

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9637

BROJ
1
1985

RUDARSKI GLASNIK

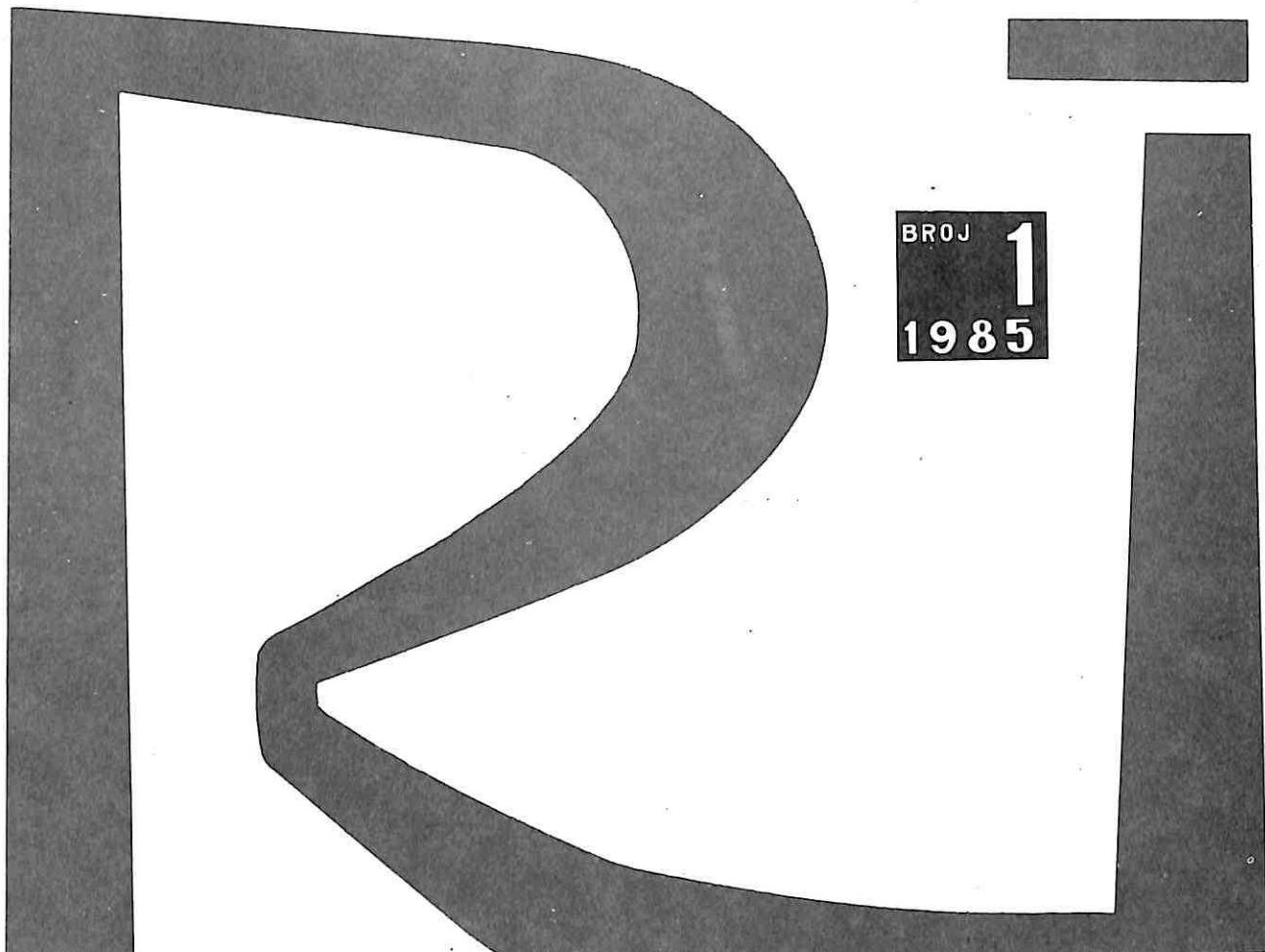
RUDARSKI
INSTITUT
beograd
1960/1985



BULLETIN OF MINES
BULLETIN DES MINES
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ
BERGBAUZEITSCHRIFT

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

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637



RUDARSKI GLASNIK

B U L L E T I N O F M I N E S
B U L L E T I N D E S M I N E S
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л
BERGBAUZEITSCHRIFT

GLAVNI UREDNIK

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

ČLANOVI REDAKCIONOG ODŽORA

AHČAN dr ing. RUDOI F. Fakultet za naravoslovje in tehnologije, Ljubljana
BRALIĆ dr ing. JEFTO, Rudarski institut, Beograd
CAVIROVSKI dipl.ing. VELJAN, Rudarski institut, Skopje
ČURČIĆ dr ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd
ČOLIĆ dipl.ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd
DRAŠKIĆ prof. dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
DUŠI prof. ing. MINIR, Rudarsko-metalurški fakultet, Titova Mitrovica
GLUŠČEVIĆ prof. ing. BRANKO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
GRBOVIĆ dipl.ing. MILOLJUB, Rudarski institut, Beograd
HOVANEC prof. ing. GOJKO, Rudarski institut, Beograd
IVANKOVIĆ dr ing. DRAGORAD, Rudarski institut, Beograd
JUJIĆ dr ing. DRAGOLJUB, Rudarski institut, Beograd
MIHALDŽIĆ dipl.ing. NENAD, Rudarski institut, Beograd
PERIŠIĆ prof. dr ing. MIRKO, Rudarski institut, Beograd
PERKOVIĆ dr ing. BORISLAV, Rudarski institut, Beograd
PRIBIČEVIĆ dipl.ing. MILOŠ, Rudarski institut, Beograd
RADENKOVIĆ dr ing. ČEDOMIR, Rudarski institut, Beograd
STOKOVIĆ mr ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd
TASEVSKI dipl.ing. APOSTOL, Rudarski institut, Skopje
TOMAŠIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd
VESELINOVIĆ dipl.ing. RADOSLAV, Rudarski institut, Beograd

SADRŽAJ

Eksplotacija mineralnih sirovina

Dr inž. RADMILO OBRADOVIĆ – dipl.inž. DRAGICA ILIĆ	
Utvrđivanje kriterijuma za izbor koeficijenta sigurnosti kosina na površinskim kopovima lignita	5
Summary	7
Zusammenfassung	7
Rezjume	8

Priprema mineralnih sirovina

Dipl.inž. KOSTA MIŠIĆ – dipl.inž. JOVAN STANOJEV	
Selektivno flotiranje polimetalične rude u flotaciji rudnika Rudnik	9
Summary	13
Zusammenfassung	13
Rezjume	13

Dr inž. ST.JEPAN TOMAŠIĆ – dipl.inž. SLAVOLJUB BRATULJEVIĆ

Osnovni pravci razvoja tehnologija za pripremu i preradu uglja u SR Srbiji do 2000. godine s obzirom na kvalitet uglja i energetske potrebe	14
Summary	17
Zusammenfassung	17
Rezjume	18

Ventilacija i tehnička zaštita

Dr inž. ALEKSANDAR ĆURČIĆ – dipl.inž. NATALIJA PAVLOVIĆ – dipl.inž. BOGOMIR RADOSAVLJEVIĆ	
Prethodna ispitivanja gasonosnosti u jami Strmosten rudnika Rembas	19
Summary	32
Zusammenfassung	32
Rezjume	32

Zaštita čovekove životne sredine

Dipl.inž. MIROLJUB GRBOVIĆ – prof. inž. GOJKO HOVANEC	
Flotator – uređaj za efikasno čišćenje industrijske vode od nafta, ulja, masti i suspendovanih koloidnih čvrstih čestica	34
Summary	37
Zusammenfassung	37
Rezjume	38

Termotehnika

Mr inž. VOJISLAV VULETIĆ	
Zamena mazuta u fabrići cementa u Kosjeriću	39
Summary	43
Zusammenfassung	44
Rezjume	44

Projektovanje i konstruisanje

Dipl.inž. DUŠAN TODOROVIĆ

Postrojenje za pranje rude sa primarnim drobljenjem Suva Ruda – Raška	45
Summary	49
Zusammenfassung	49
Rezjume	50

Informatika i ekonomika

Dipl.inž. VLADIMIR SLAVKOVIĆ

Preventivni princip organizacije održavanja sa povratnom spregom primenjen u održavanju tehnološke opreme	51
Summary	61
Zusammenfassung	61
Rezjume	61

Nova oprema i nova tehnička dostignuća	62
---	-----------

Iz rudarske prakse	65
---------------------------------	-----------

Bibliografija	68
----------------------------	-----------

UTVRĐIVANJE KRITERIJUMA ZA IZBOR KOEFICIJENTA SIGURNOSTI KOSINA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA LIGNITA

Dr inž. Radmilo Obradović – dipl.inž. Dragica Ilić

Ugao završne kosine površinskog kopa određuje se analitički prema usvojenom koeficijentu sigurnosti koji se izračunava na osnovu analiza svih parametara i uticaja za svaki pojedini slučaj.

Kod izbora računskih parametara za dimenzionisanje kosina treba pratiti određeni proces eliminisanja grešaka, kao i uzimati u obzir geološku građu terena, opterećenje mehanizacijom i drugih veličina kao što su uticaji vremenskog smanjenja čvrstoće i drugo, a što je navedeno u literaturi (1), te na osnovu tako izvršenog postupka usvajanja računskih parametara pristupiti analizi uslova stabilnosti kosina.

Kod ocene stabilnosti kosina usvaja se da postoji granična stabilnost, ako su naponi smičućih sila koji deluju pod dejstvom sopstvene težine, dejstva filtracije i opterećenja mehanizacije jednaki unutrašnjem trenju, odnosno čvrstoći tla na smicanje.

Uobičajen je postupak da se pri analizi stabilnosti zadovoljavamo postignutim koeficijentom sigurnosti od 1,1 za radne etaže i 1,30 za završne kosine otkopa ili odlagališta.

Pravilnikom o tehničkim normativima pri površinskoj eksploataciji ležišta mineralnih sirovina za proračun stabilnosti pojedinih kosina, sistema kosina i završnih kosina u mekim stenama na kopu, koriste se vrednosti koeficijenta F date u tablicama 1 i 2.

Za proračun stabilnosti pojedinačnih kosina, sistema kosina i završnih kosina za m e k s t e -

Tablica 1

Pokazatelj	Koeficijent sigurnosti F
Radne kosine koje se menjaju najmanje mesečno	1,0 do 1,1
Radne kosine na kojima se kreće mehanizacija i transport	1,1 do 1,15
Sistem radnih kosina kada radi mehanizacija i vrši se transport	1,15 do 1,20
Kosine koje imaju duži vek trajanja, bočne i završne kosine	1,30
Useći otvaranja u zavisnosti od složenosti geoloških uslova i tehnologije otkopavanja	1,1 do 1,5
Radne etaže, pri prelazu preko zona starih radova i drugih podzemnih prostorija	1,20 do 1,50

ne na odlagalištu koriste se vrednosti koeficijenta sigurnosti F prema tablici 2.

Pri izradi investiciono-tehničke dokumentacije, idejnih rešenja i glavnog projekta koji predstave otvaranje površinskog kopa i formiranju odlagališta usvajaju se podaci sa određenim stepenom pouzdanosti.

Kod studijskih razmatranja daju se vrednosti uglova nagiba radnih i završnih kosina sračunatih na osnovu podataka opštih istraživanja.

U fazi izrade investiciono-tehničke dokumentacije mogu se koristiti podaci sa tačnošću do 60% pouzdanosti parametara radne sredine.

Tablica 2

Pokazatelj	Koeficijent sigurnosti F
a) Radne kosine i sistemi kosina	
U nevezanim i mešovitim mekim stenama sa statičkim opterećenjem	1,0 do 1,05
U mešovitim mekim stenama sa statičkim opterećenjem i primenom kohezije	1,05 do 1,10
U nevezanim stenama sa dinamičkim opterećenjem i primenom ($\text{tg } \theta_{\text{dyn}}$)	1,10
U nevezanim i mešovitim mekim stenama kod dinamičkog opterećenja i primene $\text{tg } \phi$	1,15
U mešovitim vezanim mekim stenama kod dinamičkog opterećenja i primene $\text{tg } \phi$	1,20 do 1,25
b) Završne kosine	
Pojedinačne kosine, ako se površinski kop još nalazi u radu	1,05
Pojedinačne kosine, ako se više ne odlaze	1,20
Sistemi kosina i završne kosine ako je površinski kop van pogona	1,30
Završne kosine ako je podloga pod nagibom veća od 6°	1,50

Kod izrade idejnih rešenja, analiza stabilnosti se zasniva na podacima detaljnih istraživanja i stepenu pouzdanosti parametara od 75%.

Za izradu glavnih projekata koriste se podaci sa određenim stepenom pouzdanosti od 95%.

Za proračun stabilnosti kosina treba analizirati:

- geološku građu terena
- inženjersko-geološke i geomehaničke parametre
- hidrogeološke i hidrološke parametre
- tehničko-tehnološke uslove eksploatacije.

Pri utvrđivanju faktora sigurnosti F potrebno je dopunski uzimati u obzir i sledeće:

1. stadijum (fazu) rada na ležištu
2. karakteristike tehnološkog procesa
3. važnost i značaj okolnih objekata (puteva, saobraćajnica i dr.).

Prema tome, koeficijenti rezerve stabilnosti dele se u tri faze i to prema stepenu izgradnje ležišta:

- 1 — period izgradnje
- 2 — period eksploatacije (aktivne)
- 3 — period završetka otkopavanja.

Pri tome treba maksimalne vrednosti za F uzimati u prvoj i trećoj fazi.

Faza izgradnje

Fazu izgradnje karakteriše značajno ispoljavanje rudarsko-geoloških procesa usled rasterećenja masiva, početka odvodnjavanja, obrazovanja depresionih zona, pojačanog pritiska vode u kosinama etaža, nedovoljno razrađene i uhodane tehnološke šeme na otkopavanju, transportovanju i odlaganju, a za date prirodne uslove i dr.

Faza eksploatacije

Fazu eksploatacije karakteriše određena stabilizacija prirodnih i tehnoloških procesa, uvođenje u rad kompletног drenažnog sistema i njegove objekte, usled čega se sada F može uzeti manji u odnosu na druge dve faze.

Faza likvidacije

U ovoj fazi ističe se u prvi plan značaj i važnost objekta kao takvog, neophodna je donja diferencijacija sigurnosti u zavisnosti od prisustva u njegovoj blizini značajnih objekata. Povećanje dubine otkopa i vreme angažovanja opreme na nižim (donjim) etažama utiču na vrednost koeficijenta sigurnosti, pa se taj koeficijent uzima nešto veći od onog u fazi eksploatacije i fazi otvaranja.

Ukoliko se u pojedinim delovima otkopa preduzimaju specijalne mере за veštačko povećanje stabilnosti, F se može smanjiti.

Promena F u zavisnosti od karakteristika tehnološkog procesa utvrđuje se na osnovu korišćenja kontinualne, diskontinualne ili kombinovane metode otkopavanja, transportovanja i odlaganja.

Uzimajući u obzir značaj kontinualnog procesa i potrebu praktično postupnog isključenja mogućnosti deformacije pri tome, F se, u tom slučaju, uzima veći u odnosu na druga dva.

Ovakvim pristupom kod ocene kriterijuma sigurnosti uvodi se tzv. kriterijum komplikovanosti u zavisnosti od faze otkopavanja ležišta (F_1), tehničko-tehnološkog procesa (F_2), blizine i važ-

Tablica 3

Kriterijum komplikovanosti u zavisnosti od										
Faze otkopavanja F_2			tehnologije procesa otkopavanja F_3			važnosti objekta u blizini F_4		preduzetih mera za povećanje sigurnosti F_5		
Otvarač	Eksploatacije	Likvidacije	Diskoninualna	Kontinualna	Kombinovana	Ima objekata	Nema objekata	Preduzete mere poveć.	Nisu preduzete mere	
1,07	1,05	1,1	1,05	1,1	1,07	1,05–1,20	1,00	0,90	1	

nosti objekata od opšte važnosti (F_4), preduzetih mera za veštačko povećanje stabilnosti (F_5), tako da se zatim utvrđuje opšti faktor sigurnosti — korigovani

$$F_{\text{opšt.}} = F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \cdot F_4 \cdot F_5$$

Ovde je F_1 usvojen prema prethodnim kriterijumima kao 10% za radno neopterećenje, 10% za radno opterećenje, ali uz prethodno uzimanje u

obzir koeficijenta dinamičnosti po Shulcu (od 20–40%), 30% za završne kosine itd.

U sklopu ovih kriterijuma, za svaki konkretni slučaj određuju se posebni opšti faktori sigurnosti (tablica 3).

Posle otvaranja ležišta i detaljnog izučavanja postojećih prirodnih uslova (tektonike, ispučalosti, karakteristika otpornosti po kontaktima oslabljenja) potrebno je vršiti korekciju uglova nagiba i druge dopunske proračune.

SUMMARY

Determination of Criteria for Selection of Safety Factors for Coal Openpit Mine Slopes

The criteria for selection of safety factors of coal openpit mine slopes are differently treated and variably defined in preparation of investment-technical documentation. The paper deals with additional factors such as operating stage, flow-sheet characteristic, proximity of important facilities and undertaken measures for artificial improvement of stability. A general safety factor — corrected F_{general} — is defined on the basis of additional criteria.

After opening of the deposit and additional study of existing natural conditions, corrections of slope angles and other additional calculations should be made in the basis of additional investigations and monitoring of slope state.

ZUSAMMENFASSUNG

Bestimmung der Kriterien zur Sicherheitskoeffizientenauswahl für Böschungen auf den Kohlentagegebauen

Kriterien zur Auswahl von Böschungssicherheitskoeffizienten wurden behandelt und verschieden gewählt bei der Ausarbeitung der technischen Investitionsdokumentation. Im Artikel werden Zusatzfaktoren, wie die Arbeitsphase ist, behandelt, Charakteristik des technologischen Prozesses, Nähe von wichtigen Objekten und vorgenommene Massnahmen für künstliche Erhöhung der Stabilität.

Nach dem Lagerstättenaufschluss und nachträglichem Studium von bestehenden Naturbedingungen und nachträglicher Erforschung und Zustandbeobachtung von Böschungen, der Böschungsberechnungenkorrektur und anderer Zusatzrechnungen ist erforderlich.

РЕЗЮМЕ

Определение критерия для выбора коэффициента надежности относов в угольных карьерах

Критерии для выбора коэффициента надежности относов в угольных карьерах различно трактуются и различно принимаются при разработке инвестиционно-технической документации. В статье третируются дополнительные факторы, как, например, фаза работы, характеристика технологического процесса, близость важных объектов и предпринятые меры для искусственного повышения стабильности. На основании этих дополнительных критериев определяется общий фактор надежности — корrigированный Ф общий.

После работ по вскрытию и дополнительных изучений существующих природных условий необходимо на основании дополнительных исследований и наблюдения за состоянием относов сделать коррекции углов относов и другие дополнительные расчеты.

L iteratura

1. O b r a d o v i c , R., 1975: Analiza stabilnosti kosina kao mera sigurnosti rada na površinskim otkopima i odlagalištima. — Rudarski glasnik 1/75, Beograd.
2. Pravilnik o tehničkim normativima pri površinskoj eksploataciji ležišta mineralnih sirovina (materijal u štampi).

Autori: dr inž. Radmilo Obradović — dipl.inž. Dragica Ilić, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. J. Bralić, Šudarski institut, Beograd

Članak primljen 19.2.1985, prihvaćen 19.3.1985.

Priprema mineralnih sirovina

UDK: 622.765:622.34
Istraživačko—primjenjeni rad

SELEKTIVNO FLOTIRANJE POLIMETALIČNE RUDE U FLOTACIJI RUDNIKA „RUDNIK“

(sa 1 slikom)

Dipl.inž. Kosta Mišić – dipl.inž. Jovan Stanojev

Uvod

U flotaciji rudnika Rudnik prerađuje se polimetalična ruda sa promenljivim sadržajem korisnih minerala: olova, cinka i bakra, uz znatno učešće srebra, bizmuta i kadmijuma. Proizvodi se kolektivni Pb–Cu koncentrat i selektivni koncentrat cinka.

Nepotpuna valorizacija metala iz kolektivnog Pb–Cu koncentrata uslovila je da se pristupi sagledavanju mogućnosti dobijanja selektivnih koncentrata. Laboratorijska ispitivanja vršena su u toku 1983. i 1984. godine. Imajući u vidu činjenicu da se danas u svetu pri flotiranju polimetaličnih ruda gotovo isključivo upotrebljavaju kolektivno–selektivni postupci flotacijske koncentracije, razrađena je bihromatna i sulfatna metoda (1), za razdvajanje postojećeg Pb–Cu koncentrata u laboratorijskim uslovima, pri čemu su dobijeni visoko-kvalitetni selektivni koncentrati galenita i halkopirita.

