januar '76.	2.030,1	— januar 79.	2.01:1		

Opis	Januar 1975.	Januar 1975.	Januar 1976.	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1978.	Januar 1979.
Japan, fco, robna kuća — zvanične cene tržišne cene	886	846	846	810	708	836	836
Vel. Britanija, ingoti GOB drozv. osnova	766	—	—	—	700	736	724
Vel. Britanija — ingoti min. 99,95% — premija	—	—	—	—	610	9,0	0
određeni dobavljači — premija	11	9	0	0	8,6	16,1	16,1
min. 99,99% — premija	28	0	16	16	0	0	0
određeni dobavljači — premija	19	15,4	7,7	7,7	15,4	16,1	16,1
38	0-8	0-8	0-8	0-8	0-8	0-8	0-8
— Kala j							
Belgia, rafinirani, fco robne kuće							
Franuska, fot. isključ. takse							
Zapadna Nemačka 99,9%							
Italija, fco fabrika							
Japan, elektrolitni, fco robna kuća							
— Aluminijum							
primarni ingoti, svetska cena							
Kanada, cif sve glavne luke izuzev SAD,							
Kanade, V. Britanije, Lat. Amerike							
Lat. Amerika, ingoti 99,5%, bazne cene	860	860	860	860	1.124	1.235	1.235
cif, sve luke Lat. Amerike	893	893	893	893	1.157	1.270	1.270
Određene ostale transakcije:							
min. 99,5%, ingoti, cif Evropa neplać. carina							
min. 99,7%, ingoti, cif Evropa neplać. carina	636—671	690—710	690—710	690—710	950—965	1.230—1.245	1.240—1.260
min. 99,7%, ingoti, EEC, cif. Evropa, plać. carina	c71—718	721—741	721—741	721—741	1.000—1.020	1.255—1.280	1.255—1.280
Australija, ingoti 99,5%, fco rob. kuća (A. F)	707	754	921	921	964	1.221	1.013
Francuska, 99,6%, fot. isključ. takse	890	965	1.031	965	1.350	1.350	1.440
Zapadna Nemačka, 99,5%	1.075—1.120	835—878	1.173—1.253	1.173—1.253	1.173—1.253	1.540	1.540
Italija, 99,5%, fco fabrika	919	905	1.271	1.271	1.271	1.352—1.423	1.352—1.423
Japan, fco robna kuća	860	904	1.168	1.168	1.168	1.436	1.436
SAD, 99,5%, fob kupac	—	—	—	—	—	—	—
Velika Britanija, kan. am. i engleske	992	852	1.306	1.306	1.306	1.168	1.168
objavlj. cene, min. 99,5%, iskor.	922	865	1.354	1.354	1.354	1.427	1.427
objavlj. cene, min. 99,8%, ispor.	—	—	—	—	—	1.477	1.477

Opis	Januar 1975.	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.
— Antimon				
Evrop. slob. trž. regulus 99,6%, cif Europa Francuska, 99,5%, fob isključ. takse Italija, 99,6% fco fabrika Japan-Tokio, fco robna kuća Velika Britanija 99%, isporuke od 5 tona 99,6%, isporuke od 5 tona SAD, 99,5%, fob Laredo	2.236—3.060 3.510 3.785—4.239 5.330 3.766 3.966 4.916	3146—3349 3.671 3455—3742 3.622 2943 2994 3.483	2.140—2.180 2.494 2.506—2.848 3.188 4.128 4.176 3.871	2.700—2.750 3.292 3.050—3.419 4.820 3.819 3.869 nom.
— Bismut				
Evropsko slob. tržište, lot od tone, cif Velika Britanija, proizv. prodaja 99,9%, fot Francuska, 99,95%, fot, isključ. takse	13.889—16.007 19.841 20.747	10472—11197 16.534 17.514	6.401—5.662 11.023 12.209	3.638—4.299 11.023 12.508
— Cadmium				
Evropske referencne cene, 99,95% šipke, cif/fco fabrika, lot od tone Evropsko slobodno tržište, cif Europa ingoti šipke	9.110—9.298 4.960—5.291 5.071—5.401 8.940	4.263—4425 3527—3638 3571—3682 4.412	4.800—4.992 3.660—3.770 3.748—3.858 4.999	5.527—5.728 4.475—4.608 4.519—4.674 5.794
Francuska (Komora sindikata) fot Italija, fco fabrika 99,95%, šipke Japan, fco robna kuća — zvanična cena SAD, 99,95%, šipke, lotovi od tone Velika Britanija—Komonvelt šipke 99,95%, cif slob. trž. ingoti i slob. trž. šipke	8.933—9.690 9.660 9.993 9.370—9.480 — 9.370 6.227—6.487	4318—5038 7572 6914 4409 4409 4028—4699	4.557—5.126 9.522 8.280 4.960—5.512 6.614 4.021—5.079	5.024—5.622 11.795 10.256 4.960—5.512 6.614 5.096—5.317
— Calcium				
Vel. Britanija, šipke i dr., isporučeno	5.190—7.784	4475—6713	13.968	14.623
— Chrom				
Vel. Britanija, komad. min. 99%, 5—100 t lot	3.437—4.002	3958—4364	5.434—5.875	5.688—6.151

