

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9637

BROJ **3**
1987

RUDARSKI GLASNIK

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

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

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637

BROJ
3
1987

RUDARSKI GLASNIK

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

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNICKI PUT BROJ 1 - JUGOSLAVIJA

Izdavač:

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

Redakcija:

11000 Beograd, Zmaj Jovina 21

Glavni urednik:

dr inž. ĐURO MARUNIĆ

Redakcioni odbor:

RADMILO OBRADOVIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
DRAGORAD IVANKOVIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
ALEKSANDAR ČURČIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
BORISLAV PERKOVIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
LJUBOMIR ČOLIĆ, dipl.inž., Rudarski institut, Beograd
MILETA SIMIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
GOJKO HOVANEĆ, prof. inž., Rudarski institut, Beograd
VEĽIBOR KAČUNKOVIĆ, dipl.inž., Rudarski institut, Beograd
MIRA MITROVIĆ, dipl.inž., Rudarski institut, Beograd

Redakcija:

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

SADRŽAJ

Eksploatacija mineralnih sirovina

Dipl.inž. NEBOJŠA MAKSIMOVIĆ — dipl.inž. ZORAN ROSIĆ

Varijanta izmeštanja izvoznih ugljenih linija na severnoj završnoj kosini površinskog kopa Kosovo u Belačevcu	5
Summary	11
Zusammenfassung	11
Rezjume	12

Dipl.inž. ZORAN ROSIĆ

Analiza troškova spoljašnjeg transporta kamionima (damperima) i sistemom DTO (drobilica—traka—odlagač) i izbor optimalne varijante na primeru PK Mošćanica	13
Summary	20
Zusammenfassung	20
Rezjume	20

Priprema mineralnih sirovina

Dipl.inž. DINKO KNEŽEVIĆ

Istraživanje mogućnosti i uslova za uvođenje hidrauličkog deponovanja pepela i šljake termoelektrane Bitola	21
Summary	29
Zusammenfassung	29
Rezjume	30

Dipl.inž. STEVAN ĐOKIĆ

Novi visokogradijentni separator VMS-100	31
Summary	35
Zusammenfassung	35
Rezjume	36

Ventilacija i tehnička zaštita

Dipl.inž. MIĆUN ŽUGIĆ

Problemi ventilacije dugačkih podzemnih saobraćajnica u gradskim uslovima	37
Summary	41
Zusammenfassung	41
Rezjume	42

Termotehnika

Dr inž. VOJISLAV VULETIĆ

Uticaj pepela iz lignita Kolubara na portland cementni klinker Fabrike cementa Kosjerić	43
Summary	49
Zusammenfassung	49
Rezjume	49

Informatika i ekonomika

**Dr inž. ČEDOMIR RADENKOVIĆ – dipl.inž. VLADIMIR SLAVKOVIĆ –
mr inž. ALEKSANDAR MILUTINOVIĆ**

Statistička metoda proračuna zaliha rolni tračnih transportera unutar BTO sistema	51
Summary	57
Zusammenfassung	57
Rezjume	57
Kongresi i savetovanja	59
Nova oprema i nova tehnička dostignuća	60
Bibliografija	61



IN MEMORIAM

GOJKO NEŠIĆ, dipl.inž. rudarstva

Dana 3. avgusta 1987. godine ispratili smo s dužnim poštovanjem još jednog doajena jugoslovenskog rudarstva dipl.inž. Gojka Nešića.

Gojko Nešić je rođen 1906. godine u Kovilju, Bačka, gde je završio osnovnu školu. Gimnaziju je završio u Novom Sadu. Posle prvog svetskog rata odlazi na studije u Frajberg na Rudarsku akademiju. Po završenim studijama kratko vreme radi u Berlinu, a 1935. godine se vraća u zemlju i radi u rudniku Resava—Bare sve do završetka II svetskog rata. Posle rata neko vreme radi u Ministarstvu rudarstva Srbije, a onda odlazi u rudnik Vrdnik, gde je sve do kraja 1951. god. Od 1952. radi kao direktor i tehnički direktor u rudnicima Rtanj i Bogovina, a penzionisan je kao tehnički direktor rudnika Ugljevik 1964. godine.

Prestankom redovnog radnog odnosa ne prestaje njegov aktivni rad u rudarstvu. Naprotiv, posle toga daje veliki doprinos naučno—istraživačkoj delatnosti u rudarstvu, a posebno u publicistici. Rudarski institut ga angažuje na izradi petojezičnog rudarskog rečnika. Kao redaktor rečnika inženjer Nešić radi na tom poslu — sa brojnim saradnicima — nekoliko godina.

Rudarski institut je zahvalan inž. Nešiću što se u svim značajnim svetskim istraživačkim centrima i nacionalnim bibliotekama nalazi ovaj rečnik sa amblemom Rudarskog instituta.

Rad inženjera Nešića u Rudarskom institutu se posle izlaženja rečnika nastavlja i traje sve do pre nepunu godinu dana. Kao odličan poznavalac nemačkog jezika i rudarske opreme, dugo godina prati stručnu literaturu, pravi bibliografske izvode i dostavlja ih — po temama — gotovo svim rudarskim stručnjacima. On omogućuje inženjerima Rudarskog instituta da budu u toku sa najsavremenijim rudarskim dostignućima, opremom, metodama otkopavanja, preradom, cenama, energetske bilansima, tendencijama razvoja, pada i uspona proizvodnje metala, uglja itd. itd.

Prevodi stručnih radova saradnika Rudarskog instituta za međunarodna istupanja na kongresima, simpozijumima i savetovanjima — kada je reč o nemačkom jeziku — bili su specijalnost inženjera Nešića. Nije se jednom desilo, da su nam redaktori ZBORNIKA RADOVA nekog inostranog sastanka uputili pismo sa zahvalnošću i čuđenjem: ko to tako briljantno zna struku i jezik?

Ipak, „ljubav“ inženjera Nešića bila je podzemna eksploatacija uglja.

Bio nam je učitelj, vaspitač i instruktor ne samo u rudarstvu. Njegovo veliko poznavanje mnogih oblasti i ozbiljno životno iskustvo mogli su da koriste svi, koji su bili s njim u kontaktu.

Poznavao je samo rad i obaveze koje je časno ispunjavao.

Gubitkom jednog od poslednjih iz plejade starih stručnjaka izgubili smo mnogo i nenadoknadi-vo.

Za sve što nas je naučio iz struke i poštenog odnosa prema radu, neka mu je hvala!

VARIJANTA IZMEŠTANJA IZVOZNIH UGLJENIH LINIJA NA SEVERNOJ ZAVRŠNOJ KOSINI POVRŠINSKOG KOPA KOSOVO U BELAČEVCU

(sa 4 slike)

Dipl.inž. Nebojša Maksimović – dipl.inž. Zoran Rosić

Uvod

Na severnoj završnoj kosini površinskog kopa Kosovo u Belačevcu dolazilo je do nekontrolisanog klizanja jalovinskih masa.

Preko severne završne kosine prolaze izvozne ugljene linije za termoelektrane Kosovo – A i Kosovo – B. Saniranje nestabilne severne kosine je do sada dalo relativno dobre rezultate, mada ova rešenja ne bi trebalo da budu i definitivna.

Izmeštanjem izvoznih ugljenih transporterata sa severne završne kosine površinskog kopa omogućilo bi se:

- definitivno rešenje problema severne, nestabilne, završne kosine površinskog kopa
- formiranje tri nezavisne izvozne ugljene linije
- pouzdan rad termoelektrane Kosovo – A i Kosovo – B
- stvaranje uslova za formiranje unutrašnjeg odlagališta.

Sadašnje stanje

U toku 1973. godine izrađen je kosi usek u kome su montirani tračni transporteri ITU–1 i ITU–2.

Kosi usek je izrađen od kote 520 mNV do kote 560 mNV u dužini od oko 560 metara. Na

zapadnom kraju useka montirani su transporteri KTU–1 i KTU–2 dužina od oko 100 m. Na istočnom kraju useka, transporteri ITU–1 i ITU–2 povezani su transporterima STU–1 i STU–2 koji dalje preko tri zbirna transporterata odvoze uglj do termoelektrana.

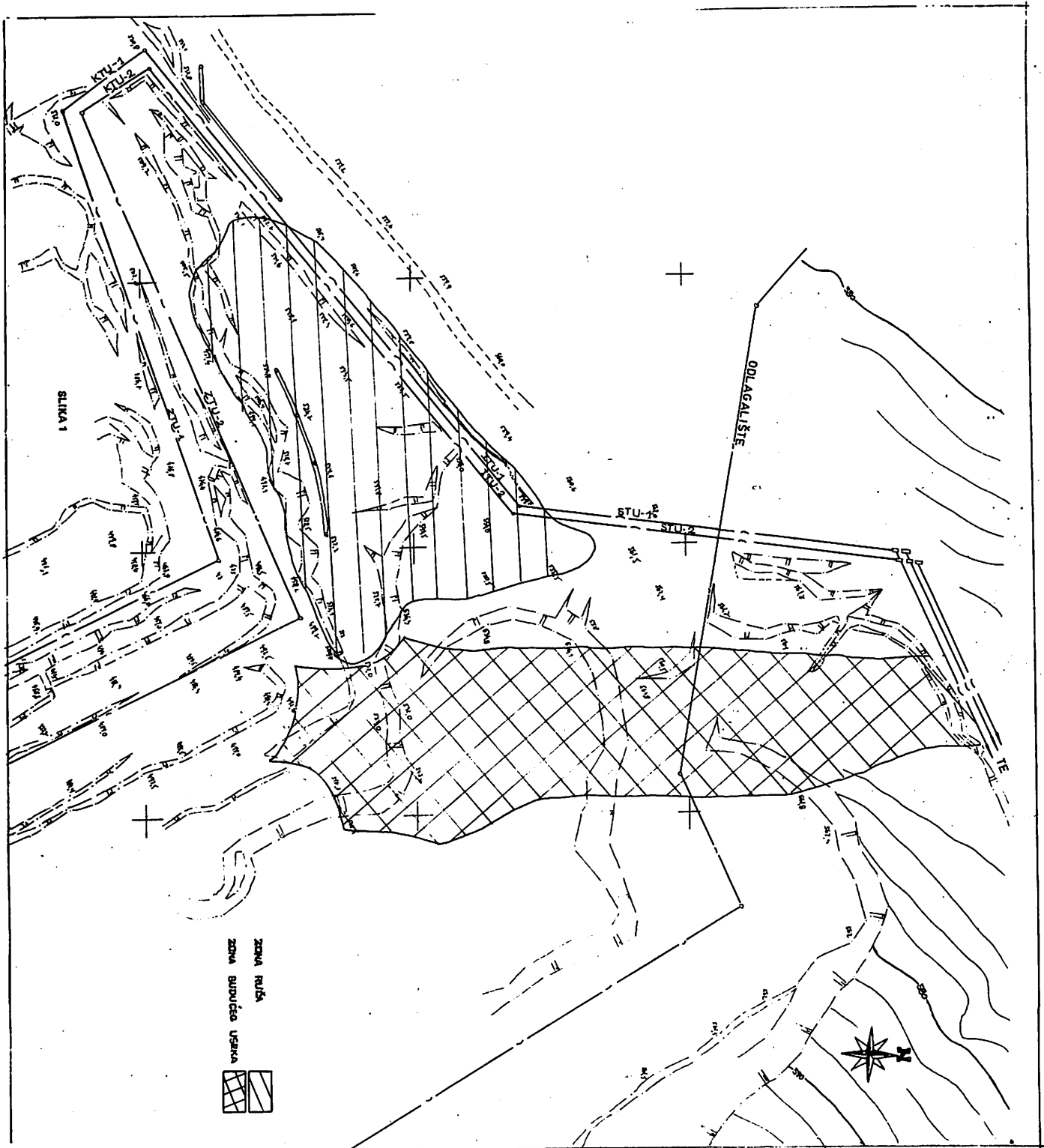
Klizanje masa, koje je konstatovano 5.12.1985. godine uslovalo je hitnu intervenciju i izmeštanje izvoznog transporterata ITU–1. Izvršena sanacija omogućila je ponovno uspostavljanje proizvodnje uz stalno nadziranje ugrožene zone.

Analizirajući sadašnju situaciju, uz sagledavanje svih bitnih činilaca, izmeštanje izvoznih linija iz ugrožene zone je trajno rešenje. Na slici 1 prikazano je sadašnje stanje na severnoj završnoj kosini površinskog kopa. Na istoj slici obeležena je zona klizanja kao i zona u kojoj bi se postavili novi izvozni transporteri.

Formiranje novih useka omogućilo bi nesmetano formiranje unutrašnjeg odlagališta.

Predlog radova na izmeštanju izvoznih ugljenih transporterata

Radovi na izmeštanju izvoznih ugljenih transporterata, s obzirom na obim poslova, izvodili bi se u dve faze.



Prva faza rada bi podrazumevala izradu jednog useka na kome bi se postavili izvozni transporteri dva nezavisna ugljena sistema.

Druga faza rada obuhvata izradu drugog useka u kome bi se postavili izvozni transporteri jednog ugljenog sistema. Na vreme izrade useka bitno bi uticali obimni pripremi radovi.

Prva faza

U prvoj fazi rada bi se formirao jedan usek. Širina ovog useka bi u osnovi iznosila 15 metara, što je dovoljno za postavljanje dve izvozne linije. Donja kota useka bi bila 499 mNV, dok bi gornja bila 565 mNV. Dužina useka bi iznosila oko 560 m.

Delovi useka koji su u odnosu na teren dublji od 15 m moraju imati bočne kosine izvedene pod uglom od 30° , čime bi se zadovoljili geomehanički uslovi stabilnosti. Ovo, praktično, znači da će se strane useka izvoditi kaskadno.

U delovima useka gde su dubine manje, bočne kosine će biti izvedene pod uglom od 45° .

Po osnovi useka bi se obezbedio put sa jedne strane tračnih transporterata, kao i kanal za prihvatanje površinskih voda. Put treba uraditi od čvrstog materijala zbog prohodnosti u zimskom periodu. Zbog velike slivne površine kanal za prihvatanje površinskih voda treba obložiti kamenom ili gumom, da usled erozije ne izgubi svoju funkciju.

U useku bi se zbog uzdužnog nagiba i ukupne dužine za svaku izvoznu liniju postavila po dva izvozna transporterata. Pogonske stanice ovih transporterata bi se nalazile na 535 mNV, dok bi se dve pogonske stanice nalazile na kotama 560 mNV. Transporteri bi imali nagib od 10° .

Na slici 2 dat je uzdužni profil prvog izvoznog useka kao i jedan karakteristični poprečni profil.

Prilikom izrade useka koristili bi se rotorni bager, bager dreglajn, rovokopač, utovarivač i buldozeri. Odvoz materijala bi se vršio delom kamionima do rotornog bagera (mase koje se otkopavaju pomoćnom mehanizacijom), a delom direktno rotornim bagerom.

Ugalj koji je lociran u zoni izrade useka bi se otkopavao i odvozio na ugljene etaže.

Ukupne mase koje treba otkopati prilikom formiranja ovog prvog useka bi iznosile oko 280.000 m^3 čvrste mase.

Formiranjem i postavljanjem izvoznih ugljenih linija po ovom useku došlo bi i do promena na etažama ovih ugljenih sistema.

Treći ugljeni sistem bi za sve vreme formiranja prvog useka i izmeštanja transporterata prvog i drugog ugljenog sistema radio bez tehnoloških zastoja, obezbeđujući ugaj termoelektranama u granicama svojih proizvodnih mogućnosti.

Po formiranju prvog useka, odnosno završetku prve faze radova odmah bi se krenulo na drugu fazu rada, na izradu drugog useka. Ovaj drugi usek bi služio za izmeštanje izvoznog transporterata trećeg ugljenog sistema čime bi se:

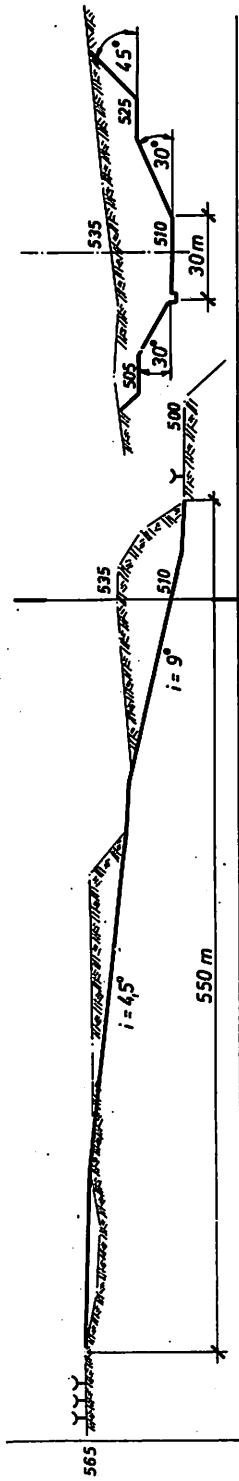
- sa severne završne kosine površinskog kopa uklonio i drugi izvozni transporter
- ispunili uslovi za formiranje unutrašnjeg odlagališta.

Situacija površinskog kopa sa formiranim prvim usekom data je na slici 3.

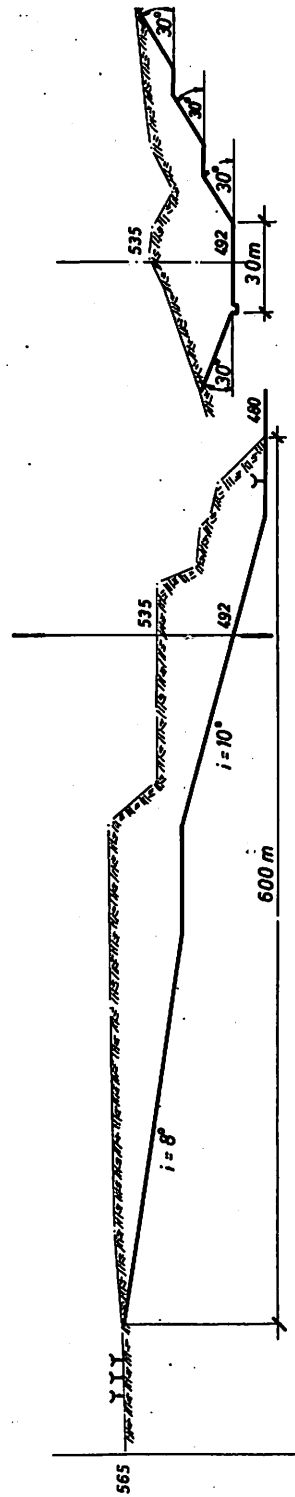
Druga faza

Druga faza rada bi započela daleko ranije, pri čemu bi se izvršile pregradnje za formiranje novog useka. Ovde se misli na pripremu puta za transport mehanizacije i odvoz iskopanog materijala, dopremu gumenih traka, konstrukciju transporterata, pogonskih stanica, kao i obeležavanje terena za otkopavanje.

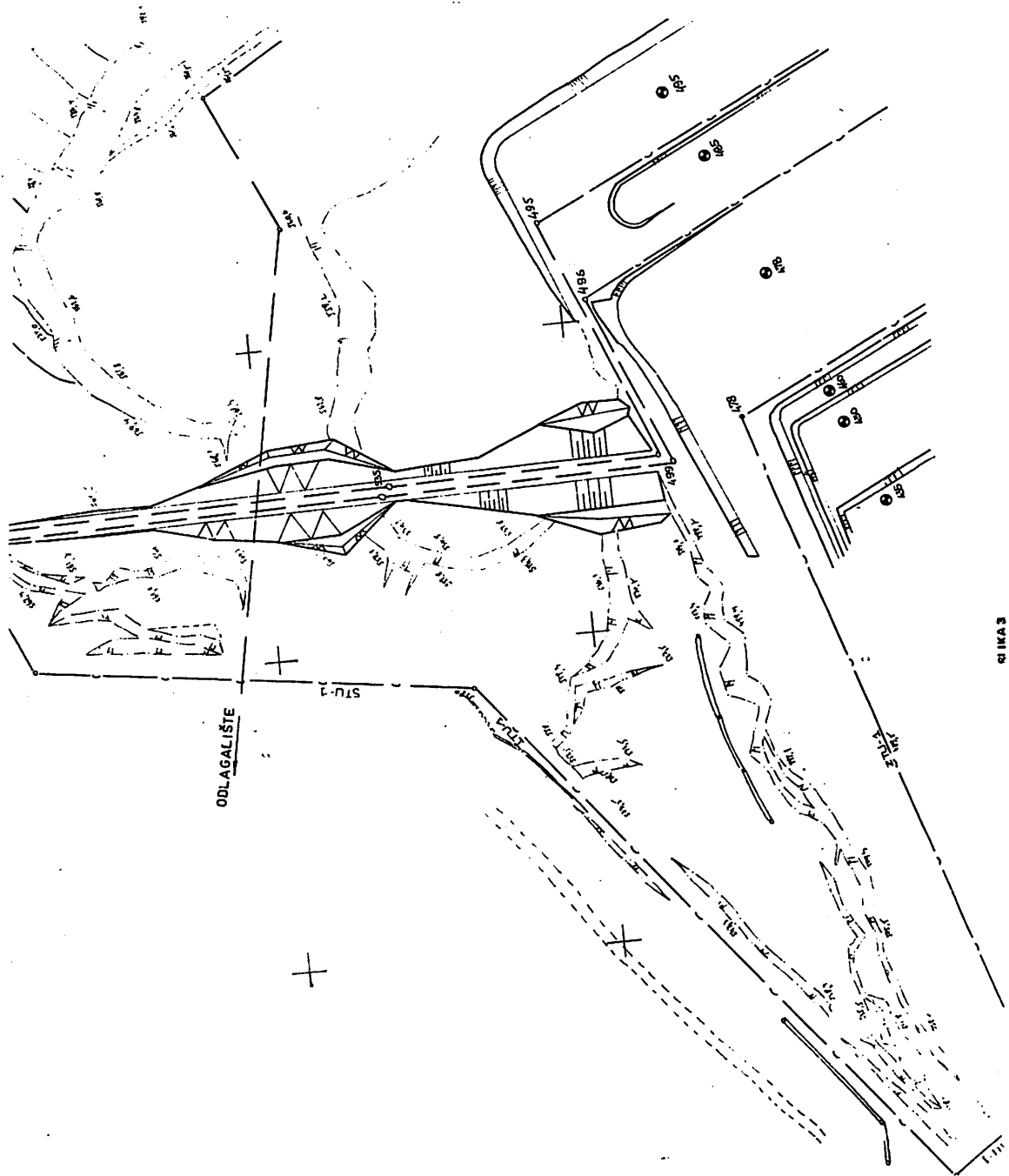
Drugi usek bi se radio u ukupnoj dužini od oko 620 m. Donja kota useka bi iznosila 478 mNV, a gornja 565 mNV. Širina useka u osnovi bila bi 10 m. U useku bi se postavila jedna izvozna linija. Kao i u prvom useku, zbog dužine i uspona, ova transportna linija bi bila formirana od dva transporterata. Pogonska stanica bi se nalazila u useku na koti 541 mNV. Pojedinačni usponi transporterata bi iznosili po 10° . Strane useka bi se formirale kaskadno, uz pridržavanje uglova koji zadovoljavaju uslov geomehaničke stabilnosti. Po dnu useka se mora formirati put za prolaz vozila i buldozera. Treba napraviti i kanal za prihvatanje površinskih voda. Put je potrebno uraditi od čvrstog materijala, a vodoprihvatni kanal zbog erozije obložiti.

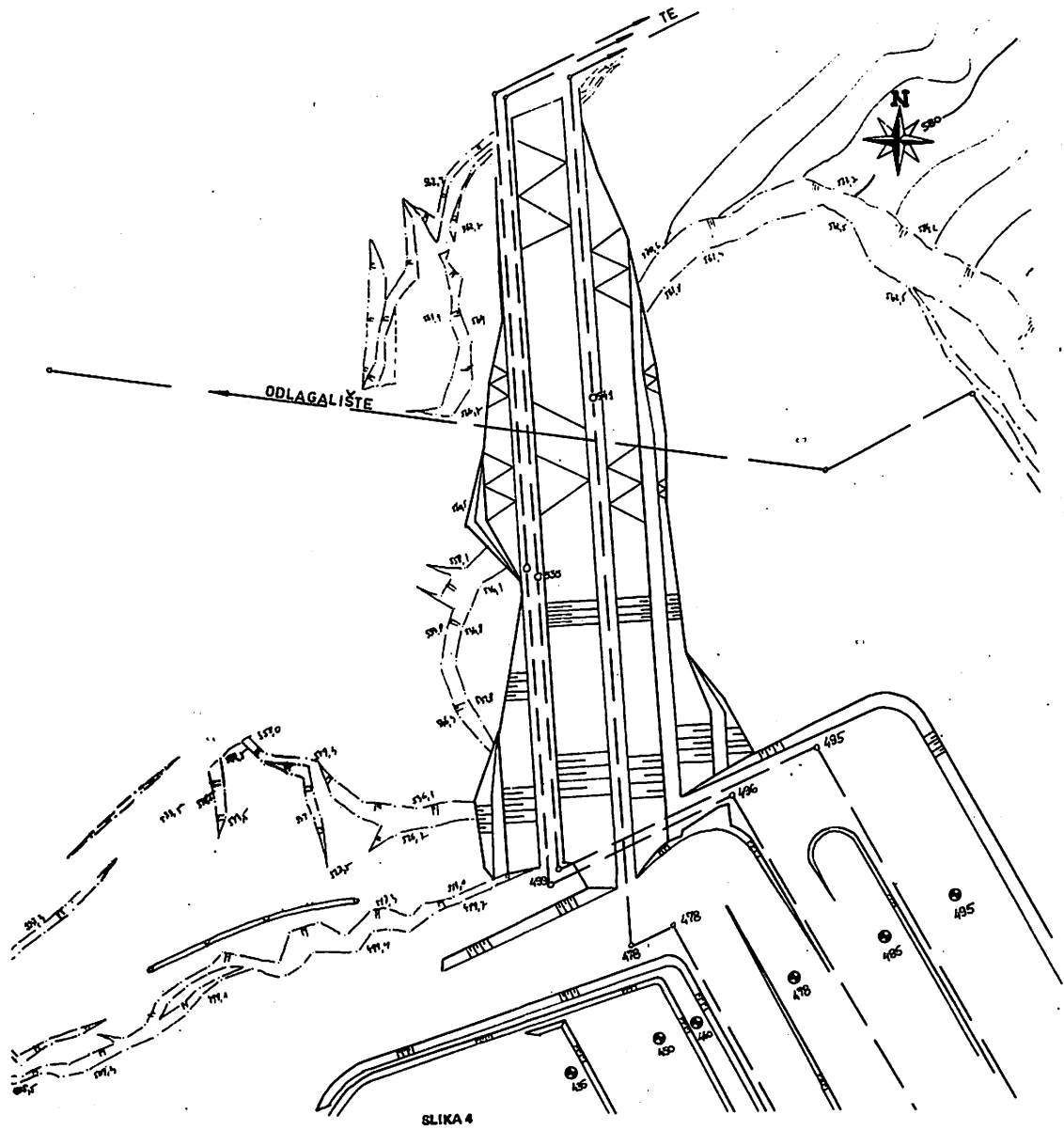


SLIKA 2.1



SLIKA 2.2





Pri izradi ovog drugog useka biće potrebno daleko veće angažovanje bagera dreglajna, što je jasno ako se ima u vidu kota početka useka, koja iznosi 478 mNV. Na slici 3 dat je uzdužni profil ovog useka kao i jedan karakteristični poprečni profil. Ukupne mase, koje treba otkopati prilikom izrade ovog useka, bi iznosile oko 870.000 m³ čm.

Dok se drugi usek bude radio, proizvodnja će se nesmetano obavljati na sva tri ugljena sistema. Kada usek bude urađen i kada etažni transporter trećeg ugljenog sistema dođe u pravac formiranog useka, staće se sa proizvodnjom, tračni transporteri prevezati, a proizvodnja nastaviti.

Ukoliko se sve pregradnje na vreme urade, samo prevezivanje izvozne linije ovog ugljenog sistema ne bi trebalo dugo da traje, čime bi zastoju u snabdevanju termoelektrana bio neznatan.

Na slici 4 data je situacija površinskog kopa posle izrade oba useka i formiranja tri nezavisna ugljena sistema.

Zaključak

Izmeštanje izvoznih ugljenih linija na površinskom kopu Kosovo u Belačevcu je jedan od bitnih

uslova za dalji uspešan razvoj uz realne mogućnosti povećanja kapaciteta kako na uglju tako i na jalovini.

Tehnološkim zahvatom izmeštanja izvoznih ugljenih linija u novoformirane useke dobila bi se tri nezavisna ugljena sistema. Nezavisni rad svakog od ovih sistema bi omogućio pouzdan rad termoelektrana Kosovo — A i Kosovo — B.

Imajući u vidu smeštajne prostore za jalovinski materijal na spoljašnjim odlagalištima nameće se problem novih investicionih ulaganja, ukoliko se ostane na spoljašnjem odlaganju.

Prelaskom na unutrašnje odlagalište nova investiciona ulaganja se isključuju.

Formiranjem unutrašnjeg odlagališta definitivno se rešava problem stabilnosti završnih kosina površinskog kopa.

Odlaganjem u otkopani prostor se ispunjava obaveza dovođenja degradiranih površina u prethodno stanje.

SUMMARY

An Alternative of Transfer of Coal Conveying Lines on the Eastern Final Slope of Openpit Mine Kosovo — Belačevac

The paper presents an original solution for formation of a new conveying cut for coal in an operating openpit coal mine.