Daljim laboratorijskim radovima sagledana je i mogućnost dobijanja selektivnih koncentrata metodom direktnog selektivnog flotiranja (2), postupkom koji se izuzetno retko primenjuje u tretiranju polimetaličnih ruda, koje osim minerala olova i cinka, sadrže i minerale bakra i gvožđa. Po Poljkinu (3) samo četiri flotacije u svetu primenjuju ovu metodu, pri čemu se prvo vrši izdvajanje minerala bakra, a zatim olova, cinka i gvožđa. Osnovni problemi kod primene ove metode sastoje

se u otežanim uslovima selekcije korisnih minerala, sličnih flotacijskih svojstava, prvenstveno halkopirita od pirita (pirhotina), što u krajnjoj liniji ima za posledicu niska iskorišćenja korisnih metala. Prisustvo u pulpi jona teških metala, delimična oksidacija sulfida i prisustvo više minerala bakra u rudi čine posebne teškoće u primeni ove metode. Osim toga, metoda direktnog selektivnog flotiranja, u odnosu na kolektivno–selektivni postupak, zahteva oko 20% više flotacijskih mašina, što ima presudan značaj kod flotacijskih postrojenja velikih kapaciteta.

U polimetaličnoj rudi rudnika Rudnik, na kojoj su vršena laboratorijska ispitivanja, oovo je zastupljeno izrazito flotabilnim galenitom, cink marmatitom, bakar isključivo halkopiritom, a minerali gvožđa pretežno pirhotinom. Zadovoljavajući stepen otvaranja postiže se pri finoći mlevenja 65% sadržaja klase – 0,074 mm.

Imajući u vidu navedene karakteristike ove rude, uz prethodno ispitivana flotabilna svojstva korisnih minerala, razrađena je metoda direktnog selektivnog flotiranja, sa izmenjenim redosledom flotiranja korisnih minerala, u odnosu na uobičajeno primjenjen. Prvo je vršeno izdvajanje galenita, a zatim halkopirita i marmatita; zadovoljavajuće je rešen problem selektivnog aktiviranja, prethodno deprimiranog halkopirita.

Upoređenjem rezultata ostvarenih kolektivno–selektivnim postupkom i direktnim selektivnim

flotiranjem i izradom tehnno-ekonomske analize, data je prednost metodi direktnog selektivnog flotiranja. Mogućnost dobijanja selektivnih koncentrata ovom metodom proverena je u industrijskim uslovima u postrojenju za flotacijsku koncentraciju rudnika Rudnik.

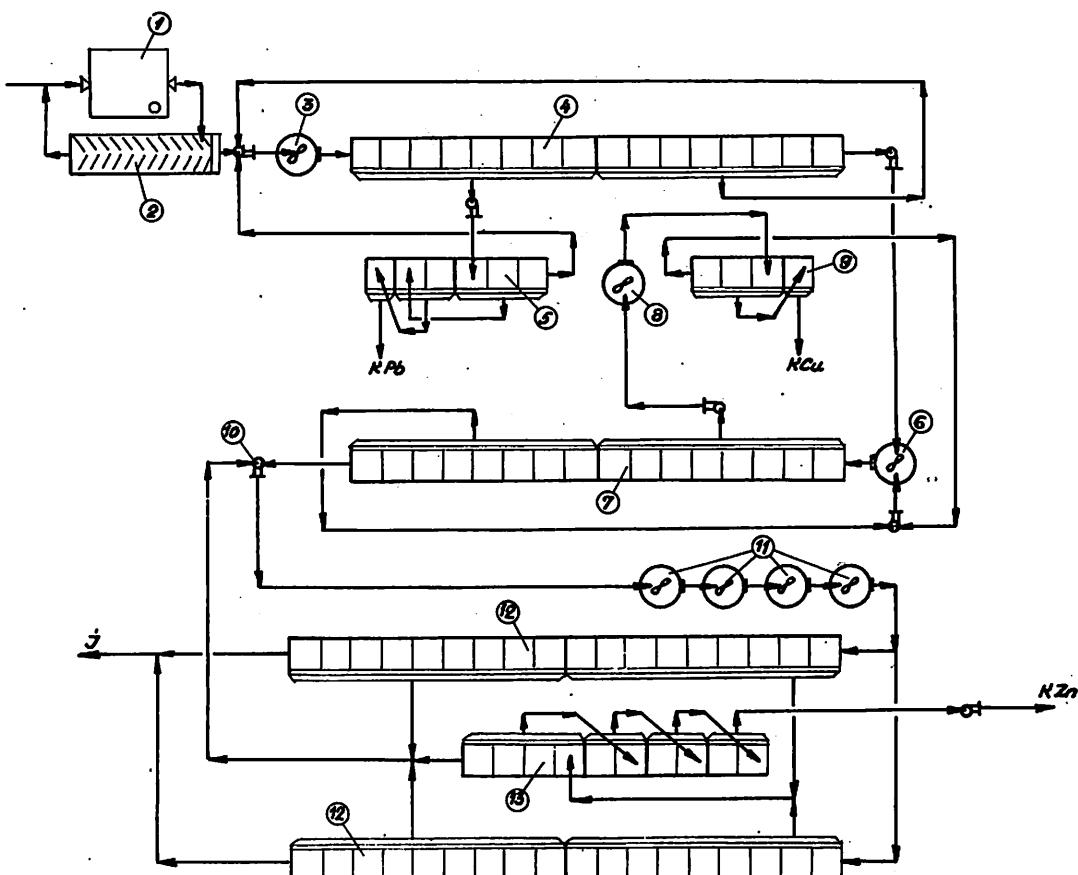
Primena metode direktnog selektivnog flotiranja u industrijskim uslovima

U rekonstruisanom flotacijskom postrojenju rudnika Rudnik izvršena je industrijska proba, kojom je sagledana mogućnost dobijanja selektiv-

nih koncentrata iz polimetalične Pb-Zn-Cu rude metodom direktnog selektivnog flotiranja, a na osnovu prethodnih laboratorijskih ispitivanja. Proba je izvršena u periodu juli–septembar 1984. god., pa je na osnovu stečenih iskustava izvršena delimična adaptacija šeme tehnoškog procesa i u decembru iste godine produženo sa probama.

Rekonstrukcija flotacijskog postrojenja, kojom je omogućena ova industrijska proba, sastojala se u sledećem (šema na sl. 1):

— sekcija, u kojoj je vršeno kolektivno flotiranje galenita i halkopirita, koja se sastojala od dva



Sl. 1 — Tehnološka šema selektivnog flotiranja u rudniku Rudnik

LEGENDA:

- 1 mlin sa kuglarna, veličine $D \times l = 3,2 \times 3,1$ m
2. dvospiralni klasifikator, $\phi 1,5 \times 8,4$ m
3. kondicioner, $\phi 3,15$ m
4. flot. mašine za flotiranje PbS, Denver SUB-A № 24
5. flot. mašine za prečišćavanje PbS, Denver SUB-A-№ 24
6. kondicioner, $\phi 3,0$ m

7. flot. mašine za flotiranje CuFeS₂, Denver SUB-A-№ 24
8. kondicioner, $\phi 2,0$ m
9. flot. mašine za prečišćavanje CuFeS₂, Denver SUB-A-№ 24
10. centrifugalna pumpa 200 x 150 mm
11. kondicioner, $\phi 2,5$ m
12. flot. mašine za flotiranje ZnS, Denver SUB-A-№ 24
13. flot. mašine za prečišćavanje ZnS, Denver SUB-A-№ 24

- reda flotacijskih mašina sa ukupno 32 flotacijske čelije tipa Denver Sub-A № 24, a koja je u sistemu paralelnog protoka pulpe omogućavala ukupno vreme flotiranja od 18 min, podeljena je u dva dela. Prvi red mašina (4) upotrebljen je za selektivno flotiranje galenita, a drugi deo (7) za selektivno flotiranje halkopirita. Ovom izmenom istovremeno je omogućen serijski protok pulpe, umesto paralelnog;
- flotacijska mašina (5) u kojoj se vršilo trostruko prečiščavanje osnovnog koncentrata Pb—Cu, određena je za prečiščavanje selektivnog koncentrata galenita;
 - za dvostruko prečiščavanje osnovnog koncentrata halkopirita ugrađena je nova flotacijska mašina (9) sa četiri komore, tipa Denver Sub-A № 24;
 - za kondicioniranje pulpe u ciklusu flotiranja halkopirita ugrađen je kondicioner (6), veličine $\phi 3,0\text{ m}$;
 - za kondicioniranje osnovnog koncentrata halkopirita ugrađen je kondicioner (8), veličine $\phi 2,0\text{ m}$;
 - u odeljenju za odvodnjavanje koncentrata ospobljeni su zgušnjivač i filter, čime je omogućeno odvodnjavanje i uskladištenje koncentrata bakra;
 - izvršena je ugradnja dopunske opreme za hidrotransport pulpe, kao i dodatnih uzimača uzorka pulpe;
 - rekonstruisano je odeljenje za pripremu flotacijs-

kih reagenasa, čime je omogućeno rastvaranje i dodavanje novih reagenasa.

U rekonstruisanoj šemi tehnološkog procesa omogućeno je ukupno vreme flotiranja galenita i halkopirita od po 8–9 min, čime je vreme flotiranja galenita u odnosu na kolektivno flotiranje umanjeno za 50%; flotacijske mašine u sekociji flotiranja halkopirita omogućavale su samo osnovno flotiranje, bez kontrolnog.

Ovako pripremljena šema tehnološkog procesa poslužila je za proveru rezultata, ostvarenih u laboratorijskim opitim, i sagledavanju mogućnosti primene metode direktnog selektivnog flotiranja u industrijskim uslovima.

Rezultati flotiranja minerala olova, bakra i cinka metodom direktnog selektivnog flotiranja, ostvareni u decembru 1984. god., prikazani su u tablici 1.

Potrošnja flotacijskih reagenasa pri selektivnom flotiranju:

Negašeni kreč, CaO	815 g/t
Natrijum cijanid, NaCN	89 g/t
Cink sulfat, ZnSO ₄	214 g/t
Ferosulfat, FeSO ₄	1500 g/t
Bakar sulfat, CuSO ₄	320 g/t
Etil + amil ksantat	89 g/t
Borovo ulje	190 g/t

Tablica 1

Proizvodi	T %	Sadržaj metala				Raspodela (%)					
		Pb %	Zn %	Cu %	Ag g/t	Bi g/t	Pb	Zn	Cu	Ag	Bi
Ruda	100,00	1,65	1,52	0,28	58	122	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Koncentrat olova	2,19	70,57	1,16	1,14	2094	4898	93,80	1,67	8,93	79,18	88,05
Koncentrat bakra	0,79	5,38	3,38	18,30	626	1668	2,58	1,76	51,83	8,56	10,84
Koncentrat cinka	3,12	,0,42	44,50	1,62	55	—	0,79	91,46	18,07	2,96	—
Jalovina	93,90	0,05	0,08	0,06	6	—	2,83	5,11	21,17	9,30	—

Rezultati kolektivno—selektivnog postupka

Tablica 2

	Sadržaj metala				Iskorišćenje (%)			
	Pb %	Zn %	Cu %	Ag g/t	Pb	Zn	Cu	Ag
Kolektivni Pb—Cu koncentrat	52,00	2,46	7,21	1637	96,22	5,46	79,27	86,00
Koncentrat cinka	0,55	47,44	1,08	54	0,99	87,99	7,01	2,65

Rezultati selektivnog postupka

Tablica 3

	Sadržaj metala				Iskorišćenje (%)			
	Pb %	Zn %	Cu %	Ag g/t	Pb	Zn	Cu	Ag
Koncentrat olova	70,57	1,16	1,14	2094	93,80	1,67	8,93	79,18
Koncentrat bakra	5,38	3,38	18,30	626	2,58	1,76	51,83	8,56
Koncentrat cinka	0,42	44,50	1,62	55	0,79	91,46	18,07	2,96

U tablicama 2 i 3 dat je uporedan pregled ostvarenih rezultata kolektivno—selektivnog (kolektivno flotiranje galenita i halkopirita i selektivno flotiranje marmatita) i selektivnog postupka flotacijske koncentracije.

Rezultati kolektivno—selektivnog postupka dati su na bazi rezultata ostvarenih u flotaciji u periodu januar—maj 1984. god., a selektivnog u decembru iste godine.

Potrošnja flotacijskih reagenasa za proces kolektivno—selektivnog flotiranja:

Negašeni kreč, CaO	702 g/t
Natrijum cijanid, NaCN	15 g/t
Cink sulfat, ZnSO ₄	183 g/t
Bakar sulfat, CuSO ₄	166 g/t
Etil + amil ksantan	90 g/t
Borovo ulje	169 g/t

Uporedni ekonomski pokazatelji

Na osnovu u pogonu ostvarenih rezultata urađena je uporedna ekomska analiza kolektivno—selektivnog i selektivnog postupka. Prema uslovima prodaje kolektivnih i selektivnih koncentrata i ostvarenih cena osnovnih metala u 1984. god. selektivni postupak, u odnosu na kolektivno—selektivni, uvećava ukupan prihod preduzeća za 4,70%. Kada se uzmu u obzir i povećani troškovi za selektivno flotiranje, uvođenjem u proces novih flotacijskih reagenasa, i povećana potrošnja električne energije, to povećanje ukupnog prihoda primenom selektivnog procesa je nešto manje i iznosi 3,11%.

Ovi uporedni ekonomski pokazatelji odnose se na rezultate ostvarene u periodu januar—maj 1984. godine, kada je rađeno kolektivno—selektivnom metodom i rezultate ostvarene u decembru iste godine, kada je primenjena metoda direktnog selektivnog flotiranja.

Zaključak

Pose završenih laboratorijskih ispitivanja kojima je sagledana mogućnost dobijanja selektivnih koncentrata iz polimetalične Pb—Zn—Cu rude rudnika Rudnik i razrađene metode direktnog selektivnog flotiranja, ona je primenjena i u industrijskom postrojenju. Izvršena je rekonstrukcija flotacije i stvoreni uslovi za rad u industrijskim uslovima. Mada šema tehnološkog procesa nije još u celini definisana, kao i još neki tehnološki parametri, do sada ostvareni rezultati pokazali su da se metodom direktnog selektivnog flotiranja mogu dobiti komercijalni selektivni koncentrati galenita, halkopirita i marmatita, pri čemu urađena ekomska analiza ukazuje i na ekonomičniji rad u odnosu na ranije korišćen kolektivno—selektivni postupak. Industrijskim ispitivanjima u narednom periodu, uz dopunski laboratorijski rad, iznaći će se elementi za postavljanje definitivne šeme tehnološkog procesa i poboljšanje tehnoloških rezultata.

Ovi radovi doprineće sagledavanju mogućnosti valorizacije minerala bakra i iz drugih polimetaličnih ruda u našoj zemlji.

SUMMARY

Selective Flotation of Polimetallic Ore in Mine Rudnik Flotation

In the flotation of Mine Rudnik a process of collective-selective flotation concentration was used to date, yielding a collective Pb—Cu concentrate and selective zinc minerals concentrate. By laboratory investigations a method was developed for direct selective flotation, and upon appropriate reconstruction of the flotation plant it was implemented in the full scale process.

The process flow-sheet is still uncompletely defined, although the already achieved results indicate a more economic operation compared with the previous flow-sheet.

ZUSAMMENFASSUNG

Selektive Flotation vom polymetallischem Erz in der Flotationsanlage der Grube Rudnik

In der Flotationsanlage der Grube Rudnik wurde das Verfahren der kollektiv—selektiven Flotationskonzentration, wobei ein kollektives Pb—Cu—Konzentrat und für lektives Zinkerzmineral erhalten. Durch Laboruntersuchungen wurde die Methode der direkten selektiven Flotation ausgearbeitet und nach der Rekonstruktion der Flotationsanlage in den Industrieprozess eingeführt. Das Schema des technologischen Prozesses ist nicht als Ganzes definiert, obwohl mit den bisher erzielten Ergebnissen ein wirtschaftlicherer Betrieb in Bezug auf das frühere technologische Verfahren erzielt wurde.

РЕЗЮМЕ

Селективное флотационное обогащение полиметаллических руд в флотации рудника „Рудник“

В флотации рудника „Рудник“ до сих пор применялся способ коллективно-селективной флотационной концентрации, причем получался коллективный Pb—Cu концентрат и селективный концентрат минералов цинка. Лабораторными испытаниями разработан метод прямого селективного флотационного обогащения и после проведенной реконструкции флотации введен в промышленный процесс.

Схема технологического процесса все еще целиком не определена, хотя до сих пор достигнутыми результатами осуществляется более экономичная работа в отношении прежнего технологического способа.

Literatura

1. Mišić K. 1984: Razdvajanje kolektivnog Pb—Cu koncentrata iz rude rudnika Rudnik. — Rudarski glasnik 1/84, Beograd.
2. Mišić K. 1984: Izdvajanje selektivnih koncentrata minerala olova i bakra iz kompleksne Pb—Zn—Cu rude rudnika Rudnik. — Rudarski glasnik 2/84, Beograd.
3. Poljkin S. I., Adamov Z. V. 1983: Obogašenje rud cvetnyh metallov.

Autori: dipl.inž. Kosta Mišić, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd i dipl.inž. Jovan Stanojev, Flotacija rudnika Rudnik

Recenzent: dr inž. M. Jošić, Beograd

Članak primljen 19.2.1985, prihvaćen 19.3.1985.

OSNOVNI PRAVCI RAZVOJA TEHNOLOGIJA ZA PRIPREMU I PRERADU UGLJA U SR SRBIJI DO 2000. GODINE S OBZIROM NA KVALITET UGLJA I ENERGETSKE POTREBE

Drinž. Stjepan Tomasić – dipl.inž. Slavoljub Bratuljević

Uvod

Sa povećanjem eksploatacije svih vrsta uglja posle oslobođenja morala je početi izgradnja postrojenja za pripremu, odnosno čišćenje rovnog uglja. Tako su, do danas u SR Srbiji, izgrađene separacije uglja sa savremenim, ali ne uvek i odgovarajućim tehnološkim procesima, naročito kad se radi o tretiranju sitne klase, mulja i čišćenju otpadnih voda. Izuzev separacije u Aleksincu, sve ostale izgrađene su u periodu od 1956. do 1972. god. Posle 1972. god. izgrađena je ili rekonstruisana samo po koja separacija (klasirnica i drobilane), uglavnom za lignit, već prema razvoju termoenergetskih objekata za potrebe elektroprivrede.

Sirovinska osnova

Kvalitet rovnog uglja varira u znatnoj meri, zavisno od slojeva koji su ili će biti u eksploataciji, a to se naročito odnosi na mrke ugljeve. Praktično, svi se rovni ugljevi moraju pripremati, ukoliko se želi konstantan i zadovoljavajući kvalitet proizvoda. Treba naglasiti, da naši mrki ugljevi pokazuju nepovoljna svojstva kod čišćenja mokro-mehaničkim načinom. Posebno se to odnosi na sitne klase, jer se pri njihovom tretiranju stvaraju značajne količine glinovitog mulja, koji negativno utiče na proces rada separacija i otežava korišćenje povratne vode iz sistema za tretiranje mulja uz izrazite probleme kod prečišćavanja otpadnih voda.

Jalovinska komponenta rovnog uglja uglavnom je predstavljena ugljevitim škriljcima, glinama i glinovitim laporcima ili škriljcima sklonim rastvara-

nju u vodi. Ova činjenica ukazuje na opravdanost uvođenja tehnološkog procesa pri kome se najpre odstranjuje jalovina, a zatim se odvaja međuproizvod i čist ugalj. U tom smislu treba da se izvrše rekonstrukcije u nekim separacijama.

U odnosu na donju toplotnu vrednost rovnog uglja, postupcima čišćenja dobijaju se proizvodi kod kojih toplotna vrednost iznosi 15.800 – 23.700 kJ/kg za kvalitetnije sortimane, ali svega 10.450 – 14.600 kJ/kg kod sitnih klasa nekih mrkih ugljeva. Međuproizvod je obično na nivou kvaliteta ulaza rovnog uglja i on se ili usitnjava, pa naknadno čisti ili se koristi u termoenergetskim postrojenjima kao kotlovske ugalje.

Kod pranog lignita Kolubara povećanje toplotne vrednosti iznosi 1300 – 2000 kJ/kg, što u odnosu na rovni lignit znači povećanje za 20–30%. Sadržaj ukupnog sumpora, sa izuzetkom uglja REMBAS-a, iznosi preko 1%, najčešće 3,0 – 6,0%, pa i iznad 7,0% kod Ibarskih rudnika. Čišćenjem uglja sadržaj sumpora se unekoliko smanjuje.