Opis	Januar 1975.	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.
— Kobalt				
Svet – Sozacom, cif (od XII 76.)	8.267	8.818	29.500	30.389–34.798
Slob. tržiste, 99,5% cif Evrope	8.510	8.556	nerasp. 14.110	nerasp. 44.092
Francuska, fot. iskluč. takse 100 kg nadalje	8.716	8.791	14.503	43.542
Velika Britanija, Sogemin, isp.cif.	4.663	4.609	—	44.092
Zambijski, cif	—	—	14.110	44.092
USA, proizvodačke cene, cif				
— Germanijum				
Velika Britanija "zona raf. 300 oma/cm, dažb. placene, \$ po kg	285	246	232	243
— Magnезijum				
Evrop. slob. tržiste ingoti min 99,8%, cif Francuska, čist, fot iskluč. takse	1.813–1.883	1807–1857	1.940–2.028	2.205–2.337
Italija, 99,9%, fco fabrika	2.123	2.066	2.368	2.758
Velika Britanija, elektro min. 99,8%	2.120–2.195	1943–2015	4.315–4.420	2.512–2.572
iskluč. dažb.				
ingoti od 8 kg, min 99,8%	2.472	2.131	2.571	2.691
ingoti od 4 kg, elektro 99,8%	2.163	1969–1995	2.582	nerasp.
prah, klasa 4, fco fabrika	2.177	1981	2.703	nerasp.
"Raspings" isporuke u Engleskoj	2.328	2.008	2.131	nerasp.
— Raspas	2.131	1838	—	nerasp.
— Mangan				
Velika Britanija, elektro min. 99,95%, iskluč. takse	1.354–1.401	1167–1208	1.267	1.126
Italija, 96/97%, fco fabrika	1.665–2.120	1295–1583	1.367–1.595	1.435–1.675
— Molibden				
Velika Britanija, prah	12.241–12.534	11876–12280	17.184–17.760	21.306–21.708
— Nikl				
Slob. tržiste, rafinisan, cif Evropa	3.858–4.299	4.497	3.968–4.343	3.571–3.858
Evropa (kubanski) sinter 90	—	nerasp.	4.365	4.431
Evropa (kubanski) oksid 76	—	nerasp.	4.233	4.299
Francuska, rafinisan, fot iskluč. takse	4.541	5.018	5.157	5.121

Opis	Januar 1975.	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.
Italija, katode i zrna, 99,5%, fco fabrika Holandija — Amax, briketi fob Rotterdam	5.299—5.753	4.894—5.110	4.557—5.012	4.665—5.024
Japan, Tokio, fco robna kuća, zvanične cene	4.663	4.950	4.542	4.674
Japan, Tokio, fco robna kuća, tržisna cena	5.597	6.707	6.707	6.707
Velika Britanija, rafinisan, ispr. od 5 i više t	nerasp.	6.251	6.154	6.154
» F* kugle ispr. od 5 i više t	4.230	4.915	nerasp.	nerasp.
sinter 90 (sadržaj nikla)	4.363	4.980	nerasp.	nerasp.
sinter 75 (sadržaj nikla)	nerasp.	4.633	nerasp.	nerasp.
Incomet, isporučeno				
feronikl — Falconbridge				
SMLN — FNC, \$/t Ni	—	4.910	5.307	5.307
SAD, 99,5%, fob proizv. rob. kuće,	—	—	4.860	4.652
uklj. uvoz. car.				
Amax, briketi, fob lučke				
Amax, ASP				
— Platina			\$ po kg	
Italija, 99,90%	5.481—6.540	4.750—5.182	9.671—11.268	
Velika Britanija, empirički rafinisana	6.282—6.584	5.058	9.403	
SAD, fob Njujork	6.109—6.430	4.983—5.305	9.650	
— Renijum			\$ po kg	
engl. prah, min. 99,99%	—	1.421	1.344	1.407
— Živa			\$ po flasi od 34,5 kg	
Evropsko slob. trž. min. 99,99% cif gl. evr. lučke	175—190	78—83	127—132	177—185
Japan, Tokio, fco robna kuća	305	193	207	287
SAD (MW Njujork)	190—225	116—122	131—135	179—185
— Selen			\$ po kg	
Velika Britanija, 99,5% komad lotovi od 100 lb	40	40	33	33
Evropsko slobodno tržiste, cif	22—24	19—20	20—21	26—28
— Silicijum			\$ po kg	
Evropsko slob. trž. norm. kval. 98,5% Si, cif	1.150—1.250	795—820	680—750	1.060—1.100
Italija, fco fabrika	1.317—1.665	907—993	911—946	1.136—1.232
Velika Britanija, min. 98%, lot 10—20 tona	1.318—1.354	934—964	902—940	1.136—1.166
— Srebro				
Japan, fco robna kuća	144	146	161	203
— Telur				
Velika Britanija, komad, i prah 99/99,5%	22.046	22.046	44.092	4.409—5.071
šipke min. 99,5%	22.046	22.046	44.092	4.409—5.071
— Titan				
Velika Britanija, bileti, 400—100 m/m	7.086—10.311	6.110—8.891	2.222	6.834—7.236
od septembra 1977. god. sunder 99,3% max.				
120 brinela, bazna cena				