Construction of the new conveying cut and selection of recommended equipment afford conditions for final solving slope stability and enable coal distribution to consumers. (Power Generating Plants Kosovo A and B) in line with required grades.

ZUSAMMENFASSUNG

Verlegungsvariante der Kohleförderlinien auf der nördlicher Endböschung vom Tagebau Kosovo in Belačevac

Im Artikel ist eine originale Lösung der Bildung vom Ausfahrtschnitt für die Kohle im Tagebau erläutert.

Mit der Ausarbeitung der neuen Ausfahrt und der Auswahl vorgeschlagener Mechanisation werden die Voraussetzungen zur endgültiger Lösung vom Böschungstabilität geschaffen und es wird die Verteilung von Kohle mit erforderlicher Qualität den Verbraucher (Kraftwerk Kosovo A und B) gesichert.

РЕЗЮМЕ

Вариант перемещения подъемных транспортных линий для угля на северном окончательном откосе карьера Косово в Белачевце

Доклад представляет оригинальное решение для формирования новой подземной траншеи для откатки угля на карьере в эксплуатации.

Проходкой новой подъемной траншеи и выбором предложенной механизации осуществляются условия для окончательного решения стабильности откосов и осуществляются возможности для дистрибуции угля потребителям (электростанции Косово А и Б) по необходимому качеству.

Literatura

1. Klimecky O. i ost.: Kontinualni technologie na povrchnych dolech.
2. Durst W., Vogt, W.: Schafelrad bagger.

Autori: dipl.inž. Nebojša Maksimović i dipl.inž. Zoran Rosić, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dipl.inž. Z. Matko, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 20.7.1987, prihvaćen 1.10.1987.

ANALIZA TROŠKOVA SPOLJAŠNJEG TRANSPORTA KAMIONIMA (DAMPERIMA) I SISTEMOM DTO (DROBILICA—TRAKA—ODLAGAČ) I IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE NA PRIMERU PK MOŠČANICA

(sa 3 slike)

Dipl.inž. Zoran Rosić

U lancu tehnološkog procesa površinske eksploatacije transport predstavlja kariku opterećenu najvećim procentualnim učešćem u ukupnim troškovima (60–70%).

Sa stanovišta velikog obima pomeranja masa (kada se zna da je danas površinska eksploatacija ugljenih ležišta rentabilna i za koeficijent otkrivke 10), pitanje izbora najracionalnijeg vida spoljašnjeg transporta umnogom dobija na značaju.

Na primeru jednog tipičnog ležišta uglja, kakvo je ležište mrkog uglja Moščanica, biće prikazana globalna tehnološko—ekonomska analiza parametara za izbor najcelishodnijeg rešenja spoljašnjeg transporta otkrivke. I to za varijantu transporta:

- kamionima (damperima)
- sistemom DTO (drobilica—traka—odlagač)

Biće prikazani i uporedni troškovi ovih dveju varijanti transporta pri različitoj godišnjoj proizvodnji i promenljivoj daljini transporta. Rezultati ovih razmatranja su dijagrami (sl. 3), na osnovu kojih se mogu efikasno izvesti zaključci kod opredeljenja za optimalnu varijantu.

Uopšte o ležištu mrkog uglja Moščanica

Ležište se nalazi na području opštine Zenica — regionu sa bogatom rudarskom tradicijom.

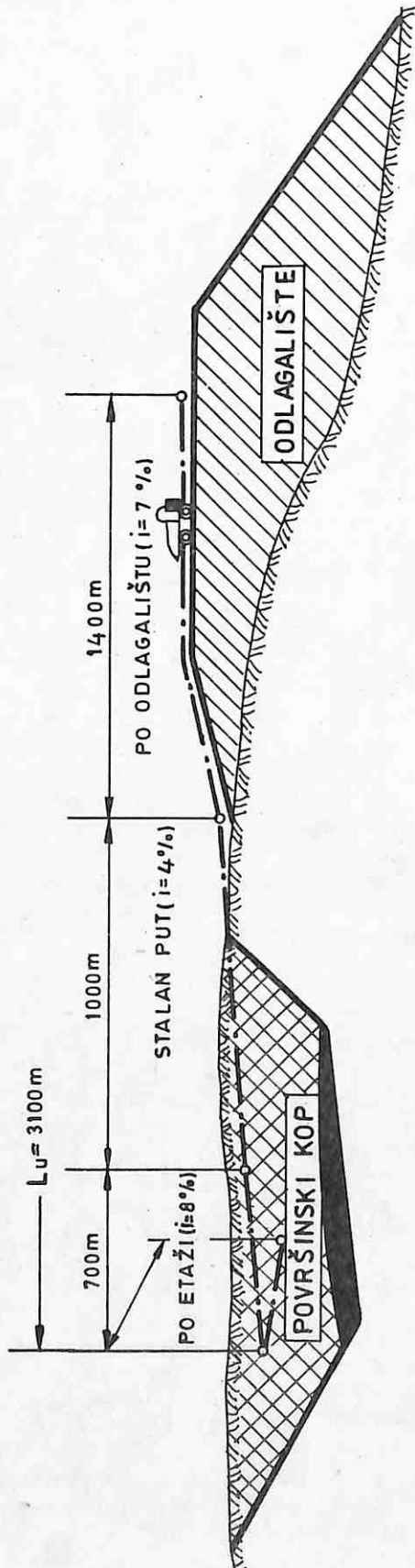
Eksploatacione rezerve uglja, zahvaćene ograničenjem površinskog kopa, iznose 26×10^6 tona. Povlata ugljenog sloja je krečnjačko—laporovita sa prosečnom debljinom od oko 50 m. Ukupne mase otkrivke iznose $186 \times 10^6 \text{ m}^3$, prosečni koeficijent otkrivke iznosi $7,1 \text{ m}^3/\text{t}$.

Razmere ležišta, znatno tectönski izrasedano ležište i visok obim pomeranja masa, učiniće eksploataciju složenom, posebno transport otkrivke.

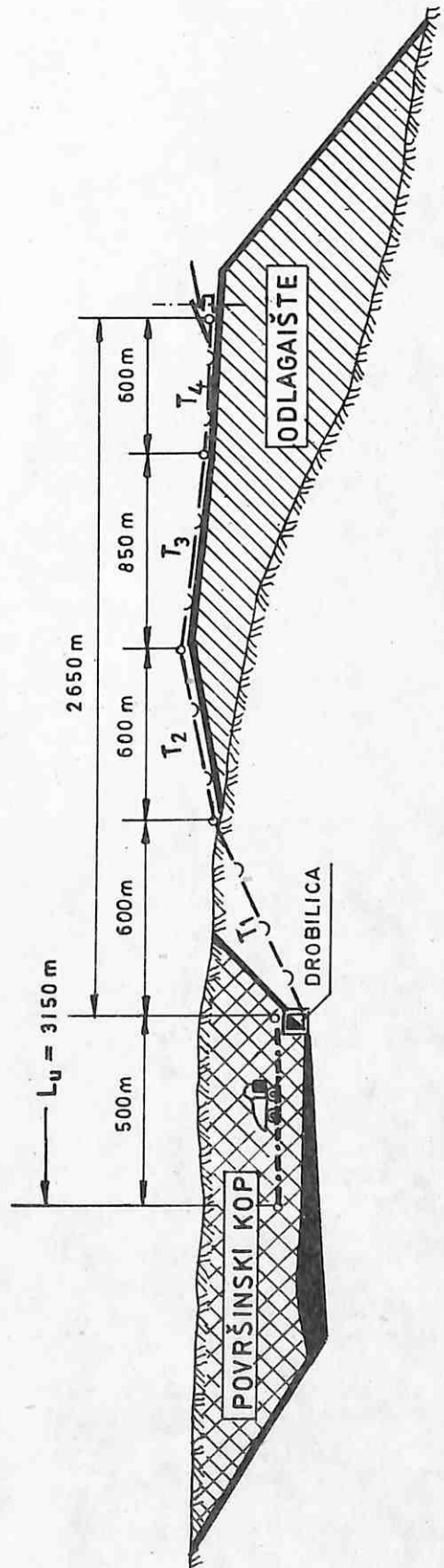
Definisanje obima pomeranja masa

Saglasno „osnovnoj koncepciji eksploatacije“, otvaranju i mogućnostima razvoja površinskog kopa, definisani su kapaciteti proizvodnje uglja i otkrivke. Usvojena je koncepcija dinamičkog „osvajanja“ proizvodnje, od 200.000 t uglja i $1.400.000 \text{ m}^3$ otkrivke u prvoj godini, do punog kapaciteta od 1.400.000 t uglja i $9.800.000 \text{ m}^3$ otkrivke u devetoj godini i dalje.

U odnosu na dinamički razvoj kopa, položaj spoljašnjeg odlagališta i mogućnosti uspostavljanja transportnih veza, već se pri proizvodnji otkrivke od $2.500.000 \text{ m}^3$ stiču uslovi za formiranje transportnog sistema DTO. Kao zajednički polazni pokazatelj za upoređenje troškova transporta kamionima i sistemom DTO, uzeta je najpre godišnja proizvodnja otkrivke od $2.500.000 \text{ m}^3$, a potom $5.000.000 \text{ m}^3$.



Sl. 1 – Šematski prikaz kamionskog transporta.



Sl. 2 – Šematski prikaz transporta sistemom DTO.

Varijanta 1 – transport kamionima (damperima)

Na osnovu obima proizvodnje i iz uslova optimalne tehnološke sprege sa ostalom mehanizacijom, kao transportno sredstvo odabran je damper sa sledećim karakteristikama:

– zapremina sanduka	36 m ³
– nosivost	77 t
– snaga motora	596 KW

Prema parametrima transporta (datim na šematskom prikazu transportne trase sl. 1) i sračunatoj srednjoj brzini vožnje ($v_{sr} = 13,5$ km/h), časovni kapacitet dampera je $Q = 54,5$ m³č.m./h, a potreban broj dampera i broj radnika iznose:

Na osnovu definisane godišnje proizvodnje otkrivke izvršen je izbor opreme i utvrđeni su kapaciteti kamiona, drobiličnog postrojenja, tračnih transporterera i odlagača. Ostali elementi važni za proračun transporta, prema terenskoj situaciji, dati su na šematskom prilogu sl. 2.

Transport kamionima sa kopa do drobilice

Za ovu fazu transporta koristiće se damperi, čija je nosivost 35 t, na prosečnoj daljini od 500 m.

God. proizvodnja	Broj sati	Broj dampera		Broj zaposlenih (ukupno)
m ³ č.m	T(h)	u radu	za nab.	
2.500.000	46.000	16	20	61
5.000.000	92.000	32	42	120

Osim nabavke dampera, investicije obuhvataju i rekonstrukciju i dogradnju puta od površinskog kopa do odlagališta.

Potreban broj vozila iznosi:

Q godišnje	u radu	za nabavku
2.500.000 m ³	4	6
5.000.000 m ³	8	11

Varijanta 2 – transport sistemom DTO

Tehnološki proces transporta po ovoj varijanti sastoji se iz sledećih elemenata:

- transport kamionima sa etaža do drobilice
- drobljenje
- transport usitnjenog materijala tračnim transporterima
- odlaganje odlagačem.

Drobljenje materijala

Drobljenje je neizostavna faza u transportnom lancu koja omogućava racionalnu i nesmetanu upotrebu tračnih transporterera.

Transport materijala od drobilice do odlagališta tračnim transporterima

Proračun tračnih transporterera i dimenzionisanje izvršeni su na osnovu konkretnih uslova ležišta (sl. 2).

Rezultati proračuna: $B = 1400$ mm; $v = 4,25$ m/s

Traka	Dužina (m)	Visinska razlika (m)	Potrebna snaga (KW)	Instalisana snaga (KW)
T ₁	600	75	1020	4 x 315
T ₂	600	60	890	3 x 315
T ₃	850	-30	(kočenje)	1 x 315
T ₄	600	0	340	2 x 315
Ukupno	2.650			

Kalkulacija troškova transporta za Q_{god} = 2.500.000 m³

Tablica 1

Varijanta	Investicije (\$)	Troškovi sredstava (\$)	Troškovi materijala (\$)	Troškovi rada (\$)	
Transport kamionima	damperi (77 t), 20 kom. 8.600.000	amortizacija (15,5% na inv.) 1.422.900	nafta 3.930.000	bruto LD (za 61 radnika) 225.000	
	izgradnja puta 580.000	inv. održavanje (5%) 459.000	ulje, maziva 573.000	zajednička potrošnja (16% od 1) 36.000	
		osiguranje (1%) 91.300	gume 1.045.000		
		kamate (50%) 4.590.000	neprecificirana (20% 1–3) 1.109.600		
		<u>9.180.000</u>	<u>6.563.700</u>	<u>261.000</u>	
\$/m ³		2,62	2,66	0,10 5,38	
Transport sistemom DTO	damperi (35 t), 6 kom. 1.680.000	amortizacija (15%) 3.172.800	el. energija 50.000	bruto LD (za 112 radnika) 405.000	
	drobilica 4.760.000	inv. održavanje (40%) 846.080	gumena traka 24.000	zajednička potrošnja 65.000	
	trake (2650 m) 8.950.000	osiguranje (1%) 211.520	rolne 38.570		
	odlagač 5.800.000	kamate 10.576.000	nafta 715.000		
	zemljani radovi 330.000		ulje, maziva 117.000		
			gume 208.570		
			neprecific. (20%) 230.000		
		<u>21.152.000</u>	<u>14.806.400</u>	<u>1.383.000</u>	<u>470.000</u>
			5,92	0,55	0,18 6,65
	\$/m ³				

Tablica 2

Cena transporta 1 m^3 za $L = 3100 \text{ m}$

Godišnja proizvod. (m^3/cm)	Vrsta transporta	Troškovi					UKUPNO ($\$/\text{m}^3$)
		investicija (\$)	sredstava ($\$/\text{m}^3$)	materijala ($\$/\text{m}^3$)	rada ($\$/\text{m}^3$)		
2.500.000	kamioni sistem DTO	9.183.000	2,62	2,66	0,10	5,38	
		21.152.000	5,92	0,55	0,18	6,65	
5.000.000	kamioni sistem DTO	18.640.000	2,66	2,66	0,10	5,42	
		22.920.000	3,2	0,53	0,11	3,84	

Tablica 3

Cena transporta za $Q = 3.350.000 \text{ m}^3$

Dajfina transporta (m)	Vrsta transp.	Troškovi					UKUPNO ($\$/\text{m}^3$)
		investicija (\$)	sredstava ($\$/\text{m}^3$)	materij. ($\$/\text{m}^3$)	rada ($\$/\text{m}^3$)		
2000	kamioni sistem DTO	8.750.000	1,86	1,89	0,07	3,82	
		18.084.000	3,77	0,57	0,15	4,49	
4000	kamioni sistem DTO	14.340.000	3,06	3,16	0,12	6,34	
		24.840.000	5,19	0,59	0,16	5,84	

Odlaganje otkrivke

Odlaganje će se obavljati konzolnim odlagačem. Početak odlaganja zahteva prethodne radove oko uređenja platoa za početni položaj odlagališnih transporterera i odlagača.

Broj zaposlenih na transportu, po ovoj varijanti, iznosi 112 radnika (za 2.500.000 m³), odnosno 135 (za 5.000.000 m³).

Osim nabavke opreme, investicije obuhvataju uređenje platoa drobilice i odlagača i uređenje trase transporterera.

Upoređenje troškova po varijantama

Pokazatelji troškova dati su za obe varijante u uporednoj tablici 1*.

Analiza troškova transporta zbog izbora optimalne varijante

U tablici 2 dati su troškovi po 1 m³ (računati prema metodologiji kao u tablici 1) za porast godišnje proizvodnje otkrivke sa 2.500.000 na 5.000.000 m³.

Kao što se vidi iz tablice 2 i dijagrama na sl. 3, sa rastom kapaciteta proizvodnje i cena transporta 1 m³ kamionima u blagom je porastu, dok je cena transporta 1 m³ sistemom DTO u značajnom opadanju.

Međutim, osim porasta kapaciteta proizvodnje i promena daljine transportovanja, masa znatno utiče na jedinične troškove transporta. Ako se za tačku preseka dve krive iz dijagrama 1 sl. 3, odnosno za onu godišnju proizvodnju (3.350.000 m³) pri kojoj su troškovi transporta za obe varijante podjednaki (5,4 \$/m³), napravi kalkulacija troškova po iznetom primeru u tablici 1, za dve varijante transporta, a za promenljivu daljinu transportovanja masa (npr. 2000 m i 4000 m), na osnovu dobijenih rezultata proračuna po tablici 3, dobićemo dijagram 2 (sl. 3) — zavisnost troškova transporta po varijantama od daljine transportovanja masa.

Iz dijagrama 2 sl. 3 jasno se vidi znatno povećanje troškova transporta kamionima pri većim daljinama transporta i blag porast troškova transporta sistemom DTO, pa, prema tome, i prevaga ove druge nad prvom pri daljinama kada je krivulja varijante 2 ispod krivulje varijante 1.

Zaključak

Na osnovu dijagrama zavisnosti troškova transporta od proizvodnje i daljine transportovanja masa, može se zaključiti da za izbor optimalne varijante transporta, pored specifičnosti vezanih za prirodne uslovljenosti ležišta i terenske prilike, presudan značaj imaju dimenzionisana godišnja proizvodnja i udaljenost odlagališnog prostora.

Na iznetom primeru se vidi da transport sistemom DTO predstavlja optimalnu varijantu za svaku proizvodnju veću od 3.350.000 m³ godišnje i za daljinu od 3100 m.

Kako se u razvoju složenih površinskih kopova, kao što je primer površinskog kopa Mošćanica, predviđa postepeno osvajanje proizvodnje, i rešavanje transporta je podređeno takvoj dinamici. Prelazni period eksploatacije, od faze otvaranja i prvih godina kada je proizvodnja mala, a transportna rastojanja kraća, do postizanja nominalne proizvodnje i maksimalnih transportnih daljina u kasnijim godinama, predstavlja period prelaza sa jedne vrste transporta na drugu — sa kamionskog na sistem DTO. Na taj način se postiže kontinuirana optimalnost transporta.

Literatura

Glavni rudarski projekat PK Mošćanica, Rudarski institut, septembar 1986.

*1) Vrednosti su date u USA \$ kako bi se izbegao trenutni smisao kalkulacije s obzirom na inflatorno stanje dinara.

SUMMARY

Analysis of external Transport Costs Using Dump Trucks and a Crusher — Belt Conveyor — Stacker System and Selection of the Optimum Alternative for PK Mošćanica

The paper supplies general information on coal deposit Mošćanica. For transport of mined material from this deposit two alternatives were designed: a dump truck alternative and crusher belt conveyor — stacker system alternative. Completed investigations indicated that crusher — belt conveyor — stacker system has an advantage for this deposit, being an optimum alternative for outputs above $3.35 \times 10^6 \text{ m}^3$ of bank mass per year and transport distance of 3100 m.

ZUSAMMENFASSUNG

Kostenanalyse von Aussentransport bei Autokippern und beim System DTO (Brecher — Band — Absetzer), sowie die Auswahl der Optimalvariante am Beispiel vom Tagebau Mošćanica

Es sind die Grundinformationen für die Braunkohlenlagerstätte Mošćanica gegeben.

Für den Massentransport in dieser Lagerstätte sind zwei Varianten bearbeitet und zwar die Variante mit Autokippern und die Variante mit dem Transportsystem DTO (BBA).

Auf Grund der durchgeführten Untersuchungen wurde festgestellt, dass für diese Lagerstätte das Transportsystem DTO (BBA) vorteilhaft ist als eine Optimalvariante für alle Produktion, die grösser als $3,35 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ f.m. pro Jahr ist bei einer Förderstrecke von 3.100 m.

РЕЗЮМЕ

Анализ расходов внешнего транспорта автомобилями (самосвалами) и системой ДЛО (дробилно-лента-отвалообразователь) и выбор оптимального варианта на примере карьера Мощаница

Дани основне информации о месторождении бурого угля Мощаница. Для транспортирования груза на этом месторождении выполнена обработка вариантов и то вариант с самосвалами и вариант с транспортной системой ДЛО. На основе выполненных исследований установлено что для этого месторождения преимущество принадлежит транспортной системе ДЛО, как оптимальной варианте для каждой производительности больше $3,35 \times 10^6 \text{ m}^3$ твердой массы на год, а за дальность транспортирования 3100 м.

Autor: dipl.inž. Zoran Rosić, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

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

Članak primljen 19.9.1987; prihvaćen 1.10.1987.

ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI I USLOVA ZA UVOĐENJE HIDRAULIČKOG DEPONOVANJA PEPELA I ŠLJAKE TERMOELEKTRANE BITOLA

(sa 5 slika)

Dipl.inž. **Dinko Knežević**

Uvod

Neposredno uz površinski kop rudnika Suvodol izgrađena su dva bloka termoelektrane Bitola sa snagom od po 210 MW. Termoelektrana koristi lignit, čija je krupnoća – 30 + 0 mm i toplota sagorevanja od oko 7600 J/kg. Sadržaj pepela varira u granicama od 12% do 20%. Sagorevanjem lignita Suvodol na dva bloka se godišnje izdvaja 600–700.000 tona pepela i šljake.

Pepeo se posle izdvajanja u elektrofiltru, zagađenu vazduha i dimnjaka pneumatski transportuje do sabirnog bunkera lociranog neposredno uz elektrofiltr. Šljaka se posle izdvajanja iz odšljakivača transportnim trakama transportuje do posebnog bunkera lociranog pored bunkera za pepeo.

Spoljni transport pepela i šljake od bunkera do privremene deponije obavlja se transportnim trakama. Sistem je tako projektovan da se pepeo i šljaka mogu transportovati zajedno ili pojedinačno.

Za deponovanje se koriste „džepovi“ koji se planski ostavljaju pri formiranju spoljnog odlagališta kopa. Tehnološka veza između transportne trake i ove privremene deponije ostvaruje se preko odlagača. Kada se ostavljeni prostor u potpunosti ispunjen pepelom i šljakom prelazi se na deponovanje u sledeći „džep“, a iznad popunjenog „džepa“ se nanosi sloj materijala sa vanjskog odlagališta.

Ovakva metodologija deponovanja egzistira od puštanja prvog bloka u rad do danas.

Problematika koja prati ovaj način deponovanja ogleda se u sledećem:

- značajno aerzagadenje kopa i mehanizacije u kopu izazvano česticama suvog pepela;
- slab efekat smanjenja aerzagadenja kvašenjem pepela s obzirom na veliki broj sunčanih dana, malu količinu prirodnih padavina, tamnu boju pepela i šljake i njihovu veliku vodopropustljivost;
- razvojem površinskog kopa planira se skori prelazak sa spoljnih na unutrašnja odlagališta čime termoelektrana ostaje bez deponije.

U okviru Rudarsko–energetskog kombinata gradi se i treći blok termoelektrane. Postojeći transportni sistem ne može svojim kapacitetom da prihvati i pepeo iz ovog novog bloka pa je neophodna rekonstrukcija, odnosno dogradnja transportnog sistema.

U svim dosadašnjim razmatranjima problema transportovanja i deponovanja pepela razmatrane su, uglavnom, metode kod kojih se manipuliše sa pepelom u suvom stanju. Hidrauličke metode su odbacivane, s obzirom da se elektrana nalazi u sušnom području gde je nivo insolacije znatno iznad količine padavina, pa je problem obezbeđenja vode za rad elektrane stalno aktuelan.

Međutim, analizom potrošnje vode za hidraulične metode transporta i deponovanja pepela, u odnosu na ukupnu potrošnju vode u elektrani, vidi se da je učešće „vode za pepeo“ ispod 5%. Polazeći od ovoga razmišljanja, a uz poznavanje već naznačenih problema, primena hidrauličkog transporta i deponovanja ispunila je preduslove da postane realna. Saglasno ovome, u laboratorijama Rudarskog instituta su izvršena detaljna ispitivanja mogućnosti i uslova primene hidropostupka na pepelu i šljaci TE Bitola.

Osnovne karakteristike pepela i šljake

Kao osnovne i polazne karakteristike analizirani su granulometrijski i hemijski sastav, izvršena odgovarajuća mineraloška posmatranja i obavljena merenja gustine i zapreminske mase.

Rezultati analize granulometrijskog sastava su dati u tablici 1.

Rezultati analize hemijskog sastava su prikazani u tablici 2.

Tablica 2

Komponenta	Šljaka	Pepeo
	učešće, %	učešća, %
SiO ₂	59,12	53,70
Fe ₂ O ₃	1,28	1,48
Al ₂ O ₃	23,80	28,68
CaO	5,53	7,71
MgO	2,52	3,10
SO ₃	4,73	1,22
P ₂ O ₅	0,11	0,14
TiO ₂	0,61	0,95
Na ₂ O	0,87	1,08
K ₂ O	1,41	2,03

Prema hemijskom sastavu i šljaka i pepeo spadaju u kategoriju silikatnih pepela uz preovlađujuće učešće SiO₂ i Al₂O₃. Učešće CaO, kao moguće vezivne komponente, je malo i ne očekuje

Tablica 1

Klasa krupnoće mm	Šljaka		Pepeo	
	po klasama %	prosev kumulativno %	po klasama %	prosev kumulativno %
+ 3,327	6,43	100,00		
– 3,327 + 2,362	8,23	93,57		
– 2,362 + 1,651	16,95	85,34		
– 1,651 + 1,168	22,29	68,39	0,45	100,00
– 1,168 + 0,833	4,06	46,10	0,19	99,55
– 0,833 + 0,589	6,76	42,04	0,36	99,36
– 0,589 + 0,417	6,31	35,28	0,70	99,01
– 0,417 + 0,295	6,93	28,97	2,07	98,31
– 0,295 + 0,208	7,40	22,04	5,23	96,24
– 0,208 + 0,147	5,98	14,64	8,56	91,01
– 0,147 + 0,104	3,49	8,66	11,09	82,45
– 0,104 + 0,074	1,72	5,17	12,50	71,36
– 0,074 + 0	3,45	3,45	58,86	58,86
SUMA	100,00	–	100,00	–

Očigledno je da se radi o dva materijala koji se veoma mnogo razlikuju po krupnoći. Međutim, kako učešće šljake iznosi oko 8%, a pepela oko 92%, to je granulostas pepela daleko značajniji za analizu njegovog uticaja sa aspekta uslova transporta i deponovanja. Saglasno tome, može se konstatovati da se radi o fino usitnjenom materijalu ujednačenog granulostava pogodnom za hidrottransport cevima, odnosno deponovanje.

se značajnije vezivanje vode u fazi deponovanja. Ovoliko učešće jona kalcijuma često dovodi do inkrustacije cevovoda. Učešće ostalih komponenti je podređeno i bez bitnog efekta na transport i deponovanje.

Za deponovanje je bitno učešće rastvornih soli sa dva aspekta – postojanosti i stabilnosti nasipa izgrađenog od pepela i zagađenja voda.

Izvršena analiza pokazuje nešto povećan sadržaj SO_4 (šljaka 0,30%, pepeo – 1,40%), koji verovatno pripada gipsu koji je potvrđen u mineraloškim analizama. Učešće ostalih soli je neznatno.

Mineraloškim analizama pepela je konstatovana zastupljenost minerala kvarca (oko 7,5%), feldspata (oko 4%) i muskovita (oko 1%). Osnovnu masu čini amorfna staklasta materija sunderasto–kugličnog oblika. Zastupljena je sa oko 85%. Konstatovano je i učešće nesagorelog uglja (oko 1,5%), gipsa, te neznatno učešće kuglica gvozda koje, verovatno, predstavljaju produkt topljenja pirita.

Mineraloške analize šljake se razlikuju po tome što je konstatovano izuzetno visoko učešće nesagorelog uglja (oko 87%). Ostale komponente su u podređenoj količini, a prevladava amorfna staklasta materija (oko 6%) i kvarc (oko 5%).

Ovakav mineraloški sastav može biti nepovoljan zbog sunderasto–kugličastog oblika materije koja prevladava u sastavu. Zrna ovakog oblika imaju veoma veliku specifičnu površinu i mogu da vežu, bilo trajno bilo privremeno, znatne količine vode upotrebljene kao radni fluid.

Gustina pepela i šljake je 2270 kg/m^2 , a zapreminska masa je 878 kg/m^3 .

Rezultati polaznih ispitivanja su pokazali da se radi o materijalu sa relativno pogodnim granulostavom, iz grupe silikatnih pepela i sa minimalnim učešćem rastvornih soli. Po mineraloškom sastavu, radi se o veoma specifičnom pepelu u kome prevladajuća komponenta ima sunderasto–kugličasti oblik. Gustina pepela je uobičajeno

niska, kao i zapreminska masa, što je karakteristično za tzv. leteće materijale.

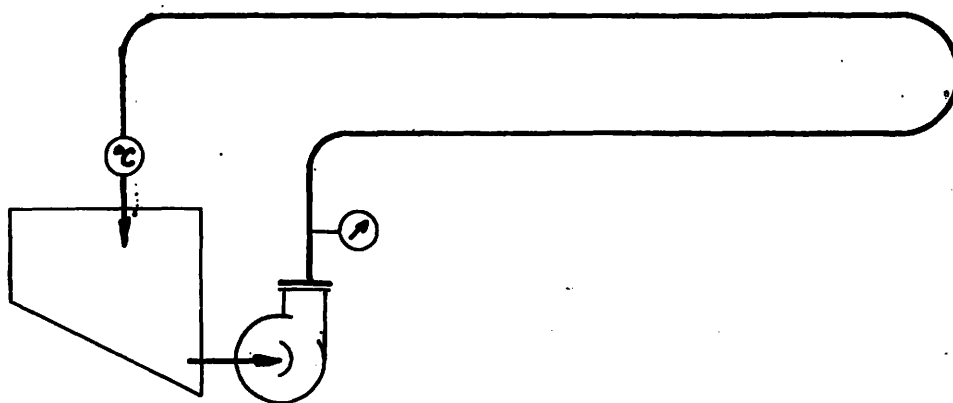
Istraživanje mogućnosti i uslova hidrauličkog transporta i deponovanja

Deponovanju, normalno, prethode dve operacije – priprema hidromešavine i njen transport do deponije.