Gubici pri separisanju – čišćenju uglja – posmatrajući odbačene količine jalovine i otpadnog mulja iznose 230 – 330 kg/t rovnog uglja, što je prvenstveno uslovljeno lošim kvalitetom rovnog uglja. Uvođenjem savremene mehanizacije pri otkopavanju, uz veće učinke na radilištu, svakako se ne mogu očekivati neka poboljšanja kvaliteta rovnog uglja u narednom periodu.

Nesumnjivo je da se sa odbacivanjem jalovine gubi i jedan deo sadržane topline u ovom otpadu. Međutim, iskorišćenje takve topline, u pogledu stvarne energetske primene, je samo „teoretsko”,

budući da se radi o jalovini sa svega 15–20% sagorljivih materijala, dok ostatak čine voda i jalova mineralna materija.

Do kraja ovog veka, u SR Srbiji se predviđa povećanje proizvodnje svih vrsta uglja, preračunato na ekvivalentni ugalj, ne računajući lignit za proizvodnju električne energije, za dva i po puta. Za ovo postoje raspoložive geološke rezerve.*

Tehnologije pripreme

Iako su mokro-mehaničke separacije (ne računajući Aleksinac) izgrađene pretežno između 1953. i 1966. god., primjenjeni principi tehnologija priprema nisu zastareli niti će se smatrati zastarelima u narednom periodu. U perspektivi ne treba očekivati, u odnosu na postojeće stanje, znatnije povećanje broja separacija za ugalj, ali svakako treba očekivati modernizaciju i povećanje kapaciteta postojećih postrojenja (mrki i kameni ugalj). Potreba za izgradnjom novih jedinica i to velikih kapaciteta očekuje se ipak, s obzirom na visok trend povećanja proizvodnje, na rudnicima lignita.

Dok se sadašnji ulazni kapaciteti separacija sa mokro-mehaničkim čišćenjem kreću uglavnom u granicama od 90 do 230 t/h ulaznog rovnog uglja, u skoroj budućnosti će se ta granica pomaći na 450 t/h i više. Pri tom se naročito sagledava uvođenje modernih mašina taložnica velikog kapaciteta, sa automatskom kontrolom i regulacijom procesa u funkciji promene količine, kvaliteta i bitnih karakteristika rovnog uglja. Ulazni kapaciteti klasirnica su znatno veći. Iskustva iz evropske i svetske prakse svakako će se slediti i kod nas, a sve u cilju smanjenja troškova proizvodnje po jedinici proizvoda.

Izdvanjanje mulja, njegovo odvodnjavanje i koštenje, kao i čišćenje otpadnih voda, predstavlja danas najozbiljniji problem kako se tehnološkog tako i ekonomskog stanovišta. U radu mokromehaničkih separacija, naročito kod mrkih ugljeva, faze tretiranja mulja uslovjavaju izgradnju posebnih, po pravilu vrlo skupih, objekata uz upotrebu specifične opreme, dok su troškovi rada osetni i terete komercijalne sortirane separacije. Prema dosadašnjim iskustvima sa prečišćavanjem otpadnih voda iz procesa, kod nas se ovaj problem ne može rešiti jednostavnim usvajanjem opštepoznatih šema i postupaka iz prakse evropskih i ostalih zemalja.

*Strategija dugoročnog razvoja energetike SR Srbije, Beograd, 1983.

Neophodno je da se pristup rešavanju problema za svaki pojedini slučaj, imajući, pre svega, u vidu znatan sadržaj glinovite komponente u otpadnom mulju i otpadnoj vodi, kao i izrazitu finoću zrna (učešće klase sitnijih od 40 mikrona kreće se oko 60%), što otežava taloženje, zgušnjavanje i odvodnjavanje mulja. Mada u pogledu prečišćavanja otpadnih voda postoje odgovarajući zakonski propisi, u narednom periodu treba očekivati da će se normativi tih propisa još više zaoštiti.

Odvajanje sumpora iz uglja, korišćenog za sagorevanje u velikim termičkim jedinicama, bolje reći sprečavanje emisija sumpor-dioksida u atmosferu, je problem koji, do danas, kod nas praktično nije tretiran, ali se ipak imperativno nameće i treba da se reši. Mogućnosti za izdvajanje sumpora su raznovrsne, već prema tome u kom se momentu tehnološkog procesa proizvodnje topotne energije primenjuju.

Čišćenje pre sagorevanja, prvenstveno izdvajanje pirita, obuhvata normalno primenjivane tehnološke procese mehaničke pripreme, gasificiranje ili razlaganje uglja uz primenu odgovarajućih tečnosti. Zatim, izdvajanje sumpornih oksida u toku sagorevanja, in situ, vezanjem oksida na vlastiti pepeo, ili uz dodavanje krečnjaka što se primenjuje posebno pri sagorevanju uglja u fluidizirajućem sloju. Posle sagorevanja, iz dimnih gasova, sumponi oksidi se odstranjuju obaranjem – „scrubbing“. Procesi su poznati pod nazivom desulfurizacija dimnih gasova, sa dosta primenjivih skupih uređaja i još više sorbenata.

Oprema

Za sve mokro-mehaničke separacije kamenog i mrkog uglja, pa i lignita, zajedničko je da su izgrađene sa pretežno inostranom opremom i uređajima. Domaće radne organizacije, kako građevinske tako i one za proizvodnju mašinske opreme, učestvovale su pri tom uglavnom u izradi pomoćne i dela transportne opreme, čeličnih konstrukcija, montaži i građevinskim radovima, ali sve na osnovu podataka inostranog isporučioca. Danas se stvari unekoliko menjaju. Učešće domaćih proizvođača opreme postaje sve veće. Međutim, u zemlji ne postoji proizvođač izričito specifične opreme za pripremu, a domaći proizvođači, iako ih ima mnogo koji žele da proizvode tu opremu, ne ulažu neophodna sredstva za njeno osvajanje i unapređivanje.

Kod suvih separacija lignita domaća oprema zastupljena je (sem Kolubare) u najvećoj mogućoj

meri. Tu su stečena praktična iskustva o mogućnostima primene domaće opreme.

Elektro oprema, iako nekad delimično uvožena, danas se u celosti može nabaviti u zemlji.

Radna snaga

U većini mokro-mehaničkih separacija produktivnost zaposlenih nije na potrebnoj visini. Produktivnost se pretežno kreće, zavisno od kapaciteta, u granicama 80 do 120 nadnica na 1000 t rovnog uglja. Istina, u ovaj broj uračunati su i radnici na održavanju, transportu, u priručnim radionicama, na čišćenju, jalovištu i dr. Kod suvih separacija lignita velikog kapaciteta situacija je znatno povoljnija, i tu se učinak kreće od 5 do 15 nadnica na 1000 t rovnog uglja.

Izuvez manjeg broja visokostručnih kadrova, specijalno školovanih za pripremu mineralnih sirovina, ostali vodeći kadrovi imaju najčešće srednje obrazovanje mašinskog, rudarskog ili tehnološkog smera ili su, pak, to iskusni radnici koji su kroz praksu i usmeravanje stekli najneophodnija saznanja i kvalifikacije za rad u separacijama. Generalno uvezši, stanje u pogledu obezbeđenja potrebnih kadrova nije zadovoljavajuće, naročito u manjim radnim organizacijama van velikih rudarskih baza.

Mogući pravci razvoja

Kriza u obezbeđivanju tečnim energetskim sirovinama, početkom sedamdesetih godina, izbacila je u prvi plan potrebu supstitucije tečnih goriva čvrstim gorivom, prvenstveno ugljem. Pri tom su bila, a još su i danas, zastupljena tri razvojna smera zamene, prvenstveno nafta i mazuta:

- ugljem
- prirodnim gasom, gasom iz uglja (niske i srednje toplotne vrednosti i SNG)
- suspenzijama uglja u tečnostima.

Najjednostavnija zamena tečnih goriva u termoenergetskim postrojenjima bila bi svakako sagorevanje uglja u ložištima kotlova tih postrojenja. Međutim, proces zamene nije ni u kom slučaju lagan i jednostavan. Zahtevaju se obimne promene i rekonstrukcije postojećih postrojenja koja koriste tečna goriva. Proces je dug, a investicije velike.

Često je zbog specifične lokacije postrojenja na tečna goriva, zamena nemoguća. Ipak, zamena tečnog goriva ugljem, praktično je moguća odmah, u kotlovskim postrojenjima, u kojima se inače sagoreva ugaj, ali se za potpaljivanje, a i za održavanje vatre koristi nafta, često u ne malim količinama. Zamena nafte, u tom slučaju, je moguća, specijalno pripremljenim fino mlevenim ugljem. Postrojenja za pripremu takvog uglja postoje. Sprašeni ugaj može da se koristi i u ostalim termičkim uređajima (cementare, ciglane, metalurške peći i dr.), gde se inače koriste nafta i mazut. Očekuje se da se postrojenja za pripremu fino mlevenog uglja sagrade u našoj zemlji, već u skoroj budućnosti.

Zbog, danas sve češćeg, nepovoljnog odnosa čistog uglja prema jalovim primesama u dobijanju uglja u svetu, vrlo se jasno izražavaju tendencije čišćenja i kotlovskega uglja. Takav trend se stalno povećava, postaje pravilo u čišćenju rovnog uglja. Za potrebe industrije, kao i domaćinstava, treba očekivati korišćenje bezdimnog goriva i briketa. Tehnologije su poznate, a i njihova primenljivost je ispitana na mnogim našim ugljevima.

Zamene tečnih goriva gasom iz uglja tehnički su lako izvodljive. Osteje problem dobijanja niskotoplotnog ili SNG gasa. Danas su poznata komercijalna postrojenja za proizvodnju gasa vrlo skupa i, verujemo, ne postoji mogućnost da se uz jednu postojeću gasifikaciju u Jugoslaviji, u bližoj budućnosti, sagradi više od jedne. Ipak, postoji mogućnost da se za manje toplotne kapacitete koristi tzv. vodeni gas iz generatora tipa Wellman-Galusha, kakvi se danas u celosti proizvode u Jugoslaviji. Baterija takvih generatora mogla bi da snabdeva primarnom energijom i postrojenje koje inače na bi moglo da doživi rekonstrukciju, potrebnu za zamenu tečnog goriva ugljem. Za ovo, na žalost, mogu da se koriste samo određene klase kvalitetnog uglja.

U toku su, a negde već i dovršena, istraživanja zamene mazuta emulzijom fino sprašenog uglja, vode i određenog aditiva. Komercijalna primena ovog postupka najavljuje se već za 1985. godinu. Naravno, manje rekonstrukcije postojećih termoenergetskih postrojenja i ovde treba očekivati.

Činjenica je, da se u krug potrošača uglja u svetu svrstavaju i do sada isključivi korisnici naftnih derivata, koristeći napredak tehnologija sagorevanja u proizvodnji toplotne energije. U pomorskom saobraćaju već su u upotrebi brodovi,

koji koriste ugalj kao pogonsku sirovину, a u izgradnji su nove plovne jedinice.* Prave se ozbiljni zahvati u korišćenju uglja u železničkom saobraćaju.

Zaključak

Pripremi i preradi uglja se danas, u našoj zemlji, ne posvećuje dovoljna pažnja. Sigurno je,

da će se ovakvo stanje morati menjati. Postojeći kapaciteti treba da dožive značajne promene u pogledu povećanja kapaciteta i tretiranja sitnih klasa uglja i mulja, odnosno praštine. Mašinska industrija treba ozbiljno da pristupi svom osposobljavanju za izgradnju opreme i proizvodnih jedinica u odgovarajućem tehnološkom procesu.

Kvalifikovana i stručna radna snaga je poseban problem koji treba paralelno rešavati.

*) Mining International, June 1984.

SUMMARY

General Directions of Development of Coal Dressing and Processing Technology in SR Serbia to the Year 2000 in Regard with Coal Grade and Power Requirements

The growing power consumption in the country and high price of imported primary power impose the need for utilization of domestic sources, primarily of coal. The resource base, although quantitatively relatively high, is such that its utilization may not be „ad hoc“. Hence, reconstruction of existing and construction of new plants for coal dressing and processing is an unavoidable process which should start now after a lag since the beginning of 1970's. In addition to existing technologies new ones will also be used, both in coal dressing and processing. In line with increased utilization of coal, machine-building industry should adjust its development trend, and advanced training of management staffs will also be necessary.

ZUSAMMENFASSUNG

Entwicklungsgrundrichtungen der Kohlenaufbereitungs — und Verarbeitungstechnologie in SR Serbien bis zum Jahre 2000. mit Rücksicht auf die Kohlenqualität und den Energiebedarf

Der laufende Energieverbrauch in unserem Lande und der hohe Preis der Einfuhrenergie erfordern Nutzung der einheimischen Quellen, in erster Linie der Kohle. Die Rohstoffgrundlage ist relativ gross und als solche erlaubt deren „ad-hoc-Nutzung“ nicht. Deshalb ist die Rekonstruktion und der Ausbau neuer Anlagen zur Kohlenaufbereitung und -verarbeitung ein unumgänglicher Prozess, der jetzt zu erfolgen hat, nach einem Stillstand Anfang der sechziger Jahre. Ausser bestehenden Technologien, werden auch neu benutzt, sowohl in der Kohlenaufbereitung als auch in der Kohlenverarbeitung. Parallel mit der vergrösserten Kohlennutzung muss auch die Maschinenindustrie ihren Entwicklungstrend austrichen und eine höhere Ausbildung des führenden Kaders wird unbedingt erforderlich sein.

РЕЗЮМЕ

Основные направления развития технологии подготовки и переработки угля в СР Сербии до 2000 года с учетом качества угля и энергетических потребностей

Возрастающее потребление энергии в нашей стране и высокие цены импортной промарной энергии вызывают необходимость использования отечественных источников и в первую очередь угля. Сырьевая база, хотя и довольно значительна по количеству, является такой, что ее невозможно использовать в „определенном случае“. Поэтому реконструкция существующих и строительство сооружений для подготовки и переработки является неизбежным процессом, который должен последовать уже теперь, после застоя от начала семидесятых годов. Кроме существующих технологий будут использованы и новые технологии как в подготовке, так и в переработке угля. Параллельно с повышенным использованием угля и машиностроительная промышленность должна будет привести в соответствие свою программу развития. Кроме того, появится необходимость в кадрах руководящих работников.

Izvori podataka

Sem izvora podataka navedenih u tekstu, autorima su stajali na raspolaganju podaci velikog broja studija urađenih, poslednjih godina, u Rudarskom institutu, Beograd.

Autori: dr inž. Stjepan Tomašić, Poslovница Rudarskog instituta i dipl.inž. Slavoljub Bratuljević, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dipl.inž. M.Mitrović, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 18.9.1984. prihvaćen 19.3.1985.

PRETHODNA ISPITIVANJA GASONOSNOSTI U JAMI STRMОСТЕН RUDNIKA REMBAS

(sa 4 slike)

Dr inž. Aleksandar Ćurčić – dipl.inž. Natalija Pavlović –
dipl.inž. Bogomir Radosavljević

Uvod

Ispitivanjima uzoraka vazduha iz revira u kome se dogodila eksplozija eksplozivnih gasova konstatovan je samo metan i to u minimalnim količinama. U protočnom sistemu izlazne vazdušne struje utvrđen je metan od 0,00 do 0,25% dok je u zatvorenim prostorijama (hodnici i otkopi) posle više od 30 dana konstatovan metan u granicama od 0,00 do 0,05%. Ovo je bio razlog da se radi utvrđivanja uzroka nesreće u jami Strmosten, koja se dogodila 14.4.1984. god. izvrše istraživanja sadržaja gasa u uglju i okolnim stenama s obzirom da je u otvorenom delu jame metan konstatovan samo u tragovima. U tu svrhu izbušene su tri bušotine sa jezgrovanjem, izvađeno šest uzorka i u gasnoj smeši izdvojenoj iz uglja konstatovano prisustvo metana samo kod dva uzorka, dok je vodonik konstatovan kod svih šest uzorka.

Utvrđeno prisustvo vodonika posebno je značajno, jer on do sada nije pouzdano utvrđen u rudnicima SR Srbije i stoga, što se u naučno-istraživačkoj literaturi ukazuje na činjenicu da vodonik može nastati i pri uzimanju uzorka bušenjem, kao i pri laboratorijskoj obradi uzorka za vreme određivanja gasonosnosti, te se vodonik često susreće u povиšenim koncentracijama i u onim slučajevima gde inače nema metana.

Da bi se utvrdilo poreklo vodonika kod ispitivanih uzorka iz jame Strmosten pored ispitivanja gasonosnosti po istoj metodologiji izvršena su i ispitivanja radi provere da li je u našim laboratorijskim uslovima dolazilo do nastajanja vodonika.

Smatramo da je značajno da našu stručnu javnost upoznamo sa ovim problemom.

Metodologija određivanja gasonosnosti u jami Strmosten rudnika Rembas

U ovom članku ukazuje se na parametre koji karakterišu gasonosnost i ukratko se izlaže metodologija određivanja gasonosnosti, a radi lakšeg ocenjivanja meritornosti dobijenih rezultata istraživanja.

Parametri gasonosnosti

Gasonosnost se određuje pomoću sledećih parametara:

- sadržaj gasova (metan, ugljen-dioksid i azot) – (%)
- zaostala gasonosnost – $(m^3/tru)^1$ i $(m^3/tču)^2$ odnosno $(m^3/tsu)^3$
- poroznost – (%), (m^3/tru) i $(m^3/tču)$, odnosno (m^3/tsu)
- sorpcioni gasni kapacitet – (m^3/tru) i $(m^3/tču)$, odnosno (m^3/tsu)
- slobodni gasni kapacitet – (m^3/tru) i $(m^3/tču)$, odnosno (m^3/tsu)
- sadržaj vlage (%)
- sadržaj pepela (%)

1) – (m^3/tru) – metara kubnih po toni rudnog uzorka
2) – $(m^3/tču)$ – metara kubnih po toni čiste ugljene supstance
3) – (m^3/tsu) – metara kubnih po toni suvog uzorka

Pošto se u rudnicima uglja vodonik javlja kao pratilac metana i u manjim količinama, to njegov sadržaj nije ni predviđen kao parametar gasosnosti.

Gasna zonalnost

Za određivanje gasne zonalnosti smatra se kao najpodesnija metoda koja se upotrebljava u poljskim rudnicima, a koja na relativno pristupačan način omogućuje ocenu zone gasnog provetrvanja i metanske zone rudnika.

Osnovni kriterijumi metode prikazani su u tablici 1.

Tablica sadrži:

- kategoriju jame po metanu
- prirodnu metanonsost ($m^3 \text{CH}_4/\text{tču}$)
- sadržaj metana u bušotini nakon bušenja (%)
- metanoobilnost jame ($m^3 \text{CH}_4/\text{tču}$)
- dopuštenu koncentraciju metana u proizvodnim poprečnim presecima radilišta (%)
- sadržaj metana u probi uglja (%)
- gasnu zonalnost.

Prema podacima tablice 1 dubina zone gasnog provetrvanja (H_0) nalazi se na granici gdje sadržaj metana u uzorku ugija na 100 KPa ne prelazi 20%.

Prognoziranje gasnog kapaciteta

Ukoliko se prognozira gasni kapacitet dubljih ili neotvorenih delova masiva, koriste se podaci o izotermi sorpcije, poroznosti, vlažnosti i sadržaju pepela. Prognoziranje gasnog kapaciteta za dublje delove ležišta nije moguće bez poznavanja pritiska gasova u ležištu na dubinama koje se analiziraju.

Kada je poznat pritisak u ležištu, gasosnost dubljih slojeva se utvrđuje pomoću izoterme sorpcije, prikazane na slici 1, i slobodnog gasnog kapaciteta.

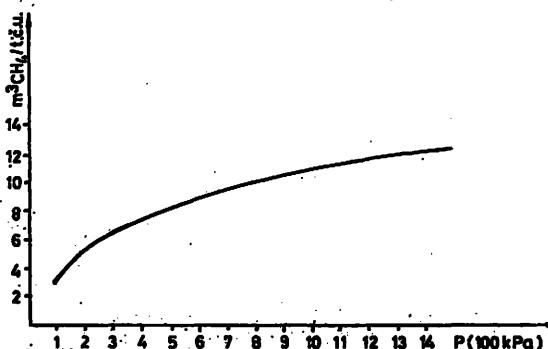
Sorpcioni gasni kapacitet — adsorpcija zavisi od veličine unutrašnje površine pora, u prvom redu od količine mikropora. Tako visoko porozna struktura uglja čini da se na njegovoj površini mogu zgnusnuti znatne količine gasa.