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala (LME)
i engleskom tržištu (MB) u 1977. i 1978. god. sa prosekom 1978. god.*)

\$ po m. toni, kg i flaši

O p i s		1977. god.		1978. god.		1978 god. prosek		
		januar-decembar		decembar januar-decemb.				
		januar	decembar	januar	decembar			
Bakar (LMF)	— cash vajerbar	1.550	1.145	1.259	1.549	1.167	1.532	1.364
	— cash katode	1.534	1.127	1.238	1.522	1.152	1.503	1.346
	— tromes. vajerbar	1.601	1.166	1.287	1.510	1.194	1.562	1.397
	— tromes. katode	1.584	1.148	1.266	1.561	1.176	1.538	1.897
	— settlem. vajerbar	1.551	1.146	1.260	1.549	1.168	1.532	1.346
	— settlem. katode	1.535	1.128	1.239	1.522	1.153	1.504	1.346
	— bakar, cif Evropa	...	...	...	...	...	...	1.364
Olovo (LME)	— cash	753	516	685	890	524	858	658
	— tromesečno	773	529	691	835	533	806	689
	— settlement	754	516	685	890	524	859	658
Cink (LME)	— cash	755	494	537	744	448	686	593
	— tromesečno	784	501	549	755	451	706	608
	— settlement	756	494	537	744	449	687	594
Cink (GOB)	— proizvodna osnova	...	...	600				
	— standardni	13.465	8.810	12.804	15989	11025	14172	12876
	— tromesečno	12.736	9.051	12.428	15528	11016	13960	12692
	— settlement	13.475	8.827	12.814	15999	11030	14179	12884
Kalaj (LME)	— cash	13.465	8.810	12.808	15999	11025	14181	12884
	— visokog stepena	12.832	9.051	12.481	15622	11025	13982	12719
	— settlement	13.475	8.827	12.818	16019	11050	14190	12893
Aluminijum (MB)	— cash	1.052	895	...	1.234	1.234	1.234	1.166
	— tromesečno	...	...	...	1.245	1.154	1.234	...
	— min 99,5% cif Evropa	...	...	...	1.155	1.136	...	...
					2.725	2.135	...	...
Antimon (MB)	— evrop. slob. trž. 99,6% cif	3.120	2.998	...	...	...	...	...
	— ostale transakcije	3.105	2.025	...				
Živa (MB)	— min 99,99% cif. glac. evr luke, \$ po flaši od 76 lb	195	101	...	125	148	...	...
	— evr. slob. trž., cif	13.173	5.842	...	4.506	3.887	...	...
Kadmijum (MB)	— evrcp. ref. cene, ingoti 99,95%, cif/ex fabr.	6.644	5.622	...	5.657	5.459	...	...
	— Komonvelt, šipke 99,95%, cif	6.614	6.614	...	...	...	...	6.614
	— slob. trž., ingoti i šipke, plać. carina	6.418	4.754	...	5.251	5.033	...	...
	— ingoti, slob. trž., cif	6.404	3.827	...	4.636	4.560	...	...
	— šipke, slob. trž. cif	6.449	3.922	...	4.676	4.504	...	...
	— prepod. kotacija	5.159	5.158	...	...	...	...	...
	— spot	160	147	157	199	154	191	
Srebro (LME)	— cash — spot	165	149	154	204	156	196	
	— tromesečno	170	150	152	205	154	201	
	— šestomesečno	160	140	160	...	...	111	
	— godišnje							
Selen (MB) \$/kg	— ostali izvori, cif	38	21	...	28	26	...	

* Odnos \$: £ za najviše i najniže u 1977. god. uzeti su odnosi koji su važili za mesec u kome se javlja najviše i najniže cena.
 za prosek decembar 1977. 1,854:1
 za prosek decembar 1978. 1,985:1
 za prosek 1978. godine 1,92:1

Promet osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala u 1973., 1974., 1975., 1976., 1977. i 1978. god.*)

Vrsta proizvoda	1973.	1974.	G o d i n e 1975.	1976.	1977.	1978.
Bakar	4.676.125	3.171.025	3.500.000	5.076.400	4.316.475	5.270.625
Olovo	1.341.325	974.426	931.250	1.179.950	1.901.000	1.876.125
Cink	1.324.575	1.205.075	1.158.525	1.326.575	1.339.000	1.287.800
Kalaj	1.692.600	242.375	205.184	334.475	403.550	390.220
Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala za period januar-decembar 1975-1976. i za januar-novembar i prosек novembar 1978 god.*^{a)}						
Aluminijum— tromesečno	...	...	...	...	...	...
B a k a r						
cash — vajerbar	1.389	1.105	1.150	1.690	1.040	1.287
— katode	1.360	1.085	1.124	1.671	1.013	1.265
tromesečno						
— vajerbar	1.440	1.145	1.191	1.755	1.074	1.341
— katode	1.409	1.190	1.165	1.735	1.055	1.320
settlement						
— vajerbar	1.390	1.106	1.151	1.690	1.040	1.287
— katode	1.361	1.083	1.125	1.672	1.029	1.266
O l o v o						
cash	509	317	333	545	296	477
tromesečno	488	325	348	551	308	493
settlement	509	319	333	545	296	478
C i n k						
cash	805	647	685	811	602	640
tromesečno	834	645	709	839	620	669
settlement	834	645	686	812	602	641
K a l a j — standard						
cash	7.581	6.569	6.179	9.480	5.510	8.387
tromesečno	7.345	6.477	6.312	9.544	5.637	8.611
settlement	7.592	6.571	6.180	9.485	5.511	8.392
K a l a j — visokog stepena						
cash	7.592	6.569	6.179	9.480	5.511	8.387
tromesečno	7.345	5.914	6.312	9.586	5.641	8.639
settlement	7.615	6.571	6.180	9.485	5.512	8.392
S r e b r o						
cash	177	119	131	164	110	140
tromesečno	183	123	135	169	113	145
sedmomesečno	178	119	132	164	110	140
settlement						