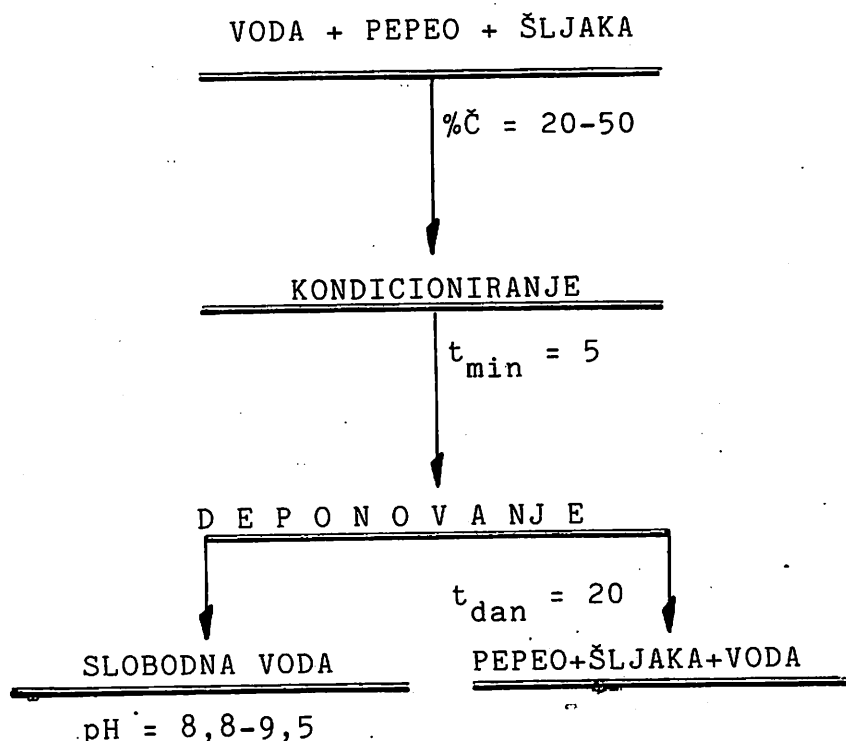
Postojeći sistem prikupljanja pepela i šljake i njihovo skladištenje u posebne bunke omogućuju formiranje pulpe željene gustine. Kako je ekonomski isplativiji transport pri većim gustinama, izvedena su posebna ispitivanja sa ciljem da se odredi maksimalna gustina pulpe.

Opiti su izvedeni u poluindustrijskom obimu na instalaciji prikazanoj na sl. 1.

Opit je organizovan tako da je u sanduk pumpe najpre dodavana voda, a potom pepeo i šljaka u međusobnom masenom odnosu 12 : 1. Dodavanje pepela je prekidano u vreme kada je pulpa dostizala gustinu od 20, 30, 40, 50 i 60% Č. Pri svakoj od odabranih gustina proces je posmatran 10 minuta. Tokom izvođenja opita praćene su promene napora pumpe i promene temperature pulpe. Do gustine pulpe od 50% (Č : T = 1 : 1) transport je tekao normalno i bez ikakvih problema. Kod pulpe sa gustinom 60% došlo je do prvih problema koji su se manifestovali u povremenom povećanju nivoa pulpe u napojnom sanduku, odnosno stvaranju čepova na usisnom delu pumpe. Ove teškoće su se mogle pratiti i preko ugrađenog manometra.



Sl. 1. – Šema poluindustrijske instalacije na kojoj su ispitani uslovi hidrauličkog transporta.



Sl. 2 – Tehnološka šema deponovanja pepela i šljake uz korišćenje „sveže” vode za pripremu pulpe.

Međutim, ni u jednom slučaju nije zabeleženo iole značajnije povećanje temperature. Praktično, bez obzira na gustinu, temperatura pulpe je porasla za 2–4°C.

Izvedenim opitom je pokazano da je masena gustina od 50% čvrstog maksimalna gustina koja obezbeđuje uspešan hidraulički transport centrifugalnim muljnim pumpama.

Stara je ideja da se u pepelu prisutni CaO pri hidrauličkom deponovanju iskoristi kao vezivno sredstvo uz krajnji rezultat formiranja kompaktne stenske mase. Praktičnim opitima (sa pepelom nekih drugih elektrana) je dokazano da se u zavisnosti od količine CaO, odnosno učešća aktivnog CaO u pepelu ovo samoočvršćavanje može izvesti sa svežom i povratnom vodom (TE Gacko), odnosno samo sa povratnom vodom (TE Kakanj).

Na pepelu i šljaci iz TE Bitola izvedeni su opiti i sa svežom i sa povratnom vodom.

Sa svežom vodom opiti su izvođeni po tehnološkoj šemi datoj na sl. 2.

Tokom kondicioniranja i u određenim vremenskim razmacima u fazi deponovanja praćena je

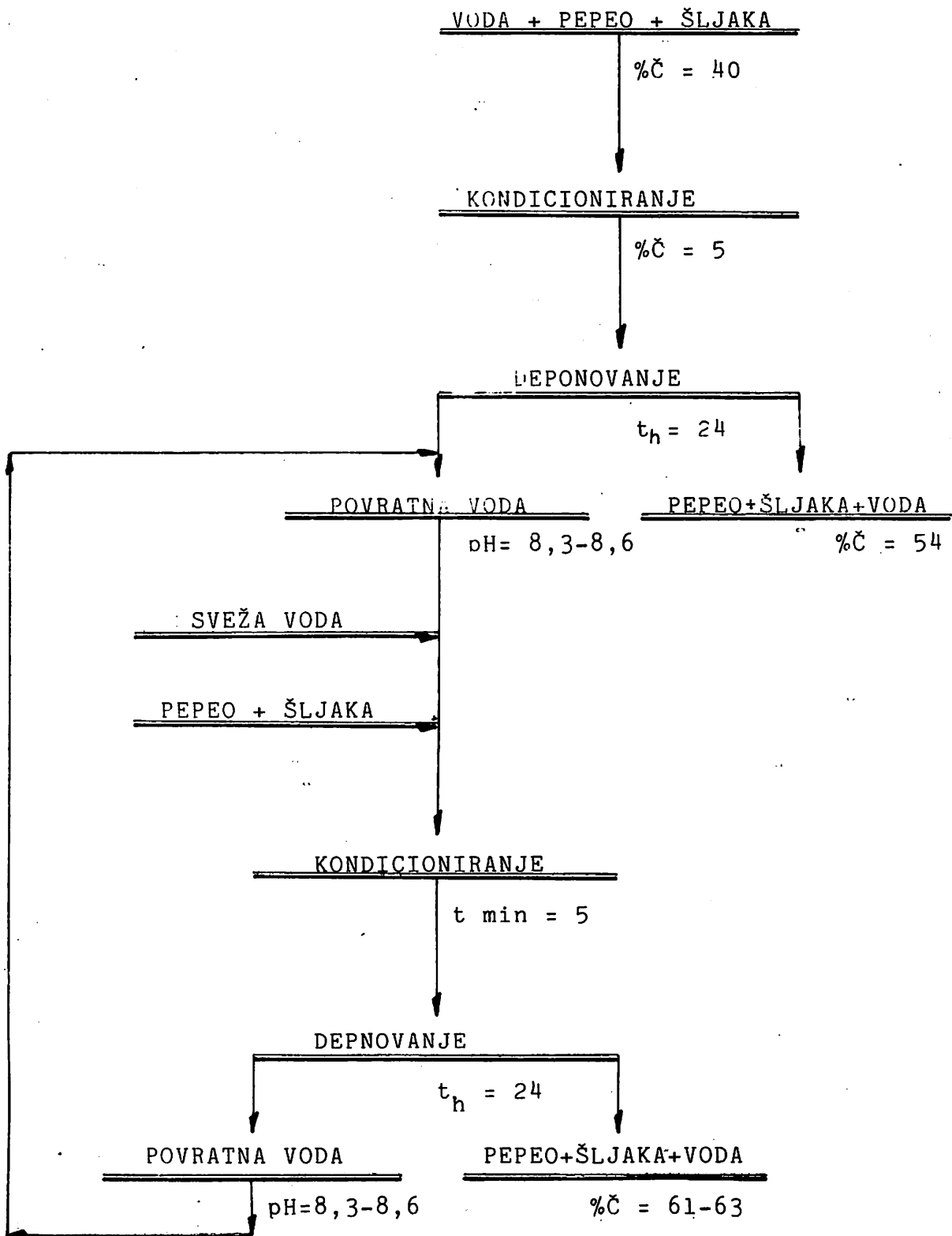
temperatura pulpe. Nakon više serija opita konstatovano je da se tokom kondicioniranja i na početku deponovanja temperatura povisi za 2–4°C, te da bez obzira na vreme deponovanja ne dolazi do potpunog vezivanja dodatne tehnološke vode. Usled isparavanja vremenom dolazi do gubljenja slobodne vode, ali deponovani pepeo i šljaka ostaju u rastresitom stanju.

Kontrolom pH vrednosti slobodne vode u svim slučajevima je konstatovana njena povišena bazičnost (8,8–9,5).

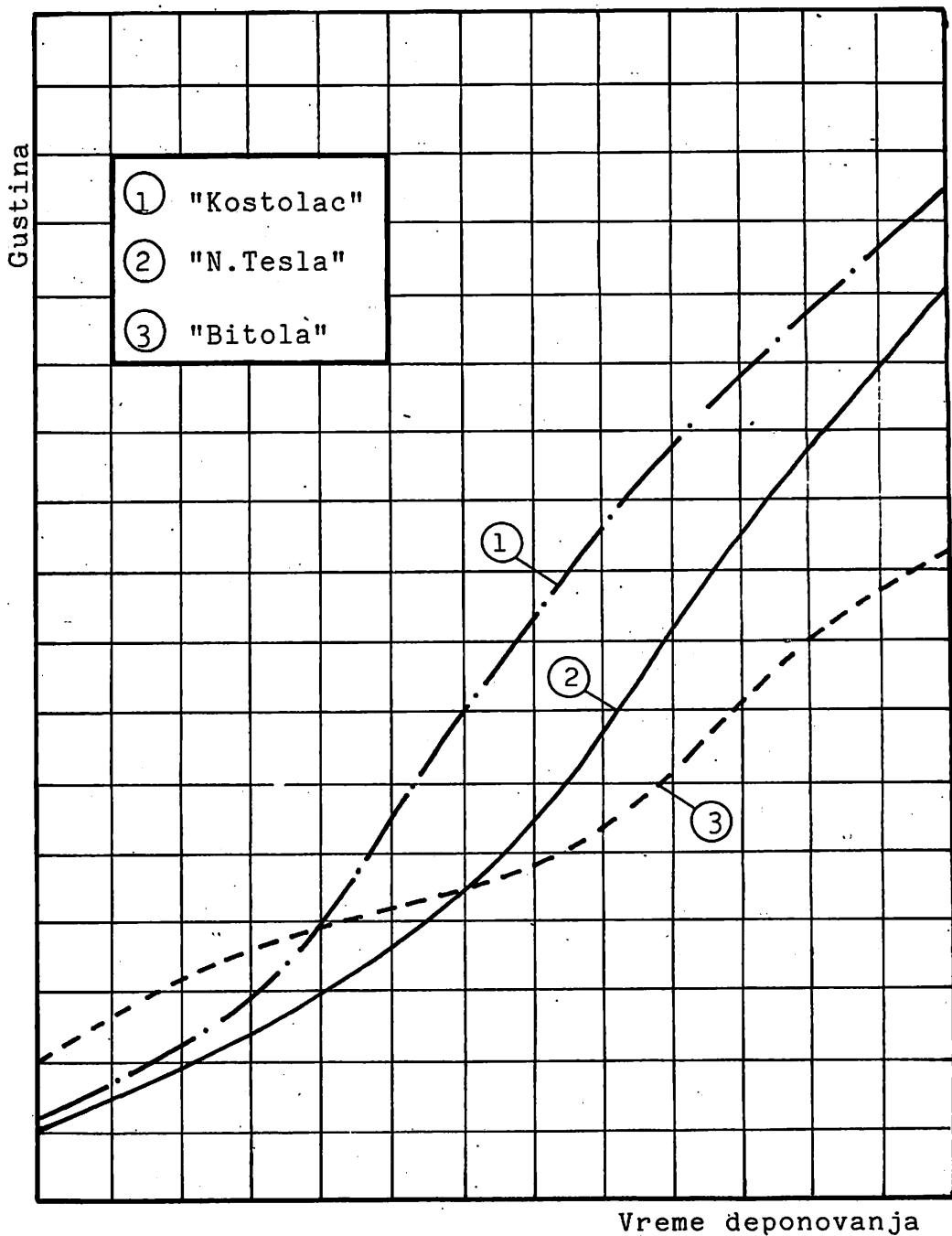
Opit sa povratnom vodom je rađen po tehnološkoj šemi datoj na sl. 3.

Rezultati su takođe bili negativni, odnosno nije dolazilo do samoočvršćavanja pepela i šljake.

Ovim opitima su potvrđena predviđanja, nagoveštana analizom hemijskog sastava, da je učešće CaO nisko da dovede do samoočvršćavanja pepela i šljake, ali da treba očekivati probleme vezane za inkrustaciju, kao i povećanu bazičnost slobodne vode. Ovaj opit je ukazao na jednu drugu neobičnost. Ostvarene gustine deponovanog pepela i šljake (sa sprečenim isparavanjem) nisu prelazile



Sl. 3.— Tehnološka šema deponovanja pepela i šljake uz korišćenje povratne vode za pripremu pulpe.



Sl. 4. – Uporedni prikaz gustine deponovane mase u funkciji vremena deponovanja.

62%Č. Istovremeno, i najmanji potresi su doveli do iscedivanja vode iz formirane mase.

Očigledno, pepeo i šljaka koji imaju sunderasto–kugličastu strukturu pokazuju „prividnu“ koheziju, odnosno u porama i oko čestica se formira

„film“ od tehnološke vode, koji je u uslovima apsolutne stabilnosti postojan, ali se pod uticajem veoma malih dinamičkih sila ta veza gubi i voda se slobodno cedi. Sa stanovišta deponovanja ovo je loša osobina ispitivanog materijala iz dva osnovna razloga:

— povećava se potrošnja industrijske vode, jer se veliki deo vode ne može ponovo vratiti u proces, i

— čini deponiju nestabilnom pod uticajem potresa (prirodnih ili veštačkih).

Kako ova osobina ozbiljno dovodi u pitanje primenu hidrauličkih metoda deponovanja izvršena su dodatna ispitivanja ove pojave pri različitim uslovima.

Izveden je paralelan opit sa pepelom i šljakom iz TE Bitola, TE Kostolac i TE Nikola Tesla — A.* Uslovi izvođenja opita su bili identični.

Opiti su izvođeni u posudi sa dimenzijama 30 x 30 x 5 cm. Dno je bilo perforirano i obloženo filter—papirom koji treba da omogući prolaz vode, a spreči odnošenje čestica pepela. Svaki uzorak je kvašen do potpunog zasićenja. Nakon odstajavanja od 120 min. uzorci su ponovo okvašeni, tako da se na površini pojavio višak vode. Dodavane količine vode bile su identične. Uzorci su prekriveni plastičnom folijom da bi se sprečilo isparavanje.

Ostvarene gustine u funkciji vremena deponovanja prikazane su na sl. 4.

Iz prikazanih rezultata se vidi da je u početku ostvarena najveća gustina upravo na uzorku TE Bitola, da bi vremenskim odležavanjem gustina uzorka iz TE Kostolac i TE Nikola Tesla — A rasla brže nego kod TE Bitola. Pri izvođenju ovog opita ponovo je zapaženo da se pri najmanjem potresu iz posude sa uzorkom TE Bitola čede znatne količine vode, što nije slučaj kod uzorka iz TE Kostolac i TE Nikola Tesla — A.

Prethodni opiti su rađeni bez praktično ikakvog statičkog pritiska, s obzirom da je debljina deponovanog sloja bila svega oko 3 cm. Stvarnim formiranjem deponije donji slojevi su stalno izloženi statičkom pritisku, koji pospešuje iscedivanje vode, posebno ako je ona u slobodnim prostorima između čestica.

Da bi se sagledao uticaj pritiska na zadržavanje vode, urađen je opit u filter—presi sa tri uzorka — jedan iz TE Bitola, jedan iz TE Nikola Tesla — A i jedan iz TE Kostolac. Uzorci su u obliku hidromešavine stavljeni u filter—presu i filtrirani 10 minuta

pri natpitisaku od 1 bara, 3 bara i 10 bara. Dobijene su sledeće gustine:

Tablica 3

Uzorak	Pritisak, bar		
	1,0	3,0	10,0
TE Bitola	62,40	70,25	86,50
TE Nikola Tesla — A	64,70	71,22	86,72
TE Kostolac	65,20	71,90	86,90

Vidi se da bez statičkog opterećenja pepeo i šljaka iz TE Bitola zadržavaju veće količine vode od sličnih materijala. Dodatnim opterećenjem ili potresima prividna kohezija kod bitoljskog pepela se gubi i materijali imaju približno jednake gustine.

Geomehaničkim opitima je konstatovano da stvarne kohezije nema (0 kN/m^2), ali da materijal pokazuje neku „prividnu“ koheziju. Ovo se najbolje ilustrovalo pri određivanju ugla prirodnog nagiba. Pažljivo formirana kupa hidraulički deponovanog pepela i šljake dala je srednju vrednost ugla „držanja“ kupe od oko 60° . Veoma laganim potresima po podlozi opitnog sanduka došlo je do rastresanja kupe uz vidno iscedivanje vode i smanjenja ugla. U donjem delu kupe se formirala kosina pod uglom od 12 do 14° , a u gornjem delu od 36 do 38° . Ponovljenim potresima ugao kupe se smanjio na 12 – 16° po celoj visini.

Rezultati navedenih opita su pokazali da se deponovani pepeo ne sme prepustiti samo prirodnom ocedivanju, već odmah po deponovanju treba izvršiti prinudno iscedivanje vode iz međuprostora čvrstih čestica. Ovo je neophodno predvideti, utoliko pre što se deponija nalazi u seizmički aktivnom području, u kojem se mogu očekivati potresi snage 7 stepeni MCS.

S obzirom na navedena saznanja, trebalo je odabrati metodologiju za formiranje deponije. U osnovi prisutne su tri metodologije. Prva podrazumeva izradu obodnih nasipa (brana) od materijala iz pozajmišta, ili od refuliranog rečnog peska uz pomoć odgovarajuće građevinske mehanizacije, pri čemu se pepeo u obliku pulpe direktno istače unutar tako formiranog prostora. Drugi način je izrada obodnih nasipa od samog pepela i šljake, bilo korišćenjem klasične građevinske mehanizacije, bilo uz pomoć hidrociklona. Treći način je kombinacija prethodna dva, tako da se obodni nasipi na početnim etažama formiraju od materijala iz pozajmišta, a nadgradnja do pune visine vrši pepelom i šljakom.

* Termoelektre. Kostolac i Nikola Tesla — A uspešno koriste hidrauličke metode transporta i deponovanja pepela i šljake.

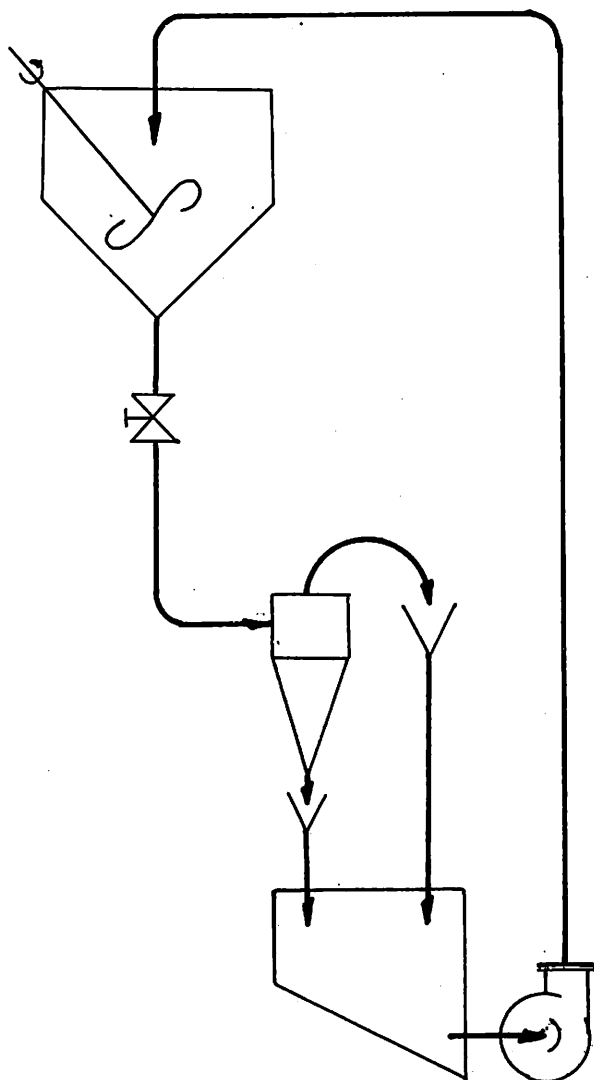
Karakteristike materijala su doprinele da se odabere ovaj treći način. Naime, smatra se da bi bilo riskantno formirati osnovni, početni nasip od materijala koji pokazuje „prividnu“ koheziju i zadržava velike količine vode u porama i međuprostorima. Zbog toga je predviđena izrada osnovnog, prvog nasipa klasičnom metodom uz pomoć građevinske mehanizacije od materijala iz pozajmišta, a daljnja nadgradnja deponije izradom obodnih nasipa uz pomoć hidrociklona od materijala iz pepela i šljake.

maksimalne količine pepela i šljake koje se mogu izdvojiti u nasip. Dokazano je da se u nasip može izdvojiti oko 48% materijala zadovoljavajućeg kvaliteta.

Materijal od kojeg se predviđa izrada obodnog nasipa ima granulostav, prikazan u tablici 4, zadovoljavajuću nosivost i vodopropustljivost $1,79 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Tablica 4

Klasa krupnoće, mm	Masa po klasama %	Masa proseva, kumulativno %
– 1,168 + 0,833	1,36	100,00
– 0,833 + 0,589	0,96	98,64
– 0,589 + 0,417	2,15	97,68
– 0,417 + 0,295	5,07	95,53
– 0,295 + 0,208	11,13	90,46
– 0,208 + 0,147	17,22	79,33
– 0,147 + 0,104	16,53	62,11
– 0,104 + 0,074	16,28	45,58
– 0,074 + 0	29,30	29,30
SUMA	100,00	–



Sl. 5 – Šema poluindustrijske instalacije na kojoj su ispitivani uslovi klasiranja pepela i šljake.

Na poluindustrijskoj instalaciji (sl. 5) izvršeni su opšti hidrocikloniranja sa ciljem da se sagledaju

Zaključni osvrt

Pepelo i šljaka, nastali sagorevanjem lignita iz ležišta Suvodol, po svojim karakteristikama su veoma specifični. Naime, pretežno su sačinjeni od amorfnе staklaste materije kuglično–sunderastog oblika. Ovakva struktura prouzrokuje da pepelo i šljaka u porama i međuprostorima vežu znatne količine vode (oko 50% tehnološke vode ostaje vezano). Sile koje tu vodu zadržavaju su veoma male, tako da pri potresima malog intenziteta ili pri malom pritisku dolazi do otpuštanja vode i njenog iscedivanja.

Sa stanovišta primene hidrauličkih metoda deponovanja ovo je nepoželjna osobina, jer uz prisustvo fluida postoji opasnost da usled veštački izazvanog potresa ili prirodnog zemljotresa dođe do likvefakcije i samim tim rušenja deponije. Ovakve karakteristike pepela i šljake su isključile mogućnost njihovog korišćenja za izradu obodnog nasipa od početne etaže.

Zbog toga je predloženo da se početni nasip, visine 5–6 m (1–2 etaže), napravi od materijala iz

pozajmišta, a da se potom nadgradnja nastavi izradom obodnih nasipa od klasiranog pepela i šljake. Da bi se ovo primenilo, nadgradnju treba vršiti odstupnom metodom, koja dozvoljava da se vrši prinudno iscedivanje (pomoću građevinskih mašina) viška vode iz nasipa.

Izvedenim opitima je pokazano da za primenu odstupne metode ima dovoljno kvalitetnog materijala.

Primena tako koncipirane metodologije obezbeđuje formiranje stabilne deponije.

SUMMARY

Investigations Into the Possibility and Conditions for Introduction of Hydraulic Ash and Slag Disposal in Power Generating Plant Bitola

Ash and slag from Power Generating Plant Bitola are according to many properties identical as those from other power generating plants burning lignite. However, a difference in particle structure was determined. Particles of this ash and slag have a spongy—spherical shape, conditioning binding of significant volumes of process water in the pores and intervoids. The binding forces are weak, so low shocks cause liberation and drainage of the water.

This is an adverse property because it may give rise to liquefaction under shock action, so, in order to prevent that, conditions were investigated for forced water drainage under various intensity pressures.

Solution for safe disposal was found in construction of initial levels from a borrow pit and building up by a retreating method using material obtained by ash and slag classification. Forced drainage of excess water from the dum will be carried out parallel with building up.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchung der Möglichkeit und der Bedingungen bei der Einführung von hydraulischer Absetzung der Asche und der Schlacke beim Kraftwerk Bitola

Die Asche und die Schlacke aus dem Kraftwerk Bitola sind nach vielen Eigenschaften identisch mit der Asche und der Schlacke in anderen Kraftwerken, die als Brennstoff Braunkohle verbrauchen. Aber es ist ein Unterschied beim Korngefüge festgestellt. Der Aschenkorn und der Schlackekorn dieses Kraftwerkes haben schwämmig—kugelige Form, was ein Binden grösserer Mengen von technologischen Wasser in den Hohlräumen und den Zwischenräumen bedingt. Die Bindekräfte sind schwach, und nur kleine Erschütterungen verursachen eine Befreiung vom Wasser und eine Auspressung.

Das ist eine ungünstige Eigenschaft, weil sich eine Fliessrutschung durch die Erschütterung erscheint, und deswegen sind die Bedingungen für das zwingende Auspressen vom Wasser unter der Wirkung der verschiedenen Druckintensitäten untersucht worden.

Die Lösung für eine sichere Absetzung ist in der Formierung der ersten Strassen aus dem Material der Entnahmestelle und dem Aufbau mit einer Abweichungsmethode aus dem Material vom klassieren der Asche und der Schlacke gefunden. Parallel mit dem Aufbau möchte man auch eine Zwangsentswässerung des Wasserüberschusses aus dem Damm durchführen.

РЕЗЮМЕ

Исследование возможности и условия введения гидравлического депонирования золи и шлана термостанции Битола

Зола и шлан термостанции Битола, по своим свойствам, подобные золи и шлану других термостанций, которые как топливо используют лигнит. Зерна золи и шлана из этой термостанции находятся в виде шаров губной структуры, что обуславливает связывание значительного количества технологической воды в порах и промежуточном пространстве. Кохезионные силы слабые, вследствие чего малые сотрясения вызывают выделение воды и отцеживание.

Это свойство неблагоприятно потому что угрожает явление линвифации под действием сотрясения. В цели предупреждения, исследовались условия для принудительного отцеживания воды под действием давления различной интенсивности.

Для безопасного отвалообразования решение найдено при проходке первых этаж из материалов с резерв и надстройки обратным ходом из материала полученного классификацией золи и шлана. Паралельно с надстройкой выполнялось бы и принудительное отцеживание избытков воды из дамбы.

Literatura

1. Studija istraživanja mogućnosti uvođenja mokre metode deponovanja pepela i šljake u TE Bitola, Rudarski institut, Beograd, 1987.

NOVI VISOKOGRADIJENTNI SEPARATOR VMS-100

(sa 2 slike)

Dipl.inž. Stevan Đokić

Uvod

Široj jugoslovenskoj stručnoj javnosti poznat je proizvodni program zapadnih proizvođača opreme za koncentraciju u magnetnom polju velike indukcije. Zainteresovanim stoje na raspolaganju industrijski separatori sa kapacitetom od jedne pa do više stotina tona rude na čas, koji uspešno rade na čitavom nizu sirovina. Manje je poznato, da mašinska industrija rudarske opreme ČSR proizvodi opremu slične namene i originalnih tehničkih rešenja. U toku svog dvonedeljnog boravka u ČSR imao sam prilike da se upoznam sa detaljima projektovanja i izradom ovih separatora, a sada su poznati i rezultati rada ovih mašina.