Sorpcioni kapacitet zavisi ne samo od količine mikropora, već i od stepena karbonizacije, porekla, fizičkih i hemijskih osobina ugljene materije, načina reagovanja aktivnih površinskih grupa, vlage

Tablica 1

Naziv zone	Matanonsost $m^3 \text{CH}_4/\text{tču}$	Sadržaj CH ₄ u bušotini %	Metanoobilnost $m^3 \text{CH}_4/\text{tču}$	Dopuštena koncentracija na radilištu (%)	Sadržaj CH ₄ u uzorku ugja (%)	Gasna zona	azotugljendioksidna azotna sa manjim sadržajem uglijendioksida i metana
Zone gasnog provetrvanja	Sumnjava po metanu						
H_c							
I	0,02–2,5	1–60	5	propisi	20–90	azotno-metanska	
II	2,5–4,5	60–80	5–10	propisi	80–100	metanska	
III	4,5–8,0	80	10–15	propisi	80–100	metanska	
IV	8,5	80	15	propisi	80–100	metanska	

Napomena: Kriterijumi primjenjeni u poljskim rudnicima uglja.



Sl. 1 — Izoterme sorpcije metana 20°C.

i pepela, koa i uslova sorpcije, pre svega pritiska gasa i temperature sredine.

Sorpcioni gasni kapacitet zavisi i od vrste gasa. Od gasova koje ugalj može sorbovati, ta sposobnost najjače je izražena prema ugljen-dioksidu, zatim metanu, kiseoniku, azotu i vodoniku. Tako, ako se sorpciona sposobnost ugalja prema azotu označi se jedan, to je helijum – 0,01, vodonik – 0,16, argon – 0,75, kiseonik – 1,3, metan – 3,4 i ugljen-dioksid – 8,0.

Zbog eksplozivnih osobina metana izoterme se rade prvenstveno za metan, ređe za ugljen-dioksid – za potrebe ventilacije, a veoma retko za azot. Za vodonik, zbog njegovog retkog i sporednog prisustva u gasnoj smeši, rađene su samo u eksperimentalne svrhe.

Uzimanje uzoraka ugalja i kontrola gasnog stanja u radnom prostoru

Lokaciju bušotina, koje su izbušene iz hodnika VH-2 odredila je stručna komisija koja je utvrdila uzrok nesreće.

Prema zahtevu, trebalo je izbušiti bušotinu kroz ugalj duboku minimum 100 m pod uglom od 14°, prema krovini duboku oko 50 m, pod uglom od 19° i bušotinu prema podlini duboku oko 75 m, pod uglom od 9° i 30 min. Prema profilu, prikazanom na sl. 2, uzorkovanje je izvršeno iz bušotina čija se dužina i nagib razlikuju od projektovanog zbog položaja ugljenog sloja, pa su uzorci uzeti sa manjih dubina.

Bušotina B-1 bušena je na čelu radilišta VH-2, u ugljenom sloju pod uglom +14°. Utvrđeni litološki sastav je sledeći:

- od 0 – 7,0 m kompaktan ugalj (uzorak U₁ uzet između 3–4,8 m)
- od 7,0 – 14,0 m peskovita glina
- od 14–42,1 m kompaktan ugalj (uzorak U₂ uzet između 32,4 – 35 m)
- od 42,1–52 m krovinski laporac (uzorak U₃ uzet između 45–46,15 m)
- od 52–58,2 m crveni peščar (uzorak U₄ uzet od 56,2–58,2 m)

Bušotina je završena na dubini od 58,2 m.

Pošto je bušotina presekla ugljeni sloj i ušla u krovinske naslage, a uzorci su uzeti iz svake radne sredine, dalje bušenje je obustavljeno.

Bušotina B-2 bušena je sa iste lokacije pod uglom od +4°. Utvrđeni litološki sastav je sledeći:

- od 0–4 m ugalj
- od 4–7,3 m peskovita glina
- od 7,3–13,8 m ugljevita glina (uzorak U₅ uzet između 7,6–8,4 m)

Bušotina je obustavljena na dubini od 13,8 m, jer se zbog bubrenja gline i zaglave pribora za bušenje nije moglo dalje bušiti.

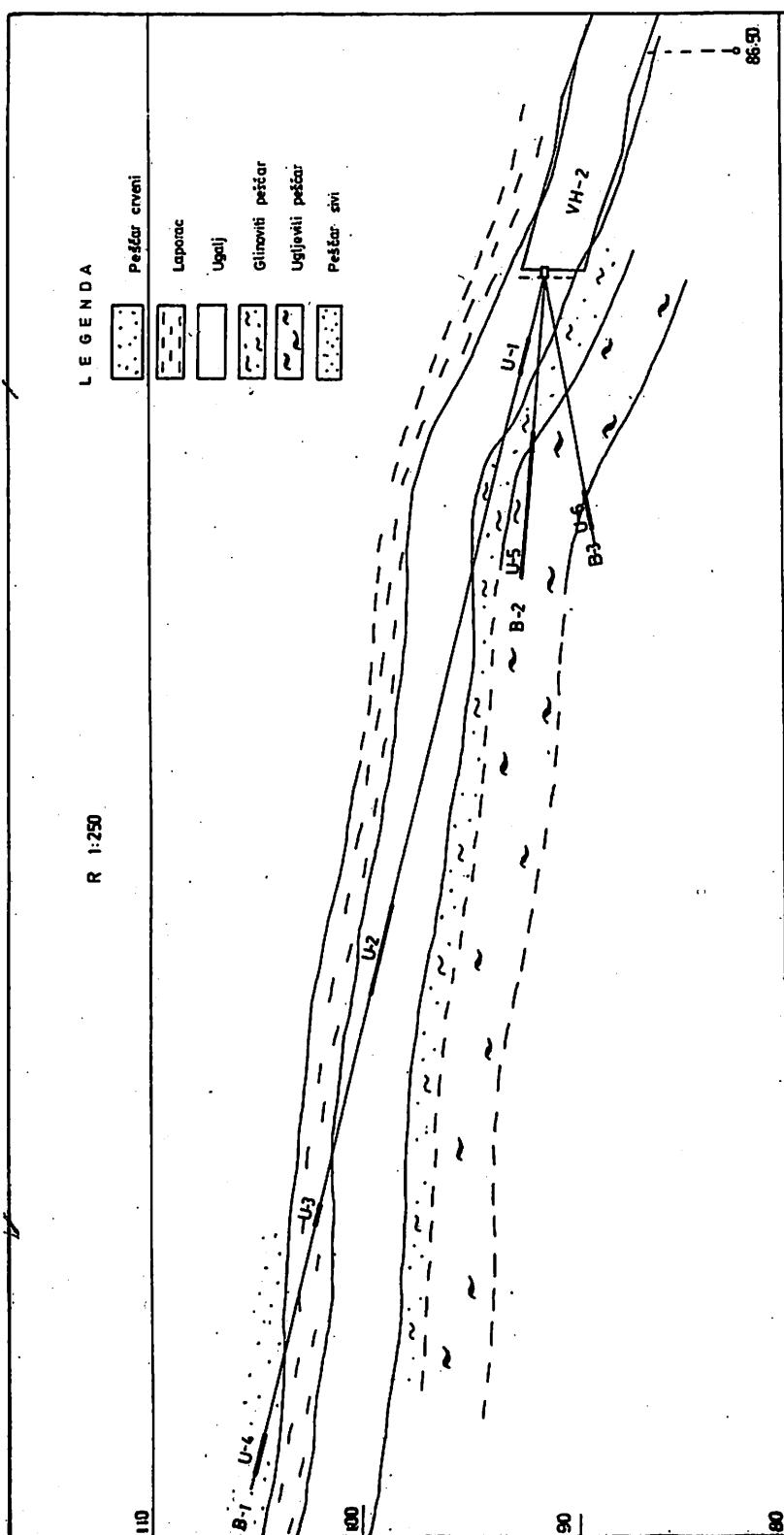
Bušotina B-3 bušena je pod uglom – 100 prema dubljoj podlini sa ciljem da se uđe u podinski sivi peščar. Utvrđeni litološki sastav je sledeći:

- od 0–1,5 m ugalj
- od 1,5–4,5 m siva peskovita glina
- od 4,5–9,5 m ugljevita glina
- od 9,5–12 m sivi peščar (uzorak U₆ uzet između 10–12,0 m)

Izbušenim bušotinama zahvaćena je celokupna serija (podinske naslage—ugalj—krovinske naslage) i uzet dovoljan broj uzoraka, tako da je izvršeni obim bušenja bio dovoljan.

Svi uzorci su stavljeni u specijalne posude odmah posle vađenja jezgra, koje su hermetički zatvorene i po završenom bušenju svih bušotina, donete u laboratoriju. Raspored bušotina i stacionaže uzorkovanja dat je na profilu ugljenog sloja kroz hodnik VH-2. Za sve vreme bušenja u radnom prostoru i na uštu bušotina vršena je kontrola gasa portabli instrumentom i nisu utvrđene pojave gasova.

Bušotina B-1 izbušena je do dubine od 58,2 m i nabušila je podlinu sloja, ugljeni sloj i krovinske



Sl. 2 – Geološki profili produženka rudarske prostorije VH-2 i položaj bušotina B-1, B-2 i B-3.

naslage. Bušotina je bušena u vremenu od 9.6. do 12.6. 1984. god. Posle uzimanja uzorka jezgra iz bušotine ona je zatvorena glinenim čepom. Nakon zatvaranja bušotine uzeti su uzorci gasa i to nakon 10 i 20 min. i 24 časa, za laboratorijska ispitivanja.

Dana 5.7.1984. god. po zahtevu Komisije za utvrđivanje uzroka nesreće u jami, izvršeno je ponovno uzimanje uzorka gasa iz bušotine. Uzorci gasa su uzeti u vremenu od 13,00—14,30 h. Pre uzimanja uzorka gasa pomoću U cevi izvršeno je merenje pritiska u bušotini i konstatovan natpritisak od 4 mbar.

Uzorci gasa su uzeti na dubini 5,5 m, 7,7 m, 13,0 m i 19,0 m. Na svakoj dubini uzeta su po dva uzorka, a na dubini od 19,0 m uzeto je šest uzorka. Uzimanje uzorka gasa vršeno je pomoću specijalne sonde za uzorkovanje sa priključnim crevom, pumpe i aspiratora.

Rezultati analiza parametara gasonosnosti

Vлага i pepeo

Određivanje vlage i pepela vršeno je prema važećim jugoslovenskim standardima. Dobijeni podaci prikazani su u tablici 2.

pratećih stena biti znatno niži za jedan isti gasni sastojak.

Poroznost

Porozni ugljevi na određenom pritisku mogu da sadrže znatne količine slobodnog gasa kako se to vidi iz sledeće relacije:

$$G_{S-1} = V \cdot P \text{ (m}^3/\text{t)}$$

gde je:

V — zapremina pora po toni, (m^3/t)

P — pritisak gasa u sloju, (100 KPa)

Predmet proučavanja predstavljaju pore — nosioci slobodnog gasa — pore sa filtrirajućim dejstvom, čije je određivanje neophodno za prognozu slobodnog gasnog kapaciteta radne sredine, odnosno količine gasa koja se u određenim termo-dinamičkim uslovima može da sadrži u porama.

Količina slobodnog gasa (G_{S-1}) svodi se na laboratorijsko određivanje poroznosti iz odnosa stvarne i prividne gustoće. Za određivanje stvarne relativne gustoće kao piknometarska tečnost koristi-

Tablica 2

Br. uz.	Bušot.	Dužina interv.	Materijal	Vлага %		Pepeo za uzorak %	
				ukupna (u mas.)	higro	u masivu	bez vlage i pepela odn. suv
1		3,0— 4,8	kompaktan ugalj	22,15	14,93	8,91	11,45
2		32,4— 35,0	kompaktan ugalj	21,37	15,58	9,88	12,57
3	B-1	45,15—46,15	laporac krovina	7,24	1,08	57,71	62,22
4		56,2— 58,2	crveni peščar	2,50	0,44	97,10	99,59
5	B-2	7,60— 8,36	uglavita glina	11,60	4,48	75,91	85,87
6	B-3	10— 12	sivi peščar	6,77	1,03	90,09	96,64

Prema podacima tablice 2 ispitivani uzorci uglja imaju niske vrednosti za pepeo te treba očekivati da sorpcioni gasni kapacitet ima značajnu vrednost, dok će kod ispitivanih uzoraka

ti se voda. Za pospešivanje kvašenja dodaje se kvašitelj i vrši zagrevanje na vodenom kupatilu. Metoda je razrađena u Rudarskom institutu A.A. Skočinskog u SSSR-u, po čijem su tvrdjenju

Stvarna i prividna relativna gustoća i poroznost

Tablica 3

Red. broj	Bušotina	Duzina inter- vala m	Materijal	Vlagu ukupna (u masi- vu) %	Pepeo za suv uzorak %	Relativna gustoća		Poroznost za uzorak		
						U masivu	Za čist odn. suv uzorak	U masivu	Suv masivu	Suv m ³ /t
1	3,0–4,8	Kompaktan ugaj	22,15	11,45	1,368	1,368	1,528	1,150	0,00	24,74
2	32,4–35,0	Kompaktan ugaj	21,37	12,57	1,383	1,383	1,544	1,138	0,00	26,30
3	B–1	45,15– 46,15	Laporac— krovina	7,24	62,22	2,210	2,087	2,440	1,936	5,57
4	56,2–58,2	Crveni peščar	2,50	99,59	2,594	2,500	2,704	2,437	3,62	9,87
5	B–2	7,60– 8,36	Ugljevita glinja	11,60	85,87	2,054	2,017	2,384	1,791	1,80
6	B–3	10–12	Sivi peščar	6,77	96,64	2,371	2,371	2,635	2,216	0,00
										18,60
										0,000
										0,084

rezultati saglasni sa rezultatima helijumove referentne metode. Određivanje prividne relativne gus-
toće vršeno je po metodi razrađenoj u Glavnom
institutu za goriva u Katovicama u Poljskoj. Za
određivanje se koristi piknometar specijalne kon-
strukcije, a kao piknometarska tečnost živa. Za
prodiranje žive u sve međuprostore piknometra
vrši se vakumiranje.

Rezultati ispitivanja poroznosti dati su u
tablici 3, prema kojoj poroznost za uzorke:

- uglja i sivog peščara
 - . sa ukupnom vlagom (u jamskim uslovi-
ma) nije konstatovana
 - . suve iznosi 24, 74, 26,30% i 18,60%,
odnosno 0,215, 0,231 i 0,084 m³/t
- laporca, crvenog peščara i ugljevite gline
 - . sa ukupnom vlagom iznosi 5,57, 3,62 i
1,80%, odnosno 0,107, 0,041 i 0,139
m³/t
 - . suve iznosi 20, 66, 9,87 i 24,87%,
odnosno 0,107, 0,041 i 0,139 m³/t

Nepostojanje slobodne poroznosti u jamskim
uslovima govori da su sve pore ovih uzoraka
zapunjene vodom te količina slobodnog gasa ne
može biti visoka. Sa povećanjem dubine količina
slobodnog gasa će rasti srazmerno povećanju pritis-
ka.

Sastav gase u radnoj sredini

Sastav gasne smeše u radnoj sredini određivan
je na uzorku dobijenom pri određivanju zaostale
gasonosnosti i na uzorku gase iz bušotine.

Određivanje zaostale gasonosnosti vršeno je po
metodi Mak–Ni, po kojoj se uzorak uzima jezgro-
vanjem i u hermetički zatvorenoj posudi doprema
u laboratoriju. U laboratoriji se na specijalnoj
aparaturi i uz zagrevanje i mlevenje u adaptiranoj
posudi vibro mlina vrši degazacija, a gas koji se
izdvaja hvata u rezervoar pozname zapremine.

Pre degaziranja posuda je otvarana s tim što je
prethodno izmereno stanje gase u posudi i uzet
uzorak gase za analizu. Zatim je određena količina
uzorka stavljena u posudu za degaziranje i degazi-
ranje vršeno sve dok na manometru nije ustanovlje-
no da je izvršeno izdvajanje gase.

Izdvojena količina gase preračunavana je na
normalne uslove i na jedinicu težine uzorka i to za
gas izdvojen desorpcijom, vakumiranjem i za ukup-
nu gasnu smešu.

Prema tome, gasna smeša koja se nalazi u
uzorku određuje se gasnom smešom koja se izdva-
ja:

- desorpcijom za vreme od momenta stavlja-
nja uzorka u posudu do momenta otvaranja
posude
- vakumiranjem po prikazanom postupku.

Sastav gasne smeše određivan je shodno stan-
dardu „Određivanje ugljen – dioksida kiseonika,
metana, vodonika i azota Orsat–aparatom”, JUS
B.Z1.060 od 1969. god. Vodonik je određivan i
pomoću specijalne Drager–cevčice za vodonik
0,5%, za uzorak broj 1 i broj 3. Rezultati se
prikazuju u tablici 4.

Tablica 4

	Orsat aparat	Dräger cevčica
Uzorak 1	2,4%	2,5%
Uzorak 3	4,00%	2,94%

Ovi rezultati služe samo kao osnova za prora-
čunavanje gasne smeše u uglju te se ne nalaze u
daljem tekstu.

Sastav desorbovane gasne smeše

Rezultati ispitivanja sastava gasne smeše prika-
zani su u tablici 5. Prema podacima tablice u
ukupnoj gasnoj smeši, desorbovanoj iz uglja, azot
je zastupljen sa najvećim procentom 55,45 do
83,24%, za kojim dolaze ugljen–dioksid i vodonik.
Ugljen–dioksid se kreće u granicama od 12,85 do
28,12%, a vodonik od 3,91 do 18,34%.

Metan se pojavljuje u minimalnim količinama
–0,48 i 0,93 – i to samo kod jednog uzorka uglja i
uzorka laporca iz krovine, dok je vodonik konsta-
tovan kod svih uzoraka.

Učešće vodonika je relativno visoko, a prema
usvojenoj metodologiji, prikazanoj u tablici 1,
ispitivani uzorci pripadaju zoni gasnog provetra-
vanja i imaju karakter, u ovom slučaju, sumljivih po
vodoniku. Razmatrani su samo rezultati za ukupnu
gasnu smešu pošto je ona interesantna za stanje u
jami.

Sastav gasne smese

Tablica 5

Red. broj	Bušo- tina m	Dužina intervala	Materijal	Vlagu- kučna (u masi- vu) %	Pepso- za šup- uzorak %	Desorpcijom				Vakuumiranjem				Ukupno						
						CO ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	Σ	CO ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	Σ					
						Procentualno učešće														
1	3,0—4,8	Kompaktan ugali	Kompaktan ugali	22,15	11,45	2,16	—	3,65	94,16	100,00	18,41	—	17,48	64,11	100,00	16,94	—	16,21	66,84	100,00
2	32,4—35,0	Kompaktan ugali	Laporac- krovina	21,37	12,57	2,13	—	2,13	95,86	100,00	17,50	0,99	19,42	62,09	100,00	16,54	0,93	18,34	64,19	100,00
3	B-1	45,15— 46,15	Crveni peštar	7,24	62,22	1,15	—	1,15	97,70	100,00	29,58	0,51	16,88	53,03	100,00	28,12	0,48	16,02	55,48	100,00
4	56,2—58,3	Uglijevita gлина	2,50	99,59	2,04	—	—	97,96	100,00	15,16	—	10,84	74,01	100,00	14,63	—	10,41	74,96	100,00	
5	B-2	7,60— 8,36	Sivi peštar	11,60	85,87	15,38	—	—	82,69	100,00	13,20	—	6,39	80,41	100,00	13,28	—	6,12	80,50	100,00
6	B-3	10—12		6,77	96,64	12,08	—	1,51	86,41	100,00	12,89	—	4,01	83,10	100,00	12,85	—	3,91	83,24	100,00

Tablica 6

Uzorak uzet po zatva- ranju bušotine	CO ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	H ₂ %	N ₂ %	CO ppm
10 min	0,80	19,70	0,00	0,07	79,43	3
20 min	0,60	19,70	0,00	1,29	78,41	5
24 časa	1,50	12,50	0,00	1,18	84,82	120

Sastav gasne smeše iz bušotine B-1

Ispitivani uzorci gasne smeše iz bušotine B-1 uzeti su prilikom uzimanja jezgra na dan 12.6.1984. god. i kašnije 5.7.1984. godine.

Rezultati ispitivanja uzorka, uzetih na dan 12.6.1984. god. sa dubine od 35,0 m. daju se u tablici 6.

Prema podacima tablice vremenom u bušotini raste sadržaj ugljen-dioksida, ugljen-monoksida, vodonika i azota, a opada sadržaj kiseonika. Prisustvo metana nije konstatovano.

Prema primjenjenoj metodologiji i ispitivani uzorci jamskog vazduha pripadaju zoni gasnog provetravanja i imaju, takođe, karakter sumljivih po metanu. Paralelni uzorak uzet 24 časa po zatvaranju bušotine analiziran je metodom gasne hromatografije instrumentom Varian 3700, a dobiveni podaci prikazani su u tablici 7.

Na gasnom hromatografu vodonik nije konstatovan, što može biti posledica i njegove visoke efuzione i difuzione sposobnosti, dok je metan konstatovan sa minimalnim iznosom 0,03%. Isto se na Orsat – aparatu teško mogu sa sigurnošću konstatovati pogotovo u prisustvu vodonika. Ostali elementi pokazuju saglasnost dok je ugljen-monoksid znatno viši na gasnom hromatografu.