* Izvor: Metal Bulletin, No. 6020, 6058, 6157 i 6356
** Napomena: pri prevaranju eng. funte u am. dolare korišćeni su odnosi:
— decembar 75. 2.022 \$ za 1 £ za 1 f. (M. Bulletin zvanični odnos)
— decembar 76. god. 1.677 \$ za 1 £, a za najviše i najniže cene korišćen je odnos 1.805 \$ za 1 £.
— novembar 78 god. 1.96 za £

Najviše ili proseci cena ostalih obojenih metala na Londonskom tržistu u decembru 1975., 1976. i novembru 1978. god.*)

	O p i s	Decembar 1975. najviše najniže	Decembar 1976. najviše najniže	Novembar 1978. najviše najniže
Aluminijum				
— primarni ingoti, određene ostale transakcije, min 99,5%	694	674	900	880 1.204 1.176
robne kuće Evrope, carina nije plaćena				
Antimon				
— regulus, evropsko slobodno tržiste, 99,6%, cif Evropa	3.286	3.121	3.031	2.932 2.704 2.654
Bismut				
— evropsko slobodno tržiste, cif	11.451	11.257	10.210	9.824 4.685 4.079
Kadmijum				
— UK, cif 99,95%, šipke evrop. referent. cena, cif/ex-fabrike	4.661	4.499	6.574	6.440 5.586 5.390
— Komonvelt, cif, 99,95%, šipke	4.903	4.569	6.470	6.100 6.614
— Slobodno tržiste, ingoti i šipke UK				5.185 4.969
— Evropsko slobodno tržiste	3.975	3.823	5.331	5.150 4.709 4.548
— ingoti, cif	4.019	3.867	5.353	5.172 4.813 4.592
Ziva				
— min. 99,90% cif. glavne evropske luke (\$/flaši).	80,5	76	112	105 140 135
Zlato				
— prepodnevne prodaje (\$/kg)	4.478	4.478	4.304	4.297 6.658 6.625
Srebro				
— promptne prodaje (\$/kg)				Prosek 198
— tromesečne prodaje (\$/kg)				140 193
— šestomesecne prodaje (\$/kg)				145 198
— godišnje prodaje (\$/kg)				150 208
Selen				
— ostali izvori, cif (\$/kg)	21	20	27	26 29 27

* Izvor: M. Bulletin No. 6058, 6157 i 6347.

Cene nekih nemetala u I kvartalu 1974, 1975, 1976, 1977, 1978. i IV kvartalu 1978 god.
(Cene su obično cifri glavne evropske luke)

Proizvodi	I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	\$ po m. toni IV kvartal 1978.
Glinica i boksit glinica-kalc. 98,5—99,5% Al ₂ O ₃ , fco fabrika, pakovanje uključeno glinica, kalc. srednje sadr. sode boksiti za abrazive i alum. min. 86% Al ₂ O ₃ , boksi grubo sortirani min. 86% Al ₂ O ₃	159 .197	252— 264	228— 272	245— 282	256— 276	264 304—316 332—342
Abraziivi korund, prirodni abraz. sir., komad., cif korund, krupnozrnasti, cif srednje i fino zrnasti, cif ukrasni kamen (Idaho) 8—220 meša, fob Frenwood topljeni al. oksid (braun) min. 94%/ Al ₂ O ₃ , 8—220 meša, cif topljeni al. oksid (beo) min. 99,5%/ Al ₂ O ₃ , 8—220 meša, cif silikon karbidi, 8—220 meša, cif — crni oko 99% SiO ₂ — zeleni preko 99,5% SiO ₂	54— 91	59 96— 120	57— 62	85— 125	99 98	66— 77 156
Azbest (kanadski), fco Kvik krudum № 1 krudum № 2 grupa № 3 grupa № 4 grupa № 5 grupa № 6 grupa № 7	2.212 1.455	2.677 1.455	3.854 1.613	4.393 2.386	4.393 2.386	4.393 2.386
Bariti mleveni beo, sortiran po bojama 96—98% BaSO ₄ , 99% finoca 350 meša, Engl. mikronizirani min. 99%, fini Engl. nemleveni, min. 92% BaSO ₄ , cif sortirani bušenjem, mleven. pakov.	101— 125— 23— 41—	113 129 27 50	106— 130— 35— 57—	165 230 50 68	161 222 42 56	110— 142— 46— 61—
					126 173 47 65	126 171—209 55—57 74—78
						133—152 175—214 75—58 76—80

^{a)} S obzirom da se izvorni materijal koristi iz Industrial Minerals, to se i njihov odnos prema f koristi iz ovih izvora i on je u prvom kvartalu 1974. god. \$ 2,30 : 1 £, u II kvartalu 1976. godine \$ 2,05 : 1 £, u III kvartalu 1977. god. \$ 1,6 : 1 £, u prvom kvartalu 1978. god. \$ 1,90 : 1 £ u IV kvartalu 1978. \$ 1,95 : 1 £ za 1 m. tonu.