Visokogradijentni magnetni separator tipa VMS

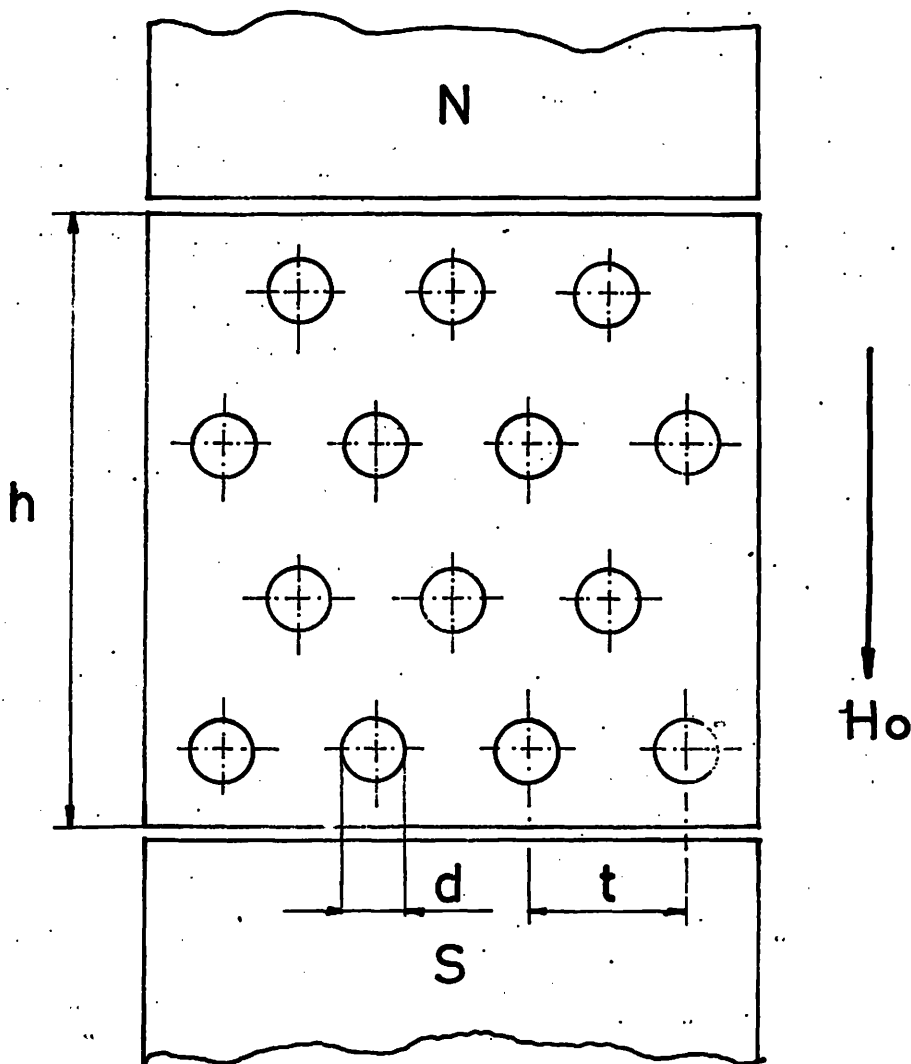
Osnovna namera projekatana — konstruktora, stručnjaka zaposlenih u UVR u Pragu i Mehanobrčermet-u u Krivom Rogu, bila je da konstruišu magnetni separator široke namene i polja velike indukcije. Želeli su mašinu velikog kapaciteta pogodnu za rad sa gustom i retkom pulpom, sa pulpom različite finoće mlevenja i, naravno, što manjim utroškom energije i vode. Rezultat njihovog rada je serija visokogradijentnih separatora tipa VMS sa kapacitetom 25—150 t/h, koji se ugrađuju u najvećem rudniku gvožđa ČSR u Rudnjanima i nekom od postrojenja u Krivom Rogu (SSSR).

Visokogradijentni magnetni separator tipa VMS nije prvenac ove grupe konstruktora. Pre

nje konstruisali su visokointenzivni magnetni separator tipa MRVK, koji se primenjuje u industriji sa delimičnim uspehom. Ne možemo se oteti utisku da je projektovanje ovih separatora vršeno pod jakim uticajem ideja kolega sa Zapada. Separacijski bubanj se okreće oko vertikalne ose u horizontalnoj ravni (isto kao kod Jones-a, Rapid-a ili Sala separatora), a pulpa i voda za ispiranje imaju isti smer. Otvoreni magnetni sistem ima sposobnost da unutar radne zone separatora indukuje polje 0,7 T, što i nije velika vrednost. Najveći nedostatak ovog separatora je lociranje zone ispiranja koncentrata unutar zone rasipanja magnetnog polja. Nedostatak je delimično nadoknađivan velikom količinom spirne vode pod visokim pritiskom.

Izboru induktivnih tela posvećena je velika pažnja. Ispitana su induktivna tela različitog oblika: lopta, kocka cilindri, žičana vuna, ekspanđiran metal itd. Najbolje regenerativne sposobnosti pokazala je matrica ispunjena induktivnim telima u obliku složenih šipčica (slika 1) izrađenih od nerđajućeg čelika ČSN 17000. Prečnik šipčica i rastojanje između njih su promenljive veličine i zavise od različitih faktora, pre svega od krupnoće materijala. Ugrađena u separator MRVK, ovakva matrica je dala u industrijskoj primeni izvanredne rezultate, pa je odabrana i za novi visokogradijentni separator VMS.

Originalno je, i sa gledišta mašinskog funkcionisanja opravdano, prenošenje ose rotacije bubnja u horizontalu. Rotirajući deo mašine, separacijski

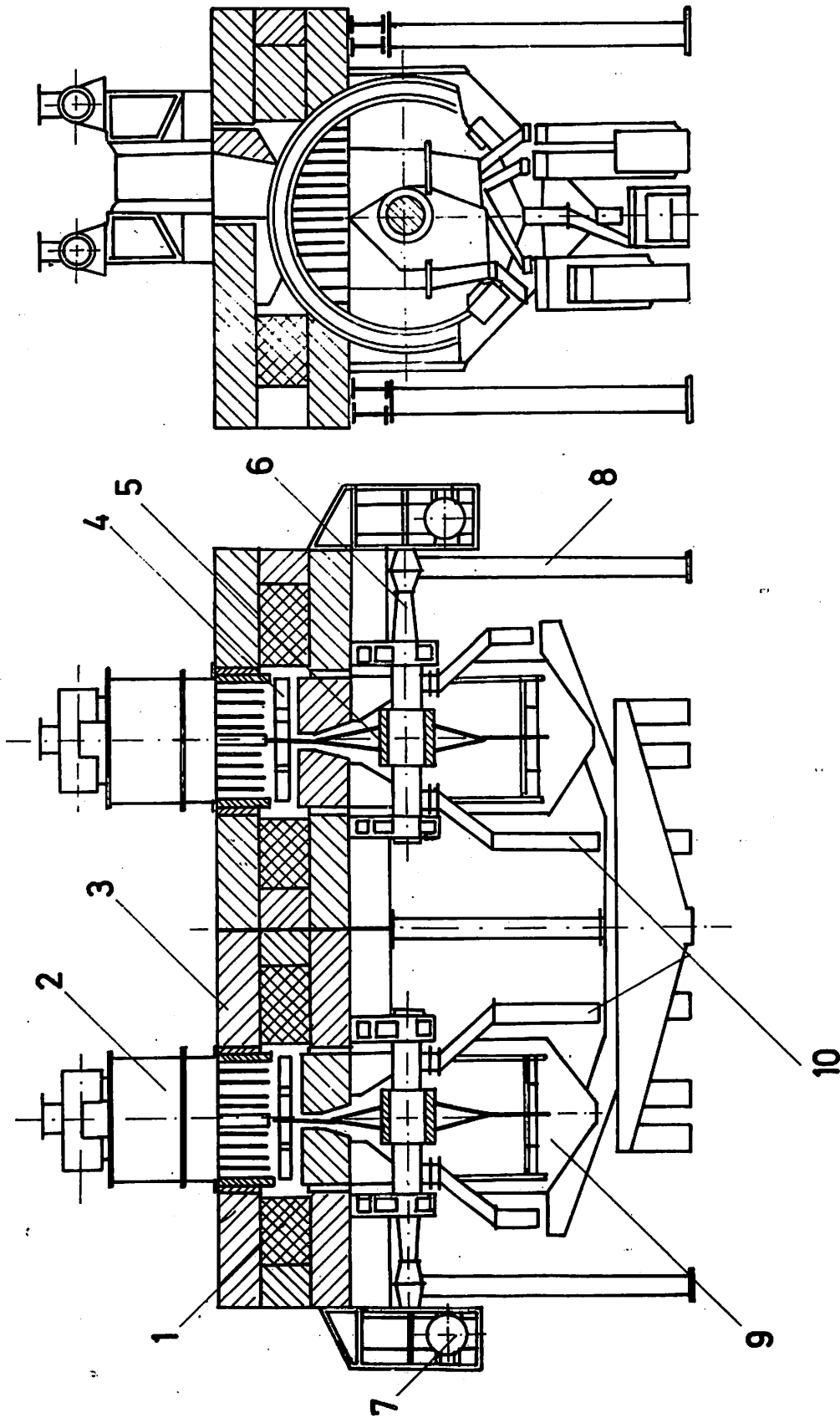


Sl. 1 — Šematski prikaz matrice sa induktivnim materijalom u obliku šipčica.

bubanj, (slika 2) rotira u vertikalnoj ravni noseći na sebi dva ili četiri reda matrice ispunjenih induktivnim telima. Svaka od matrica na svom kružnom putu dolazi u zonu dejstva magnetnog polja i u trenutku najveće indukcije prima pulpu. Magnetne čestice, privučene induktivnim telima, nastavljaju put kroz magnetno polje, a nemagnetni deo pulpe gravitacijski otiče, kroz matricu, u levak za prikupljanje nemagnetnog proizvoda. U tački, u kojoj je dejstvo magnetnog polja zanemarujuće malo, vrši se ispiranje magnetnog proizvoda sa induktivnih tela. Konstruktivna je novost da se ispiranje vrši brizgalicama smeštenim unutar bubnja, a smer ispiranja je suprotan od smera protoka pulpe kroz matricu. Prikupljanje magnetnog proizvoda vrši se u levku, smeštenom ispod bubnja.

Želeći što širu mogućnost primene separatora tipa VMS projektant je konstruisao elektromagnetske sisteme mogućnosti 0,5, 1,0 i 1,5 T. Postizanje ovakvih polja omogućilo je uvođenje elektromagneta druge generacije, čiji se šuplji namotaji, kvadratnog preseka, hlade iznutra vodom. Magnetsko jezgro elektromagneta je tako konstruisano da u radnoj zoni obezbeđuje veliku homogenost polja, dok je nivo indukcije van magnetskog ciklusa niži od 0,05 T.

Proizvođač separatora, preduzeće Železornudne Bane u Spiškoj Novoj Vesi, ČSR, proizvodi „mokre“ visokogradijentne separatore sa tipskom oznakom VMS u tri dimenzije.



Sl. 2 - Šematski prikaz separatora VMS 100: 1 - namotaji; 2 - magnetno jezgro; 3 - prijemna kutija; 4 - matrica; 5 - bubanj; 6 - osovina bubnja; 7 - pogon; 8 - ram; 9 - tank za prikupljanje magnetskog proizvoda; 10 - odvod nemagnetskog proizvoda.

Tip separatora	Indukcija T	Snaga kW	Masa t	Dimenzije mm	Kapacitet t/h
VMS 25	0,5	13	26	dužina 2500 širina 3300 visina 4500	25- 35
	1,0	48	37		
	1,5	190	48		
VMS 50	0,5	17	45	dužina 3500 širina 3300 visina 4500	50- 75
	1,0	66	56		
	1,5	225	101		
VMS 100	0,5	33	80	dužina 6100 širina 3300 visina 4500	100-150
	1,0	132	110		
	1,5	550	260		

Rezultati rada separatora VMS

Primer 1.

Izvršena su ispitivanja mogućnosti koncentracije tri uzorka rude gvožđa, čiji su mineraloški sastav i raspodela Fe na minerale dati u tablici 1. Uzorci, označeni brojevima 1 i 2, pripadaju ležištima rejonu Krivi Rog, a uzorak br. 3 predstavlja rudu Kurske magnetne anomalije.

Koncentracija gvožđa je izvedena u dva stupnja. U prvom stupnju koncentrisana je ruda samlevena do finoće 80-90% - 0,074 mm (uzorak br. 2 je samleven do finoće 50-60% - 0,074 mm), a onda je magnetska frakcija prvog stupnja domlevena do 93% - 0,044 mm. Osnovna magnetska koncentracija izvedena je u oba koncentracijska stupnja sa poljem indukcije 0,5 T, a kontrolna magnetska separacija u prvom stupnju sa indukcijom 0,5 T, u drugom sa 0,6 T. Tehnološki rezultati koncentracije prikazani su u tablici 2.

Tablica 1

Minerali	Uzorak br. 1		Uzorak br. 2		Uzorak br. 3	
	% minerala	% Fe	% minerala	% Fe	% minerala	% Fe
Magnetit	3,1	2,4	7,9	5,7	5,8	4,2
Martit i hematit	41,5	28,8	36,3	28,4	39,9	26,6
Hidroksidi gvožđa	11,2	7,1	8,8	5,5	14,6	9,1
Kvarc	42,6	-	43,7	-	36,0	-
Ostalo	1,5	-	3,3	-	3,7	-
	100,00	38,3	100,00	36,6	100,00	39,9

Tablica 2

Stepen koncentracije	Proizvod koncentracije	Uzorak br. 1		Uzorak br. 2		Uzorak br. 3	
		Fe %	R %	Fe %	R %	Fe %	R %
I	Ulaz	38,3	100,00	36,6	100,00	39,9	100,00
	Magnetska frakcija I	50,7	90,5	49,7	83,9	50,1	80,5
	Nemagnetska frakcija I	11,4	9,5	15,3	16,1	15,0	9,5
II	Magnetska frakcija II	61,7	70,9	59,0	71,5	57,5	78,3
	Nemagnetska frakcija II	31,5	19,6	26,0	26,0	27,4	12,2
	Ukupno nemagnetska frakc. I+II	20,0	29,1	21,7	28,8	20,1	21,7

Tehničko-tehnološki parametri, dobijeni optima pri kapacitetu 100 t/h, mogu biti interesantni:

a) Potrošnja vode	
– ispiranje magnetske frakcije	75 m ³ /h
– izbacivanje magnetske frakcije	80 m ³ /h
b) Potrošnja električne energije (kWh) pri indukciji 0,5 T	
– elektromagneti	22,4
– pogon	3,6
– pumpa ciklusa hlađenja	4,2
Ukupno:	29,2

Specifični parametri svedeni na 1 t rude:

– snaga	0,292 kW
– potrošnja vode	1,55 m ³
– površina za ugradnju	0,22 m ²
– masa separatora	0,8 t

Primer 2.

Sideritna ruda sa oko 29% Fe koncentrisana je u dva stupnja pri indukciji 0,4 T. Prvi stupanj koncentracije dao je magnetni proizvod sa 35,4% Fe uz iskorišćenje od 92,5%. Posle prečišćavanja dobijen je koncentrat sa 38% Fe uz ukupno iskorišćenje od 85%.

Primer 3.

Frakcija – 0,25 mm mulja pranja rude magnetna sa 17% Mn u obliku psilomelana, manganita i piroluzita podvrgnuta je tretmanu na VMS separatoru. U jednom stupnju dobijen je koncentrat sa 29% Mn i iskorišćenje od 75,5%.

Zaključak

Prikazan je novi tip industrijskog visokogradijentnog mokrog magnetnog separatora, zajedničkog dela čehoslovačkih i sovjetskih konstruktora. Primenjen je niz originalnih tehničkih rešenja, koja su u uslovima eksploatacije pokazala visoku pouzdanost. Niz separatora sa kapacitetom 25–150 t/h mogao bi se primeniti i na mnoge jugoslovenske sirovine.

ZAHVALNOST

Zahvaljujem Jaroslavu Cibulki, rukovodiocu odeljenja za razvoj mašina za PMS, Instituta UVR u Pragu, ČSR, na srdačnom prijemu i stručnoj brizi tokom mog boravka u ČSR.

SUMMARY

A New High Gradient Separator VMS-100

In addition to Western manufactures of equipment for concentration in a high induction magnetic field, machine-building industry of ČSR also produces equipment for similar purposes with original solutions.

The paper outlines a new type of full-scale high gradient wet magnetic separator, designed jointly by Czechoslovak and Soviet constructors. A series of original technical solutions was introduced, affording high reliability during operation. A series of separators with outputs between 25 and 150 t/h may be applied for a number of Yugoslav mineral materials.

ZUSAMMENFASSUNG

Neuer hochgradienter Abscheider VMS-100

Neben den westlichen Produzenten der Ausrüstung für die Konzentration in magnetischen Feld grosser Induktion wird auch von der Maschinenindustrie der Bergbauausrüstung in der ČSR Ausrüstung ähnlicher Zwecke und mit originalen technischen-Lösungen erzeugt.

In dem Artikel ist der neue Typ vom Industriellen hochgradientem feuchtem Abscheider, das gemeinsame Werk der tschechoslowakischen und sowjetischen Konstrukteure erläutert.

Es sind eine Reihe von originalen technischen Lösungen verwendet, die in der Bedingung der Gewinnung hohe Zuverlässigkeit gezeigt haben.

Eine Reihe der Abscheider mit einer Kapazität von 25-150 t/h könnte man auch für viele jugoslawische Rohstoffe verwenden.

РЕЗЮМЕ

Новый высокоградиентный сепаратор ВМС-100

Кроме производителей оборудования для этих решений, капиталистических стран, и машиностроение горного обогащения в магнитном поле с высокой индукцией с сходным назначением и оригинальным техническим оборудованием ЧССР изготавливает оборудование.

В докладе представлен новый тип промышленного высокоградиентного мокрого сепаратора, который представляет собой совместное дело чешских и советских конструкторов. В этой работе использован ряд оригинальных технических решений, которые в условиях эксплуатации показали высокую надежность. Ряд сепараторов, производительность которых была 25-150 т/ч, можно было бы использовать и для обогащения большого числа югославского сырья.

Literatura

1. Cibulka J., Žurek F., Horaček M., Hencel V., Suslikov G.F., Lomotsev, L.A., Gramm V.A., Daidov A. 1985: A new conception of high - gradient magnetic separators, XVth International Mineral Processing Congress, Cannes.
2. Hencel V., Šebor G. 1985: Optimization of the parameters of high - gradient magnetic separation of complex siderite ore, XVth International Mineral Processing Congress, Cannes.
3. Prospektni materijal firme Strojexport, ČSR (1985).
4. Stručni izveštaj autora po obavljenom studijskom putovanju u ČSR 1983. god.

PROBLEMI VENTILACIJE DUGAČKIH PODZEMNIH SAOBRAĆAJNICA U GRADSKIM USLOVIMA

Dipl.inž. Mićun Žugić

Uvod

Kad se neki tunel izgradi, obično je vrlo skupo i teško da se obezbedi povećanje obima ventilacije koje nije predviđeno u fazi projektovanja tunela.

Isuviše često se ventilacioni sistemi za podzemne saobraćajnice razmatraju apstraktno, kao da se optimalni tip ventilacionog sistema može definisati za sve uslove tunela i za sve prilike saobraćaja.

Ventilacioni sistem, naprotiv, treba da predstavlja važnu crtu celokupne početne koncepcije podzemne saobraćajnice sa ciljem optimiranja celokupnog projekta, da bi se izbeglo potenciranje jednog elementa na štetu celine.

Kvantitativna osnova provetravanja podzemnih objekata i saobraćajnica odnosi se na potrebnu brzinu razblaživanja izduvnih gasova iz motora sa unutrašnjim sagorevanjem, na prvom mestu sadrži ugljen monoksida (CO).

Kod drumskih tunela moraju se razmotriti i mnogi drugi zagađivači različitih toksičnosti, od kojih treba pomenuti okside azota, olovne sastojke, okside sumpora i razne organske sastojke. Utvrđeno je da ni jedan od ovih zagađivača nije značajan, ako se ugljen monoksid adekvatno razblaži.

Prema tome, ustaljena je praksa da se kao osnova za projektovanje potrebnih količina vazduha za provetravanje podzemnih saobraćajnica usvo-

ji koncentracija ugljen monoksida, utvrđena direktnom odnosom potrošnje goriva i emisije CO.

Potrebne količine vazduha

Izračunavanje potrebnih količina vazduha za provetravanje podzemnih prostorija u kojima se kreću vozila sa benzinskim i dizel motorima je teško, pošto se radi o pokretnom izvoru štetnih materija, čije emisije veoma zavise od opterećenja motora.

Merenja količine i sastava izduvnih gasova na pojedinačnom vozilu se veoma teško prenose na stvarnu u tunelu prisutnu, količinu i sastav izlaznih gasova, da bi se na taj način odredio dovod svežeg vazduha potreban da se razblaže izduvni gasovi na koncentracije bezopasne po zdravlje ljudi.

Izlazni gasovi kod motornih vozila sa benzinskim ili dizel motorima sadrže, uglavnom, sledeće sastojke: ugljen monoksid (CO), azotne okside (NO_x), gar iz dima dizela, sumpor dioksid (SO₂), ugljovodonike (HC) i olovo (Pb).

Pošto se u gradskom saobraćaju, sa nepovoljnim uslovima saobraćaja kao što su zastoji i zagušenja, mora računati sa usporavanjem, a time i ispuštanjem većih količina izduvnih gasova, to su za te prilike potrebne i najveće količine vazduha.

Od svih navedenih štetnih sastojaka u izduvnim gasovima ugljen monoksid se javlja u najvećim količinama. Najnovija merenja, koja se obavljaju u

evropskim tunelima, potvrđuju veliki udeo ugljen monoksida u izduvnim gasovima motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Pregled dobijenih rezultata prikazan je u tablici 1.

Tablica 1

Zagađivač	Oznaka	MDK ppm	Vrednosti dobijene merenjem ppm	Odnos
Ugljen monoksid	CO	50	110	2,2
Azotni oksid	NO	25	5	0,2
Azot dioksid	NO ₂	5	0,25	0,05
Sumpor dioksid	SO ₂	5	0,50	0,10

Prema tome, dok se količina ugljen monoksida koristi kao mera standardne ventilacije, cilj proračuna potrebne količine vazduha se sastoji u tome, da se koncentracija CO održava između 50 i 100 ppm, što zavisi od specifičnih uslova tunela.

Drugi značajan uslov za ventilaciju podzemnih saobraćajnica predstavljaju zahtevi za razblaživanjem dima na osnovu kriterijuma vidljivosti. Sadržaj dima ne mora da bude limitirajući faktor pri projektovanju ventilacije, budući da, s jedne strane, njegovo prisustvo zavisi od defekta motora koji se mogu otkloniti, a, s druge strane, odnos između sadržine dima i vidljivosti nije direktan, već obuhvata druge faktore, naročito temperaturu i vlažnost vazduha.

U gradskim tunelima odnos dizel/benzin u saobraćaju može u znatnoj meri da varira u odnosu na vreme u toku dana i u odnosu na dan u nedelji, pa shodno tome i imisije ugljen monoksida i dima.

Količina ugljen monoksida koju ispušta motorno vozilo u podzemnim saobraćajnicama zavisi od sledećih uticajnih faktora:

q_u — jedinične količine ispuštanja ugljen monoksida svakog vozila (izražene u l/min po vozilu). Ova količina zavisi od vrste motora (benzinski ili dizel motor), kao i od brzine kretanja vozila u tunelu

D — broja vozila koja se istovremeno nalaze na dužini od 1 km u tunelu (oko 17 voz/km)

f_i — faktora nagiba nivelete, i on iznosi ℓ za

horizontalni položaj nivelete, a linearnu zavisnost ima za nagibe i uspon nivelete

f_h — faktora nadmorske visine, iznosi ℓ za nadmorsku visinu 0, a linearno raste sa porastom nadmorske visine. Ima veći značaj kod brdskih tunela.

Potrebna količina čistog vazduha za ventilaciju podzemnih saobraćajnih tunela, s obzirom na nabrojane uticajne faktore, iznosi:

$$Q = q_u \cdot \frac{10^{-3}}{60} \cdot f_i \cdot f_h \cdot \frac{10^6}{\delta} \cdot D \quad (\text{m}^3/\text{s, km})$$

gde je:

δ — dozvoljena koncentracija ugljen monoksida u vazduhu, izražena u ppm. Kod normalne eksploatacije vrednost $\delta = 100$ ppm, a pri kraćim koncentracijama $\delta = 250$ ppm što predstavlja apsolutni maksimum.

Prethodno određena potrebna količina čistog vazduha bazira na dozvoljenoj koncentraciji ugljen monoksida u tunelu. Međutim, potrebna količina čistog vazduha mora se odrediti i s obzirom na potrebnu vidljivost u tunelu, koja se smanjuje sa količinom izduvnih dimova, naročito dizel motora.

Zavisnost potrebne količine čistog vazduha od količine izduvnih dimova, s obzirom na vidljivost u tunelu, data je sledećim izrazom:

$$Q = q_0 \cdot \frac{G}{3600} \cdot f_i \cdot f_h \cdot \frac{1}{K_1} \cdot D \quad (\text{m}^3/\text{s, km})$$

gde je:

q_0 — jedinično ispuštanje dima po toni prosečnog kamiona (m^3/ht), zavisi od brzine vozila

G — masa prosečnog kamiona (t)

K_1 — dozvoljeni koeficijent vidljivosti (m^{-1})

D — broj kamiona na kilometar po saobraćajnoj traci.

Na osnovu prethodnih formula i kriterijuma izračunavaju se potrebne količine vazduha za provetranje podzemnih saobraćajnica. Količine vazduha moraju da garantuju bezbednost tako da u ekstremnim slučajevima, koji se moraju predvideti, održi koncentracije CO ispod 250 ppm. Kada se cvaj ekstremni slučaj zadovolji, biće zadovoljena i svakodnevna potreba.

Sistem ventilacije

Sistem ventilacije treba da obezbedi ekonomično snabdevanje vazduhom za ukupan saobraćaj u tunelu od maksimalnog do minimalnog, koji može da bude gotovo na nuli noću, i srednjeg snabdevanja u prosečnim uslovima.

Ako se ventilacioni sistem za tunel projektuje za nešto manju vrednost od punog kapaciteta tunela, bilo zbog ograničavanja broja vozila koja mogu da uđu u tunel ili zbog ekonomičnosti izrade i kapitalnih ulaganja, koncentracije CO i druga zagađenja moraju da se održavaju u prihvatljivim granicama a to će se postići ograničavanjem na izvestan način saobraćaja u tunelu.

Jedan od uslova koji mora da zadovolji sistem ventilacije tunela je mogućnost zaštite u slučaju nastanka požara. Pri projektovanju ventilacionog sistema treba, osim drugih preventivnih mera, predvideti takav sistem dovođenja svežeg vazduh koji pomaže u raščišćavanju dima i požarnih gasova i obezbeđuje izvestan stepen lokalne kontrole.

Značajan faktor pri određivanju potrebnih količina vazduha predstavlja izvor iz kojeg se usisava vazduh. Prevashodno to mora da bude čist vazduh bez štetnih primesa, jer u slučaju direktnog usisavanja vazduha iz zagađene gradske ulice može se desiti da sadržaj CO bude znan, i do 50 ppm. Za razblaženje ulaznog vazduha bilo bi potrebno dvostruko više vazduha u odnosu na čist vazduh.

Temperatura ulaznog vazduha takođe ima značajan uticaj, naročito za duži vremenski period. Postoji znatan prenos toplote između zidova i tunela, budući da se toplota iz goriva koje sagoreva u motorima sva prenosi na vazduh u tunelu. Zidovi predstavljaju, u tom slučaju, neku vrstu razmenjivača toplote, koji sprečava ekstremne temperature u tunelu. Kroz duži period bi, međutim, temperatura zidova narasla i efekat razmene toplote postao neznatan, pa bi se toplota morala iznositi van tunela.

Dva su osnovna sistema ventilacije podzemnih saobraćajnica: longitudinalna (podužna) protočna ventilacija i dijagonalna (poprečna) ventilacija. Osim osnovnih sistema moguće su različite kombinacije. Pri izboru odgovarajućeg sistema ventilacije tunela glavni faktori su dužina tunela, intenzitet saobraćaja, trasa tunela, troškovi izrade i snabdevanje energijom.

Prosta longitudinalna ventilacija je ograničena na relativno kratke tunele, do maksimalno 700 m. Ovaj limit je nametnut longitudinalnom brzinom, kojom se obezbeđuje potrebna količina vazduha. Za ovakve dužine tunela neophodni su ventilatori da bi se stvorio određen protok.

Problemi kod ovog sistema nastaju u slučaju zagušenja saobraćaja i stvaranja većih količina izduvnih gasova u nemogućnosti postizanja odgovarajućih protoka vazduha. Druga poteškoća kod ovog sistema ventilacije odnosi se na oslobađanje od zagađenog vazduha. Naime, zagađen vazduh biće potiskivan prema jednom otvoru tunela, što je u gradskim uslovima vrlo nepovoljno.

Najveći problem je, svakako, opasnost od požara na deonicama gde se protok vazduha ne može regulisati, pa se požar i dim mogu brzo i opasno širiti u smeru izlaza iz tunela.

Dijagonalna (poprečna) ventilacija predstavlja gotovo idealni sistem provetravanja dugačkih tunela. Kod ovog sistema ubacivanja svežeg i izbacivanja zagađenog vazduha vrši se u poprečnom profilu tunela i to u delu namenjenom za kretanje vozila. Dovod svežeg vazduha i odvođenje zagađenog vazduha vrši se posebnim kanalima, najčešće u kaloti iznad prostora za kretanje vozila. Svež vazduh se vodi od portala, odnosno ventilacionih okana, kroz podužne kanale i ubacuje u prostor u kome se kreću vozila kroz otvore postavljene nešto malo iznad kolovoza. Ovi otvori nalaze se u samoj oblozi tunela. Kod nekih izvedenih tunela (Mont Blank) ovi se kanali nalaze ispod kolovoza.