Rezultati uzorka gasne smeše iz bušotine B-1, uzetih na dan 5.7.1984. god. prikazuju se u tablici 8.

Suprotno očekivanju vodonik kao i metan nisu konstatovani ni u jednom uzorku a kao što se

vidi, ispitano je šest od ukupno dvanaest uzoraka uzetih sa različite dubine, što može biti još jedan dokaz da se metan pojavljuje u minimalnim količinama i da vodonik lako migrira.

Provera postupka za određivanje zaostale gasonosnosti u vezi vodonika konstatovanog u desorbowanim gasovima

U literaturi se nailazi na tekstove koji tretiraju poreklo vodonika u gasnoj smeši iz uglja, kao i njegovu količinu. Navodimo samo jedno poglavље iz Upustava za određivanje i prognozu gasonosnosti ugljenih slojeva i pratećih stena pri geološko-istražnim radovima Ministarstva geologije SSSR-a, Moskva, iz 1977. god. koje glasi: „Vodonik (H_2) se obično sreće u vidu neznatnih primesa, ipak njegov sadržaj u prirodnim gasovima iz uglja u pojedinim slučajevima dostiže 40–50% pa i više, ali obično pri neznatnoj količini. Vodonik nije svuda rasprostranjen. Poreklo vodonika često ostaje nejasno, može biti vezano s biohemiskim procesima pretvaranja biljnog materijala u ugalj, s metamorfozom uglja, s prodiranjem iz magmatskih ležišta. Pri ispitivanjima neophodno je imati na umu da se vodonik može obrazovati u procesu laboratorijske obrade uzorka”.

Navodi iz literature, često sasvim suprotni, ukazuju da je vodonik u gasovima ugljenih ležišta još uvek nedovoljno proučena pojava i to kako u pogledu nastajanja i količina, tako i oblika u kojima se može sresti u ugljenim ležištima, a što je, svakako, posledica njegove velike efuzione sposobnosti. Tako se nailazi i na podatak, da je vodonik sposoban da migrira kroz pukotine koje nisu

Tablica 7

Uzorak užet 24 časa po zatvaranju bušo- tine	CO ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	H ₂ %	N ₂ %	CO ppm
1,6	12,90	0,03	—	84,50	400	

Tablica 8

Uzorak	Dubina m	Postupak uzimanja	CO ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	H ₂ %	N ₂ %	CO ppm
1	5,0	suvi	5,0	3,7	0,00	0,00	91,30	0
3	7,7	suvi	5,1	2,4	0,00	0,00	92,50	10
5	13,0	mokri	4,9	1,5	0,00	0,00	92,60	5
7	19,0	suvi	4,7	2,0	0,00	0,00	93,30	7
10	19,0	mokri	4,7	1,3	0,00	0,00	94,00	5
12	19,0	mokri	5,1	1,4	0,00	0,00	93,50	50

prohodne za ugljovodonike, kao i da njegov visoki koeficijent difuzije ne dozvoljava da se nakupi u znatnim količinama u ležištima ugljovodoničnih gasova.

Pri našim dosadašnjim ispitivanjima vodonik nije konstatovan ni u jednom uzorku, a po potpuno identičnom postupku izvršena su ispitivanja zaostale (prirodne) gasonosnosti za sledeće rudnike:

- OOURE Aleksinački rudnik uglja — jama Morava i to po dva uzoraka uglja, škriljaca i peščara
- Rudarsko-industrijski kombinat — Aleksinac, Centar za razvoj i to:
 - . osam uzoraka škriljaca
 - . četiri uzorka uglja ležišta Jankova Klisura — Blace
 - . četiri uzorka iz bušotine B-19 (tri škriljca i jedan ugaj)
- Rudnici mrkog uglja Zenica u Zenici (Stara Jama i Stranjani) i to uzorci uglja, krečnjaka, glinovitog lapora
- OOURE RO Belačevac — Priština za uzorce uglja i gline (ukupno šest).

Da bismo utvrdili da vodonik ne nastaje u procesu mlevenja i termovakumske degazacije, pogotovo ako degazacija duže traje, pošto se u literaturi navode ovakve mogućnosti, s obzirom da ugaj iz jame Strmosten do sada nismo ispitivali, izvršili smo proveru.

Provera za uticaj dužeg trajanja termovakumske degazacije izvršena je na uzorku sivog peščara. Po izvršenoj degazaciji uzorak je stajao u posudi pod vakuumom. Nakon skoro mesec dana od dana degazacije nastavljena je termovakumska degazacija u trajanju od sedam časova, što je skoro dva puta duže od našeg vremena degazacije. Dobijeno je veoma malo gasne smeše u kojoj nije konstatovan vodonik. Provera na uticaj termovakumske degazacije izvršena je na uzorku uglja i to na uzorku pripremljenom za analitička određivanja što znači propuštenom kroz drobilicu u vreme otvaranja uzorka i sušenom na vazduhu radi određivanja grube vlage. Uzorak samleven za zrnovitost od 0,075 mm stajao je otvoren 24 časa nakon čega je degaziran takođe sedam časova. Vodonik nije konstatovan. Provera na uticaj mlevenja, koje se vrši pre termovakumske degazacije, izvršena je na uzorku zrnovitosti ispod 20 mm i na uzorku iz prethodnog poglavlja. Nakon stavljanja u posudu uzorak je mleven na vibro mlinu. U oba slučaja vodonik nije konstatovan. Rezultati dobije-

ni pri ovim proverama dokazuju da se u našim uslovima vodonik nije stvarao pri ispitivanjima uzoraka iz jame Strmosten.

Sorpcione karakteristike radne sredine i izoterme sorpcije

Sorpcionim karakteristikama radne sredine određuje se količina gase u m^3/t koju u određenim termodynamičkim uslovima radna sredina može da apsorbuje. Sorpcione sposobnosti određuju se izotermom sorpcije koja pokazuje odnos gasnog kapaciteta i pritiska gase u ležištu.

Određivanje sorpcionog gasnog kapaciteta vrši se za pritiske do 20.100 KPa i to posebno za pritiske ispod i za pritiske iznad 100 KPa. Određivanje sorpcionog gasnog kapaciteta za pritisak ispod 100 KPa vrši se po uprošćenoj metodi Mak-Ni, a za pritisak iznad 100 KPa po metodi Glavnog instituta za goriva koja se zasniva na principu metode Beckmann-a. Sorpcione karakteristike za uzorce iz ove studije uradiće se istovremeno sa uzorcima čije ispitivanje predstoji i čije prikupljanje upravo započinje.

Slobodni gasni kapacitet radne sredine i izoterme sorpcije

Sa povećanjem pritiska, odnosno povećanjem dubine zaleganja sloja raste količina slobodnog gase u porama po pravolinijskoj progresiji i to isto za sve vrste gase.

Izoterme sorpcije prikazane su na slici 3 za uzorce u masivu i 4 za suve uzorce.

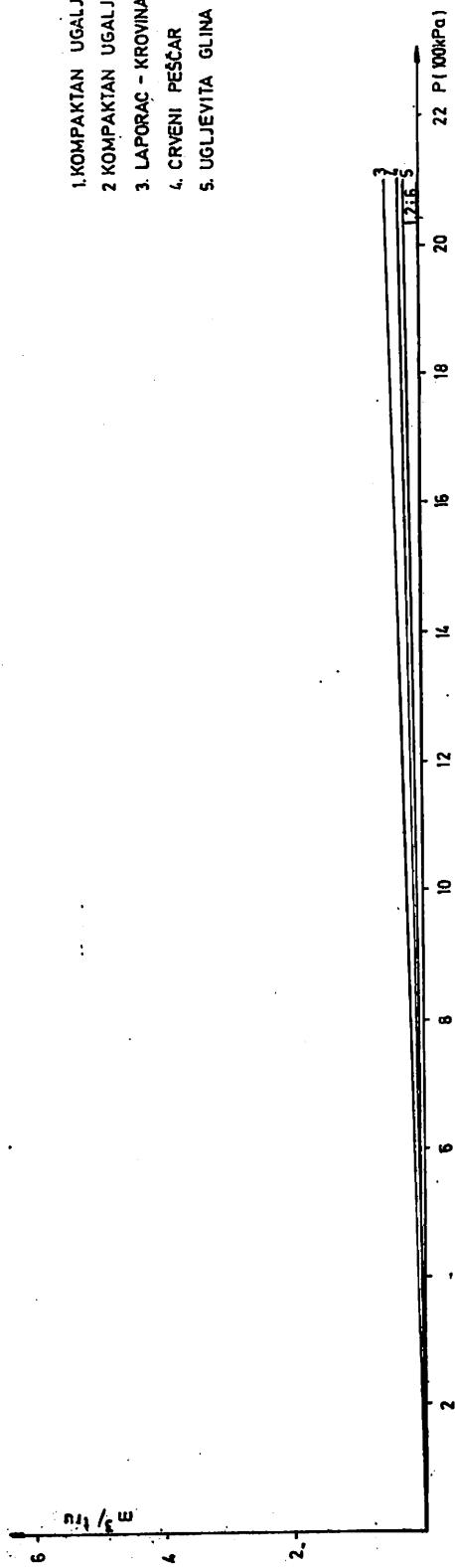
Već je rečeno da u masivu pore mogu biti zapunjene vodom u kom slučaju nema slobodne poroznosti, odnosno slobodnog gasnog kapaciteta, te se izoterme poklapaju sa apscisom, u našem slučaju za uzorce broj 1, 2 i 6, kako se to vidi na slici 3. Slobodni gasni kapacitet za uslove koji vladaju u jami praktično ne postoji.

Važno je napomenuti da se slobodni gas u količinama iznad konstatovanih u ovom izveštaju može javiti samo u velikim pukotinama u rasednim zonama.

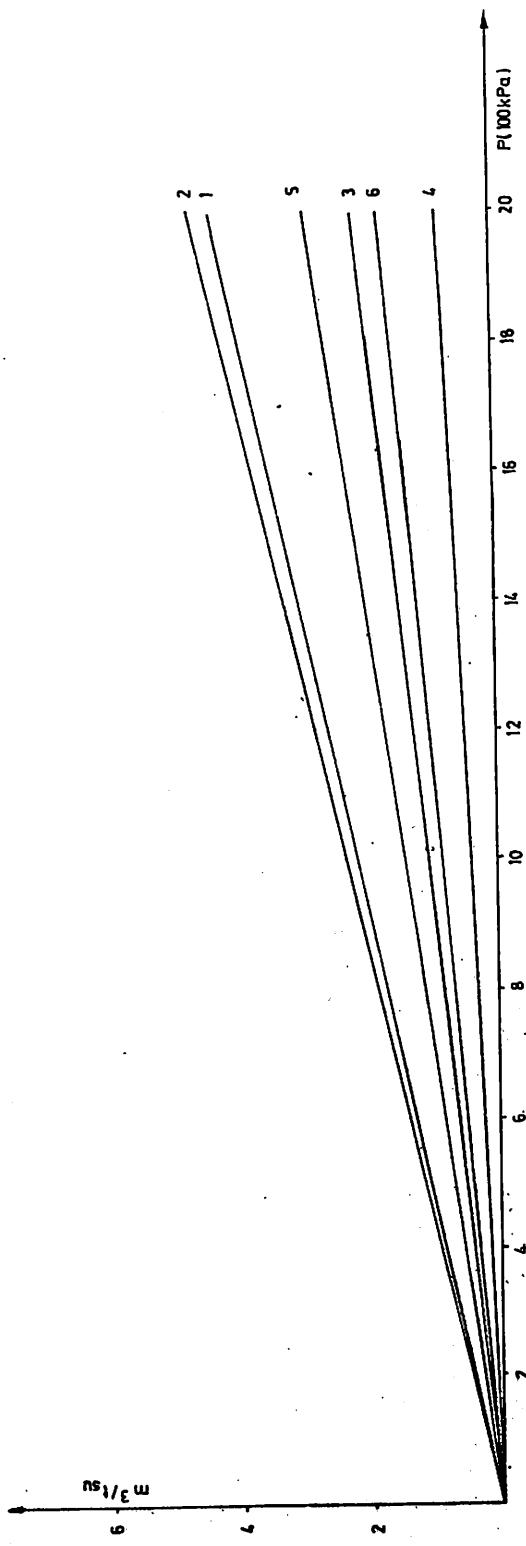
Ukupni gasni kapacitet uglja i izoterme sorpcije

Ukupni gasni kapacitet sastoji se iz sorpcionog i slobodnog gasnog kapaciteta i prikazuje se, kao i

1. KOMPAKTAN UGALJ
2. KOMPAKTAN UGALJ
3. LAPORAC - KROVINA
4. CRVENI PEŠCAR
5. UGLJEVITA GLINA



Sl. 3 → Slobodni gasni kapacitet za uzorke u massivu.



Sl. 4 → Slobodni gasni kapacitet za suve uzorke.

Tablica 9

Red.	Bušo-tina br.	Dužina intervala m	Materijal	Vлага ukupna (u ma-sivu) %	Pepeo za suv uzorak	Desorpcijom				Vakumiranjem				Ukupno						
						CO ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	Σ	CO ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	Σ	CO ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	Σ
1	3,0–4,8	Kompaktan ugaj	22,15	11,45	0,003	—	0,005	0,129	0,137	0,253	—	0,240	0,881	1,374	0,256	—	0,245	1,010	1,511	
2	32,4–35,0	Kompaktan ugaj	21,37	12,57	0,002	—	0,002	0,090	0,094	0,247	0,247	0,274	0,876	1,411	0,249	0,14	0,276	0,966	1,505	
3	45,15– 46,15	Laporac– krovina	7,24	62,22	0,001	—	0,001	0,085	0,087	0,468	0,008	0,267	0,839	1,582	0,469	0,008	0,268	0,924	1,669	
4	B–1	Crveni pesčar	2,50	99,59	0,001	—	0,048	0,049	0,183	—	0,131	0,895	1,209	0,184	—	0,131	0,943	1,258		
5	B–2	7,60– 8,36	Uglevita glina	11,60	85,87	0,008	—	0,044	0,052	0,159	—	0,077	0,969	1,205	0,167	—	0,077	1,012	1,257	
6	B–3	10–12	Sivi pesčar	6,77	98,64	0,004	—	0,001	0,031	0,036	0,180	—	0,055	1,161	1,396	0,184	—	0,056	1,192	1,432

Zaostala gasonosnost za uzorku ugasila bez vlagi i pepela (čistu ugļjenju supstancu) odnosno za suve uzorce pratećih stena

Tablica 10

Red.	Bušo-tina br.	Dužina intervala m	Materijal	Vлага ukupna (u ma-sivu) %	Pepeo za suv uzorak	Desorpcijom				Vakumiranjem				Ukupno						
						CO ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	Σ	CO ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	Σ	CO ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	Σ
1	3,0–4,8	Kompaktan ugaj	22,15	11,45	0,004	—	0,007	0,187	0,198	0,367	—	0,348	1,278	1,993	0,371	—	0,355	1,465	2,191	
2	32,4–35,0	Kompaktan ugaj	21,37	12,57	0,003	—	0,003	0,130	0,136	0,359	0,020	0,390	1,274	2,052	0,362	0,020	0,402	1,404	2,188	
3	B–1	45,15– 46,15	Laporac– krovina	7,24	62,22	0,001	—	0,001	0,092	0,094	0,504	0,009	0,288	0,904	1,705	0,505	0,009	0,289	0,996	1,799
4	56,2–58,2	Crveni pesčar	2,50	99,59	0,001	—	0,000	0,049	0,050	0,188	—	0,134	0,918	1,240	0,189	—	0,134	0,967	1,290	
5	B–2	7,60– 8,36	Uglevita glina	11,60	85,87	0,009	—	0,000	0,049	0,058	0,180	—	0,087	1,096	1,363	0,189	—	0,087	1,145	1,421
6	B–3	10–12	Sivi pesčar	6,77	96,64	0,004	—	0,001	0,033	0,038	0,193	—	0,059	1,245	1,497	0,197	—	0,060	1,278	1,535

sorpcioni, izotermama sorpcije. Izoterme sorpcije obrazovaće se nakon određivanja sorpcionog gasnog kapaciteta.

Zaostala gasonosnost

Zaostala gasonosnost sloja predstavlja količinu gase koju sadrži jedinica težine uglja izvađenog iz sloja bez preduzimanja bilo kakvih mera za očuvanje gasonosnosti na pritisku i temperaturi ležišta.

Metoda određivanja zaostale gasonosnosti prikazana je kod sastava gasne smeše. Rezultati ispitivanja za ugljen-dioksid, vodonik, metan i azot, odnosno ukupni sadržaj gasova prikazuju se u tablicama 9 i 10. Prema tablici 10:

- vodonik se kreće od 0,060 do 0,402 m³/tču ili m³/tsu
- metan 0,000 do 0,020 m³/tču ili m³/tsu
- ugljen-dioksid 0,189 do 0,505 m³/tču ili m³/tsu
- azot 0,967 do 1,465 m³/tču ili m³/tsu
- ukupna gasna smeša 1,290 do 2,191 m³/tču ili m³/tsu

Upoređivanjem ovih vrednosti sa vrednostima primenjene metodologije konstatuje se da uzorci svih bušotina imaju više od 0,02 m³H₂/tču, odnosno/ tsu i da pripadaju metanskoj zoni i to azotno-metanskom delu.

Kako se karakter jame određuje prema najnepovoljnijim podacima, to se područje ispitivanih bušotina svrstava u azotno-metansku zonu i ima metanski karakter.

Zaključak

Na osnovu analiza gasnih odnosa šest uzoraka bušotine B-1, B-2 i B-3, iz hodnika VH-2 jame Strmosten rudnika mrkog uglja Resavica konstatованo je:

- da zaostala (prirodna) gasonosnost u jamskim uslovima nije visoka — kreće se od 1,258—1,668 m³/tru, a sačinjava je:

. vodonik	od 0,056—0,276 m ³ /tru
. metan	od 0,008—0,014 m ³ /tru
. ugljen-dioksid	od 0,167—0,467 m ³ /tru
. azot	od 0,924—1,192 m ³ /tru

— da učešće u gasnoj smeši izdvojenoj iz uglja iznosi za:

. vodonik	od 3,91 do 18,34 %
. metan	od 0,48 do 0,98 %
. ugljen-dioksid	od 12,85 do 28,12 %
. azot	od 55,45 do 83,24 %

— da je vodonik prisutan kod svih ispitivanih uzoraka

— da je metan prisutan samo kod dva uzorka — uzorka uglja i laporca iz bušotine B-1 — uzorak broj 2 i 3

— da je u jamskim uslovima poroznost prisutna samo kod uzorka laporca, crvenog peščara i ugljevite gline

— da za vreme bušenja u radnom prostoru i na uštu bušotine nije konstatovana pojava metana pomoću portabla instrumenata

— da je pomoću Orsat-aparata u uzorku iz bušotine od 16.6.1984. god. konstatovan vodonik u iznosu od 1,29 i 1,18% što odgovara količini vodonika u uzorku uglja od 0—20%

— da u uzorcima gasova uzetih iz bušotine B-1 posle 23 dana nije konstatovan ni metan ni vodonik.

Na osnovu iznetog može se zaključiti da ispitivanje područje pripada metanskoj zoni i to azotno-metanskom delu prema usvojenoj metodologiji.

Navedeni rezultati ne pružaju mogućnost da se doneće ma kakav pouzdaniji zaključak o gasnom stanju jame Strmosten, pogotovo što su ograničeni na područje samo jedne jamske prostorije i što se u literaturi nailazi na protivurečnost kako u pogledu porekla vodonika u gasovima iz uglja tako i u pogledu načina pojavljivanja i količina koje se mogu sresti u rudnicima — verovatno zbog njegovih jako izraženih efuzionih i difuzionih osobina.

Iz tog razloga oni imaju samo indikativni karakter što nalaže potrebu za detaljnim ispitivanjem gasnog stanja ležišta znatno većeg područja jame Strmosten, kao i ostalih jama u rudniku Rembas.

SUMMARY

Preliminary Investigations on the Gassiness Rate in Mine Rembas Pit Strmosten

The tested area belongs to the methane zone, more precisely, to the nitrogen-methane part. The obtained results do not afford a possibility for making a reliable conclusion on the pit state of gassiness, particularly because they are limited to the area of a single underground room. Hence, they are only indicative, suggesting the need for more detailed investigation of the state of gassiness of the deposit in a much larger area of Pit Strmosten, as well as other pit in Mine REMBAS.

ZUSAMMENFASSUNG

Voruntersuchungen der Gasführung in der Grube Strmosten Rembas

Der untersuchte Bereich gehört der Metanzone und der Stickstoff-Metanzone an. Die erhaltenen Ergebnisse bieten keine Möglichkeit, dass irgendein zuverlässigerer Schluss über den Grubengaszustand gezogen wird, da sie blos auf den Bereich eines Grubenraums beschränkt sind. Deswegen haben sie nur Untersuchungscharakter, was eine eingehende Untersuchung des Gaszustands der Lagerstätte eines bedeutend grösseren Bereichs der Lagerstätte erfordert, sowie auch von anderen Gruben in REMBAS.