Proizvodi	I kvartal 1974.		I kvartal 1975.		I kvartal 1976.		I kvartal 1977.		I kvartal 1978.		IV kvartal 1978.	
Bentoniti			11—14	12—33	10—30	9—25	11—30	12—31				
	20—23	21—71	30—81	35—66	42—80	43—82						
	mleven, vazdušno flotiran., pakovan											
Vajoming, kvački sortiran., 85% kroz	77—81	80—120	97—103	101—107	127—133	131—136						
200 meša, u vrećama	43—48	45—94	61—81	55—71	85—95	88—97						
Flint ilovača, kalcinirana, cif	34—38	35—40	61—71	50—58	76—95	78—97						
Fulerova zemlja, prir. ilovač. sort. Engl.	38—45	40—47	73—77	60—69	82—95	84—97						
Feldspat												
keramički prah 200 meša, pakovan u	23—27	35—42	71—77	79—88	123—114	127—117						
vreće, fco magacin												
pesak 2—3 m/m, keramički/staklarski,	23—27	35—42	40—54	44—57	61—76	62—78						
cif												
Fluorit												
Metalur., min 70% Ca F ₂ , fco eng. rud.	34—45	35—47	30—61	31—47	38—57	39—58						
za hem. svrhe, suv 97% CaF, pak.	72—86	76—90	81—111	63—87	104—123	107—127						
keramički, mleven 93—95% CaF, cif	61—70	64—73	61—81	47—63	nom.	nom.						
Fosfat												
Florida, kval.												
66—68% TCP, fob	22	41	36	36	35	33						
70—72%, TCP, fob	26	53	45	45	41	41						
74—75%, TCP, fob	30	62	52	52	47	47						
76—77% TCP, fob	33	70	58	58	53	53						
Maroko, kval. 75—77% TCP,												
fas Kasablanka	42	63	48,5	48,5	48,5	48,5						
Maroko, kval. 70—72%, fas Kasablanka	35—36	—	46	46	46	46						
Tunis 65—68% TCP, fas Skar	12—14	30—31	—	—	—	—						
Naura, kval. 83% TCP, fob			30—32	30—32	30—32	30—32						

	I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	IV kvartal 1978.
Proizvodi						
Gips	krudum, fco rudnik ili cif	4— 5	4— 5	4— 5	4— 5	6,8—7,8
Grafit (Cejljon)	razni assortmani, 50—90% C, fob Kolombo, upakovani	79— 283	87— 356	71— 404	55— 315	137—606 140—622
Hromit	Transval, drobiv, hem. sortirani, farn 46%, Cr ₂ O ₃ cif od 178, 44/45% Cr ₂ O ₃ fob Transval, livacki 45% Cr ₂ O ₃ fob Transval, vatrrost, 46% Cr ₂ O ₃ fob Filipini, grubo sortirani, min 30% Cr ₂ O ₃ cif u obliku peska, u kalupima, 93% finoće 30 mesa, isp. Engl.	23— 26	59— 64	64— 69	64— 69	55—60 55—60 60—65 65—70 65—70 97—107 154—166
Kvarc	mlevena silika 98—99,7% SiO ₂ , — 120 mčša mlevena silika 98—99,7% SiO ₂ , — 300 mčša mlevena silika 98—99,7% SiO ₂ , 90% < 10 mikrona	15— 9— 11	19— 9— 12	20— 50 —	42— 39 119	33— 47 93
Kriolit	prirodn. Grenland 94/98,5% pakov. fob Denmark	226— 278	500— 550	500— 550	500— 550	500—550 500—550
Liskun u prahu	suvo mleven, fco proizvodač mokro mleven, fco proizvodač rudarski otpaci, muskovit, bez stranih primesa, cif mikroniziran	122— 186— 249	212— 260— 472	192— 343— 404	262 268— 315	150— 228 180—275 323—380
Magnezit	Grčki nekalc., komad, cif kalcinirani polijopr. stepen, cif kalcinirani indust. stepen, cif dobro pečen, sortiran, cif Engl. sirov. magnezit, komad	43— — 81 81 91	57— — 94— 83— 118—	68 106 106 142	77— 101— 131— 131— 141—	91 121 262 141— 155