Zagađeni vazduh odvodi se posebnim podužnim kanalom u koji dospeva kroz otvore u plafonu saobraćajnog dela.

Glavni razlog protiv univerzalne primene ovog sistema ventilacije su veliki troškovi. Potrebno je da se obezbede veliki preseki kanala za dovod i odvod vazduha, što je prilično skupo. Kod dugih kanala sa manjim presekom potrošnja energije može da bude vrlo velika.

Poludijagonalni sistem ventilacije je kombinacija prethodnih sistema. Postoji samo kanal za dovod svežeg vazduha koji se ubacuje u saobraćajni prostor, dok se zagađen vazduh podužno kreće kroz saobraćajni prostor do tačke izbacivanja, do otvora ili ventilacionog okna. Ceo prostor tunnelskog saobraćaja postaje kanal za odvođenje zagađenog vazduha, pa se gubici energije i suvišni troškovi izrade odvodnog kanala praktično eliminišu.

Primena ovog sistema je ograničena iz istih razloga kao i kod longitudinalne ventilacije (brzina kretanja zagađenog vazduha u saobraćajnom prostoru je limitirana na 8 m/s), ali se taj nedostatak može donekle ublažiti delimičnim usisavanjem zagađenog vazduha pomoću ventilatora u ventilacionim oknima.

Ovaj sistem ima prednosti nad protočnim sistemom zbog bolje kontrole protoka vazduha kod savladavanja požara i dimova, ekonomičnosti izrade i malih operativnih troškova.

Kriterijumi za izbor sistema ventilacije

Pri izboru sistema ventilacije treba imati u vidu brojne uticajne faktore, tako da se optimalni sistem može utvrditi samo na bazi detaljne i precizne analize svih faktora.

Radi sistematskog sagledavanja uticajnih faktora sačinjene su tri kategorije ovih faktora:

1. Faktori saobraćaja

1.1. Maksimalan broj vozila u tunelu

Maksimalan saobraćaj u tunelu mora biti jednak ili manji od propusne moći tunela. Ako je ventilacioni sistem projektovan za nešto manje od punog saobraćajnog kapaciteta tunela, koncentracije CO i drugih zagađenja moraju da se održavaju u dozvoljenim granicama tako što će se saobraćaj u tunelu ograničiti.

1.2. Smer kretanja vozila

Podzemni saobraćaj se može odvijati kroz tunele sa dve tunnelske cevi i usmerenim saobraćajem odnosno kroz tunele sa jednom tunnelskom cevii i naizmeničnim saobraćajem.

1.3. Vrsta vozila

Koncentracije ugljen monoksida, koji nastaje iz benzinskih motora je primarni parametar, pa je stoga od bitnog značaja učesće vozila sa dizel motorima koji emituju znatno manje ugljen monoksida.

2. Tehničko-tehnološki faktori

2.1. Maksimalno dozvoljena brzina kretanja vazduha u saobraćajnom prostoru

U saobraćajnom prostoru dozvoljene su brzine kretanja vazduha do vredosti 8 m/s. U kanalima se mogu uzeti u obzir brzine i nekoliko puta veće, ali je za njihovo postiza-

nje potrebna znatno veća energija, s obzirom na mnogo manje profile, što je vrlo neekonomično, pa brzina kretanja vazduha i tu postaje ograničavajući faktor.

2.2. Mogućnost izrade ventilacionih okana

Lokacije okana za uzimanje svežeg vazduha i izbacivanje zagađenog utvrđuju se u odnosu na topografiju, geologiju terena, trasu tunela zahteve izrade. Ne postoji šabloniziran zahtev u pogledu broja okana i njihovog razmeštaja, već je to u funkciji projektnog rešenja. Pri izboru mesta ventilacionih okana mora se voditi računa da se izbegne mogućnost recirkulacije zagađenog vazduha, kao i zagađenje okoline.

2.3. Klimatski uslovi na portalima

U gradskim uslovima ovaj uslov može da ima znatan uticaj na izbor sistema ventilacije. Velika poteškoća odnosi se na oslobađanje od zagađenog vazduha iz portala s obzirom na naseljenost gradskog područja.

U slučaju uvođenja svežeg vazduha preko portala sasvim je izvesno da će vazduh ulaziti u tunel već zagađen.

2.4. Mogućnost izrade zaustavnih niša

Radi sprečavanja dužih zastoja usled kvara vozila, kod dugih tunela se mora predvideti zauzastavna niša. Broj, raspored i dimenzije ovih niša određuju se prema uslovima gradnje i dužine tunela.

3. Faktori zaštite okoline

3.1. Zaštita od buke

Pri izboru mesta ventilacionih stanica i okana mora se voditi računa da bude pristupačno i da ima dovoljno prostora za potrebnu opremu. Okna moraju da budu što je moguće veća, da obezbede adekvatne protoke vazduha pri maloj brzini ulaznog vazduha i lopatica ventilatora, što će održavati nivo buke u prihvatljivim granicama.

3.2. Zaštita od požara

Opasnost od požara u tunelu mora se uzeti u obzir pri projektovanju ventilacionog sistema. Osnovne postavke ventilacije kod požara (od rasplinjača, guma i lako zapaljivih tekućina) su da se obezbedi sigurnost učesnika u saobraćaju, samog tunela i opreme za ventilaciju. Pri tome treba imati u vidu zavisnost između dužine tunela, udaljenosti između sigurnosnih izlaza, vrste i gustine saobraćaja, tehničko-sigurnosnih uređaja i sistema za ventilaciju.

Zaključak

Gradski tuneli se grade sa poprečnim presekom raznih oblika zavisno od dubine i namene. Oni variraju od kružnih tunela, izrađenih na većim dubinama, do plitkih tunela sa pravougaonim presekom. Kod tunela sa kružnim presekom prostor ispod saobraćajne trase može se koristiti za snabdevanje tunela vazduhom, a ispod svoda se može koristiti sličan kanal za odvođenje zagađenog vazduha. Kod plitkih tunela sa pravougaonim presekom prostor za ventilacione kanale mora se posebno obezbediti po stranama saobraćajnog prostora.

S obzirom na specifičnosti saobraćaja u uslovi-
ma Beograda, nužno se nameće, radi zaštite od

imisije automobilskog i železničkog saobraćaja, spuštanje dela saobraćaja ispod površine zemlje, kako je dato perspektivnim planom razvoja grada.

Prema tehničkim propisima i Zakonu o zaštiti na radu propisane su dozvoljene emisije štetnih gasova u tunelskim cevima. Zbog toga će biti neophodno da se u mnogim delovima podzemnog sistema saobraćaja ugrade specijalna postrojenja za mehaničku ventilaciju. Kod pristupa projektovanju ventilacionog sistema, procene i odluke za svaki poseban slučaj se razmatraju u svetlu navedenih faktora. Iz toga sledi da proučavanje uticajnih faktora i proračuna ventilacije mora biti detaljno i treba da obuhvati i izuzetne uslove u podzemnim saobraćajnicama.

SUMMARY

Problems of Ventilating Long Underground Roads under Town Conditions

Rapid development of traffic during the past two decades imposed the need to construct individual parts of roads and railways under the surface. Particular care must be devoted to removal of harmful matters and exhaust gases of engines in underground roads. Of the harmful matters, carbon monoxide is emphasized due to its toxic action, so in calculation of ventilating systems and plants it is considered as a leading gas.

The paper outlines some modern aspects in solving ventilation of long underground roads in towns, particularly regarding calculation of required air volumes and selection of the system of ventilation.

ZUSAMMENFASSUNG

Lösung der Ventilation langer unterirdischer Fahrstrassen bei der Stadtbedingung

Die grosse Entwicklung beim Verkehr legt in der letzten zwei Jahrzehnten die Nötigkeit, dass man die einzelne Abschnitte der Wege und Eisenbahnstrecken unter der Erdoberfläche verlegt. Besondere Aufmerksamkeit muss man für die Beseitigung der Schadstoffe von den Blaugasen in den unterirdischen Fahrstrassen wenden. Bei den Schadstoffen wird das Kohlenoxyd als kritischer Faktor ausgesondert im bezug auf die giftige Einwirkung, und wird deswegen bei der Berechnung von Entlüftungssystemen und Anlagen als führender Gas angenommen.

Im Artikel sind einige moderne Aspekte zur Lösung der Ventilation von langen unterirdischen Fahrstrassen bei Stadtbedingungen mit Bezug der nötigen Berechnungsmengen der Luft und der Auswahl des Ventilationssystems gegeben.

РЕЗЮМЕ

Проблемы вентиляции протяженных подземных уличных туннелей в городских условиях

Быстрое развитие движения в последних двух десятилетиях наладывает потребление что бы отделительные участки дорог и полотно железной дороги укладывались под поверхностью почвы. Особое внимание надо обратить на устранение вредных примесей из выхлопных газов двигателей в подземных уличных туннелей. Из этого числа вредных примесей выделяется СО как критический фактор учитывая его токсическое действие, потому при расчете вентиляционных систем и оборудования он считается основным газом.

В докладе даны некоторые современные аспекты для решения задачи вентиляции протяженных подземных уличных туннелей в городских условиях, учитывая расчет необходимых количеств воздуха и выбор систем вентиляции.

Literatura

1. Constant, J., 1972: The ventilation of road tunnels, Tunnels and Tunnelling pp. (May 1972).
2. Muir Wood, A. M.: Kriterijumi i sistemi provetranja drumskih tunela.
3. Knöll, H. G.: Lüftung und Braundsicherheit von Strassentunneln.
4. Šutić, J., 1981: Neki savremeni problemi projektovanja i građenja putnih tunela, Podzemni radovi br. 3 (1981).
5. Eckhardt, A.: Strassentunnel – Lüftung.
6. Lombarde G., Haerter A., 1972: St. Gotthard Road Tunnel Projekt, Tunnels and Tunnelling (September 1972).

Autor: dipl.inž.Mićun Žugić, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: mr inž. V.Elezović, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 9.9.1987, prihvaćen 1.10. 1987.

UTICAJ PEPELA IZ LIGNITA KOLUBARA NA PORTLAND CEMENTNI KLINKER FABRIKE CEMENTA KOSJERIĆ

(sa 4 slike)

Dr inž. Vojislav Vuletić

Uvod

Portland cementni klinker dobija se pečenjem sirovinske smese, koja je najvećim delom sastavljena od kalcijumkarbonata (krečnjak) i alumosilikata (laporci). Pored ove dve navedene komponente koristi se i glina sa visokim sadržajem SiO_2 , koja služi kao korektor silikatnog modula. Isto tako kao korektor aluminatnog modula koristi se i piritna izgoretina.

Proces pečenja cementnog klinkera u rotacionim pećima zahteva goriva visoke toplotne moći, kako bi se postigla visoka temperatura produkata sagorevanja u zoni sinterovanja. U ovoj zoni temperatura materijala treba da iznosi oko 1450°C , a temperatura plamena i produkata sagorevanja, radi dobrog prenosa toplote, mora da je viša za najmanje 200°C . Tečna goriva i prirodan gas u potpunosti mogu da zadovolje i ispune sve potrebe tehnološkog procesa pečenja cementnog klinkera.

Orijentacija naše zemlje na domaće izvore energije podstakla je, pored ostalih, i istraživanja mogućnosti zamene tečnih goriva čvrstim u industriji cementa. U Rudarskom institutu su se istraživali mogućnost i uslovi za korišćenje sirovog uglja klase „R” iz basena Kolubara u Fabrici cementa Kosjerić [1]. Istraživanja su pokazala da je delimična zamena mazuta lignitom iz basena Kolubara moguća. Trebalo je da se donese važan zaključak o mogućnosti zamene u vezi sa uticajem pepela iz uglja na kvalitet cementnog klinkera. Kvalitet portland cementa mora da zadovolji uslo-

ve delovane odgovarajućim jugoslovenskim standardima i uslovljen je sastavom polazne sirovinske smese i procesom pečenja.

U ovom članku prikazani su rezultati istraživanja uticaja pepela iz uglja iz basena Kolubara na kvalitet portland cementnog klinkera.

Karakteristike sirovine i sirovinske smeše

Sirovinsku smešu u Fabrici cementa u Kosjeriću čine krečnjaci, laporci, gline i piritne izgoretine sa sledećim prosečnim učešćem:

— mešavina krečnjaka i laporca (1:1)	80,5%
— krečnjak	10,0%
— glina	8,0%
— piritna izgoretina	1,5%

Hemijski sastav i modularne karakteristike navedene sirovinske smeše dati su u tablici 1.

Pri proizvodnji portland cementnog klinkera, brzina prenosa mase u toku procesa sinterovanja osim od koncentracije pojedinih oksida i temperature sinterovanja, zavisi i od početne veličine čestica u sirovinskoj smeši. S druge strane, smanjenje veličina čestice, odnosno povećanje specifične površine sirovinske smeše, dovodi do povećanja troškova pripreme sirovinske smeše u tehnološkom procesu proizvodnje portland cementnog klinkera.

Granulometrijski sastav sirovinske smeše u Fabrici cementa Kosjerić odgovara optimalnoj

Sastav sirovinske smeše iz Fabrike cementa Kosjerić

Tablica 1

Sastav %	Statistički parametri						
	x _{min}	x _{max}	\bar{x}	s	C _u	x _{5%}	x _{95%}
Gubitak žarenjem	34,99	36,04	35,39	0,24	0,98	35,00	35,78
SiO ₂	13,68	14,61	14,29	0,28	0,94	13,83	14,75
Al ₂ O ₃	2,13	3,67	2,89	0,20	0,79	2,56	3,22
Fe ₂ O ₃	2,35	2,79	2,49	0,12	0,86	2,29	2,69
CaO	43,25	44,20	43,68	0,28	0,98	43,27	44,09
Hidraulični modul	2,14	2,32	2,21	0,04	—	—	—
Silikatni modul	2,51	2,84	2,66	0,09	—	—	—
Aluminatni modul	1,00	1,28	1,12	0,02	—	—	—
Stepen zasićenja	93,30	104,24	96,95	2,21	—	—	—

Sastav portland cementnog klinkera FC Kosjerić

Tablica 2

Sastav %	Statistički parametri						
	x _{min}	x _{max}	\bar{x}	s	C _u	x _{5%}	x _{95%}
SiO ₂	20,53	23,34	21,81	0,56	0,92	20,89	22,73
Al ₂ O ₃	3,98	5,15	4,63	0,22	0,86	4,27	4,99
Fe ₂ O ₃	2,93	4,99	3,90	0,30	0,77	3,41	4,39
CaO	64,73	67,45	65,53	0,40	0,98	64,87	66,18
MgO	0,30	1,20	0,73	0,18	—	0,44	1,02
SO ₃	0,00	1,85	0,85	0,32	—	0,31	1,38
Stepen zasićenja	90,40	106,93	96,97	2,91	0,91	92,19	101,75
Hidraulični modul	1,95	2,53	2,20	0,07	0,91	2,09	2,32
Silikatni modul	2,19	2,99	2,57	0,14	0,83	2,34	2,80
Aluminatni modul	0,93	1,67	1,20	0,09	0,76	1,04	1,35

vrednosti specifične površine, odnosno veličine čestica koja je definisana zahtevom da na situ od 0,090 mm ostatak ne bude veći od 20%. Prosečna vrednost ostatka na ovom situ ne prelazi 18%.

Sastav portland cementnog klinkera, koji je dobijen sinterovanjem sirovinske smeše u rotacionoj peći u toku 1982. i 1983. godine, prikazan je u tablici 2. Sastav i modularne karakteristike obrađene su statistički na osnovu 138 analiza.

Uticaj pepela iz uglja na sastav sirovinske smeše i portland cementni klinker

U Fabrici cementa Kosjerić mogao je da se koristi ugaj klase „R” iz basena Kolubara, pozna-

tog hemijskog sastava [1,2], koji se dobija na poseban način, a navedeni kvalitet predstavlja prosečnu vrednost.

Da bi se odredio uticaj pepela iz uglja odabrani su slučajni uzorci iz redovne proizvodnje. Za potrebne proračune korišćeni su podaci o kvalitetu uglja i pepela, koje je dao proizvođač uglja [1,2].

Za proračun sastava sirovinske smeše važni su maseni sadržaj pepela u uglju koji sagoreva i količina pepela koju apsorbuje cementni klinker u toku njegovog obrazovanja u peći. Kod rotacionih peći količina apsorbiranog pepela kreće se od 20 – 100 % i zavisi od niza parametara kao što su: način pripreme sirovinske smeše, veličina i način

rada peći, način doziranja goriva u peć, finoća mlevenja i slično.

Kod određivanja količine apsorbovanog pepela važno je da se, pored ukupne količine, zna i raspodela po dužini peći. U procesu stvaranja cementnog klinkera učešće ima samo onaj deo pepela iz uglja koji se taloži na masu koja se sintežuje u zoni sintežovanja, kao i u zoni do nje. Deo pepela koji se taloži u čeonom delu peći ne stupa u reakciju, odnosno hemijski ne reaguje sa cementnim klinkerom.

Pri proračunu sirovinke smeše korišćeni su sledeći ulazni podaci:

- hemijski sastav portland cementnog klinkera
- hemijski sastav pepela iz uglja
- količina pepela iz uglja
- količina apsorbovanog pepela u klinkeru.

Količina apsorbovanog pepela u klinkeru varirana je u opsegu od 10 do 100%, pa je tako obrađen svaki slučaj do koga može da dođe u toku

proizvodnje cementa, pomoću lignita klase „R“ iz kolubarskog basena.

Hemijski sastav slučajnog uzorka portland cementnog klinkera iz Fabrike cementa Kosjerić određen je prema standardu JUS B.C8.020 i prikazan u tablici 3.

Hemijski sastav klinkera

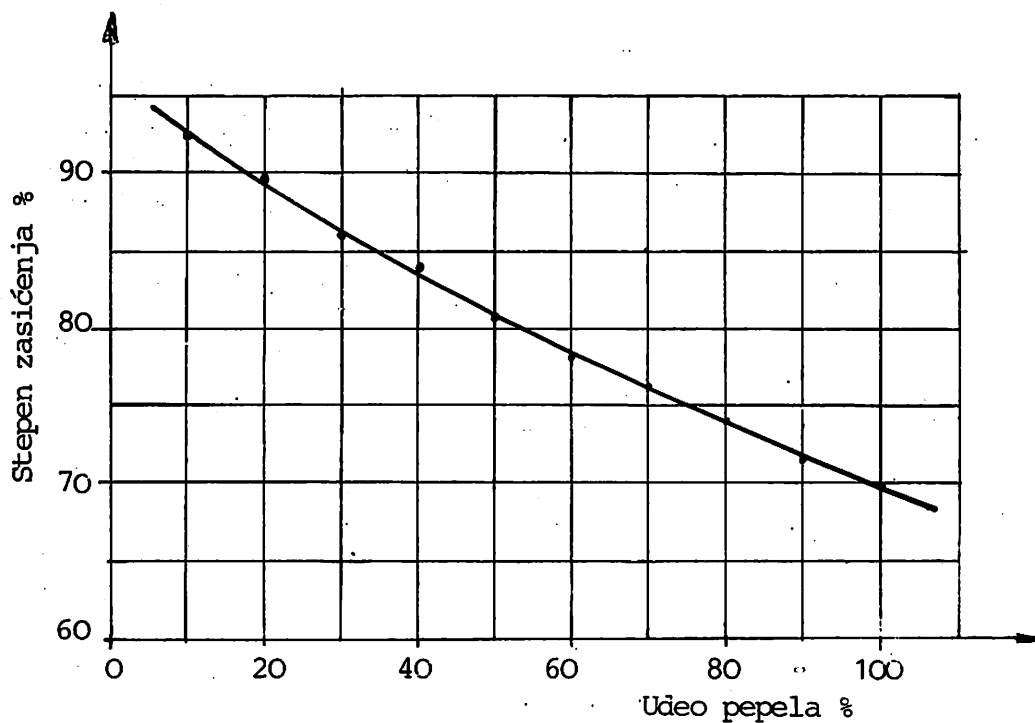
Tablica 3

Oksid	Udeo, %
SiO ₂	29,98
Al ₂ O ₃	4,79
Fe ₂ O ₃	4,13
CaO	65,03
MgO	1,00
Na ₂ O	0,76
K ₂ O	0,56
SO ₃	0,44
Ostalo	2,31
Ukupno:	100,00

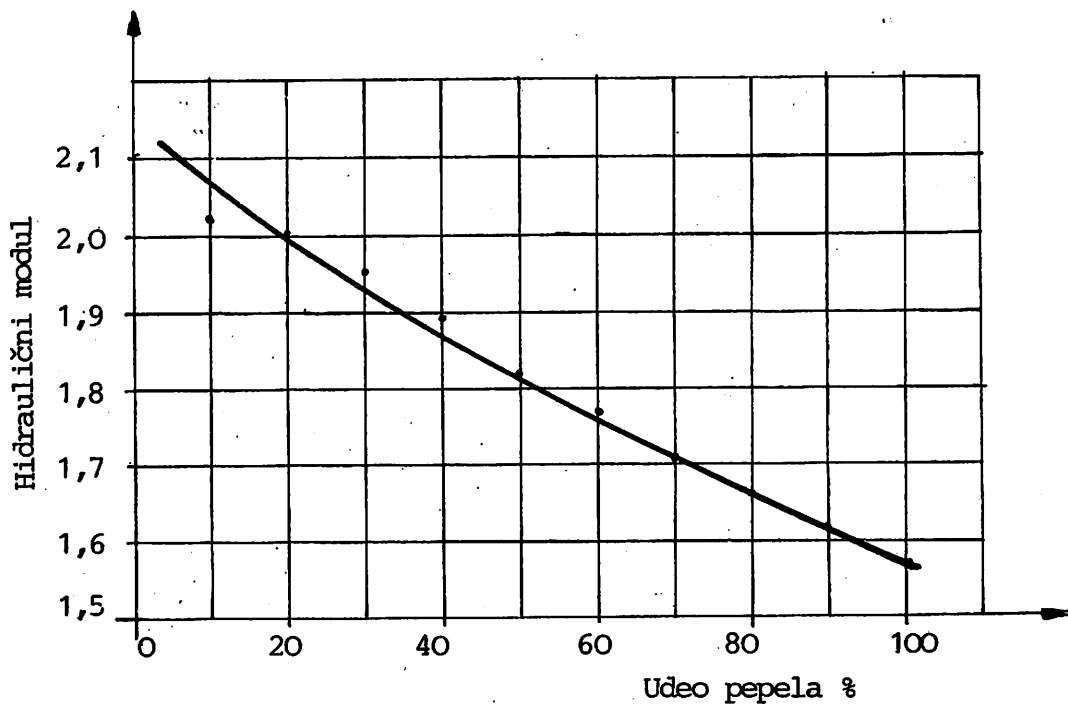
Korigovani hemijski sastav sirovinke smeše

Tablica 4

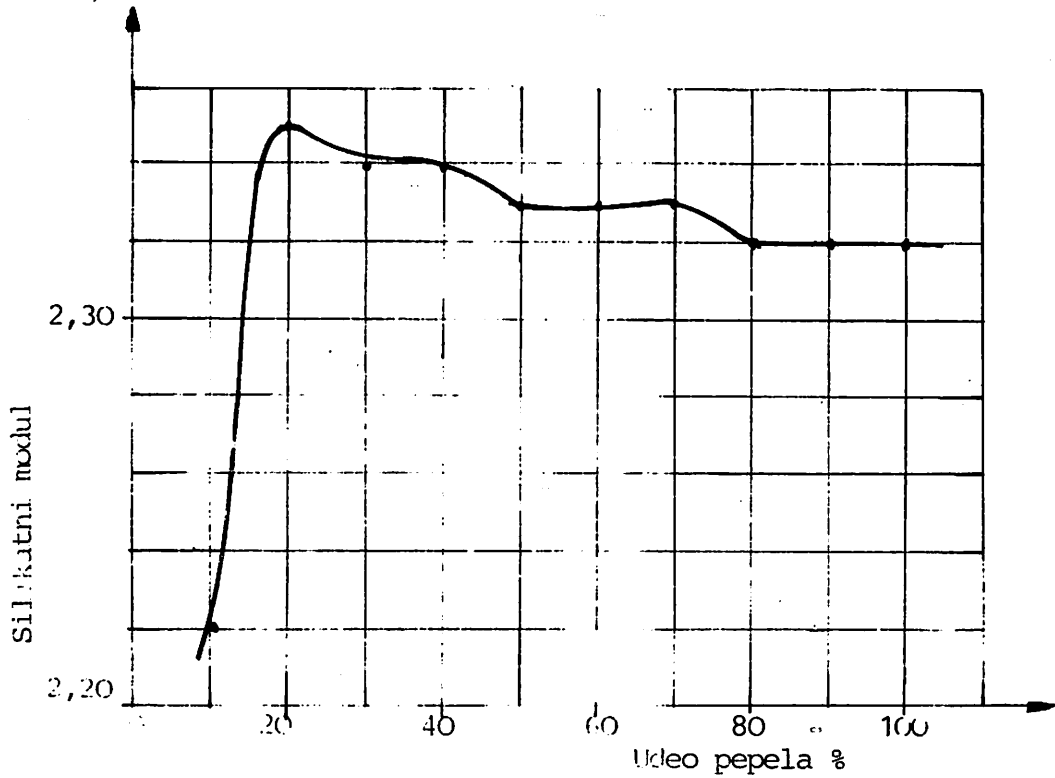
Sastav, %	Udeo pepela iz uglja apsorbovanog u sirovinke smeše, %										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Gubitak žarenjem	35,39	34,88	34,38	33,90	33,42	32,97	32,52	32,09	31,67	31,47	30,85
SiO ₂	13,56	14,20	14,82	15,43	16,02	16,59	17,15	17,69	18,29	18,86	19,23
Al ₂ O ₃	3,09	3,35	3,60	3,85	4,09	4,32	4,55	4,77	4,98	4,23	5,40
Fe ₂ O ₃	2,67	2,63	2,73	2,76	2,79	2,81	2,84	2,87	2,89	2,93	2,94
CaO	42,02	41,42	41,07	40,62	40,17	39,75	39,33	38,92	38,53	38,40	37,77
MgO	0,65	0,64	0,71	0,74	0,76	0,79	0,82	0,84	0,87	0,90	0,92
Na ₂ O	0,49	0,48	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47	0,47	0,46
K ₂ O	0,36	0,35	0,37	0,37	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,41	0,42
SO ₃	0,28	0,33	0,38	0,42	0,47	0,51	0,56	0,60	0,64	0,68	0,71
Ostalo	1,49	1,47	1,45	1,43	1,41	1,39	1,37	1,35	1,33	1,32	1,30
Stepen zasićenja %	96,81	91,18	86,42	82,00	78,00	74,47	71,21	68,24	65,55	63,07	60,79
Hidraulični modul	2,17	2,05	2,94	1,84	1,75	1,68	1,60	1,54	1,48	1,42	1,37
Silikatni modul	2,35	2,37	2,34	2,34	2,33	2,33	2,32	2,32	2,31	2,31	2,31
Aluminatni modul	1,16	1,27	1,32	1,40	1,47	1,54	1,60	1,66	1,72	1,79	1,84



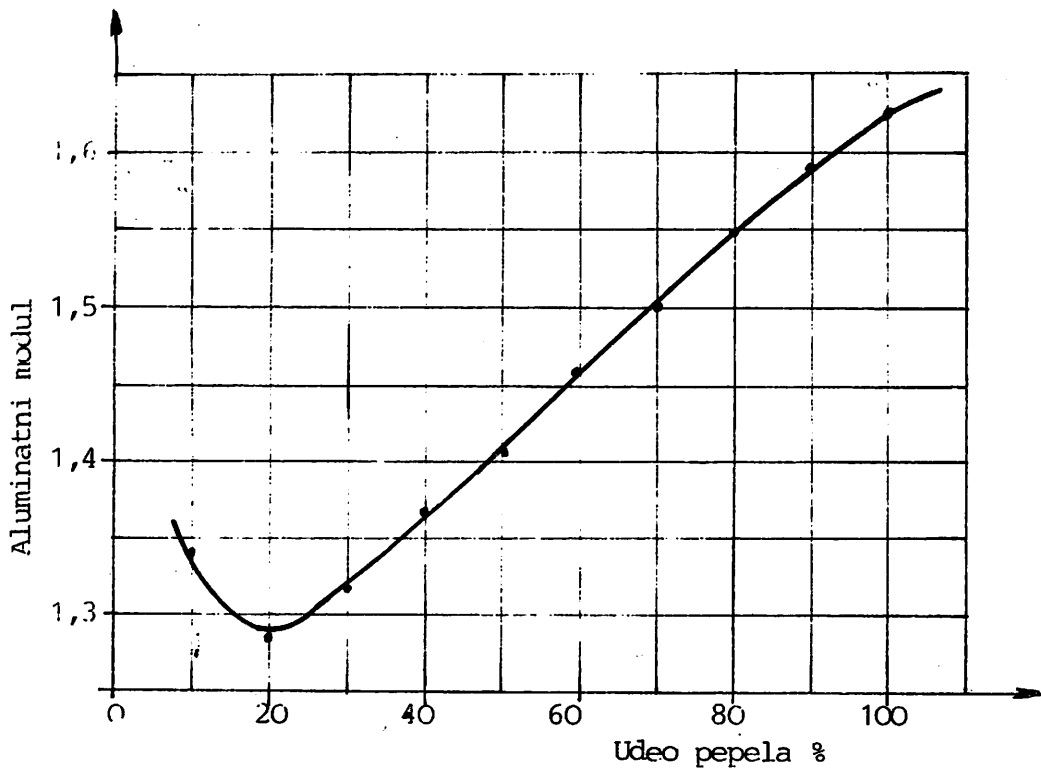
Sl. 1. – Zavisnost stepena zasićenja portland cementnog klinkera od udela pepela iz uglja.