РЕЗЮМЕ

Предварительные испытания газоносности в шахте Стрмостен рудника РЕМБАС

Испытываемая область принадлежит к зоне опасной по газу и то азотно-метановой части. Полученные результаты не предоставляют возможность сделать более надежный вывод о газовом состоянии в шахте, поскольку ограничены только на одну подземную выработку. Поэтому они имеют только индикативный характер, что вызывает потребность в дальнейших испытаниях газового состояния месторождения значительно большей зоны шахты Стрмостен, а также и остальных шахт в руднике РЕМБАС.

„Rudarski glasnik“ je u svojim stalnim rubrikama do sada delimično obrađivao i probleme zaštite čovekove životne sredine. Uz tehnološke procese eksploatacije i pripreme mineralnih sirovina razmatrana su tehnološko-tehnička rešenja sprečavanja ili otklanjanja štetnih posledica od rada rudarskih postrojenja na okolinu. Pri projektovanju i kontroli rada rudarskih i energetskih objekata kao sastavni njihov deo rešavani su i problemi zaštite čovekove radne i životne sredine.

Redakcionji odbor „Glasnika“ je na zahtev korisnika, a ceneći neophodnost još većeg publikovanja radova u ovoj oblasti odlučio da uvede novu stalnu rubriku pod nazivom **ZAŠTITA ČOVEKOVE ŽIVOTNE SREDINE**.

U želji da omogućimo šire učešće budućim učesnicima koji će pisati priloge za ovu rubriku dajemo samo nekoliko napomena.

Sa tehnološkog gledišta, zaštita sredine u sistemu zemlja–voda–vazduh se svodi na mehaničko, hemijsko, biološko i kombinovano razdvajanje faza: čvrsta–čvrsta; čvrsta–tečna; tečna–tečna; tečna–gasovita i gasovita–gasovita.

Faze procesa koji se decenijama koriste u postrojenjima za koncentraciju mineralnih sirovina kao što su usitnjavanje, prosejavanje, taloženje, sedimentacija, kondicioniranje, agitacija, flotacija, koagulacija, filtracija, dekantiranje, filtriranje, jonska izmena, biološko tretiranje, sušenje, sagorevanje, otplinjavanje, aglomeracija i ukupnjavanje, primenjuju se u jednom ili drugom obliku u postupcima i tehnologijama za očuvanje čovekove životne sredine.

Tehnolozi i projektanti koji se bave ovim procesima, biće u stanju da daju značajan doprinos, ako svoje tehnološke probleme šire razjasne i sa aspekta zaštite sredine.

Zemljiste će se najbolje zaštititi, ako dosadašnje greške u oštećenju prirode usled rada i građenja rudarskih građevinskih objekata stručno opišemo i objavimo, a nove objekte gradimo na pozitivnim iskustvima.

Vode ćemo uspešno štititi, ako proverene metode obogaćivanja i koncentracije mineralnih sirovina primenimo na sprečavanje zagađenja i čistimo samo nužni deo otpadnih voda.

Vazduh ćemo uspešno zaštititi, ako do sada realizovana tehnička rudarsko-industrijska rešenja sprečavanja stvaranja prašine šire primenimo u industriji i građevinarstvu. Uspećemo i ako gradimo naša nova postrojenja sa poznавanjem osobina naših sopstvenih sirovina bez slepog primenjivanja tuđih standarda zasnovanih na neodgovarajućim kvalitetima sirovina.

Želja je Redakcionog odbora da naučnici i stručnjaci preko ove nove rubrike stampaju radove koji će omogućiti:

- da buduće otkopavanje rude i građevinskog materijala ne ugrožava izgled i stabilnost prirode
- da buduće rudničke i druge deponije i jalovišta bezbedno prime samo najnužniji deo zaista „jalovog“ materijala, a da se pretežno sadašnji otpadni materijali iskoriste kao sekundarna sirovina
- da prestane potreba za zauzimanjem novih prostora za pepeo termoelektrana, a da se on u potpunosti iskoristi za puteve, cement, kreč i odbrambene nasipe
- da se štetni i gasovi neprijatnog mirisa iz toplana, elektrana, celuloze i drugi, izborom odgovarajućih tehnoloških postupaka, korisno upotrebe u industriji i rudarstvu.

Konačno, težnja je Redakcije da članci za ovu rubriku obavezno razjašnjavaju tehnološke postupke kojima je jedan od zadataka zaštita čovekove okoline.

F L O T A T O R

Uređaj za efikasno čišćenje industrijske vode od nafte, ulja, masti i suspendovanih koloidnih čvrstih čestica

(sa 1 slikom)

Dipl.inž. M i l o l j u b G r b o v ić – prof. inž. G o j k o H o v a n e c

Zagađivači rečnih slivova

Industrijske otpadne vode, kojima su zagađene naše reke, pretežno ističu iz industrijskih postrojenja koja u nekom vidu koriste naftne derivate, masti i ulja. To su:

- pumpne stanice na naftnosnim poljima gde se pri povišenoj temperaturi odvaja nafta od slojne vode koja se zajedno sa naftom crpe iz bušotina;
- rafinerija nafte gde se kontinuirano ili u prekidima odstranjuje izvesna količina otpadne vode;
- brodska pristaništa gde se povremeno vrši pranje brodskih prostorija;
- remontna pristaništa brodova gde se vrši pranje brodskih prostorija;
- remontne stanice i radionice autotransportnih kamiona i automobila;
- stanice za pretakanje nafte i derivata od nafte;
- mašinske hale i kompleksi mašinskih radionica gde se vrši podmazivanje novih i pranje starih mašinskih sklopova i delova;
- termocentrale koje kao pogonsko gorivo upotrebljavaju mazut;
- termocentrale na niskokalorični ugalj koje za potpalu koriste mazut;
- aerodromski servisni hangari za avione i druga vozila;
- fabrike boja i lakova
- brojne druge radionice koje u otpadnoj vodi imaju organskih ulja, masti i zamašćenih čvrstih mineralnih čestica.

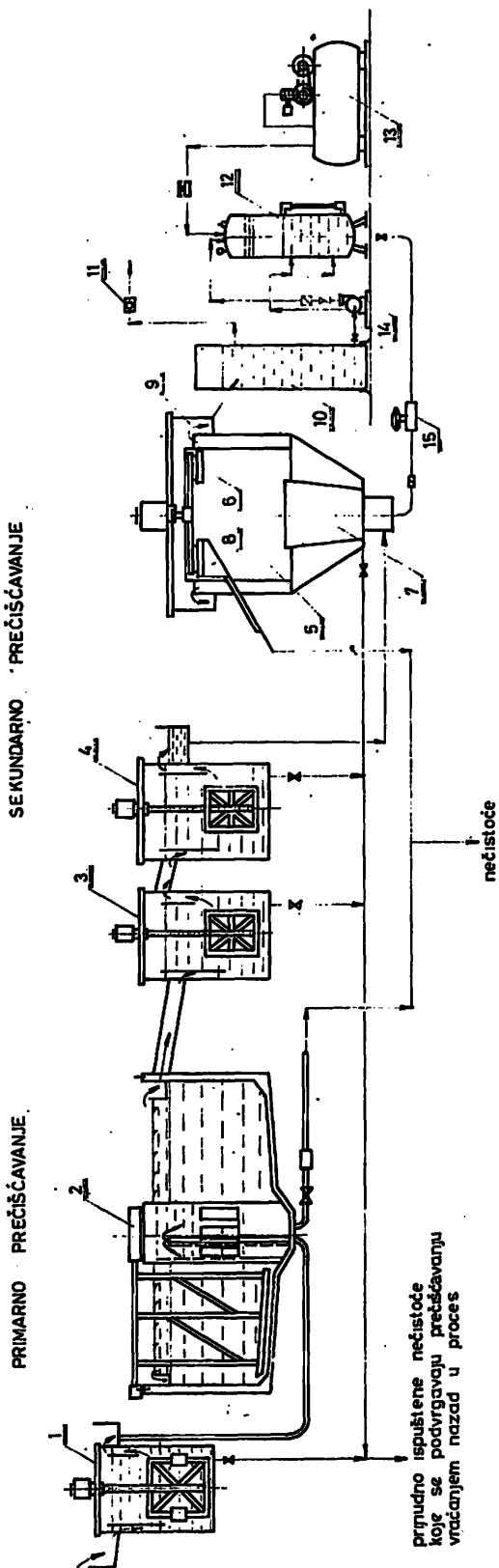
Rudarski institut – Beograd i Fabrika opreme i delova – Bor (FOD – Bor) zajednički su po

sopstvenoj tehnologiji konstruisali domaću mašinu koja uspešno odstranjuje organske masne materije iz otpadne vode. Ova mašina ima ključnu ulogu u kompleksnoj tehnološkoj šemi čišćenja voda koja je prikazana na slici 1.

Tehnološka prečišćavanja vode od nafte, emulgiranih masti i ulja i suspendovanih koloidnih čvrstih čestica

Maseno učešće štetnih materija u otpadnoj vodi je obično vrlo malo. Udeo nafte iznosi svega nekoliko grama po litru. U zavisnosti od temperature procesa iz kojeg vodi poreklo zagađena voda, nafta može biti emulgovana. Pored nafte, otpadna voda obično sadrži i sitne, čvrste suspendovane materije. Ove čvrste čestice su jako sitne, obično promera ispod 10 µm. Ako nafta potiče iz „vrućeg“ procesa (naftnosna polja, rafinerije), gde je radna temperatura procesa oko 35–55°C, onda je ona emulgovana i sadrži prisustvo soli (NaCl). Što je veća temperatura, to je veće učešće emulgovane nafte, masti i ulja. Uklanjanje ovako emulgovanih organskih masnoća običnim gravitacijskim postupkom praktično je nemoguće. Jedini uspešan način je primena postupka flotiranja.

Proces flotiranja zasnovan je na korišćenju izrazitog afiniteta apolarnih materija, u koje spadaju nafta, masti i sve vrste ulja, prema manje polarnoj gasovitoj fazi. U toku flotiranja se ovaj fenomen koristi na taj način što se kroz masu vode propušta odgovarajući broj sitnih mehurića vazduha na čijoj površini prianjuju apolarne čestice



LEGENDA

- 1 – primarni mečat
- 2 – mehanički sedimentator
- 3 4 – sekundarni i tercijerni mečat
- 5 – posuda flotatora
- 6 – lepatka za uklanjanje nečistoča
- 7 – difuzor
- 8 – posuda za prihvatanje i odvod nečistoča
- 9 – obodni prihvativni kanal za prečišćenu vodu
- 10 – privatna posuđa za prečišćenu vodu
- 11 – vodomjer
- 12 – rezervoar
- 13 – kompresor
- 14 – visećišrena pumpa
- 15 – reducir ventil

Sl. 1. – Tehnološka šema prečišćavanja zaujelih i zamuljenih otpadnih voda.

nafte, masti i ulja. Ovako formirani agregati, specifično lakši od vode, isplivavaju na površinu vode, gde formiraju sloj pene izrazito koncentrovan po sadržaju organske materije sa koje se prikladnim skidačima uklanja.

Ovim postupkom se, znači, uklanja iz vode prisutna nerastvorena organska supstancija.

I čvrsta supstancija je najčešće površinski hidrofobizirana, budući da je u vodi kondicionirana u prisustvu apolarnih organskih supstancija. Ovim se putem po površini čvrstih čestica formira film apolarnih supstancija, čime im se značajno povećava stepen apolarnosti (hidrofobnosti). Otuda pojava prijanjanja i čvrstih čestica na vazdušne mehuriće uz stvaranje od vode specifički lakših agregata, koji isplivavaju na površinu vode zajedno sa mehurićima koji transportuju (levitiraju) i organske materije.

Ukoliko je priroda prisutnih organskih i čvrstih nečistoća takva da neposredna primena postupka flotacije ne obezbeđuje zadovoljavajući efekat prečiščavanja vode, koriste se odgovarajući reagensi, kojima se ti uslovi kontrolisano poboljšavaju i efekat prečiščavanja vode podiže na željeni nivo.

Na kraju je važno istaći da u slučaju tretmana otpadnih voda sa opisanim prisustvom navedenih zagađivača postupak flotacije nema alternative.

Za razliku od uobičajene primene postupka flotacije za obogaćivanje rudnih sirovina u slučaju prečiščavanja otpadnih industrijskih voda pred flotacijom stoje posve specifični problemi. Jedan od problema je i potreba da se u sistem ubaci što veći broj sitnih mehurića vazduha, praktično mikronskih prečnika. To je nužno, s obzirom na razmere i broj čestica kako organskih (posebno kada su emulgovane) tako i čvrstih materija. Otuda je za potrebe prečiščavanja voda razrađen i odgovarajući sistem takozvane kompresione flotacije. Ovaj sistem je upravo namenjen i sposobljen za uklanjanje ultrafinih čestica organskih i čvrstih materijala iz tečne sredine.

Na sl. 1 prikazana je uobičajena tehnološka šema prečiščavanja zamuljenih i zauljenih voda. Šemom je predviđeno dvostepeno prečiščavanje vode: primarno i sekundarno.

Primarno prečiščavanje je namenjeno uklanjanju plivajućih organskih materija (nafte, masti i ulja) i relativno lako taložeće frakcije (razmere

krupnoće iznad 40 µm). Da bi se efekat ove relativno jednostavne faze procesa prečiščavanja što potpunije iskoristio dodatkom odgovarajućih reagensa (koagulanata i flokulanata) efekat isplivavanja organskih materija i brzina taloženja dispergovanih čestica čvrstih materija se višestruko povećavaju (u nekim slučajevima više od deset puta). Ovim se tehnološka efikasnost faze primarnog prečiščavanja znatno podiže, a ukupni troškovi prečiščavanja snizuju. U fazi primarnog prečiščavanja ulazna se voda najpre uvodi u kondicioner-mešać (1) u kome voda kontaktira sa odgovarajućim reagensima. Nakon ove obrade voda gravitacijski otiče u cilindrični mehanički sedimentator (ili sedimentator drugog tipa) (2), u kome se na dnu rezervoara natalože čvrste materije, a po površini vode plivaju organske materije. Iz posude sedimentatora ova ova produkta prikladno se uklanjaju i odvode na dalji tretman. Organske materije se sakupljaju i najčešće spaljuju, a zgušnuta čvrsta materija odlaže neposredno na zato pripremljenu deponiju ili se prethodno odvodnjava i odlaže na deponiju.

Sekundarno prečiščavanje je namenjeno uklanjanju emulgovanih i sitno dispergovanih organskih materija u vodi, a takođe ultrafinih, sporotaložećih čestica čvrste materije. Ovo prečiščavanje se ostvaruje primenom postupka kompresione flotacije. Ukoliko stepen hidrofobizacije (nakvasivosti vodom) ili uopšte priroda prisutnih nečistoća ne omogućava neposrednu primenu flotacije sa željеним efektom, vodi se ova karakteristika pojačava primenom odgovarajućih reagensa (kolektora, koagulanata ili flokulanata). Zbog toga se u primarnoj fazi tretirana voda podvrgava najpre kontaktiranju (mešanju) sa odgovarajućim reagensima ili reagentom u mešaćima (3 i 4). Nakon ovog tretmana voda otiče gravitacijski ili prinudno u flotator u kome se pod dejstvom brojnih vazdušnih mehurića odvija levitaranje svih nečistoća na površinu (ogledalu) vode, gde formiraju sloj nečistoća. Nečistoće se uklanjaju okretnim lopaticama (6) preko posude (8) odvode van flotatora (odvodnjavanje i odvod na deponiju ili sagorevanje). Prečišćena voda preliva po obodu posude flotatora u prstenasti kanal (9) iz koga gravitacijski otiče u prihvatni rezervoar (10). Uloga ovog rezervoara je dvojaka: da napaja sistem aeracije vode i stvaranje floto-medijuma i da omogućava nesmetano odливavanje vode, preko vodomera (11) u prijemnik ili ponovno korišćenje vode nazad u procesu proizvodnje.

Floto-medijum, kojim se sistem flotacije snabdeva neophodnim vazdušnim mehurićima, pri-

prema se u resiveru (12) u kome se obavlja zasićenje dela prečišćene vode vazduhom pod povećanim pritiskom (0,6—0,8 MPa). Iz resivera (12) se medijum uvodi u floto—posudu (5) sa donje strane zajedno sa neprečišćenom vodom. Pošto uđe u sredinu sa osetno nižim pritiskom, dolazi do oslobođanja viška vazduha u vidu brojnih veoma sitnih mehurića. Ovim se unutar posude (5) formira kompletan trofazni flotacioni sistem. Neophodan komprimirani vazduh za resiver (12) obezbeđuje kompresor (13).

Čitav sistem ima ugrađenu automatsku kontrolu i regulaciju. Resiver (12) je najvažniji deo procesa i on je opremljen uređajima za stalno održavanje pritska unutar resivera. Ima i elektrode kojima se automatski održava nivo vode u njemu u željenom opsegu nivoa (minimum — maksimum), a ovaj sistem isključuje ili uključuje pumpu (14), kojom se potrebna količina vode utiskuje u resiver. Reducir ventil (15) obezbeđuje da se floto—medijum uliva u floto—posudu (5) sa odgovarajućim

natpritiskom čime se sprečava turbulentno kretanje vode unutar posude flotatora, što je od velike važnosti za mirnoću floto—ogledala u posudi (5).

Postupak obrade problema:

- obilazak lokaliteta u cilju upoznavanja izvorišta zagađenih voda
- uzorkovanje izvorišta radi uzimanja uzoraka vode neophodnih za hemijsku analizu vode i izvođenje laboratorijskih opita u cilju utvrđivanja mogućnosti prečišćavanja i kvaliteta prečišćene vode
- podnošenje izveštaja preduzeću sa mišljenjem o mogućnosti prečišćavanja
- poluindustrijska ispitivanja radi verifikacije i optimizacije procesa prečišćavanja. Prikupljanje parametara za projektovanje industrijskog procesa i postrojenja prečišćavanja
- projektovanje postrojenja
- izgradnja i puštanje u rad.

SUMMARY

A New Modern Facility for Industrial Waters Cleaning by Flotation

A brief outline is given of the outlets of waste oiled waters with their basic properties. The hazard of river streams pollution by discharge of the waters prior to their cleaning is emphasized.

The second part of the article provides a description of the process flow—sheet for waste waters cleaning by flotation. The schematic presentation facilitates a visual insight into the nature of the process.

Finally, the order of problems treatments is given, starting from visit of the localities, water sampling, through laboratory and pilot—scale tests to starting—up of the plant.

ZUSAMMENFASSUNG

Neue zeitgemäße Einrichtung zur Industrieabwasserreinigung durch Flotationsverfahren

Es wurde eine kurze Darstellung der Herkunft von ölichen Abwässern mit ihren Grundcharakteristiken gegeben. Es wurde die Gefahr von Verschmutzung von Flussläufen durch das Einfliessen dieser Wässer ohne Vorreinigung.

Im zweiten Aufsatzteil wurde die Beschreibung und die Darstellung des Abwasserreinigungsschemas durch Flotationsverfahren gegeben. Schematische Darstellung erleichtert die Einsicht in die Verfahrensnatur.

Zum Schluss wurde die Reihenfolge der Problembearbeitung von dem Besuch der Oertlichkeit, über Labor- und Halbindustrieuntersuchungen bis zur Inbetriebsetzung gegeben.

РЕЗЮМЕ

Флотатор

новая современная установка для очистки промышленных вод способом флотирования

Дается краткий обзор источника сточных замасленных вод с их основными характеристиками. Подчеркнута опасность загрязнения речных течений этих вод без их предварительной очистки.

Во второй части статьи дается описание и план схемы очистки сточных вод способом флотации. Схематический план облегчает визуальный обзор характера способа.

В конце статьи дается порядок обработки проблем, начиная от обхода места нахождения, взятия образца воды и до лабораторного и полупромышленного испытания, а также и пуска установки в эксплуатацию.

Autori: dipl.inž. Miloljub Grbović, Zavod za pripremu mineralnih sirovina i prof. inž. Gojko Hovanec, Poslovničica u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dr inž. D. Ivanković, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 19.2.1985, prihvaćen 19.3.1985.

UDK: 662.75 : 662.62 : 666.94.041
Primenjeno—razvojni rad

ZAMENA MAZUTA U FABRICI CEMENTA U KOSJERIĆU

(sa 1 slikom)

Mr inž. Vojislav Vuletić

Uvod

Proces pečenja cementnog klinkera zahteva goriva visoke topotne moći kako bi mogla da se postigne potrebna temperatura produkata sagorevanja u zoni sinterovanja u peći.