		I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	IV kvartal 1978.
Proizvodi							
Nitrat	čileanski nitrat sode, oko 98%	115	191		147	131	156
Pirit, baza 48 S	španski (Rio Tinto i Tharsis) fob Huelva portugalski (Aljustreal i Louzal) fot Setubal ostali (Kipar, Norveška i dr.) cif	nom. nom. 12—15	nom. nom. 12—15		nom. nom. nom.	nom. nom. nom.	nom. nom. nom.
Potaša	Muriata, 60% K ₂ O, cif, cena po m. t materijala	43—52	59—71	91—93	71—72	87—89	88—90
Sumpor	SAD, freš, tečan, sjajan (bistar) terminal Tampa SAD freš, tečan, sjajan (bistar) cif S. Evropa Meksicki, kanadski, francuski, poljski, tečan, cif. S. Evropa Kanadski, suve trake, cif S. Evropa	23	39—71		67	67	67
Talk	norgeški, francuski i dr., cif	26—104	71—260	61—222	71—197	85—266	88—273
Volastonit	izvozno-uvozni kval. pakovan, cif aproks. 300 meša	84—95	87—165	161—182	126—142	aprox. 190	approx. 195

Izvori osnovnih podataka

- Metal Statistics, 1973—1978.
Preise Löhne Wirtschaftstreckungen, 1973—1978.
Metal Buletin — bilteni 1974—1979.
Metals Week — bilteni 1974—1979.
Industrial Minerals — bilten 1974—1978
World Mining — bilteni 1974—1979.
Engineering and Mining Journal 1974—1979.
Un Quarterly Bulletin — bilteni 1974—1979.
Metalstatistik 1966—1977 Frankfurt A/M,
Statistisches Bundesamt, Düsseldorf
Metal Bulletin (Monthly), 1974—1979.
South African Mining & Engineering Journal, 1974—1979.
Bergbau, 1974—1979.
Erzmetall, 1974—1979.
Braunkohle, 1974—1979.
Glückauf, 1973—1978.
Canadian Mining Journal, 1974—1979.
Mining Magazine, 1974—1979.

RUDARSKI INSTITUT – BEOGRAD

izdaje časopis:

„RUDARSKI GLASNIK“

(izlazi 4 puta godišnje)

Oglašavajte vaše proizvode u časopisu

Cene:

1/1 strana u crno-beloj tehnici	3.000,00.- d.
1/2 strane u crno-beloj tehnici	2.000,00.- d.

Redakcija

izašao je iz štampe

Godišnjak o radu rudnika uglja u 1977. godini

Cena knjige je 2.400,00 — dinara.

Zainteresovani je mogu poručiti ili odmah uplatiti na račun 60805-506-6228 SDK Zemun, a Redakciji »Rudarskog glasnika« dostaviti tačnu adresu, na koju će knjiga biti upućena.

Knjiga se pre uplate ne dostavlja!

Redakcija

PROIZVODAČI OPREME

Dostavite nam prikaze Vaših najnovijih proizvoda koje ćemo objaviti BES-PLATNO u rubrici »Nova oprema i nova tehnička dostignuća«.

Članak treba da obuhvati najviše 5 kucanih stranica sa 2—3 fotografije.

Prikaze dostaviti na adresu:

R U D A R S K I I N S T I T U T

Redakcija »Rudarskog glasnika«
Zemun, Batajnički put br. 2.

Redakcija

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 16.500 termina

U radu na rečniku učestvovali su najeminentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik ima format pogodan za upotrebu.

O-113
odlagalište, hidromonitorno visinsko

flushing dump above level
décharge (f) à chasse d'eau au
dessus du niveau
Hochspülkippe (f)
вьсокосмывной отвал

O-116
odlagalište, napredovanje

advance of waste dump
avancement (m) du dépôt
Kippenfortschritt (m)
подвигание отвала

O-114
odlagalište, klizanje

stockpile sliding; depot sliding
glissement (m) du remblai
kippenseitig
отвальный оползень

O-117
odlagalište, odbacivačko

stacker dump
dépôt (m) formé par l'engin de rejet
Absetzerkippe (f)
экскаваторный (абзетцерный) отвал

O-115
odlaganje, mesto

depot position; storage position
position (f) du dépôt
Kippstelle (f)
отвальное место

O-118
odlagalište, okrenut ka

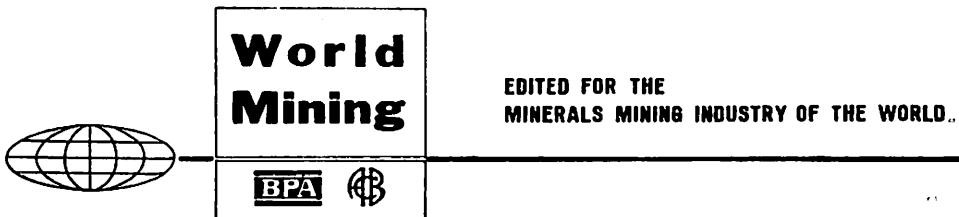
facing the stockpile; facing the depot
face (f) vers de dépôt; face (f) vers
le remblai
Kippenrutschung
со стороны отвала

BECORIT GRUBENAUSBAU G.m.b.H. RECKLINGHAUSEN

... und wir möchten Ihnen mitteilen, dass Ihnen mit mehrsprachigem Fachwörterbuch ein ganz grosser Wurf gelungen ist. Obwohl die Bergleute in der ganzen Welt eine Sprache sprechen, die Sprache der Technik, verbunden mit den gemeinsamen Problemen und den alle Bergleute verbindenden Sorgen, ist ein derartiges Wörterbuch eine grosse Hilfe zur Überbrückung von reinen Sprachschwierigkeiten.