Sl. 2 – Zavisnost hidrauličnog modula portland cementnog klinkera od udela pepela iz uglja.



Sl. 3 – Zavisnost silikatnog modula portland cementnog klinkera od udela pepela iz uglja.



Sl. 4 – Zavisnost aluminatnog modula portland cementnog klinkera od udela pepela iz uglja.

Korigovani hemijski sastav portland cementnog klinkera

Tablica 5

Sastav, %	Udeo pepela iz uglja apsorbovanog u klinkeru, %										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
SiO ₂	20,98	21,38	22,02	22,52	23,00	23,49	23,90	23,35	24,79	25,22	26,64
Al ₂ O ₃	4,79	5,52	5,25	5,47	5,69	5,90	6,09	6,29	6,49	6,67	6,86
Fe ₂ O ₃	4,13	4,11	4,14	4,15	4,16	4,17	4,17	4,18	4,18	4,19	4,20
CaO	65,03	63,92	63,45	62,69	61,94	61,21	60,38	59,70	59,03	58,38	57,75
MgO	1,00	1,02	1,05	1,07	1,09	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22
Na ₂ O	0,76	0,74	0,75	0,74	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70
K ₂ O	0,56	0,56	0,56	0,56	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,59
SO ₃	0,44	0,48	0,53	0,57	0,62	0,66	0,71	0,74	0,79	0,82	0,85
Ostalo	2,31	2,27	2,26	2,21	2,18	2,15	2,12	2,09	2,06	2,03	2,01
Stepen zasi- ćenja %	96,81	92,57	89,95	86,82	83,91	81,13	78,60	76,23	73,98	71,89	69,90
Hidra- ulični modul	2,17	2,06	2,02	1,95	1,89	1,82	1,77	1,71	1,66	1,62	1,57
Sill- katni modul	2,35	2,22	2,35	2,34	2,34	2,33	2,33	2,33	2,32	2,32	2,32
Alumi- natni modul	1,16	1,34	1,27	1,32	1,37	1,41	1,46	1,50	1,55	1,59	1,63

Modularne karakteristike klinkera su sledeće:

a. stepen zasićenja	96,81%
b. hidraulični modul	2,17%
c. silikatni modul	2,35%
d. aluminatni modul	1,16%

Potencijalni mineraloški sastav klinkera je:

trikalcijumsilikat, C ₃ S	67,13%
dikalcijumsilikat, C ₂ S	9,56%
trikalcijumaluminat, C ₃ A	5,70%
tetralcijumaluminat, C ₄ AF	12,55%

Korigovani hemijski sastav sirovinske smeše u portland cementnog klinkera, pri čemu je uzet u obzir i uticaj pepela iz uglja, dati su u tablicama 4 i 5.

Uticaj pepela iz uglja na modularne karakteristike klinkera grafički je prikazan na slikama od 1 do 4.

Zaključak

Na osnovu izvršenih istraživanja utvrđeno je da lignit iz basena Kolubara, kao i njegova vrsta klase

„R” može u potpunosti da se koristi u proizvodnji portland cementnog klinkera u Fabrici cementa u Kosjeriću. Kvalitet sirovinskog brašna i cementnog klinkera veoma je dobar, što je važan preduslov za primenu lignita, čiji pepeo ulazi u sastav klinkera. Upotreba lignita, zbog njegovog hemijskog sastava, dovodi do većeg stepena prelaska pepela iz uglja u klinker, što može da dovede do smanjenja najvažnije komponente – alita, odnosno do opadanja kvaliteta cementa. Pepeo iz uglja zahteva znatne korekcije sirovinske smeše radi sprečavanja opadanja kvaliteta cementa.

Analize i proračuni su pokazali da sa povećanjem količine apsorbovanog pepela iz uglja opada stepen zasićenja klinkera (sa 96,81 na 69,9%), kao i stepen zasićenja sirovinske smeše (sa 96,81 na 60,79%).

Sa porastom udela apsorbovanog pepela aluminatni modul i klinkera i smeše raste (sa 1,16 na 1,63 odnosno 1,79).

Stvarna količina apsorbovanog pepela iz uglja moći će da se utvrdi analiziranjem klinkera u toku duže probne proizvodnje pri korišćenju uglja. Tada će se sasvim tačno utvrditi i stepen korekcije sirovinske smeše, pre svega povećanjem stepena

zasićenja i smanjenjem aluminatnog modula. Utvrđuje se i uticaj pepela na osobine cementa kao finalnog proizvoda, s obzirom na karakteristike kvaliteta koje cement mora da ima prema važećim jugoslovenskim standardima.

Smatrajući ova istraživanja važnim i značajnim za razvoj tehnologije cementa, kao i za supstituciju nedostajuće nafte domaćim izvorima primarne energije, predlaže se da što pre počne realizacija ovog programa.

SUMMARY

Effect of Kolubara lignite Ash on Portland Cement Clinker of Cementworks Kosjerić

Completed investigations indicated that Kolubara Basin lignite may be successfully used in production of Portland cement clinker production.

Portland cement quality must meet the conditions defined by appropriate Yugoslav Standards, being conditioned by the composition of feed material and roasting process. When substituting heavy oil by lignite, coal ash has an direct effect on feed material composition and final product grade.

The paper presents the results of investigations into the effects of Kolubara Basin lignite ash on feed mixture and Portland cement clinker in Cementworks Kosjerić.

ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss der Asche von Braunkohle aus Kolubara auf dem Klinker von Portland-Zement in Zementwerk Kosjerić

Die durchgeführten Untersuchungen haben erwiesen dass man die Braunkohle aus Kolubara mit Erfolg in der Produktion von Portland-Zement (Klinker) nützen kann.

Die Qualität von Portland-Zement muss die Bedingungen, die mit den jugoslawischen Normen bestimmt sind und festgesetzt sind mit der Zusammensetzung des Ausgangrohstoffes und dem Brennprozess erfüllen.

Bei dem Ersatz des Heizöls mit der Kohle, hat die Asche aus der Kohle direkten Einfluss auf die Zusammensetzung des Rohstoffgemisches und auf die Qualität des Finalproduktes.

In der Arbeit sind die Ergebnisse der Untersuchungen von der Einwirkung der Asche von der Braunkohle von Kolubarabecken auf das Rohstoffgemisch und auf den Portland-Zement-Klinker vom Zement-Werk Kosjerić dargestellt.

РЕЗЮМЕ

Влияние золи из лигнита месторождения Колубара на портландцементный клинкер Завода для производства цемента Косјерић

Выполненные исследования показали что лигнит из бассейна Колубара можно, с удачей, пользоваться в производстве портландцементного клинкера.

Качество портланд-цемента должно удовлетворить условиям уточненным соответствующим югославским стандартам и оно обусловлено составом исходной сырьевой смеси и процессом об-

жига. В условиях замещения мазута углем, зола из угля непосредственно влияет на состав сырьевой смеси и качество конечного продукта. В работе представлены результаты исследований влияния золи из лигнита бассейна Колубара на сырьевую смесь и портландцементный клинкер Завода для производства цемента Косьерич.

Literatura

1. Studija o mogućnostima i uslovima korišćenja sirovog uglja klase „R” iz basena Kolubara za potrebe Fabrike Cementa Kosjerić, Rudarski institut, Beograd, 1986.
2. Vuletić V. Živanović B. 1986: Istraživanje mogućnosti korišćenja kolubarskog lignita klase „R” u Fabrici cementa Kosjerić, – XV savetovanje o korišćenju primarne energije iz domaćih izvora, Arandelovac.
3. Schneider, F., 1976: Coal preparation and coal firing systems for rotary kilns, Zement – Kalk – Gips, No 7/1976.
4. М о у е, R. S. 1980: Developments in the conversion of cement kilns to coal firing, World Cement Technology, No 6/1980.
5. Goldmann, W. 1979: Upotreba manje vrednih ugljena u pećima za cementni klinker, Cement br. 3–4/1979.

UDK 622.647 : 621.05.57.005 : 519.24.

Originalni naučni rad
– primenjeno—istraživački

STATISTIČKA METODA PRORAČUNA ZALIIHA ROLNI TRAČNIH TRANSPORTERA UNUTAR BTO SISTEMA

(sa 3 slike)

Dr inž. Čedomir Radenković - dipl.inž. Vladimir Slavković
mr inž. Aleksandar Milutinović

Potreba stvaranja zaliha

Zalihama, kao izuzetnom fenomenu prisutnom u svim oblicima materijalne proizvodnje, bavi se ekonomska teorija već dosta vremena i u kvalitativnoj analizi postiže zapažene rezultate. Za adekvatne rezultate u kvantitativnoj analizi potrebno je da se zalihe tretiraju u užem smislu, što znači da zalihe treba analizirati u funkciji traženja, odnosno potreba.

S obzirom da zalihe znače angažovanje obrtnih sredstava i da prouzrokuju znatne troškove (kamate, skladištenje, manipulacija itd.), to se nameće pitanje koje sve sirovine, rezervne delove, gotove proizvode i sl. treba držati na skladištima, u kom obliku, i po kojoj dinamici vršiti nabavku.

Davanje odgovora na ova pitanja naziva se upravljanje zalihama, a skup pravila po kojima se ova problematika rešava – strategija upravljanja zalihama. Optimalna strategija upravljanja zalihama je ona, koja minimizira troškove, odnosno kod koje je planiran takav ulaz u sistem zaliha koji obezbeđuje minimalne ukupne troškove.

U svetu i kod nas je razvijen znatan broj metodologija koje tretiraju ovu problematiku kojima se određuju načini proračuna potrebnog broja pojedinih rezervnih delova, u cilju održavanja optimalne rezerve uz minimalne troškove.

Saradnici Rudarskog instituta razvili su nekoliko postupaka za održavanje nivoa tekućih, maksimalnih i sigurnosnih rezervi materijala i delova na zalihama, među kojima i metode bazirane na dugogodišnjem praćenju potrošnje pojedinih resursa i statističkoj obradi tih podataka, sa posebnim akcentom na rezervne delove mehanizacije za otkopavanje, transport i odlaganje na površinskim otkopima.

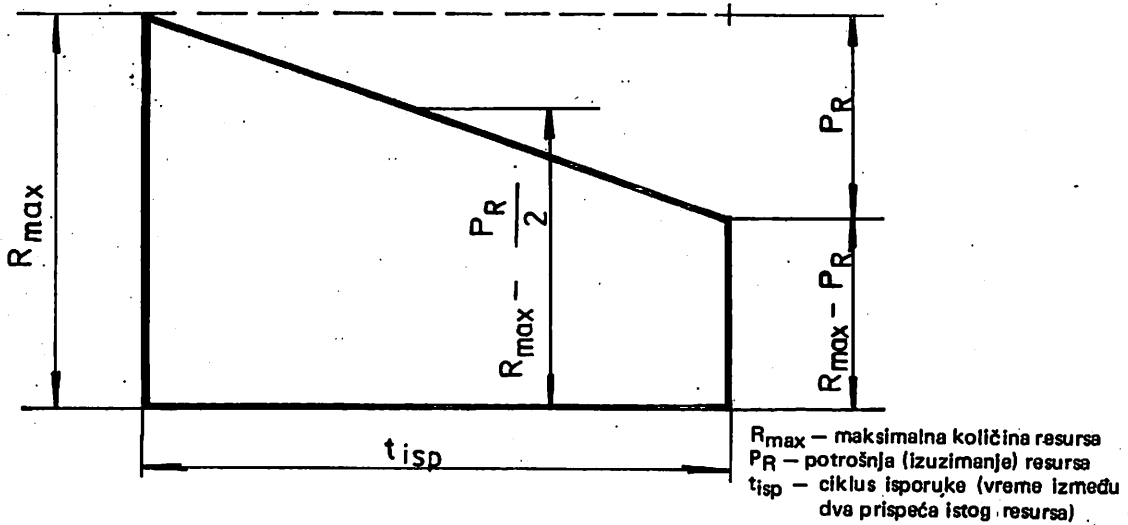
U članku se obrađuje jedan konkretan slučaj – proračun održavanja nivoa maksimalne i sigurnosne rezerve rolni za tračne transportere na BTO sistemima površinskog otkopa Dobro Selo.

Određivanje količine rezervnih delova

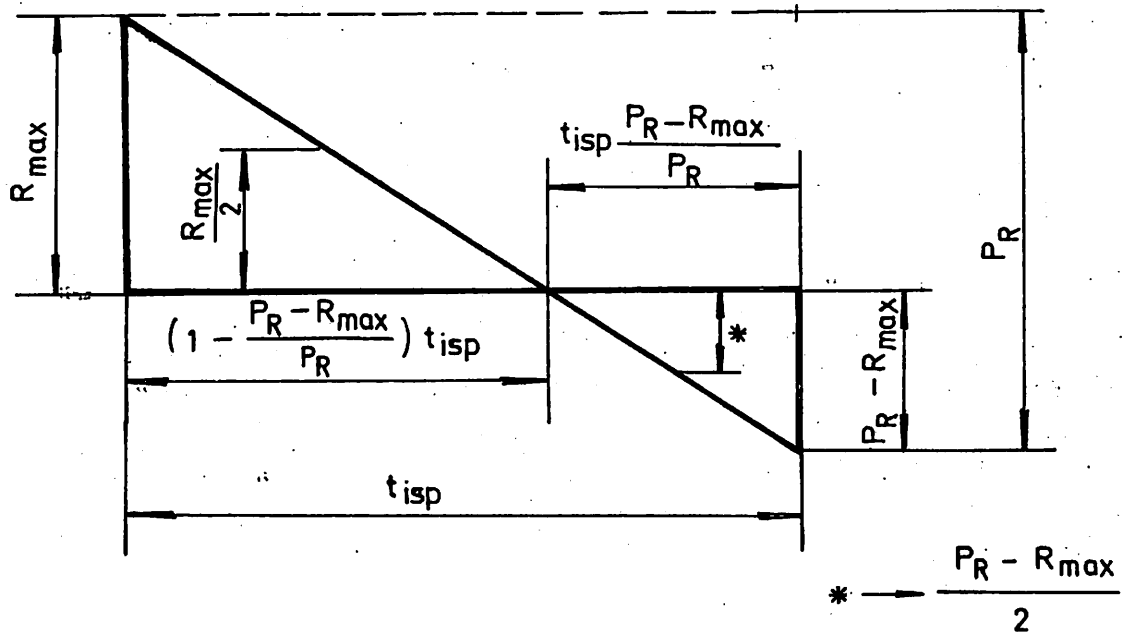
Kod resursa, potrebnih za održavanje mehanizacije, neophodno je da se odrede:

- maksimalna rezerva, koja se ne sme prekoračiti
- sigurnosna rezerva, ispod koje se ne sme ići
- tekuća rezerva, koja predstavlja razliku maksimalne i sigurnosne rezerve.

Sigurnosna rezerva R_{sig} služi za premošćavanje odstupanja potrošnje i ciklusa isporuke od prosečnih vrednosti. Ona omogućava kontinualno odvijanje procesa održavanja, i brzo otklanjanje zastoja i



Sl. 1. – Slučaj kada je u jednom periodu isporuke (t_{isp}) potrošnja resursa (P_R) manja od maksimalne rezerve istog resursa (R_{max})



Sl. 2. – Slučaj kada je u jednom periodu isporuke (t_{isp}) potrošnja resursa (P_R) veća od maksimalne rezerve istog resursa (R_{max})

kvarova na mehanizaciji, a orijentaciono iznosi oko 50% prosečne tekuće rezerve. Samo u izuzetnim slučajevima se odustaje od formiranja sigurnosnih rezervi, npr. ako se neki resurs za potrebe održavanja posebno nabavlja za određenu svrhu kod vršenja planirane generalne opravke te se, usled uslova isporuke, mora prethodno uskladištiti do termina realizacije.

Maksimalna rezerva se određuje pomoću stohastičkih modela. Potreba za resursima održavanja u ovom slučaju nije tačno poznata. Promenljiva veličina potrošnja resursa (P_R) u pogledu vremena isporuke (t_{isp}) ima karakter slučajne veličine, čija je funkcija raspodele (f_{PR}) poznata. Na slikama 1 i 2 potrošnja resursa P_R je prikazana kao linearno promenljiva veličina. Nakon isteka vremena isporu-

ke t_{isp} može preostati izvesna količina rezervnih delova ($R_{max} - P_R$), što je prikazano na slici 1, ali isto tako može se pojaviti i nedostatak količine rezervnih delova ($P_R - R_{max}$) slika 2.

U prvom slučaju dobija se, kod potrebe za resursom (P_R), u pojedinačnom periodu srednje stanje skladišta

$$\frac{1}{t_{isp}} \cdot (R_{max} \cdot t_{isp} - \frac{1}{2} P_R \cdot t_{isp}) = R_{max} - \frac{1}{2} P_R$$

odnosno, za ceo posmatrani period, u kojem potrošnja resursa (P_R) slučajno varira od perioda do perioda, srednje stanje skladišta

$$\int_0^{R_{max}} (R_{max} - \frac{1}{2} t) f_{P_R}(t) dt$$

Analogno, u drugom slučaju srednje stanje skladišta iznosi

$$\int_0^{\infty} \frac{R_{max}^2}{2t} f_{P_R}(t) dt$$

a srednja nedostajuća količina

$$\int_0^{\infty} \frac{[t_{isp} (1 - \frac{P_R - R_{max}}{P_R})]^2}{2t} f_{P_R}(t) dt$$

Ako se u model uključe samo elementi troškova, na koje se može uticati (C_0), tada treba troškove držanja rezervi (C_D) u $[\text{din kom}^{-1} \text{ dan}^{-1}]$ i troškove nedostajućih količina (C_N) svesti na istu jedinicu mere.

Troškovi nedostajućih količina C_N mogu obuhvatiti i dodatne troškove nabavke, troškove za posebnu izradu, gubitak u dohotku i kazne po ugovoru usled njegovog neizvršenja, zatim gubitke zbog povećanja angažovanih obrtnih sredstava, kao i troškove uskladištenja, zbog povećanja rezervi resursa i nedovršenih proizvoda.

Na osnovu izloženog, očekivana vrednost troškova na koje se može uticati ($C_0 = C_D + C_N$) data je izrazom

$$C_0 = \int_0^{R_{max}} (R_{max} - \frac{1}{2} t) f_{P_R}(t) dt + \int_0^{\infty} \frac{R_{max}^2}{2t} f_{P_R}(t) dt + \int_0^{\infty} \frac{[t_{isp} (1 - \frac{P_R - R_{max}}{P_R})]^2}{2t} f_{P_R}(t) dt$$

Diferenciranje vrednosti C_0 po R_{max} i izjednačavanje sa nulom vodi neposredno do kriterijuma optimizacije. Uskladištenje (držanje rezervi) je optimalno, ako se troškovi maksimalne rezerve (C_{max}) određuju prema izrazu

$$C_{max} = \frac{C_N}{C_N + C_D}$$

koji istovremeno predstavlja stepen sigurnosti, odnosno stepen pouzdanosti držanja rezervi (usklađštenja).

Odnos navedenih troškova $C_N / (C_D + C_N)$ određuje, pod pomenutim okolnostima, stohastičke potrebe i optimalni stepen sigurnosti držanja rezervi. Iz ovog odnosa i poznate funkcije raspodele (f_{P_R}) proizilazi potrebna maksimalna rezerva. Suprotno, iz postojeće maksimalne rezerve, kod poznate funkcije raspodele potreba, proizilazi sigurnost držanja rezervi, tj. verovatnoća sa kojom se može zadovoljiti svaka potreba koja se javlja.

Razlika maksimalne rezerve (R_{max}) i isporučene količine (R_{isp}), kod istih vremenskih perioda utvrđivanja, predstavlja sigurnosnu rezervu (R_{sig})

$$R_{sig} = R_{max} - R_{isp}$$

Kao funkcije raspodele, kod rezervnih delova, a pre svega kod rezervi za slučaj kvarova, dolaze u obzir diskretne funkcije, pošto se kod potreba često radi o malim celobrojnim vrednostima. Najčešće se primenjuju binomna, Poisson-ova i negativna binomna raspodela.

Binomna raspodela se može aproksimirati normalnom raspodelom ako je ispunjen uslov

$$s^2 < \bar{x}$$

Ukoliko empirička raspodela ispunjava uslov

$$s^2 \cong \bar{x}$$

primenjuje se Poisson-ova raspodela sa ocenjivanjem samo jednog parametra teoretske raspodele.

Za primenu negativne binomne raspodele karakteristična je relacija

$$s^2 > \bar{x}$$

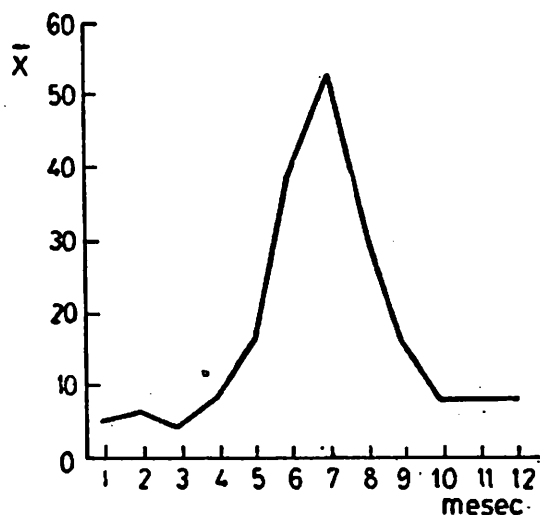
Kao demonstracija izloženog navodi se sledeći primer:

U kontinualnom BTO sistemu površinskog otkopa Dobro Selo praćena je potrošnja rolni, odnosno mesečna potreba za rolnama na tračnim transporterima, u periodu od 14 godina. Potreba za rolnama je nastajala zbog njihovog habanja i ispadanja, a i zbog generalnog remonta. Slika 3 prikazuje prosečne mesečne vrednosti potrošnje rolni. Može se videti da u letnjem periodu (april – septembar) nastaje povećana potreba (potrošnja rolni), koja se može objasniti povoljnijim vremenskim uslovima za izvođenje planskih radova na održavanju (generalni remont) uz istovremeno smanjenje potreba za ugljem, što dopušta izvođenje navedenih radova. Za zimski period je karakteristično da se obavljaju samo nužne zamene rolni.

U analizi problema obuhvaćeni su spoljni uslovi i trend potreba.

Prvi se uzimaju u obzir primenom negativne binomne raspodele, a drugi odvojenim određivanjem potrebne maksimalne rezerve za letnji ($R_{\max \cdot L}$) i zimski period ($R_{\max \cdot Z}$).

U tablicama 1 i 2 dati su statistički podaci o potrošnji rolni tračnih transportera u letnjem i



Sl. 3 – Dijagram prosečnih potreba za rolnama tračnih transportera (\bar{x}), po mesecima, za period od 14 godina

zimskom periodu. Korišćenjem podataka iz tablica sračunava se prosečna mesečna potrošnja rolni u oba perioda.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i h_x}{\sum h_x}$$

$$\bar{x}_{R_{\max \cdot L}} = \frac{2310}{84} = 27,5$$

$$\bar{x}_{R_{\max \cdot Z}} = \frac{554}{84} = 6,59$$

Statistički parametri utroška rolni u letnjem periodu na PO Dobro Selo

Tablica 1

Mesečni utrošak rolni (komada)	Učestalost (meseci)	$x_i h_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$h_i (x_i - \bar{x})^2$
0	2	0	27,5	756,25	1512,50
1	1	1	26,5	702,25	702,25
3	3	9	24,5	700,25	1800,75
4	5	20	23,5	552,25	2761,25
5	2	10	22,5	506,25	1012,50
6	1	6	21,5	462,25	462,25
7	7	49	20,5	420,25	2941,75
...
86	1	86	58,5	3422,25	3422,25
88	1	88	60,5	3660,25	3660,25
98	1	98	70,5	4970,25	4970,25
134	1	134	106,5	11342,25	11342,25
—	84	2310	—	—	64146,65

Godišnja potreba rolni iznosi

$$K_{\text{god}} = \bar{x} \cdot n$$

$$K_{\text{god.L}} = 27,5 \cdot 6 = 165$$

$$K_{\text{god.Z}} = 6,59 \cdot 6 = 40$$

n predstavlja broj meseci u letnjem i zimskom periodu.

Prema dobijenim podacima, uneseni troškovi držanja rezervi rolni na skladištu, za 1985. godinu, iznosili su

$$C_D = 7,535 \text{ [din kom}^{-1} \text{ dan}^{-1}]$$

dok se troškovi nabavke i manipulisanja uzimaju u konstantnom iznosu

$$C_{MN} = 38.500 \text{ [din]}$$

Odavde proizlazi optimalna količina isporuke rolni po posmatranom periodu

$$R_{\text{isp.opt.}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K_{\text{god}} \cdot C_{MN}}{t \cdot C_D}}$$

gde (T) predstavlja broj dana u letnjem (183), odnosno zimskom (182) periodu.

$$R_{\text{isp.opt.L}} = 95,887 \cong 96 \text{ [rolni]}$$

$$R_{\text{isp.opt.Z}} = 47,391 \cong 47 \text{ [rolni]}$$

Optimalno vreme posmatranog ciklusa isporuke iznosi:

$$t_{\text{isp.opt.}} = \sqrt{\frac{2 \cdot T \cdot C_{MN}}{K_{\text{god}} \cdot C_D}}$$

$$t_{\text{isp.opt.L}} = 106,46 \cong 106 \text{ [dana]}$$

$$t_{\text{isp.opt.Z}} = 215,63 \cong 216 \text{ [dana]}$$

Uzimajući u obzir da je potrebna godišnja količina $K_{\text{god}} = 205$ rolni i da se sa isporučiocem rolni sklapa godišnji ugovor, čija važnost počinje prvog januara tekuće godine, smatramo da je opravdano ugovoriti tri godišnje isporuke, i to u aprilu, julu i oktobru, pri čemu isporuke u aprilu i julu obuhvataju po 82 komada, a u oktobru 41 komad, odnosno $t_{\text{isp}} = 91$ i 183 dana za letnji, odnosno $t_{\text{isp}} = 275$ dana za zimski period.

Koristeći tablice 1 i 2, sračunavaju se varijansa i standardna devijacija potrošnje rolni u oba perioda

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot h_x}{(\sum h_x) - 1}$$

$$S^2_{R_{\text{max.L}}} = \frac{54145,65}{83} = 652,367$$

Statistički parametri utroška rolni u zimskom periodu na PO Dobro Selo

Tablica 2

Mesečni utrošak rolni (komada)	Učestalost (meseci)	$x_j h_j$	$(x_j - \bar{x})$	$(x_j - \bar{x})^2$	$h_j (x_j - \bar{x})^2$
0	2	0	6,5952	43,4967	96,9934
1	5	5	5,5952	31,3063	156,5315
2	9	18	4,5952	21,1159	190,0431
3	9	27	3,5952	12,9265	116,3295
4	8	32	2,5952	6,7351	53,8808
5	5	25	1,5952	2,5447	12,7235
.
.
.
19	1	19	12,4048	153,8791	153,8791
20	0	0	—	—	0
21	1	21	14,4048	207,4983	207,4983
22	0	0	—	—	0
—	84	554	—	—	1874,2412

$$S_{R_{\max,L}} = 25,5 \text{ [rolni]}$$

$$S^2_{R_{\max,Z}} = \frac{1874,24}{83} = 22,58$$

$$S_{R_{\max,Z}} = 4,75 \text{ [rolni]}$$

Svi dobijeni parametri se moraju preračunati na cikluse isporuke. Pošto se mesečne potrebe za rolnama javljaju kao stohastičke veličine, prosečne mesečne potrebe za rolnama u oba perioda iznose

$$\bar{x}_{t_{\text{isp}}} = \frac{t_{\text{isp}}}{30} \cdot \bar{x}$$

$$\bar{x}_{t_{\text{isp,L}}} = \frac{91}{30} \cdot 27,5 = 83,4 \text{ [rolni]}$$

$$\bar{x}_{t_{\text{isp,Z}}} = \frac{275}{30} \cdot 6,59 = 60,41 \text{ [rolni]}$$

a varijansa i standardna devijacija iste veličine

$$S^2_{t_{\text{isp}}} = S^2 \cdot \frac{t_{\text{isp}}}{30} \quad S_{t_{\text{isp}}} = S \cdot \sqrt{\frac{t_{\text{isp}}}{30}}$$

odnosno

$$S^2_{t_{\text{isp,L}}} = 652,367 \cdot \frac{91}{30} = 1978,8465$$

$$S_{t_{\text{isp,L}}} = 44,48 \text{ [dana]}$$

$$S^2_{t_{\text{isp,Z}}} = 22,58 \cdot \frac{275}{30} = 206,983$$

$$S_{t_{\text{isp,Z}}} = 14,368 \text{ [dana]}$$

Binomna raspodela se kod ovih relativno visokih brojeva (potrebe u rolnama) može aproksimirati sa gama-raspodelom.