U zoni sinterovanja temperatura materijala treba da je oko 1450°C , a temperatura plamena i produkata sagorevanja, radi dobrog prenosa topote, mora da je viša za najmanje 200°C . Dobar prenos topote potreban je, pored održavanja temperature procesa, i radi ekonomičnog rada postrojenja.

Tečna goriva i prirodan gas u potpunosti mogu da zadovolje i ispune sve potrebe tehnološkog procesa pečenja cementnog klinkera.

Deficitarnost i cena tečnih goriva i prirodnog gaza usmerava industriju cementa na domaća čvrsta goriva. Dosadašnja istraživanja i iskustva koja su stečena, pri korišćenju čvrstih goriva, u zemlji i inostranstvu, pokazuju da je zamena tečnih goriva i prirodnog gasa čvrstim moguća.

U Zavodu za termotehniku Rudarskog instituta radi se studija o mogućnosti i uslovima korišćenja uglja klase „R“ iz basena Kolubara za potrebe fabrike cementa u Kosjeriću. Autor je rukovodilac izrade studije.

U ovom članku prikazana su istraživanja mogućnosti zamene tečnog goriva u fabrici cementa u Kosjeriću lignitom iz basena Kolubara.

Ugalj i sirovinska smeša

Pri proizvodnji portland cementnog klinkera u rotacionim pećima potrebno je da se obezbedi kontinualno funkcionisanje sistema pečenja, sa što je moguće manje mehaničkih, elektro ili tehnoloških zastoja uz minimalan utrošak topotne i električne energije. Klinker, dobijen termičkim tretiranjem polazne sirovinske smeše u rotacionoj peći, a kasnije njegovim mlevenjem u cement, mora da ispuni određene zahteve tehničkog i tržišnog karaktera. Uniformnost hemijskih i fizičko-mehaničkih karakteristika kvaliteta cementa, kao i finalnog proizvoda (portland cement ili portland cement sa dodacima), mora da zadovolji uslove definisane odgovarajućim jugoslovenskim standardima.

Da li se neko gorivo može koristiti za pečenje cementnog klinkera zavisi od njegovih karakterističnih osobina: vlage, pepela, isparljivih materija, sagorevanja, reaktivnosti i finoće mlevenja. Vlaga u uglju mora da bude što niža, kako zbog topotne moći goriva tako i zbog sinterovanja klinkera. Udeo isparljivih materija sa aspekta procesa je vrlo važan i poželjno je da ih ugalj što više ima. Pepeo, koji ulazi u sastav proizvoda, mora da zadovolji kvalitet koji obezbeđuje dobar cement. Sadržaj alkalija, sumpora i hlora u pepelu mora da je ograničen, kako bi proces mogao nesmetano da se odvija. Sagorevanje treba da je tako da se obezbedi što veći sadržaj topote u produktima sagorevanja, odnosno da je odnos C/H što povoljniji. Reaktivnost uglja treba, takođe, da bude što veća, kako se ne bi povećala potrošnja topote zbog stvaranja

ugljen-monoksida. Od finoće mlevenja zavisi brzina sagorevanja i dužina plamena u zoni sinterovanja u peći. Brzina sagorevanja treba da bude velika, a plamen kraći. Za glavni gorionik ostatak na situ od $90 \mu\text{m}$ mora da iznosi 0,5–0,7 od isparljivih materija (bez vode i pepela) [5], da bi oba uslova bila zadovoljena.

Primena uglja u pećima za proizvodnju cementnog klinkera, pored ostalog, zahteva i razmatranje tehnoloških aspekata. Pepeo, sumpor, alkalijski i hlor koji ugalj sadrži imaju uticaj na odvijanje procesa u peći i na karakteristike klinkera i cementa koji se proizvodi.

Pepeo iz uglja učestvuje u procesu kao dodatna sirovinska komponenta i ulazi u sastav cementnog klinkera. U zavisnosti od toplotne moći uglja i sadržaja pepela, udeo pepela u klinkeru kreće se i do 12%. Od količine pepela, sadržane u uglju, kao i od njegovog hemijskog sastava, zavisi promena sastava cementnog klinkera. Za obezbeđenje zadatog hemijskog sastava cementnog klinkera u slučaju primene uglja potrebno je korigovanje sirovinske smeše, eventualno dodavanje novih komponenata i gorivo sa postojanim sastavom pepe-

la. Kod ugljeva sa nižom toplotnom moći treba vršiti homogenizaciju i neprekidnu kontrolu karakterističnih veličina uglja.

Sastav pepela ovakvih ugljeva obuhvata sledeće komponente: Al_2O_3 (15–21%), SiO_2 (25–40%), Fe_2O_3 (20–45%), CaO (1–5%), MgO (0,5–1%) i SO_3 (2–8%). Neki ugljevi sadrže i hloride (0,01–0,1%), a ugljevi sa većim sadržajem pepela sadrže ih i do 0,4%.

Ugalj iz basena Kolubara

Basen Kolubara je jedan od većih u našoj zemlji sa rezervama lignita od oko 3.10^9 t . Ugalj je raspoređen u nekoliko ležišta; međutim, osnovne karakteristike lignita iz kolubarskog basena ne razlikuju se značajno.

U sledećoj tablici data je tehnička, elementarna i hemijska analiza lošijeg i boljeg rovnog uglja i pepela Kolubara [3], kao i uglja klase „R”, koji REIK Kolubara može da obezbedi fabriči cementa u Kosjeriću. Podaci o uglju klase „R” dobijeni su od RO „Kolubara–prerada”.

	Lošiji			Bolji			Klasa „R” %
	%			%			
Vлага	55,00	—	—	55,00	—	—	46,33
Pepeo	17,51	38,91	—	9,81	21,81	—	14,50
S–ukupan	0,51	1,13	—	1,26	2,81	—	0,48
S– u pepelu	0,23	0,51	—	0,41	0,90	—	0,46
S–sagorljiv	0,28	0,62	1,02	0,85	1,91	2,44	0,02
Koks	27,67	61,49	36,96	23,87	53,04	39,94	30,17
C–fix	10,16	22,58	36,96	14,06	31,23	39,94	15,07
Isparljive materije	17,33	38,51	63,04	21,13	46,96	60,06	23,45
Sagorljive materije	27,49	61,09	100,00	35,19	78,19	100,00	39,12
Toplotna moć:							
– gornja (kJ/kg)	6825	15135	24785	9504	21122	27005	9787
– donja (kJ/kg)	5192	14277	23383	7808	20076	25686	8216
Ugljenik	16,97	37,71	61,73	12,34	49,65	63,50	25,15
Vodonik	1,70	3,78	6,18	2,05	4,56	5,83	2,45
Azot+kiseonik	8,54	18,98	31,07	9,68	21,47	27,36	11,07
SiO_2	52,64			42,26			53,85
Fe_2O_3	7,91			18,31			4,60
Al_2O_3	23,74			18,41			21,56
CaO	7,00			11,02			8,76
MgO	2,07			1,42			2,47
SO_3	6,02			8,13			3,75
P_2O_5	tragovi			tragovi			—
TiO_2	0,46			0,52			—
Na_2O_3	0,20			0,20			0,30
K_2O	0,38			0,25			0,80

Topivost pepela	Lošiji	Bolji	Klasa „R”
Početak sinterovanja (°C)	920	920	1060
Temperatura omešavanja (°C)	1350	1255	1255
Temperatura razlivanja (°C)	1370	1290	1365

Lignite iz kolubarskog basena spada u ugljeve sa visokom reaktivnošću. Srednja reaktivnost mu je 109,3% [4].

Priprema uglja za sagorevanje u fabrići cementa

Direktno sagorevanje kolubarskog lignita klase „R“ na glavnom gorioniku rotacione peći za pečenje cementnog klinkera nije moguće, jer zbog kvaliteta goriva ne može da se ostvari potrebna temperatura produkata sagorevanja za normalno odvijanje tehnološkog procesa.

Pošto sagorevanje ovog uglja u dostavnom stanju ne zadovoljava u tehnološkom procesu pečenja cementnog klinkera, neophodno je da se ugalj tako prethodno pripremi da ispunji sve zahteve fabrike. Pošlo se od pretpostavke, da ako se rovni ugalj, u okviru fabrike cementa, može tako da pripremi da se može koristiti na glavnom gorioniku, tada će, svakako, svaki drugi opremljeni ugalj koji isporučuje REIK Kolubara moći da ispunji postavljene zahteve.

U fabrići cementa u Kosjeriću instalisana je jedna linija za proizvodnju cementnog klinkera kapaciteta 1300 t/dan.

Potrebna toplota za pečenje klinkera po svom postupku, kakav je u Kosjeriću, zahteva potrošnju toplote sadržanu u 190.000 t/god. uglja klase „I“ toplotne moći 8216 kJ/kg. Vlagu sadržanu u uglju neophodno je istisnuti i dovesti na oko 10%.

Na glavnom gorioniku rotacionih peći za pečenje cementnog klinkera ugalj se može koristiti u sprašenom stanju. Ugljeni prah se može proizvesti u dva osnovna sistema: u centralnom ili u individualnom. Centralni sistem pripreme ugljenog praha, u slučaju fabrike cementa u Kosjeriću, nije moguće koristiti, jer takvo postrojenje u dogledno vreme neće biti izgrađeno.

U zavisnosti od načina izdvajanja gasova iz mlinskog postrojenja, u okviru individualnog sistema pripreme, razlikuju se tri osnovna sistema: direktni, indirektni i kombinovani.

Na izbor sistema za pripremu i sagorevanje ugljenog praha najviše utiču vлага iz uglja, pepel i njegov hemijski sastav, meljivost uglja, stalnost kvaliteta goriva i pouzdanost ugrađene opreme.

Za gorivo koje je na raspolaganju za korišćenje u cementari u Kosjeriću najviše odgovara indirektni način pripreme ugljenog praha. Po njemu su rad peći i postrojenja za pripremu ugljenog praha nezavisni jedan od drugog, a izlazni gas se prečišćen odvodi iz mlinskog postrojenja u atmosferu.

U industriji cementa se za mlevenje uglja mogu koristiti mlinovi sa kuglama, valjcima i udarnim telima. Kriterijumi za izbor mlinskih postrojenja su sledeći:

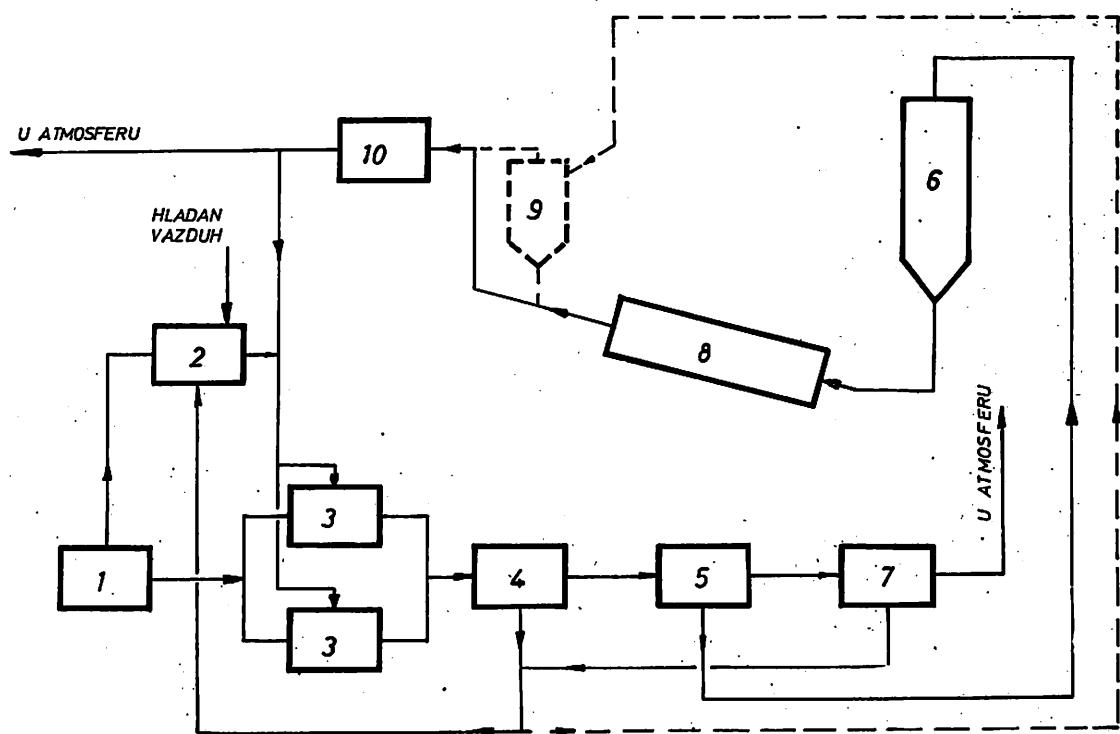
- granulometrijski sastav uglja
- sadržaj vlage
- sadržaj pepela
- sadržaj isparljivih materija
- hemijski sastav uglja
- abrazivnost uglja
- meljivost uglja
- kapacitet mlinskog postrojenja
- finoća mlevenja
- mogućnost variranja kapaciteta
- investicioni i eksploatacionalni troškovi.

Mlinovi sa udarnim telima su pogodni za mlevenje uglja sa visokim sadržajem vlage i pepela. Ugalj, koji je na raspolaganju za zamenu mazuta, ima visok sadržaj vlage i pepela te je pogodan za mlevenje u mlinu sa udarnim telima.

Kombinovani mlin sa udarnim telima, ventilatorski sa prethodno uključenim udarnim čekićima, čiji je zadatak da izvrše prethodno drobljenje uglja i da raspodele izdrobljeni ugalj po obimu udarnog kola, obezbeđuje visoku ventilacionu sposobnost potrebnu za transport mešavine ugljenog praha i transportnog fluida, i rad sa visokim temperaturama čime se stvara mogućnost za intenzivno sušenje ugljenog praha u mlinskom postrojenju.

Istovremeno veliko iskustvo domaćeg proizvođača ventilatorskih mlinova, MINEL, Beograd, sa našim lignitima i veoma uspešno izgrađena postrojenja, nameću ove mlinove kao moguće i ispravno rešenje.

Na slici 1 prikazana je predložena šema za pripremu i korišćenje lingita klase „R“ u fabrići cementa u Kosjeriću. Ugalj se sa deponije homogenizatorom (1) prebacuje u bunker ložišta za tople gasove (2) i bunker mлина (3). Ložište za tople



Sl. 1 — Šema pripreme i korišćenja kolubarskog lignita u fabrići cementa u Kosjeriću

1 — deponija uglja; 2 — ložište za tople gasove; 3 — mlin za ugalj; 4 — separator krupnih čestica uglja; 5 — separator radnog uglja; 6 — silos radnog uglja; 7 — elektrofilter za otparke; 8 — rotaciona peć; 9 — pretkalcinator; 10 — elektrofilter.

gasove je konstruisano za sagorevanje lignita na kosoj rešetki. Mlin je ventilatorski i u njemu se ugalj suši i melje. Jedan mlin radi, a drugi je u rezervi. Osušen i sprašen ugalj odvodi se u izdvajač krupnih čestica (4) u kome se izdvajaju čestice veće od $90 \mu\text{m}$, zatim u izdvajač radnog uglja (5) u kome se izdvaja prah sa maksimalnim sadržajem od 15% ostataka na situ od $90\mu\text{m}$. Struja aerosmeš se sprovodi u elektrofilter za otparke (7) iz koga se, sa jedne strane otparci šalju u atmosferu a uhvaćen ugljeni prah, s druge strane, pomešan sa krupnim česticama iz izdvajača (4), transportuje do ložišta toplih gasova, ili do pretkalcinadora (9), (ukoliko se u međuvremenu izvrši rekonstrukcija linije i uvede pretkalcinacija sirovinskog brašna) gde se meša sa sirovinskim brašnom i u njemu sagoreva. Glavna struja praha se iz izdvajača (5) prebacuje u silos (6) iz koga se dozira u glavni gorionik rotacione peći (8). Proizvodi sagorevanja iz peći (i pretkalcinadora) preko elektrofiltra (10) odlaze u atmosferu ili se vraćaju u mlinsko postrojenje kao topli inertni gasovi i služe za sušenje ugalja.

Količine pojedinih frakcija ugaljenog praha

mogu se regulisati regulacionim klapnama u mlin skom postrojenju ili u izdvajačima.

Proizvodnja cementnog klinkera je kontinualna. Da bi se u kontinualnom pogonu proizveo kvalitetan klinker, ugljeni prah mora da se dozira ravnomerno i bez pulzacija kako bi toplotna moć, temperatura plamena i količina oslobođene topline iz goriva što manje varirala. Ugalj klase „R“ zbog visokog sadržaja pepela se ne može proizvesti sa većom toplotnom moći od oko 17800 kJ/kg . Kako je ta toplotna moć nedovoljna da izvrši potpuno sinterovanje cementnog klinkera, neophodno je da se na glavnom gorioniku injektira i određena količina mazuta, ne veća od 15%. Postojeću instalaciju za pripremu, transport i sagorevanje mazuta treba ostaviti, ne samo zbog dodatnog loženja, već i radi startovanja peći iz hladnog stanja.

Pripremljeni ugljeni prah za sagorevanje sklađi se u silosu, čija je zapremina u zavisnosti od kapaciteta peći, i mora da obezbedi nesmetan rad u slučaju bilo kog zastoja na putu pripreme

ugljenog praha. Sva prateća oprema za transportovanje praha i doziranje mora da je sigurna u pogonu, da ne bi došlo do zastoja rada peći. Transportovanje iz silosa vrši se pužnim dodavačima slično transportu drugih praškastih materijala. Pumpe za transport praha dimenzionisane su na nasipnu težinu ugljenog praha. Dimenzije cevovoda za transport obezbeđuju brzine na kraju cevovoda između 25 i 30 m/s, da bi se izbegla pulzacija, koja dovodi do poremećaja sagorevanja, a time i do stvaranja ugljen-monoksida i promenljive temperature plamena u peći, čime se dobija neravnomerno sagorevanje, što vrlo nepovoljno deluje na kvalitet cementnog klinkera.

Sigurnost pri radu sa ugljenim prahom je potpuna, ukoliko su elementi i armatura izrađeni tako da su otporni na udar i pritisak. Sistem je u potpunosti uzemljen da se ne bi stvorila, usled elektrostatičkog naboja, iskra između praha i vazduha, jer ovakve mešavine mogu da eksplodiraju u koncentraciji koja se nalazi između 60 i 600 g/m³ [1].

Kontrola eventualnog samozapaljenja uglja vrši se kontinualnim merenjem ugljen-monoksida, odnosno njegovog povećanja kao i brzine povećavanja. U normalnim uslovima rada i eksploatacije sadržaj CO kreće se od 600–1000 ppm, a kod potpune stabilizacije, kada nema punjenja silosa, sadržaj je 1200 ppm. Kao granica upozorenja za stvorena tinjajuća mesta je 3000 ppm, odnosno 0,3% CO [1]. Merenje temperature praha u silosu ne pokazuje nikakve rezultate, jer je ugljeni prah vrlo slab provodnik topline, te se promena temperature usled samozapaljenja praha može utvrditi samo kada je termoelement u neposrednoj blizini tinjališta.

Smatramo da rezultati istraživanja do kojih se došlo u sagledavanju mogućnosti korišćenja kolubarskog lignita klase „R“ u fabrici cementa u Kosjeriću, treba potvrditi u industrijskim razmerama, prvenstveno radi utvrđivanja količine mazuta koja mora da se injektira na glavnem gorioniku. Takva ispitivanja su predviđena i biće obavljena u fabrici cementa u Pljevljima.

Zaključak

Po svojim hemijskim osobinama kolubarski lignit klase „R“ može da se koristi u proizvodnji portland cementnog klinkera. Kvalitet sirovinskog brašna i cementnog klinkera u fabrici cementa u Kosjeriću veoma je dobar, što je važan preduslov primene čvrstih goriva 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 značajnu korekciju sirovinske smeše.

Polazne karakteristike lignita, i pored vrlo kvalitetne pripreme, zahtevaju dodatno loženje mazutom na glavnom gorioniku, koje ne prelazi 15% ukupno potrebne količine topline. Postojeća instalacija za pripremu, transport i sagorevanje mazuta treba da se zadrži, uz neophodne rekonstrukcije na ložnom uređaju, ne samo zbog podrške loženja, već i za startovanje iz hladnog stanja.

U ceni finalnog proizvoda, u cementnoj industriji, energija učestvuje sa više od 60%. Iz tog razloga zamena tečnih, uvoznih goriva domaćim je neophodna.

SUMMARY

Substitution of Fuel Oil in Cement Plant Kosjerić

Utilization of own energetic reserves is the orientation of our country. For power production almost exclusively coal, primarily lignite, is available.

The process of cement clinker roasting requires high heating value fuels in order to achieve the necessary temperature in the kiln sintering zone.