Wir können Ihnen zu diesem Fachwörterbuch nur gratulieren und hoffen, dass es zur weiteren Werständigung in der grossen Völkerfamilie beitragen wird.

... želeli bismo da Vam saopštimo da ste tim višejezičnim stručnim rečnikom napravili veliki potez. Mada rudari celog sveta, povezani zajedničkim problemima i brigama, govore istim jezikom — jezikom tehnike, ovaj rečnik je velika pomoć za savlađivanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



Thank you very much for sending me your excellent Mining Dictionary. I shall be pleased to publish a review of it in World Mining ... congratulations on your publication of this very useful reference work

Zahvaljujem se na slanju vašeg odličnog Rudarskog rečnika. Biće mi zadovoljstvo da objavim njegov prikaz u World Mining-u... primite čestitanja za publikovanje ovog veoma korisnog priručnika.



... teilen wir Ihnen mit, dass wir das Bergbauwörterbuch, das Sie uns zugesandt haben, ausgezeichnet finden. Das grosse Stichwortverzeichnis in 5 Sprachen hat uns bisher gute Dienste geleistet und wird es auch in Zukunft tun.

... saopštavamo Vam, da nalazimo da je Vaš Rudarski rečnik koji ste nam poslali odličan. Veliki registar na pet jezika učinio nam je do sada dobre usluge, a činiće to i ubuduće.

BERGAKADEMIE FREIBERG



Die Auswahl der Begriffe erfolgte sehr zweckmässig und nach neuesten Erkenntnissen, so dass auch alle modernen Termini im Wörterbuch enthalten sind... so dass dieses Wörterbuch für Übersetzungen bergbaulicher, aufbereitungstechnischer, geophysikalischer und geologischer Arbeiten von grossem Nutzen sein wird.

Die solide Aufmachung des sehr umfangreichen Wörterbuchs und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleibenden Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturoauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

Izbor pojmove je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim saznanjima tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevođenje radova iz rudarstva, PDS, geofizike i geologije.

Solidna oprema vrlo obimnog rečnika i besprekorna štampa učiniće da će ova knjiga postati vrlo popularan priručnik. Rečnik se preporučuje svim institucijama koje se koriste stranom literaturom i njenim obradivanjem.

ERZMETALL

Dięses Bergbauwörterbuch ist des Ergebnis jahrelanger Arbeit. Das ansprechend hergestellte und handliche Nachschlagewerk enthält mehr als 16.500 Fachausdrücke aus dem Bergbau, dem Hüttenwesen... Das erstaunlich vollständige Fachbuch enthält Begriffe wie »Abbaufront, stempelfreie«,... Übersichtliche Sachwortregister in den vier nicht-serbo-kroatischen Sprachen führen schnell über Kennzeichen zu der jeweiligen fünfsprachigen Wortzusammensetzung. Die Übersetzungen der einzelnen Zusammenstellungen sind knapp aber gut durchgeführt. Das »Bergbauwörterbuch« darf wohl als international anspruchsvoll bezeichnet und zur Anschaffung, nicht nur für Bibliotheken und Übersetzer, empfohlen werden.

Ovaj Rudarski rečnik je rezultat dugogodišnjeg rada. Dobro izrađen i za rukovanje spretan priručnik sadrži više od 16.500 stručnih izraza iz rudarstva, metalurgije... Zadivljujuće kompletна stručna knjiga sadrži izraze kao »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletног termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.

Colliery Guardian

je britanski mesečni tehnički časopis iz oblasti rudarske industrije uglja. Njegova izdavačka politika je pružanje potpunih i savremenih informacija o tehnikama i opremi za podzemnu eksploataciju uglja, kako u Velikoj Britaniji, tako i u prekomorskim zemljama. Pored toga, postoji i važan komercijalni odeljak, posvećen novostima iz podzemne eksploatacije uglja širom sveta.

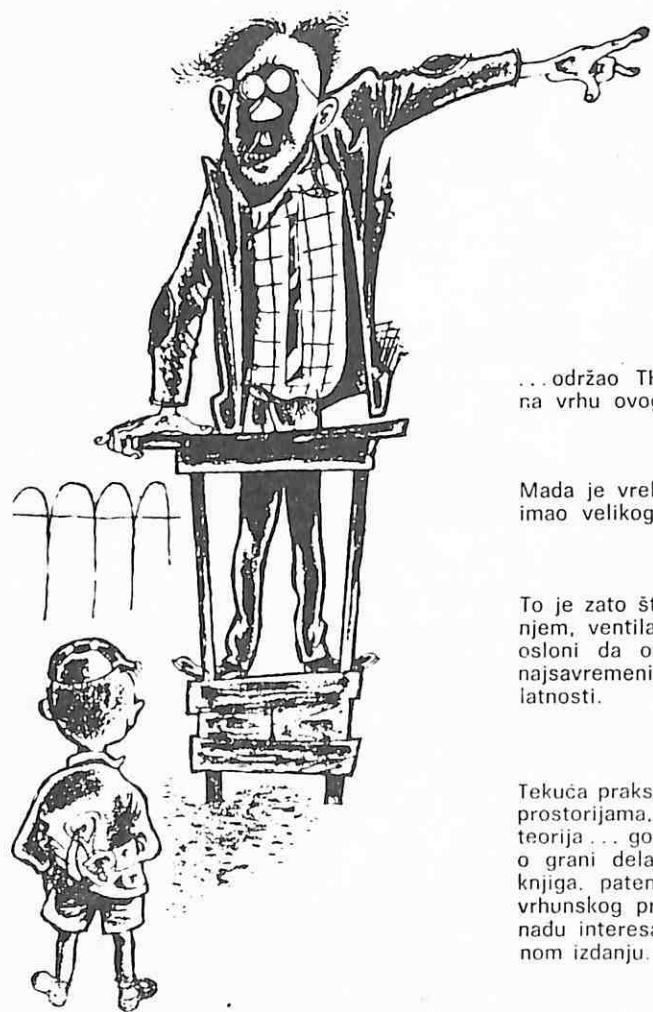
Za proizvođače opreme koji žele da oglase svoje proizvode međunarodnoj rudarskoj industriji uglja, COLLIERY GUARDIAN dospeva u četrdeset devet zemalja i zaista pokriva celokupno britansko tržište.