Parametri α i β gama raspodele su:

$$\alpha = \left(\frac{\bar{x}_{t_{\text{isp}}}}{S_{t_{\text{isp}}}} \right)^2$$

$$\alpha_{t_{\text{isp,L}}} = 3,5156 \quad \sqrt{\alpha_{t_{\text{isp,L}}} = 1,875$$

$$\alpha_{t_{\text{isp,Z}}} = 17,63 \quad \sqrt{\alpha_{t_{\text{isp,Z}}} = 4,199$$

$$\beta = \frac{S^2_{t_{\text{isp}}}}{\bar{x}_{t_{\text{isp}}}}$$

$$\beta_{t_{\text{isp,L}}} = 23,727 \text{ [dana]} \quad \beta_{t_{\text{isp,Z}}} = 3,426 \text{ [dana]}$$

Troškovi nedostajuće rezervne količine rolni mogu se proceniti. Umesto toga usvojen je alternativni pristup. Za pretpostavljenu vrednost stepena sigurnosti od 0,99 iz tablice gama-raspodele dobijaju ekstrapolirane vrednosti parametra raspodele (μ), za oba perioda.

$$\mu_L = U_{R_{\max,L}} = 4,94$$

$$\mu_Z = U_{R_{\max,Z}} = 10,40$$

odnosno maksimalne količine rolni po posmatranim periodima

$$R_{\max} = \mu \cdot \beta \cdot \sqrt{\alpha}$$

$$R_{\max,L} = 219,77 \cong 220 \text{ [rolni]}$$

$$R_{\max,Z} = 73 \text{ [rolne]}$$

Sigurnosne rezerve se računaju iz izraza:

$$R_{\text{sig}} = R_{\max} - R_{\text{isp}}$$

$$R_{\text{sig,L}} = 220 - 82 = 138 \text{ [rolni]}$$

$$R_{\text{sig,Z}} = 73 - 41 = 32 \text{ [rolne]}$$

Uz ova izlaganja neophodno je istaći da se količine potrebnih resursa moraju godišnje kontrolisati i po potrebi korigovati, jer u našim uslovima često dolazi do promene uticajnih faktora koji direktno deluju na uslove držanja rezervi. Politiku resursa treba postaviti tako da se stalno povećavaju efekti njihovog korišćenja, daju određeni stepeni slobode u rokovima narudžbina i isporuka i omogućiti praćenje i prilagođavanje modela držanja rezervi praktičnim zahtevima.

Zaključak

Poznato je da radne organizacije detaljno prate svaki proces koji se odvija u toku rada, da bi na

kraju meseca ili obračunskih perioda mogle tačno da utvrde rezultate svog rada. Upravo ta evidencija, dakle evidencija prošlih događaja za koje se često rade sumarni statistički pregledi po mesecima i obračunskim periodima, može vrlo dobro da posluži za procenu događaja koji će se desiti u budućnosti.

Ako za resurse već postoje podaci o njihovom prispeću i izuzimanju sa skladišta može se na osnovu njih, ukoliko resurs nije podložan naglim skokovima u tražnji, s priličnom isgurnošću utvrditi

kakve će biti potrebe u narednom periodu. Ova činjenica je iskorišćena i izložena u ovom članku na primeru statistike rolni tračnih transportera.

Primena opisane metodologije omogućuje, između ostalih, i odgovore na pitanja kao što su:

- kada naručiti resurse
- koliko naručiti, uz istovremeno eliminisanje nepotrebnih troškova skladištenja i nepotrebnog vezivanja obrtnih sredstava u obliku zaliha resursa (konkretno rolni).

SUMMARY

A Statistical Method of Calculation of Belt Conveyor Rollers Inventory within a Bucketwheel – Belt Conveyor – Stacker System

The paper represents an approach to rational planning of required stocks of belt conveyor rollers. If data is available regarding roller arrival and withdrawal from the storage, the data may be used with fair reliability to define the requirement for a coming period if this material is not prone to sudden demand fluctuations.

Application of the described methodology affords answers to questions such as — when to order the spares and what amount in line with elimination of unnecessary storage costs.

ZUSAMMENFASSUNG

Die statistische Methode der Berechnung von Bandförderrollenvorrat im BTO (BBA) – System

Der Artikel stellt einen möglichen Zugang zum wirtschaftlichen Planieren der Schätze von Bandrollen der Förderer. Wenn für die Schätze Eingaben für ihren Eintreffen und für ihre Ausnahme vom Lagerplatz bestehen, dann kann man auf dem Grund dieser, wenn die Schätze nicht schneller Sprünge in der Förderung unterliegen sind, mit ziemlicher Sicherheit feststellen welcher Bedarf in der nächster Periode nötig wird.

Die Verwendung der beschriebenen Methodologie ermöglicht auch die Antwort auf die Fragen — wann soll man die Schätze und wieviel bestellen, bei gleichzeitigem eliminieren der unnötigen Kosten für die Lagerung, und der unnötigen Lagerungskosten, sowie der unnötigen Bindung der Betriebsmittel in der Form von Vorratsschätze, konkret der Bandförderrollen.

РЕЗЮМЕ

Статистический метод расчета запасов роликов ленточных конвейеров внутри ЭНО (эксаватор-конвейер-отвалообразователь) системы

Донлад представляет один из возможных подходов к рациональному планированию необходимых ресурсов роликов ленточных конвейеров. Если для ресурсов существуют данные о их подходе и исключению с склада, можно на основе этих данных, с удовлетворительной надежностью установить какие будут потребления в наступающем периоде, поскольку запасы не подверженные стремительным изменениям в поиске.

Применение описанной методологии дает возможность ответить на вопросы — когда и сколько заказать новые запасы, с одновременным исключением ненужных расходов для складирования и ненужного блокирования оборотного капитала в виде запасов роликов.

Literatura

1. Projekat automatske obrade informacionog podsistema za praćenje, planiranje i upravljanje zalihama, Rudarski institut, 1985.
2. Projekat organizacije održavanja osnovnih sredstava, Rudarski institut, 1985.
3. Müller P. H., Neumann P., Storm R. 1983: Tafeln der mathematischen Statistik, Leipzig.
4. Kelly A., Harris M. J., 1979: Management of industrial maintenance, Newnes – Butterworths, London – Boston.
5. Lipson C., Sheth N. 1973: Statistical design and analysis of engineering experiments, Mc Graw–Hill Book Co, New York.

Autori: dr inž. Čedomir Radenković, dipl inž. Vladimir Slavković i mr inž. Aleksandar Milutinović, Zavod za informatiku i ekonomiku u Rudarskom Institutu, Beograd
Recenzent: mr inž. D. Vitorović, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 18.9.1987, prihvaćen 1.10.1987.

XI jugoslovenski simpozijum o pripremi mineralnih sirovina, Zagreb, 1987.

Jedanaesti jugoslovenski simpozijum o pripremi mineralnih sirovina održan je u vremenu od 22. do 25. septembra 1987. god. u Zagrebu.

Organizator Simpozijuma bio je Komitet za pripremu mineralnih sirovina Saveza inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke Jugoslavije.

Pre početka rada Simpozijuma održana je skupština na kojoj su podneti izveštaji o dvogodišnjem radu predsedništva Komiteta i izveštaj Samoupravne kontrole, sprovedena diskusija o podnetim izveštajima i izabrano novo predsedništvo Komiteta.

Simpozijum se odvijao u okviru pet plenarnih sednica, gde je izloženo 39 referata sa preko 90 autora i koautora iz Jugoslavije i inostranstva, kroz koje su izloženi rezultati istraživanja, nova teoretska saznanja, dostignuća u našim pogonima. Posebno treba naglasiti da je ovoga puta povećan broj aktivnih učesnika — referenata iz inostranstva. Referisana su četiri rada i to: 1 iz Čehoslovačke, 1 iz DR Nemačke, 1 iz SSSR-a i 1 iz Švedske.

Ukupan broj učesnika iznosio je oko 100.

Plenarna zasedanja su tematski podeljena na 5 sednica:

- I i II sednica — opšti referati
- III sednica — nemetali
- IV sednica — energetske i ostale sirovine
- V sednica — crni metali

Uočeno je odsustvo referata iz oblasti obojenih metala.

U toku Simpozijuma organizovana je stručna ekskurzija do Lipika, gde su učesnici upoznati sa radom separacije kvarcnog peska i fabrike ravnog stakla.

Simpozijumu su prisustvovali i predstavnici domaćih i inostranih proizvođača opreme i reagenasa: „Fagram“ —

Smederevo, „Župa“ — Kruševac, „Dow Chemical“, „Doe-ring GmbH i „Crafft“.

Radovi podneti na XI simpozijumu o PMS objavljeni su, kao i uvek do sada, u posebnom zborniku.

Na čelo novog predsedništva Komiteta za PMS izabran je doc. dr. Časlav Jevremović, RGF—Tuzla. Novo predsedništvo će nastaviti da rukovodi radom Komiteta do sledeće skupštine i XII jugoslovenskog simpozijuma o PMS, koji će se održati 1989. god. u SR Bosni i Hercegovini.

Zatvarajući Simpozijum doc. dr. Časlav Jevremović je istakao glavne pravce rada predsedništva, usvojene na XI—oj skupštini Komiteta za PMS i to:

- da će simpozijum zadržati jugoslovenski karakter, ali uz dalje pozivanje stručnjaka iz inostranstva
- da će se organizovati tematski stručni sastanak između dva simpozijuma
- da se poboljša efikasnost rada simpozijuma: traženje simpozijuma da se svede na tri dana sa organizovanjem posterskih sekcija, a plenarno da se iznose samo opšti referati i da se u okviru referata obavezno daju izvodi na stranom jeziku sa pojedinačnim recenzijama svakog rada
- da se novo predsedništvo i dalje angažuje za izdavanje časopisa „Mineralurgija“ i terminološkog rečnika, kao i obezbeđivanje aktivnog učešća na predstojećim međunarodnim manifestacijama iz struke kao što su: II poljsko—jugoslovenski simpozijum o PMS u Poljskoj 1988., Međunarodni kongres o PMS u Stokholmu, 1988, i Balkanskoj konferenciji u Bugarskoj
- predsedništvo će preuzeti suorganizatorstvo, bez novčanih obaveza, simpozijuma o usitnjavanju koji će se održati u SR Sloveniji, 1990. god.
- da se uvede kolektivna i pojedinačna članarina
- da predsedništvo preuzme i realizaciju podela zahvalnica i sl.
- da se predsedništvo angažuje na uvođenju modernih metoda matematičkog modeliranja i optimizacije procesa.

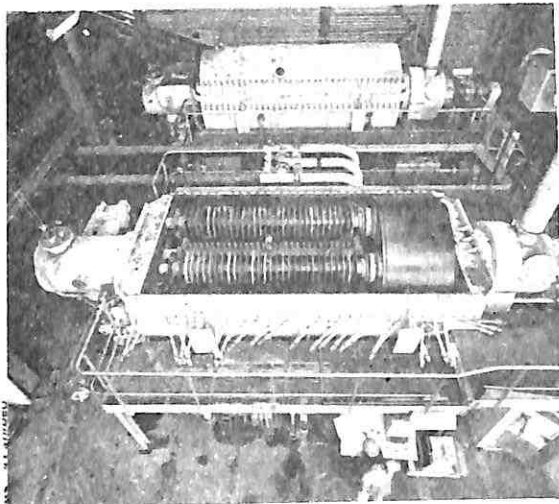
Prihvaćena je i sugestija da se budući simpozijumi finansiraju i preko sponzora, koji bi organizovali izložbe svojih proizvodnih programa u toku simpozijuma.

Dipl.inž. *Dragan Radojičić*

Zvanično prihvatanje prva dva kontinualna pritiska filtra od strane Kempense Steenkolenmijnen – Belgija

Posle izvesnog perioda sveobuhvatnog ispitivanja i ocenjivanja, firme Kempense Steenkolenmijnen N.V. u Zolderu, Belgija, je zvanično prihvatila dva kontinualna pritiska filtra za odvodnjavanje muljeva flotacije uglja. Kontinualne pritiskne filtre je razvio i konstruisao Amafilter B.V. iz Alkmar, Holandija. Njihova ukupna filtarska površina je 120 m².

U principu, odluka da se koriste kontinualni pritiski filtri je zasnovana na ekonomskim razmatranjima. Kapaci-



tet po jedinici filtarske površine, kao i sadržaj čvrstog u filtarskom keku, je znatno viši od onih kod konvencionalnih (vakuum) filtara.

Tokom ispitivanja pažnja je usredsređena posebno, na nove komponente filtarskog sklopa. Posebno su poboljša-

ni sistem za izbacivanje keka i potpuno automatski kontrolni i monitorski sistem, koji su ispitivani pod praktičnim radnim uslovima. Pored toga, vršena su intenzivna ispitivanja optimizacije između kapaciteta mulja i kvaliteta mulja.

Praktični nalazi

U toku ispitivanja dva Amafilter kontinualna pritiska filtra su pokazala da zadovoljavaju određene zahteve u svim pogledima. Kontinualni pritiski filtri su, takođe, ispunili i ekonomska očekivanja.

Poređenjem sa vakuum filtrima, utvrđeno je da su njihovi kapaciteti tri puta veći, da je preostali sadržaj vlage u keku znatno niži i da je – zahvaljujući homogenoj strukturi – potrošnja vazduha prihvatljivo veća.

Proizvedeni kek je lako premašivao zahteve postavljene u pogledu sadržaja preostale vlage.

Geniozni sistem izbacivanja keka se pokazao veoma pouzdanim, a ispoljio je i sposobnost stvaranja praškastog keka sa izvanrednim transportnim osobinama.

Savršeno iskustvo je stečeno u automatskoj i računarskoj kontroli. Može se očekivati da će u toku narednih nekoliko godina industrijska filtarska postrojenja biti kontrolisana isključivo računarima. Dokazano je da nisu postavljeni nikakvi posebni zahtevi u pogledu nivoa obuke operatera.

Konačno, utvrđeno je da su troškovi održavanja kontinualnih pritiskih filtara na ekonomski opravdanom nivou.

Kontinualni pritiski filter (KDF) – koji je razvio Amafilter pod rukovodstvom pronalazača dr M. Dosoudila je prvi kontinualni pritiski filter u radu na svetu. Industrijska proizvodnja ovih filtara se vrši već gotovo dve godine.

Amafilter B.V. poseduje višedecenijsko iskustvo na polju tehnike industrijskog filtriranja.

- Organizacione strukture upravljanja i automatskog upravljanja u industriji uglja** (Soveršenstvovannye struktury upravlenija i ASU v ugol'noj promyšlennosti)
Tr. VNIIUgol'. M., 1986, 210 str., il., (zbornik radova na rus.)
- Proskurjakov, V. V., Klimov, S. L. i Kryžanovskij, I. I.:** **Usavršavanje upravljanja pripremljenim radovima u jamama** (Soveršenstvovanie upravlenija podgotovitel'nymi rabotami na šahtah)
„Org. struktury upr. i ASU v ugol'noj prom.—sti“, N., 1986, str. 21–28, (rus.)
- Smith, L. D.:** **Učešće inflacije u tehničko—ekonomskom određivanju izgradnje rudarskih preduzeća** (Inflation in project evaluation)
„CIM Bull.“, 80(1987)899, str. 129–133, 5 il., 3 tabl., (engl.)
- Kurnosov, A. M. i Kudin, I. B.:** **Usavršavanje metoda optimalnog planiranja u rudarstvu** (Soveršenstvovanie metodov optimal'nogo planirovanija v gornoj promyšlennosti)
„Soveršen. planir. gorn. pr—va“, Novosibirsk, 1986, str. 27–40, (rus.)
- Semibratov, A. S. i Starosel'cev, L. M.:** **O primeni metoda optimizacije u zadatku „Kalendarsko planiranje razvoja rudarskih radova u jami“** (O primenenii metodov optimizacii v zadače „Kalendarnoe planirovanie razvitija gornyh rabot na šahtah“)
„Soveršen. planir. gorn. pr—va“, Novosibirsk, 1986, str. 55–58, (rus.)
- Prudovskij, A. D. i Hominskaja, N. V.:** **Kompleks programa za automatizovano optimalno planiranje rudarskih radova** (Kompleks programm dlja avtomatizirovannogo optimal'nogo planirovanija gornyh rabot)
„Soveršen. planir. gorn. pr—va“, Novosibirsk, 1986, str. 74–75, (rus.)
- Kurlenja, M. V. i Bovin, A. A.:** **Problemi otkopavanja ležišta na velikoj dubini** (Problemy razrabotki mestoroždenij na bol'šoj glubine)
„Soveršen. planir. gorn. pr—va“, Novosibirsk, 1986, str. 7–9, (rus.)
- Eglit, L. N. i Horošilov, V. Ju.:** **Ispitivanje uticaja subjektivnih faktora na porast produktivnosti rada** (Issledovanie vlijanija sub'ektivnyh faktorov na rost proizvoditel'nosti truda)
Kemer, un—t, Kemerovo, 1987 (Rukopis deponovan u CNIElugoij 20.04.87, Nr. 4114—up87), (rus.)
- Topalov, K.:** **Usavršavanje funkcionalne strukture radnika — faktor za povećanje produktivnosti rada u uslovima podzemne eksploatacije** (U svršenstvovaneto na funkcionalnata struktura na raboteščite — faktor za povišavane proizvoditel'nostta na truda v uslovijata na podzemnija rudodobiv)
„Struktur. izmenenija v prom. proizvod. 6 Nauč. konf. po ikon. i upr. prom., Sofija, 12–13 nov. 1986“, Sofija, 1986, str. 375–379, 3 tabl., 4 bibl.pod., (bugar.)
- Asylova, K. M.:** **Dinamika potrošnje osnovnih oblika materijala u ceni koštanja uglja po jamama Karagandinskog basena** (Dinamika rashoda osnovnyh vidov materialov v sebestoimosti uglja po šahtam Karagandinskogo bassejna)
„Tehnoł. shemy razrab. polezn. iskopaemyh“, Karaganda, 1986, str. 88–91, (rus.)
- Sokolova, N. P. i Fedorovskaja, N. V.:** **O problemu povećanja efektivnosti investicionih ulaganja kod kompleksnog osvajanja rudnih ležišta** (O probleme povyšenija efektivnosti kapital'nyh vloženij pri kompleksnom osvoenii rudnyh mestoroždenij)
„Nauč.—tehn. probl. kompleks. osvoenija nedr“, M., 1987, str. 52–60, 1 il., 2 bibl.pod., (rus.)
- Sekerbaev, B. A., Orynbekov, G. A. i dr.:** **Karakteristike homogenizacije rude u uslovima Zajremskog polimetalicnog ležišta** (Osebnosti usrednenija rudy v uslovijah Zajremskogo polimetalliceskogo mestoroždenija)
„Tehnoł. shemy razrab. polezn. iskopaemyh“, Karaganda, 1986, str. 62–64, (rus.)
- Agoškov, M. I.:** **Naučno—tehnički problemi kompleksnog osvajanja ležišta** (Naučno—tehničeskie problemy kompleksnogo osvoenija nedr)
M., In—t probl. kompleks. osvoenija nedr“, 1987, 117 str., (knjiga na rus.)
- Bukenhajmov, D. G. i Mejrmanov, K. M.:** **Osnovni principi izrade automatizovane tehnologije projektovanja rudarskih radova na površinskim kopovima** (Osnovnye principy postroenija avtomatizirovannoj tehnologii proektirovanija gornyh rabot v kar'erah)
„Avtomatizir. sistema nauč. issled. v gorn. dele“, Alma—Ata, 1987, str. 76–89, 1 il., 7 bibl.pod., (rus.)
- Bachmann, H.:** **O problemu malih rudarskih prostori ja** (Zur Problematik des Kleinbergbaues)
„Z. angew. Geol.“, 32(1986)10, str. 272–275, (nem.)
- Ogarkova, E. V. i Košmakambetova, N. A.:** **Optimizacija lociranja okana pri otvaranju novih horizonata jama** (Optimizacija mestopoloženija stvolov pri vskrytii novyh horizontov)
„Tehnoł. shemy razrab. polezn. iskopaemyh“, Karaganda, 1986, str. 74–76, (rus.)
- Ferguson, G. A.:** **Prognoza složenih uslova i postupci izrade jamskih okana** (Shaft sinking: predicting and controlling problem conditions)
„Mining Mag.“ 156(1987)3, str. 209–211, 213–217, 1 il., 5 tabl., 18 bibil. pod., (engl.)
- Webb, Ch.:** **Izrada okana pri osvajanju ležišta uglja Belvoir u Velikoj Britaniji** (Degging in at Belvoir)
„Contract J.“, 336(1887)5604, str. 16, 2 il., (engl.)
- Kolar, J.:** **Mašina nove generacije za probijanje tunela u izradi jamskih prostori ja kroz čvrste stene** (Tunelovaci stroj nove generace pro raženi v pevnym horninach)
„Rudy“, 35(1986)2, str. 54–55, 2 il., 1 bibl.pod., (češ.)

- He Guoging, Ma Weimin: Novi zaključci o raspodeli horizontalnih deformacija izazvanih pomeranjem stena i programa YY (Orig. na kines., rez. rus.)
„Mejtan szjzbaos, J. China Coal Soc.“, (1987)1, str. 35–45, 9 il., 4 bibl.pod.
- Černous, A., P., Gurov, V. D. i dr.: Ispitivanje procesa deformacije jamskih prostorija i razrada podgrade za jame Donskog GOKa (Issledovanie processa deformacii gornyh vyrabotok i razrabotka krepilja šaht Donskogo GOKa)
„Bezopasn. truda v gorn. prom–sti“, M., 1987, str. 8–13, 2 il., 1 tabl., (rus.)
- Batugin, A. S.: Ocena naponskog stanja stenskog masiva (Ocena napražennogo sostojanija massiva gornyh porod)
„Bezopasn. truda v prom–sti“, (1987)4, str. 48–49, 3 il., 2 tabl., (rus.)
- Szpetkowski, S.: Određivanje optimalnog rastojanja između dva čela koja se kreću u istom pravcu a koje obezbeđuje najmanje deformacije zemljišne površine pri otkopavanju zblženih slojeva ili pri otkopavanju moćnog sloja (Wyznaczenie optymalnych odstepow między przemieszczającymi się w jednym kierunku frontami eksploatacji pokladow lub warstw grubego pokladu dla minimalizacji krzywizn i odkształcen powierzchni)
„Zesz. nauk. AGH. Gorn. (Monogr.)“, 42(1976)10, str. 306–310, 6 il., 2 tabl., 8 bibl.pod., (polj.)
- Kolodziej, M. i Rogusz, Z.: Postupak svođenja na minimum deformacija potkopavanog jamskog okna (Sposob minimalizaciji deformaciji podbieranogo szybu)
„Prz. gorn.“, 43(1987)1, str. 18–21, 2 il., 6 bibl.pod., (polj.)
- Nosko, V. F.: Pojava jamskog pritiska u pripremim jamskim prostorijama koje se održavaju kamenom zapunom kod čvrstih stena krovine (Projavljenje gornogo davljenja v podgotovitel'nyh vyrabotkah, ohranjaemyh butovymi polosami, pri ustojčivyh porodah krovli)
„Region, sposoby aktiv, vozdejsťvija na gazvybros – opas. ugljenos. toišču“, M., 1986, str. 59–61, 1 tabl., (rus.)
- Tomlin, S. V.: Metodika matematičkog modeliranja naponskog stanja neposredne krovine otkopnih prostorija (Metodika matematičeskogo modelirovanija napražennogo sostojanija neposredstvennoj krovli očistnyh vyrabotok)
„Tehnoł. mehaniz. i avtomatiz. razrab. ugol. mestorožd.“, In–t gorn. dela, M., 1987, str. 85–89, (rus.)
- Akimov, A. G. Bolučevskij, V. I. i Kulov, K. B.: Rudarske mere zaštite dubokih jamskih okana od uticaja otkopavanja (Gornye mery zaščity glubokih šahtnyh stvolov ot vlijanija očistnyh rabot)
„Sposoby upr. deformacijami gorn. massiva, podrab. sooruž. bortov razrezov i pritod. obektov pri razrab. svit. ugol. plastov“, L., 1986, str. 21–26, 1 il., 3 tabl., 4 bibl.pod., (rus.)
- Postupci kontrole deformacije stenskog masiva, potkopavanih objekata, ivica površinskih kopova i prirodnih objekata pri otkopavanju svite ugljenih slojeva (Sposoby upravljenja deformacijami gornogo massiva, podrabatyvaemyh sooruženij, bortov razrezov prirodnyh obektov pri razrabotke svit ugol'nyh plastov)
- Sb. nauč. tr. VNII gorn. geomeh. i markšejd. dela, L., 1986, 95 str., il., (rus.)
- Wanielista, K. i Zolyniak, L.: Prognoza efekтивности primene samovezujućeg zasipa u rudnicima bakra (Prognoza efektywnosci stosowania podsadzki utwardzonej w kopalniach rud miedzi)
„Rudy i metale niezelaż.“, 32(1987)2, str. 66–73, 46, 47, 48, 49, 1 bibl.pod., (polj.)
- Losowski, A.: Uticaj primene hidrozasipa na tehničko–ekonomsku efekktivnost otkopavanja u Gornješleskim rudnicima kamenog uglja (Wplyw stosowania podsadzki hydraulicznej na tehniczna i ekonomiczna efektywnosc eksploatacji w gornoslakich kopalniach wegla)
„Prz. gorn.“, 43(1987)1, str. 1–11, 6 il., 2 tabl., 5 bibl.pod., (polj.)
- Andreev, G. E. i Parašnekov, R.: Inženjersko prognoziranje gorskih udara u jamskim prostorijama. Dio 1. Mehanizam gorskih udara (Inženernoe prognozirovanie gornyh udarov v podzemnyh gornyh vyrabotkah. Čast 1. Mehanizm gornyh udarov)
„Zesz. nauk. AGH. Gbrn. (Monograf.)“, (1987)129, str. 15–19, 313, 2 il., 9 bibl.pod., (rus.)
- Otkrića u tehnologiji miniranja (Developments in blasting technology)
„Colliery Guard.“, 234(1986)10, str. 466, 469, 472, 5 il., (engl.)
- Bai, R.: Analiza faktora koji utiču na koeficijent iskorišćenja bušotina (orig. na kines.)
„Mejtan' kesue czišu, Coal Sci. and Technol.“, (1986) 9, str. 8–11, 1 il., (rez. na rus.)
- Kutuzov, B. N., Kalašnikov, A. T. i Kulikov, V. S.: Uticaj korišćenja visokih etaža za otkopavanja dubokih horizonata površinskih kopova na organizaciju bušenja i miniranja (Vlijanie primeneniya vysokih ustupov dlja otrabotki glubokih gorizontov kar'ero v na organizaciju burovzryvnyh rabot)
„Kompleks razvitie KMA“, Gubkin, 1986, str. 95–101, 2 il., 8 bibl.pod., (rus.)
- Nezgovorov, A. I., Stafeev, A. A. i dr.: Konturno miniranje na površinskom kopu Tejske rudne uprave i proračun njegovih parametara (Konturnoe vzryvanie na kar'ere Tejskogo rudoupravlenija i rasčet ego parametrov)
„Kolyma“, (1986)11, str. 16–18, 2 tabl., 6 bibl.pod., (rus.)
- Razvoj kombajna za otkopavanje firme Voest–Alpine – Austrija (Razvitie prohodčeskikh kombajnov firmy Voest –Alpine, Avstrija)
„Kolyma“, (1986)11, str. 38–39, 2 tabl., (rus.)
- Kombajn za izradu hodnika STM–200 firme Salzgiter (Salzgiter Road Head Cutter Type STM–200)
„Colliery Guard.“, 224(1986)2, str. 90, (engl.)
- Hegermann, G. i Schuermann, F.: Polazni položaj AI za rešenje problema „Učvršćivanje stena krovine sloja na preseku sa konturom hodnika, dalje usavršavanje tehnike zapunjavanja prostora“ (Ansatzpunkt AI „Gebirgsvergütung im Stackensaum, Weltarentwicklung der Hinterfülltechnik“)

„Strebrandtechn.: Ansatzpunkte prakt. Lösung Strebrandprobl.“, Essen, 1985, str. 16–34, 23 il., (nem.)

Hegermann, G. i. Schuermann, F.: Polazni položaj A2 za rešenje problema „Podgrada hodnika prilagođena za potrebe mesta spajanja širokog čela sa hodnikom“ (Ansatzpunkt A2 „Auf den Streb–Strecken–Übergang abgestimmter Streckenausbau“)

„Strebrandtechn.: Ansatzpunkte prakt. Lösung Strebrandprobl.“, Essen, 1985, str. 36–47, 17 il., (nem.)

Ustrjugov, M. B. i. Vlasov, V. N.: Podgrada za jamske prostorije izrađene u stenama opasnim za udare (Krep' dlja vyrabotok projdennyh v udaroopasnyh gornyh porodah)

„Vopros. gorn. davljenja“, Novosibirsk (1986) 11, str. 125–129, 2 il., (rus.)

Šul'jat'eva, L. I.: Algoritam za iznalaženje optimalnih rešenja za pripremanje novih horizontata jama u radu (Algoritm poiska optimal'nyh rešenij podgotovki novyh gorizontov dejstvujuših šah)

„Soverš. planir. gorn. proiz–va“, Novosibirsk, 1986, str. 112–113, (rus.)

Sidorova, S. L.: Tehničko–ekonomska analiza postupaka pripremanja jamskih polja pri otkopavanju blagonagnutih slojeva srednje moćnosti (Tehniko–ekonomičeski analiz sposobov podgotovki šahnih polj pri razrabotke pologih plastov srednej moćnosti)

„Tehnoł., mehaniz. i avtomatiz. razrab. ugol. mestorožd.“, In–t gorn. dela., M., 1987, (Rukopis deponovan u CNIEUgol', 09.04.1987, Nr. 4106–up87), (rus.)