Pored redovnih mesečnih izdanja
GODIŠNJA K COLLIERY GUARDIAN-a
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Za besplatan uzorni primerak
i dopunska obaveštenja obratiti
se:

The Managing Director,
COLLIERY GUARDIAN
John Adam House
17-19 John Adam Street,
London W. C. 2.

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) £ sterlinga



n i j e VRELI VAZDUH

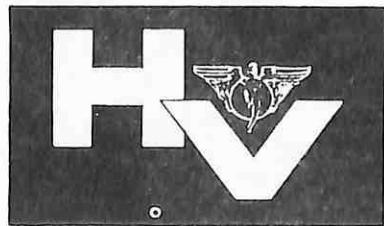
...održao THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER na vrhu ovog polja više od 40 godina.

Mada je vreli vazduh (i svež, hladan, suv i čist vazduh) imao velikog uticaja na to!

To je zato što je svako ko ima bilo kakve veze sa grejanjem, ventilacijom i »er condišnom« uvek mogao da se osloni da ovaj časopis pruža najnovija, najpotpunija i najsavremenija obaveštenja o svakom aspektu ove delatnosti.

Tekuća praksa u svim područjima ... fabrikama, poslovnim prostorijama, stanovima, rudnicima, brodovima. Principi i teorija ... goriva, oprema, naučno-istraživački rad. Novosti o grani delatnosti ... ljudima u toj delatnosti. Pregledi knjiga, patentni izvodi, raspoloživa literatura. Počev od vrhunskog praktičara do mladog početnika, svi mogu da nadu interesantne i vredne informacije u svakom mesečnom izdanju.

Slobodni smo da vas pozovemo da pogledate THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER. Uveriće se da se to isplatilo Pišite za uzorni primerak na adresu:



THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER

and Journal of Air Conditioning

11-13 Southampton Row,

London. W. C. 1.

ENGLAND

POSEBNA IZDANJA RUDARSKOG INSTITUTA

Cena po
primerku

- Dr ing. Mira Manojlović-Gifing:
»TEORETSKE OSNOVE FLOTIRANJA« 40,00

INFORMACIJA C:

Informacija o proizvodnji, zalihami i tržištu uglja koja izlazi mesečno i daje sliku momentalnog stanja, godišnja pretplata 1.000,00

- 10 GODINA RUDARSKOG INSTITUTA 70,00

Publikacija u kojoj su objavljeni radovi saradnika Rudarskog instituta po temama koje je obradivao Institut u toku proteklih deset godina — jubilarna publikacija

- Dr ing. Branislav Genčić:
»TEHNOLOŠKI PROCESI PODZEMNE EKSPLOATACIJE SLOJEVITIH LEŽIŠTA« (I deo) 50,00

- Prof. dr Velimir Milutinović:
»KOMPLEKSNA METODOLOGIJA EKONOMSKE OCENE LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA« 100,00

- »INFORMACIJE B« (po pregledu od 1—56) 25,00



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
 - oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
 - miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromontažne delatnosti i tehničke zaštite
-
- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVODENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
 - REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA
 - VRŠI OPTIMIZACIJU KAPACITETA I IZBOR NAJPOVOLJNIJIH VARIJANTI KORIŠĆENJEM SAVREMENIH METODA I MATEMATIČKIH MODELA

Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svetske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti.

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje kvartalni časopis:

RUDARSKI GLASNIK



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR
 - open-cast and underground exploitation of mineral ores
 - mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
 - blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection
- CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS, SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
- RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES

Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.

The Institute of Mines editorial activities include the quarterly periodical:

RUDARSKI GLASNIK

- veliki broj stručnjaka
- visok naučni i stručni nivo
- ostvareni naučno-istraživački rezultati primjenjeni u praksi
- iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
- savremena oprema garantuju: BRZE

SAVREMENE
KVALITETNE

usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na

POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE

I INZENJERING U RUDARSTVU

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2

Telefon 691-223 (Teleks 11830 YU RI)

Postanski 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. 691-223 — telex 11830 YU RI



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