Mikeladze, A. S. i. Koroiilišvili, K. K.: Ispitivanje uticaja osnovnih prirodnih i rudarsko–tehničkih faktora na eksploatacione gubitke uglja u uslovima Tkibuli–Šaorskog ležišta (Issledovanie vlijanija osnovnyh prirodnyh i gornotehničeskih faktorov na ekspluatacionnye poteri uglja v uslovijah Tkibuli–Šaorskogo mestoroždenija)

„Dobycha i obogašč. polez. iskopaemyh Gruzii“, Tbilisi, 1987, str. 16–20, (rus.)

Potapenko, V. A., Gricajuk, B. N. i. Najdov, M. I.: Usavršavanje otkopavanja blagonagnutih moćnih slojeva (Soveršenstvovanie razrabotki moćnyh pologih plastov)

„Ugol“ (1987) 5, str. 22–24, (rus.)

Hullán, Sz.: Ispitivanja sistema otkopavanja mađarskih ležišta uglja (Közeliő függveruyaszemleletű költségelemzésekhez)

„Banyasz. es kohasz. Lapok. Banyasz.“, 119(1986)2, különsz., str. 112–116, 8 il., 2 tabl., 5 bibl.pod., (mađ.)

Dietze, W. i. Bellmann, A.: Planiranje i upravljanje podzemnim otkopavanjem ruda pomoću komputera (Rechnergestützte Planung und Steuerung des Abbaus unter Tage mit Bildschirmparbeitsplätzen)

„Wiss.–Techn. Informationsdienst“, 26(1985)2, str. 67–71, 3 il., 11 bibl.pod., (nem.)

Petuhov, A. N.: Korišćanje geostatičkih modela za rešavanje tehnoloških zadataka dobijanja polimetaličnih ruda (Ispol'zovanie geostatičeskih modelej dlja rešenija tehnoložičeskih zadač dobyči polimetaličeskih rud)

„Naučn.–tehn. probl. kompleks. osvoenija nedr“, M., 1987, str. 99–110, 3 il., 10 bibl.pod., (rus.)

Osincev, V. A., Russkih, V. V. i dr.: Načini za smanjenje gubitaka i razblaženja ruda pri otkopavanju Levihinskog ležišta pirita (Puti sniženija poter' i razuboživanja rudy pri otrabotke Levihinskogo mednokolčedannogo mestoroždenija)

„Uskorenie nauč.–tehn. progressa v gorn. dele i geol. na osnove primenjenija nov. tehnol. Tez. dok. Konf. Sverdl. gorn. in–ta“, Sverdlovski, 1987, 5 str., (rus.)

Vlaskin, Ju. K., Berezin, V. K. i. Gusev, I. P.: Osnovni pravci povećanja intenziteta ispuštanja ruda iz blokova u uslovima Šeregeškog rudnika (Osnovnye napravlenija povyšivanja intenzivnosti vypuska rudnoj massy iz blokov v uslovijah Šeregeškogo rudnika)

„Povyš. effektiv. razrab. mestorožd. polez. iskopaemyh. Vost. Sib.“, Irkutsk, 1986, str. 39–48, 1 il., 4 tabl., 5 bibl.pod., (rus.)

Arystanov, I. D., Kojanbaev, U. S. i. Žabajdarova, A. A.: Podgrađivanje otkopnih blokova u tankim žilnim ležištima (Kreplenie očistnyh blokov tonkih žil'nyh mestoroždenijah)

„Tehnoł. shamy razrab. polezn. iskopaemyh“, Karaganda, 1986, str. 42–44, (rus.)

Turper, A. F.: Poslednjē konstrukcije mehanizovane podgrade (Latest Development in Roof Supports)

„Colliery Guard“, 224(1986)3, str. 103–104, 106–107, 12 il., (engl.)

Suhov, V. N.: Operativno planiranje otkopavanja na površinskim kopovima (Operativnoe planirovanie dobyčnyh rabot na razrezah)

„Soveršen. planir. gorn. pr–va“, Novosibirsk, 1986, str. 50–52, (rus.)

Bazylev, V. G. i. Zenkov, S. N.: Usavršavanje planiranja otkopavanja na površinskim otkopima uglja pri funkcionisanju automatskog sistema upravljanja (Soveršenstvovanie planirovanija dobyčnyh rabot na ugol'nyh razrezah pri funkcionirovanii ASU)

„Soverš. planir. gorn. pr–va“, Novosibirsk, 1986, str. 77–78, (rus.)

Kirsanova, V. L. i. Denisov, A. P.: O oceni efektivnosti iskorišćenja opreme na radovima na otkriveni po transportnoj šemi (K ocenke efektivnosti ispol'zovanija oborudovanija na vskryšnyh rabotah po transportnoj sheme)

„Vopr. ispol'z. gorn. oborud. v uslovijah Krajn. Sev.“, Magadan, 1986, str. 24–30, 6 bibl.pod., (rus.)

Kljuka, F. I., Martinson, M. N. i. dr.: Putevi usavršavanja tehnologije radova na otkriveni u Stoļlenskom GOKu (Puti soveršenstvovanija tehnologii vskryšnyh rabot na Stoļlenskom GOKe)

„Kompleks. razvitie KMA“, Gubkin, 1986, str. 10–15, 1 bibl.pod., (rus.)

Hustrulid, W. A., Seegmiller, B. i. Stephansson, O.: Otvaranje dubokih površinskih otkopa kosim tunelima pri kamionskom transportu (In–the–wall haulage for open–pit mining)

„Mining Eng.“, 39(1987)2, str. 119–123, 8 il., 4 tabl., 6 bibl.pod., (engl.)

Pitanja korišćenja rudarske opreme u uslovima krajnjeg Severa (Voprosy ispol'zovanija gornogo oborudovanija v uslovijah krajnjeg Severa)

Zbornik naučnih radova VNII zolota i redk. met., Magadan, 1986, 115 str., 32 il., 10 tabl., 37 bibl.pod., (rus.)

Helms, W.: Otkopavanje mrkog uglja u kanadskoj provinciji Saskačewan (Der Braunkohlenbergbau in Saskatchewan)

„Braunkohle“, 39(1987)1–2, str. 30–34, 9 il., 3 tabl., 3. bibl.pod., (nem.)

Burykin, S. N.: Smanjenje gubitaka uglja na površinskim kopovima Južnog Kuzbasa (Sniženie poter' uglja na razrezah Južnogo Kuzbassa)

„Obz. inf. CNII ekon. i NTI ugol. prom–sti. Dobyča uglja otkr. sposobom“, (1987)5, str. 1–40, 10 il., 14 tabl., 6. bibl.pod., (rus.)

Gavazov, Sl., Milarov, P. i dr.: O mogućnostima primene ciklično–kontinualne tehnologije pri dobijanju ruda površinskim otkopavanjem (Otnosno v zmožnostite za prilagane na ciklično–potočni tehnologiji v našija otkrit rudodobiv)

„Minno delo“ 42(1987)3, str. 7–9, 1 tabl., 3. bibl.pod., (bugar.)

Kozlov, Ju. S. i Semikobyla, Ja. G.: Uticaj postupka nasipavanja stena na kompaktnost i stabilnost odlagališta (Vlijanie sposobov otsyпки gornyh porod na uplotnjaemost' i ustojčivost' otvalov)

„Sposoby upr. defromacijami gorn. massiva, podrab. sooruž. bortov razrezov i prirod. ob. ektov pri razrabot. svit. ugol. plastov“, L., 1986, str. 60–63, (rus.)

Effektivnost primene malih draglajna pri otkopavanju slojeva uglja (Smaller, Versatile Draglines Operating in Tandem, Reach Deep Seams Efficiently)

„Coal Age“, 91(1986)12, str. 48–51, 6 il., 5. tabl., (engl.)

Kuznecov, V. F. i Tatarinceva, S. F.: Određivanje koeficijenta rastresanja stena prema osmatranjima deformacija etaža (Opređenje koeficijenta razryhlienija porod po nabljudenijam za deformacijami ustupov)

„Upr. geomeh. processami na gornodobyv. predpriyatijah Minčermeta SSSR“, Belgorod, 1986, str. 71–74, 2 il., 2. bibl.pod., (rus.)

Ilin, A. I., Budkov, V. P. i dr.: Ocena stabilnosti kosina na osnovu instrumentalnih osmatranja i reoloških ispitivanja (Ocena ustojčivosti otkosov na osnovu instrumental'nyh nabljudenij i reologičeskih issledovanij)

„Upr. geomeh. processami na gornodobyv. predpriyatijah Minčermeta SSSR“, Belgorod, 1986, str. 5–9, 2 il., (rus.)

Hilačev, R.: Postupak verovatnoće ocene stabilnosti kosina površinskih kopova (Edin način za verojatnostna ocenka na ustojčivosti na rudnični otkosi)

„Minno delo“, 42(1987)2, str. 35–29, 2 il., 3 tabl., 9. bibl.pod., (bugar.)

White, L.: Nove tendencije u razvoju opreme za površinsko otkopavanje (New trends in surface mining equipments)

„Eng. and Mining J.“, 188(1987)1, str. 22–31, 13 il., (engl.)

Rogatin, N. N., Butkevič, G. R. i dr.: Primena pokretne opreme na površinskim kopovima industrije građevinskog materijala (Primenenie mobil'nogo oborudovanija na kar'erah promyšlennosti stroitel'nyh materialov)

„Stroit. mater“, (1987)3, str. 6–8, 1 il., 2. tabl., (rus.)

Čehoslovačka oprema za površinske kopove (Czechoslovak mining equipment)

„Coal Int.“, 6(1987)1, str. 14, 16, 6 il., (engl.)

Novi utovarači i kiperi firme V.M.E. (Les nouveaux Volvo BM sont arrives)

„Excavator“, (1987)1, str. 24–27, 8 il., 2. tabl. (franc.)

Močalov, V. I.: Korišćenje izolacionih prosljaka od suvog materijala za sprečavanje adhezionih pojava pri transportu lepljivih stena (Ispol'zovanie izolirujuščih prosljok iz suhих materialov dlja predotvrščeniija adhezionnyh javlenij pri transportirovanii svjaznyh porod)

„IVUZ, Gornyj. ž.“, (1987)6, str. 73–75, (rus.)

Fedoriko, V. P., Orlova, Z. A. i Sidorenko, I. V.: Rezultati ispitivanja rada željezničkog transporta na površinskom kopu „Haranorskiij“ (Rezultaty issledovanija raboty železodorožnogo transporta na razreze „Haranorskiij“)

„Povyš. effektiv. razrab. mestorožd. polezn. iskopaemnyh Vost. Sib.“, Irkutsk, 1986, str. 81–85, 2 tabl., (rus.)

Thiede, H. – J. i Liebl, E.: Transport ljudi na površinskim kopovima u Rajnskom basenu mrkog uglja (Personentransport mit Kraftfahrzeugen in den Tegebauen des rheinischen Braunkohlenrevieres)

„Braunkohle“, 39(1987)1–2, str. 23–30, 18 il., 2. tabl., (nem.)

Harder, P.: Snažni kiperi na površinskom kopu uglja kompanije Thunder Basin (Massive trucks on thunder basin haulage)

„Int. Mining“, 4(1987)3, str. 32, 34–35, 4 il., (engl.)

Damper velikog kapaciteta sa pražnjenjem kroz dno za prevoz uglja (Large-Capacity Bottom Dump Coal Hauler)

„Mining J.“, 308(1987)7903, str. 92, 1 il., (engl.)

Kazarez, A. N.: Sistem tehničkog opsluživanja voznog kamionskog parka BelAZ (Sistema tehničeskogo obsluživanja parka avtosamosvalov BelAZ)

„Gornyj ž.“, (1987)5, str. 6–8, 2 tabl. (rus.)

Čass, S. I. i Šibaeva, O. N.: Analiza parametara kretanja aerosmesi i uslova pneumatskog transporta mineralnih čestica nepravilnog oblika (Analiz parametrov dviženija aerosmesi i uslovij pnevmotransporta mineral'nyh častic nepravil'noj formy)

„Uskorenje nauč.–tehn. progressa v gorn. žele. i geol. na osnove primenenija nov. tehnol. Taz. dokl. Konf. Sverd. gorn. in-ta“, Sverdlovsk, 1987, str. 48–49, (rus.)

Soler, H.: Utovar i transport ruda u francuskim rudnicima gvožđa udruženja ARBED (Chargement et transport de mineral dans les mines de fer françaises de la société ARBED)

„Ind. miner. mines et carriers“, 69(1987)2, str. 80–82, 9 il. (franc.)

- Venkov, M.: Pretovarač za izradu horizontalnih jamskih prostorija (Pretovarač za prokarvane na horizontalni minni izrabotki)
„Bjul /NTI Niproruda“, (1986)4, str. 51-55, 4 il., (bugar.)
- Kämmer, K.: Rudničke lokomotive sa pogonom na naizmeničnu struju (Neue Antriebstechnologie für Förderlokomotiven - Grubenlokomotive in Drehstromtechnik)
„Eisenbahntechnik“, (1987)1, str. 20-21, 1 il., 1. tabl., (nem.)
- Gerhardt, H. i. Leistner, S.: Samohodna transportna sredstva sa električnim pogonom - razvoj i perspektive (Die elektrobetriebene Gleislostechnik im untertägigen Bergbau - bisherige Entwicklung und Perspektive)
„Neue Bergbautechnik“, 17(1987)4, str. 121-127, 3 tabl., 14 bibl.pod., (nem.)
- Karpenko, N. V.: Uzimanje proba i kontrola kvaliteta produkata obogaćivanja ruda (Oprobovanje i kontrola kačestva produktov obogašćenija rud)
M., „Nedra“, 1987, 215 str., 21 tabl., 46 il., 21 bibl.pod., (knjiga na rus.)
- Kotkin, A. M. i Zolotko, A. A.: Ocena tehnološke efektivnosti procesa obogaćivanja (Ocena tehnološke efektivnosti procesov obogašćenija)
„Ugol' Ukrainy“, (1987)5, str. 41-42, (rus.)
- Ščirkov, P., Nestorova, P. i dr.: Osnovna tehnološka rešenja i problemi obogaćivanja porfirskih ruda bakra ležišta Elacita (Osnovni tehnološke rešenja i problemi pri obogašćavanju na porfirnite medni rudi ot nahodišče Elacite)
„Minno delo“, 42(1987)3, str. 21-26, 4 il., 1 tabl., (bugar.)
- Suladze, M. A., Beljaeva, M. S. i dr.: Tehnologija prerade ruda barita Apširinskog ležišta bez otpadaka (Bezothodnaja pererabotka baritovyh rud Apširinskogo mestoroždenija)
„Dobyča i obogašč. polezn. iskopaeomyh Gruzii“, Tbilisi, 1987, str. 75-77, (rus.)
- Luckie, P. T. i Klimpel, R. R.: Klasifikacija i njen uticaj na druge operacije obogaćivanja (Classification and its interaction with other mineral processing unit operations)
„Adv. Miner. Process. Proc. Symp. honor. Nathaniel Arbiter 75th birthday, New Orleans, La, Mart 3-5, 1986“, Littleton, Colo, 1986, str. 81-96, 6 il., 6 tabl., 25 bibl.pod., (engl.)
- Huwald, M.: Praksa udarnog drobljenja (Impact crushing practice)
„Quarry Manag.“, 14(1987)1, str. 35-38, 5 il., (engl.)
- Bonoli, A., Ciancabilla, F. i. Fabbri, S.: Aspekti procesa drobljenja stena (Aspetti della frantumazione)
„Quarry and Constr.“, 25(1987)2, str. 15-18, 2 il., (ital.)
- Bykov, M. E. i Muhina, T. N.: Ispitivanje rada mlina sa kuglama pri povećanju cirkulacionog opterećenja (Issledovanie raboty šarovoj mel'nicy pri povyšennyh cirkulirajuščih nagruzkah)
„Trudy 3 obl. nauč.-tehn. konf. mol. učenyh i spec. po vopr. gorn. nauki, Apatity, 12-16 febr. 1984. Č. 3. Sek. obogašč. polezn. iskopaeomyh“, Gor. in-t Kol. fil. AN SSSR, Apatity, 1987, str. 27-33, il., (rus.)
- Stojanov, V., Hristov, V. i dr.: Povećanje efektivnosti dezintegracionih procesa pri dobijanju i pripremanju ruda za obogaćivanje (Povišavanje efektivnoszza na dezintegracionite procesi pri dobivana i podgotovkata na rudnite za obogaćivane)
„Minno delo“, 42(1987)3, str. 9-13, 35, 36, 8 il., 4 tabl., (bugar.)
- Sivamochan, R. i. Forsberg, K. S. F.: Progres u gravitacionom obogaćivanju - teorija i praksa (Progress in gravity concentration - theory and practice)
„Adv. Miner. Process. Proc. Symp. honor. Nathaniel Arbiter 75th birthday, New Orleans, La, March 3-5, 1986“, Littleton, Colo, 1986, str. 97-118, 9 il., 9 tabl., 83 bibl.pod., (engl.)
- Martinez, E.: Gravitaciono-magnetni separator - novo usavršavanje za izdvajanje slabo magnetnih minerala (The gravity-magnetic separator a new development for recovery of weakly-magnetic minerals)
„Adv. Miner. Process. Proc. Symp. honor. Nathaniel Arbiter 75th birthday, New Orleans, La, Marth 3-5, 1986“, Littleton, Colo, 1986“, str. 545-557, 6 tabl., 3 il., 29 bibl.pod., (engl.)
- Ostapenko, S. P.: Primena metode fotoluminiscencije za ispitivanje procesa adsorpcije reagenta - kolektora na površini apatita (Primenenie metoda fotoluminiscencii dlja issledovanija processov zakreplenija reagenta-sobiratelja na poverhnosti apatita)
„Tr. 3 obl. nauč.-tehn. konf. mol. učenyh i spec. po vopr. gorn. nauki, Apatity, 12-16 febr. 1984. Č. 3. Sekc. obogašč. polezn. iskopaeomyh“, Gornyj in-t Kol. fil. AN SSSR, Apatity, 1987, str. 87-83, (rus.)
- Woods, R. i. Richardson, P. E.: Aspekti elektrohemijske flotacije sulfidnih minerala (The flotation of sulfide-minerals-electrochemical aspects)
„Adv. Miner. Process. Proc. Sym. honor. Nathaniel Arbiter 75th birthday, New Orleans, La, March 3-5, 1986“, Littleton, Colo, 1986, str. 154-170, 8 il., 42 bibl.pod., (engl.)
- Fuerstenau, D. W. i Raghvan, S.: Hemijska svojstva površine oksidnih minerala bakra (Surface chemical properties of oxide copper minerals)
„Adv. Miner. Process. Proc. Symp. honor. Nathaniel Arbiter 75th birthday, New Orleans, La, March 3-5, 1986“, Littleton, Colo, 1986, str. 395-407, 10 il., 38 bibl.pod., (engl.)
- Kurkov, A. V., Molodkina, I. A. i Uskov, S. M.: Ispitivanja novog kolektora za flotaciju ruda (Ispytanija novogo sobiratelja dlja flotacii rud)
„Cv. met.“, (1987)5, str. 101-102, 1 il., 2 tabl., (rus.)
- Filippov, L. O.: Korišćenje visokomolekularnih izoalkohola za flotaciju kasiterita iz mulja gravitacionog obogaćivanja (Ispol'zovanie vysokomolekuljarnyh izospirtov dlja flotacii kassiterita iz šlamov gravitacionnogo obogašćenija)
„Tr. 3 obl. nauč.-tehn. konf. mol. učenyh spec. po vopr. gorn. nauki, Apatity 12-16 febr. 1984. Č. 3. Sekc.

- obogašč polezn. iskopaemyh", Gornyj in-t Kol. fil. AN SSSR. Apatity, 1987, str. 18–26, 4 bibl.pod., (rus)
- Dědek, F. i Šebor, G.: **Razvoj obogaćivanja sitnog uglja metodama flotacije i flokulacije** (Rozvoj uprave jemnych uhelnih suspenzi flotaci a flokulaci)
„Acta montana”, (1986)74, str. 3–14, 4 tabl., 5 bibl.pod., (češ.)
- Najveće na svetu flotacione mašine (Largest-ever flotation machines)
„Mining Mag.”, 156(1987)4, str. 343–344, (engl.)
- Bočarov, V. A. i Tomova, I. S.: **Primena kondicioniranja gasom i vazduhom pri selektivnoj flotaciji** (Primenenie gazovozdušnogo kondicionirovanija pri selektivnoj flotaciji)
„Cv. met.”, (1987)5, str. 103–106, 2 tabl., 18 bibl.pod., (rus)
- Blatov, I. A., Bačurin, Ju. N. i dr.: **Poboljšanje reagentnog režima pri flotaciji uprskanih bakar–niklovih ruda** (Ulučšenie reagentnogo režima pri flotaciji vkraplennyh medno–nikelovyh rud)
„Cv. metallurgija”, (1987)5, str. 21–23, (rus.)
- Maždrakov, M.: **Automatizovana izrada crteža rudarske grafičke dokumentacije na površinskim kopovima** (Avtomatizirano izčertavane na markšederskite grafični dokumenti na otkriti rudnici)
„Geodet. kartogr. zemeustr.”, 27(1987)1, str. 12–15, 3 il. 10 bibl.pod., (bugar.)
- Pribor za snimanje profila kosina etaža na površinskim kopovima (System for profiling quarry faces)
„Mining J.”, 308(1987)910, str. 235–236, 1 il., (engl.)
- Jagunov, A. S.: **Metoda prognoze deformacija zemljine površine pri perspektivnom planiranju rudarskih radova u rajonima sa složanim zalaganjem stena** (Metod prognoza deformacij zemnoj poverhnosti pri perspektivnom planirovanii gornyh rabot v rajonah so složnym zalaganjem porod)
„Sposoby upr. deformacijami gorn. massiva, podrab. sooruž, bortov razrezov i prirod. ob ektov pri razrab. svit ugol, plástov”, L., 1986, str. 4–10, 4 il., 4 bibl.pod., (rus.)
- Houlding, S.: **Trodimenzionalno matematičko modeliranje u rudarstvu i geologiji** (3D computer modelling of geology and mine geometry)
„Mining Mag.”, 156(1987)3, str. 226–227, 229, 231, 8 il. (engl.)
- Noack, K.: **Jamska ventilacija na XXI međunarodnoj konferenciji naučno–istraživačkih instituta za sigurnost na radu** (Die Grubenbewetterung auf der 21 Internationalen Konferenz grubensicherheitlicher Versuchsanstalten 1985)
„Glüchauf”, 122(1986)23, str. 1523–1529, 6 il., (nem.)
- Lee, R. D., Longson, J.: **Kontrolisana recirkulacija ventilacione struje u radnim zonama jame** (Controlled recirculation of mine air in working districts)
„J. Mine Vent. Soc. S. Afr.”, 40(1987)2, str. 13–21, 5 il., 2 tabl., 7 bibl.pod., (engl.)
- Arsenjan, E. E., i Vlaseva, E. D.: **Ocena sigurnosti jamskog ventilacionog sistema** (Ocena nadežnosti šahtnoj ventilacionoj sistemy)
„Upr. gazodinam. javlenijami v šahtan”, Novosibirsk, 1986, str. 9–13, (rus.)
- Buse, F. i Teneu, R. i dr.: **Mogućnost korišćenja elektronskih računara za projektovanje provetranja jamskih prostorija** (Posibilitati de utilizare a calculatorului electronic la protectarea refelelor de aeraj minier)
„Mine patrol si gaze”, 38(1987)2, str. 64–72, 2 il., 2 tabl., 9 bibl.pod., (rumun.)
- Morris, R. i Atkinson, T.: **Uzimanje proba gasa iz izolovanih a požarom zahvaćenih zona jame** (Sampling gases in a sealed mine fire areas)
„Mining Sci. and Technol.”, 5(1987)1, str. 25–31, 5 il., 5 bibl.pod., (engl.)
- Terehova, S. E., Surnačev, B. A. i Aleksandrov, I. V.: **Ispitivanje sklonosti ka samozapaljivanju gasonosnih slojeva** (Issledovanie sklonnosti k samovozgoraniju gazonosnyh plastov)
„Upr. gazodinam. javlenijami v šahtah”, Novosibirsk, 1986, str. 124–127, 2 il., 1 tabl., (rus.)
- Karteberg, H. P.–J.: **Usavršavanje kontrole požara u jamskim prostorijama sa velikom potrošnjom vazduha** (Bessere Brandüberwachung in Strecken mit grossen Wetterströmen)
„Glückauf–Forschungsh.”, 48(1987)2, str. 61–66, 5 il., 14 bibl.pod., (nem.)
- Šecer, G. M., Sinjavskij, V. B. i Žukova, N. E.: **Određivanje stabilnosti pene za gašenje požara u rudnicima uglja** (Opredelenie ustojčivosti pen dlja tušenija požarov v ugol’nyh šahtah)
VNII gornospasat. dela, Doneck, 1987, 12 str., (Rukopis deponovan u CNIElugol, 05.03.87, Nr. 40(4–up87), 7 bibl.pod., (rus.)
- Williams, K. L. i Vinson, R. P.: **Ispitivanje uređaja za meranje prašine TEOM** (Evaluation of TEOM, Dust Monitor)
„Int. Circ. Bur. Mines. US Dep. Inter.”, (1986)9119, str. 1–16, 8 il., 6 tabl. (engl.)
- Zielinski, A., Nimpisch, A. i Szweczyk, M.: **Postupak za smanjenje opasnosti od eksplozije ugljene prašine** (Sposob zmniejszenia zagrożenia wybuchu pyłu węglowego)
Patent 113943 NR Poljske, prijav. 13.06.83, Nr 242514, objav. 29.11.86, MKI E 21 F 5/00, (polj.)
- Varzar, L. E., i Elisava, V. F.: **Povećanje efektivnosti iskorišćenja kapriranog jamskog metana** (Povyšenje effektivnosti ispol’zovanija kaptriruemogo šahtnogo metana)
„Region.sposoby aktiv. vozdejstviya na gazovybrosopasn. uglenosn. toišč”, M., 1986, str. 76–77, 2 tabl., 1. bibl.pod., (rus.)
- Basu, A. i Lama, R. D.: **Matematičko modeliranje filtracije metana u slojevima uglja** (Application of mathematical methods to determine the field parameters related to diffusion of methane gas in a Bulli Seam)
„Trans. Can. Soc. Mech. Eng.”, 10(1986)4, str. 185–191, 3 il. 3 tabl., 12 bibl.pod., (engl.)

Petrenko, B. A.: Metoda proračuna brzine gorenja eksplozivnih gasova (Metod račeta skorosti gorenja vzryvčatyh gazov)
„Nauč. soobšč. In-t gorn. dela Im. A.A. Škočinskogo”, (1986) 251, str. 72–78, 1 il., 5 tabl., 8 bibli.pod., (rus.)

Mjasnikov, A. A., Rjabčenko, A. S. i Sadčikov, A. V.: Kontrola izdvajanja gasa pri otkopavanju slojeva uglja (Upravlenie gazovydeleniem pri razrabotke ugoľnyh plastov)
M., „Nedra”, 1987, 217 str., 83 il., 40 tabl., 41 bibli.pod., (knjiga na rus.)

Rogov, E. I., Negodaev, V. G. i dr.: Avtomatizovani sistem za prognozu gasno-dinamičkih pojava u rudnicima uglja (Avtomatizirovannaja sistema prognoza gazodinamičkih javlenij v ugoľnyh šahtah)
„Avtomatiz. sistema nauč.issled. v gorn. dele”, Alma-Ata”, 1987, str. 56–62, 1 il., 5 bibli.pod., (rus.)

Rogov, E. I., Dolgov, P. V. i Bektureev, A. S.: Metoda verovatnoće za prognozu na elektronskom računaru iznenadnih izboja uglja i gasa (Verovatnostnyj metod prognoza na EVM vnezapnyh vybrosov uglja i gaza)
„Avtomatiz. sistema nauč. issled. v gorn. dele”, Alma-Ata, 1987, str. 50–57, 1 il., 1 tabl., 13 bibli.pod., (rus.)

POSEBNA IZDANJA RUDARSKOG INSTITUTA

Posebna izdanja

- prof. dr inž. Mirko Perišić:
„LINEARNI MODELI OPTIMIZACIJE I ODLUČIVANJA U
RUDARSTVU” 2.000.—
- dr inž. Janoš Kun:
„POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA LIGNITA” (I i II deo) 1.000.—
- prof. dr inž. M. Grbović — dr mr N. Magdalinović:
„PROCESNA OPREMA DROBLJENJA I MLEVENJA MINERALNIH
SIROVINA” 200.—
- prof. dr inž. R. Simić — dr inž. D. Mršović — mr inž. V. Pavlović:
„ODVODNJAVANJE POVRŠINSKIH KOPOVA” 800.—
- prof. dr Velimir Milutinović:
„KOMPLEKSNA METODOLOGIJA EKONOMSKE OCENE LEŽIŠTA
MINERALNIH SIROVINA” 100.—
- prof. inž. Gojko Hovanec:
„HEMIJSKE METODE KONCENTRACIJE RUDA ZLATA, SREBRA
I BAKRA” 1.500.—
- dr inž. Mihailo Lasica:
„MAGNEZITI JUGOSLAVIJE” 800.—
- „GODIŠNJAK O RADU RUDNIKA UGLJA U 1986. godini” 10.000.—
- INFORMACIJA C₁” — Informacija o proizvodnji, zalihama i tržištu uglja
— izlazi mesečno i daje sliku trenutnog stanja (godišnja pretplata) 5.800.—

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