The paper outlines the investigations into the possibility of substitution of liquid fuel by coal from Kolubara Basin in Cement Plant Kosjerić.

ZUSAMMENFASSUNG

Scherölersatz in der Zementfabrik Kosjerić

Orientierung unseres Landes auf die Nutzung eigener Vorräte. Zur Energieerzeugung steht heute fast ausschliesslich Kohle und zwar hauptsächlich lignitische Kohle zur Verfügung.

Prozess des Zementklinkerbrennens verlangt Brennstoffe von hohem Heizwert, damit in der Sinterzone in Ofen die erforderliche hohe Temperatur erreicht werden kann.

In der Arbeit sind die Möglichkeiten des Ersatzes vom flüssigen Brennstoff durch die Kohle aus dem Bassin Kolubara in der Zementfabrik Kosjerić dargestellt.

РЕЗЮМЕ

Замена мазута на цементном заводе в Косериче

Ориентация нашей страны есть использование собственных энергетических ресурсов. Для производства энергии в распоряжении имеется почти исключительно уголь, и то в первую очередь — лигнит.

Процесс обжигания цементного клинкера требует топливо с высокой теплопроизводительностью, с целью достижения необходимой температуры в зоне спекания в печах.

В научном труде даётся обзор исследований о возможности замены жидкого топлива углем из бассейна „Колубара“ на Цементном заводе в Косериче.

Literatura

1. Dokumentacija Rudarskog instituta.
2. Vuletić V. 1984: Upotreba kolubarskog lignita u industriji cementa. — VII simpozijum Jugoslovenskog društva termičara, Ohrid.
3. Mitrović M., Tomasić S., Bratuljević S. 1976: Treba li sagorevati lignit sa visokim sadržajem pepela u kotlovima termoelektrana. — Rudarski glasnik 2/76, Beograd.
4. Mitrović M., Petković D. 1981: Kvalitet naših lignita i njihova podobnost za proizvodnju gasa. — Simpozijum „Tehnologija uglja“, Beograd.
5. Schneider L. 1979: O mljevenju ugljena. — Cement br. 3-4, Zagreb.

Autor: mr inž. Vojislav Vuletić, Zavod za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dr inž. B. Perković, Rudarski institut, Beograd
Članak predat 6.3.1985, prihvaćen 19.3.1985.

Projektovanje i konstruisanje

UDK: 622.762 + 622.73
Primenjeno—razvojni rad

POSTROJENJE ZA PRANJE RUDE SA PRIMARNIM DROBLJENJEM SUVA RUDA – RAŠKA

(sa 3 slike)

Dipl.inž. Dušan Todorović

U mestu Rudnica, nedaleko od Raške, kraj magistralnog puta Raška–Titova Mitrovica, locirano je postrojenje za flotacijsku koncentraciju minerala olova, cinka i pirita.

U sklopu ovog postrojenja nalazi se i postrojenja za pranje rude sa primarnim drobljenjem.

Nakon izvršene revizije glavnog mašinskog projekta pristupilo se izgradnji postrojenja i montaži mašinske opreme.

Rovna ruda sa površinskog kopa sadrži visok procenat glinovitih sastojaka i vlage, pa se prilikom transporta lepi i stvara začepljenja tako da je otežano i praktično nemoguće lagerovanje u bunkere, proticanje kroz rešetke manjih otvora sita i sipke.

Pored toga, prilikom drobljenja u čeljusnoj drobilici dolazi do lepljenja rude na čeljusti drobilice što stvara pogače i zaglavljuje drobilice.

Sve ovo nameće da je pre bilo koje tehnološke operacije neophodno pranje rovne rude kako bi se iz nje odstranile glinovite materije.

Na osnovu šeme tehnološkog procesa i investiciono-tehničke dokumentacije izvršen je raspored i međusobno povezivanje mašina da kao celina obezbeđuju kontinualan tok materijala.

Vreme rada postrojenja:

- 300 radnih dana godišnje
- 2 smene u radnom danu
- 3000 časova u godini

Kapacitet postrojenja:

- godišnji kapacitet: $Q_6 = 300.000 \text{ t/god.}$ rovne rude
- časovni kapacitet: $Q_h = 100 \text{ t/h}$ rovne rude.

Rovna ruda sa površinskih kopova Kiževak i Sastavci se kamionima dovozi do platoa koji se nalazi iznad postrojenja za pranje rude na koti + 11,80. Na ovom platou može da se deponuje oko 7000 t rude i na ovaj način se omogućuje separatno prerada rude iz ležišta Sastavci i Kiževak.

Na slici 1 prikazana je tehnološka šema procesa. Ruda sa skladišta se pomoću utovarivača ubacuje u prihvatni bunker (poz. 1). Iznad ovog bunkera nalazi se stacionarna rešetka otvora 300 x 300 mm.

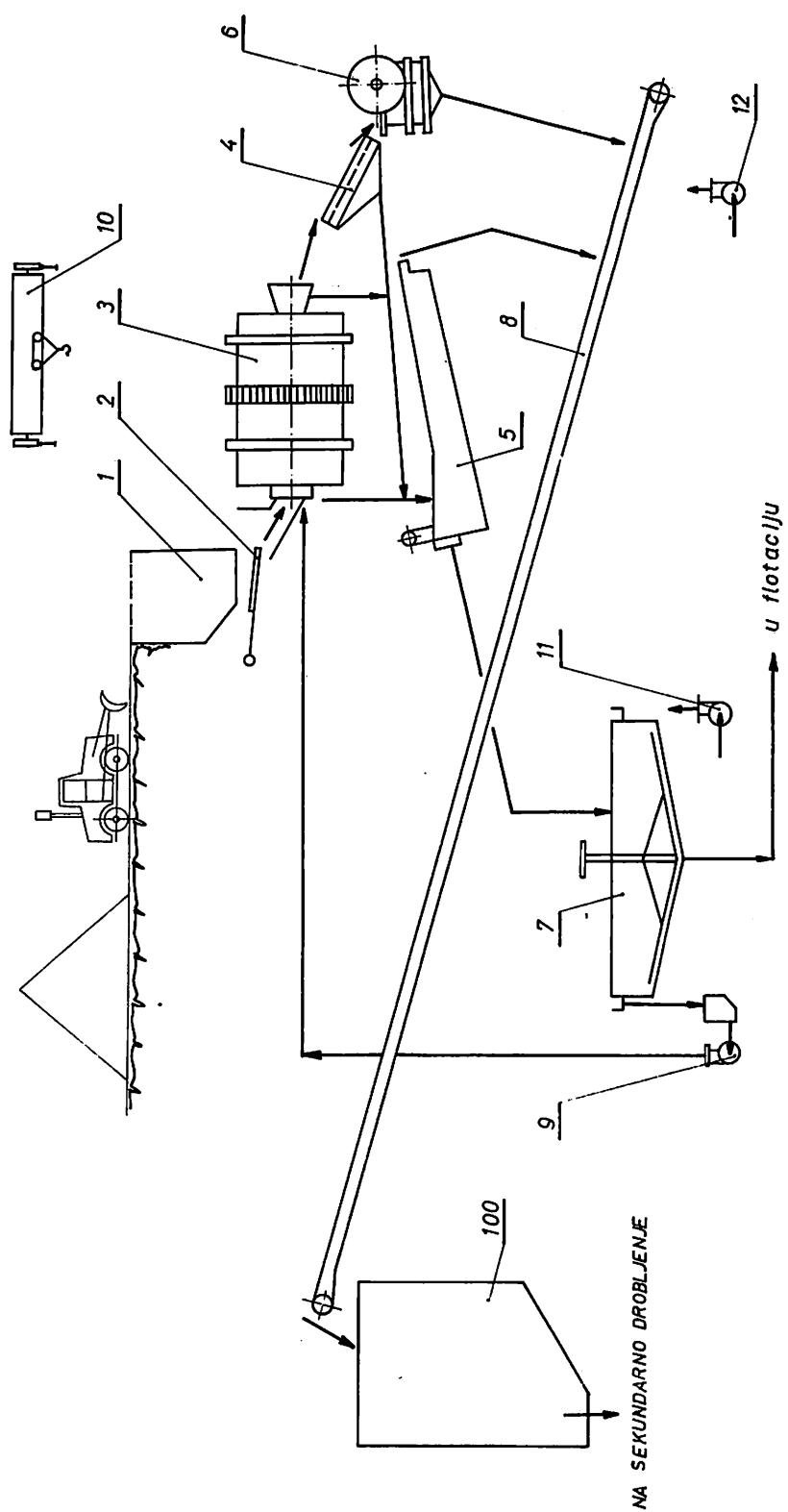
Pošto se u rudi nalazi veći procenat glinovitih materijala ugrađene su mlaznice sa vodom za kvašenje rude koja će ovako okvašena lakše isticati iz bunkera.

Pomoću ekscentar–dozatora ruda se dozira u bubenj za pranje (poz. 3).

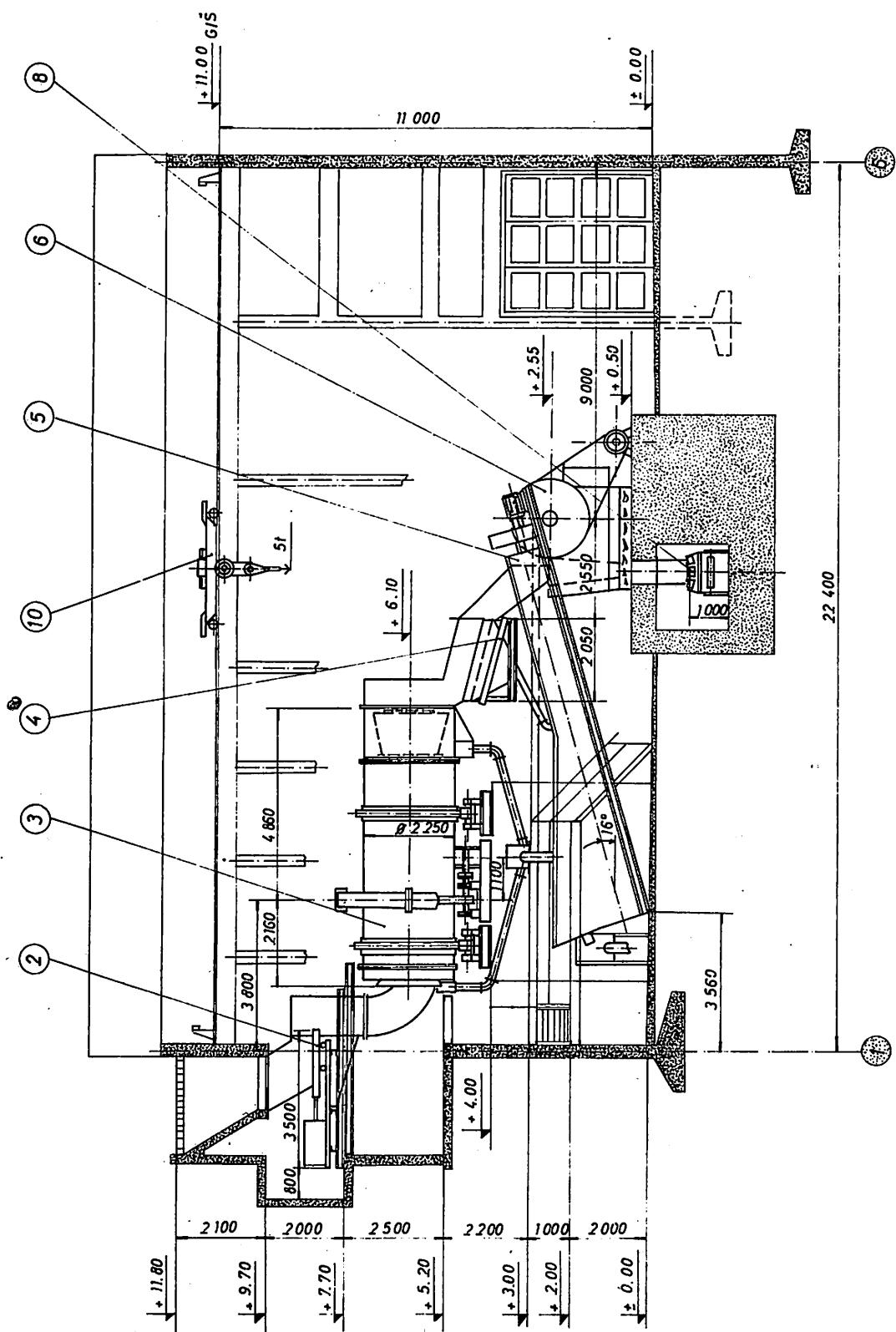
Bubenj za pranje na svom izlaznom delu ima bubnasto sito.

Mulj pranja i mulj otkapavanja sa bubenjastog sita odlazi u dvospiralni klasifikator (poz. 5).

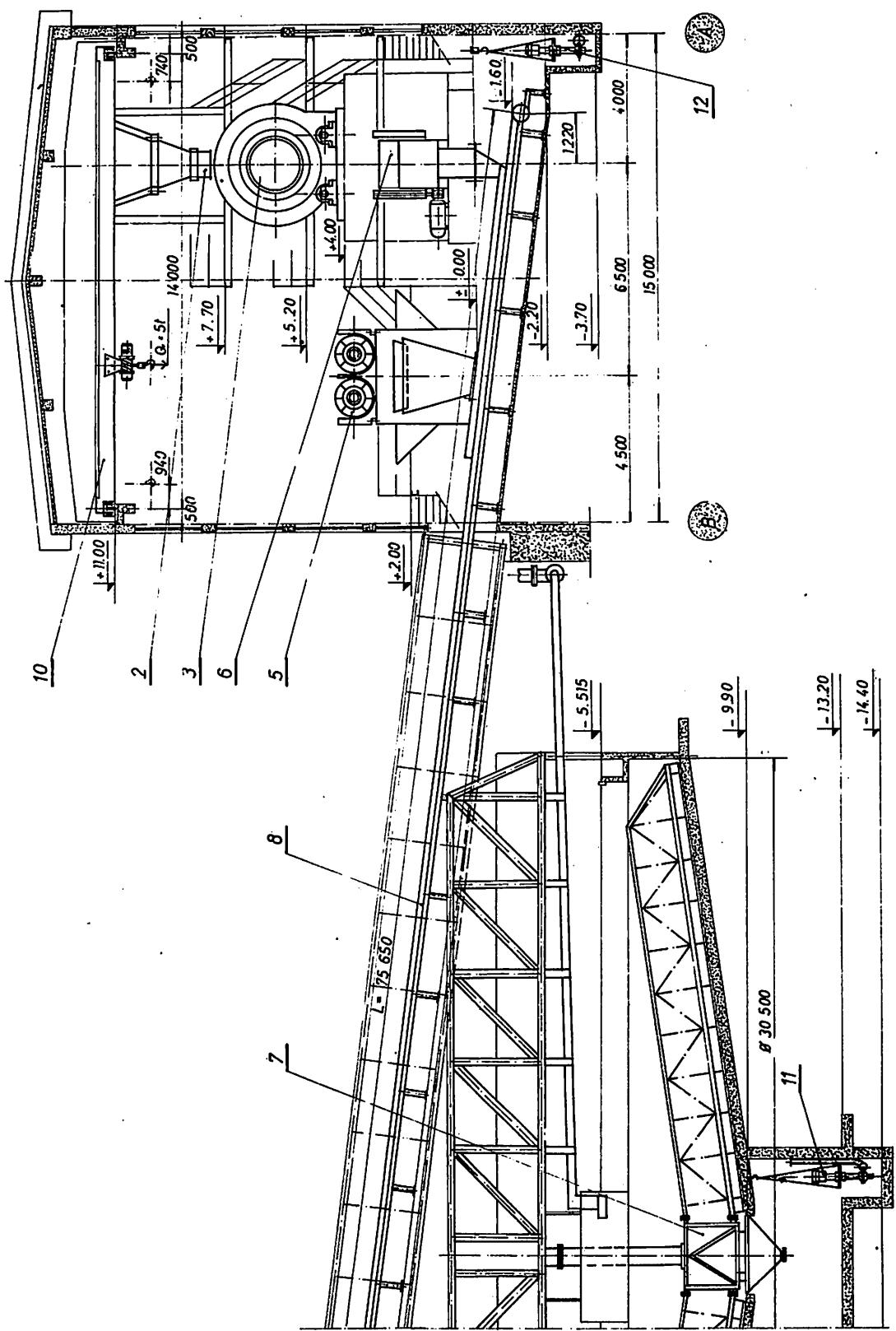
Preliv klasifikatora gravitacijski odlazi u zgušnjivač (poz. 7), a pesak na transportnu traku (poz. 8) koja opranu rudu transportuje u bunker primarno izdrobljene rude (poz. 100).



Sl. 1 – Tehnološka šema pranja i primarnog drobljenja.



Sl. 2 → Podužni presek.



Sl. 3 → Poprečni presek.

Oprana ruda iz bubenja za pranje (poz. 3) odlazi na vibro sito (poz. 4) koje služi za otkapanje rude ispred primarnog drobljenja. Sito poseduje dve mreže, gornju otvora 25 x 50 mm i donju otvora 5x5 mm.

Podrešetni proizvod druge mreže odlazi u klasifikator (poz. 5), a nadrešetni proizvod obe mreže u čeljušnu drobilicu (poz. 6) ulaznog otvora 800 x 500 mm.

Izdrobljena ruda se na transportnoj traci (poz. 8) spaja sa peskom klasifikatora (poz. 5) i transportuje u bunker primarno izdrobljene rude

(poz. 100), iz kojeg odlazi na sekundarno drobljenje, mlevenje, flotiranje.

Zgusnuti proizvod zgušnjivača (poz. 7) gravitački odlazi u flotaciju na dalju preradu radi dobijanja koncentrata olova, cinka i pirita.

Na slikama 2 i 3 prikazan je raspored mašina koji omogućuje nesmetano odvijanje tehnološkog procesa pranja i primarnog drobljenja..

Na kraju treba istaći i to, da je ovo jedno racionalno postrojenje u celini, kao i da je predviđena mašinska oprema u potpunosti domaće proizvodnje, što je za svaku pohvalu.

SUMMARY

Ore Washing Plant with Primary Crushing Suva Ruda — Raška

The paper describes the operation of the plant for washing lead-zinc raw run ore from deposits Sastavci and Kiževak with an unusually high content of humid clay.

Selected equipment in the designed plant enables removal of the clay and separation of useful components fines at the very beginning of the process, creating conditions for further uninterrupted fragmentation and concentration of Pb-Zn ore.

It should be specifically emphasized that full-scale tests proved the unfeasibility of crushing the ore with high humid clay content in jaw and cone crushers, this being the reason for preliminary washing of raw run ore.

ZUSAMMENFASSUNG

Erzaufbereitungsanlage mit Vorzerkleinerung Suva Ruda — Raška

In dem Artikel wurde die Blei-Zinkerz-Aufbereitungsanlage aus der Lagerstätte Sastavci und Kiževak mit ungemein hohem Gehalt an feuchtem Ton, dargestellt.

Die ausgewählte Ausrüstung in der projektierten Anlage ermöglicht die Entfernung von Ton und Aushaltung feinerer Partikeln von Nutzkomponenten schon am Prozessbeginn, wodurch Bedingungen für weitere ungestörte Zerkleinerung und Pb-Zn Erz-Konzentration, geschaffen wurden.

Es wird speziell betont, dass durch Versuche unter Industrieverhältnissen, bewiesen wurde, dass die Zerkleinerung dieses Erzes mit hohem Gehalt an feuchtem Ton in den Backen- und Kegelbrechern nicht ausführbar ist, woher auch vorherige Roherzaufbereitung resultiert hatte.

РЕЗЮМЕ

Установка для промывки руды с первичным дроблением

В статье описана работа установки для промывки свинцовоцинковой необогащенной руды из месторождения Саставци и Нижевак с необыкновенно большим содержанием влажной глины.

Выбранное оборудование в преокретированной установке способствует удалению глины и выделению мелких частиц полезных компонентов еще в начале процесса, чем создаются условия для дальнейшего беспрепятственного измельчения и концентрации руды Pb—Zn.

Особо подчеркивается, что опытами в промышленных условиях доказано, что дробление этой руды с высоким содержанием влажной глины в щековых и конических дробилках невозможно, а отсюда и произошла предварительная промывка необогащенной руды.

Autor: dipl.inž. Dušan Todorović, Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd

Konsultant: dipl.inž. Konstantin Stefanović, Rudarski institut, Beograd

Recenzent: dipl.inž. Lj. Čolić, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 20.2.1985, prihvatan 19.3.1985.

PREVENTIVNI PRINCIP ORGANIZACIJE ODRŽAVANJA SA POVRAĆNOM SPREGOM PRIMENJEN U ODRŽAVANJU TEHNOLOŠKE OPREME

(sa 1 slikom i 4 priloga)

Dipl.inž. Vl adimir Slavković

Značaj i uloga principa preventivnog održavanja tehnološke opreme

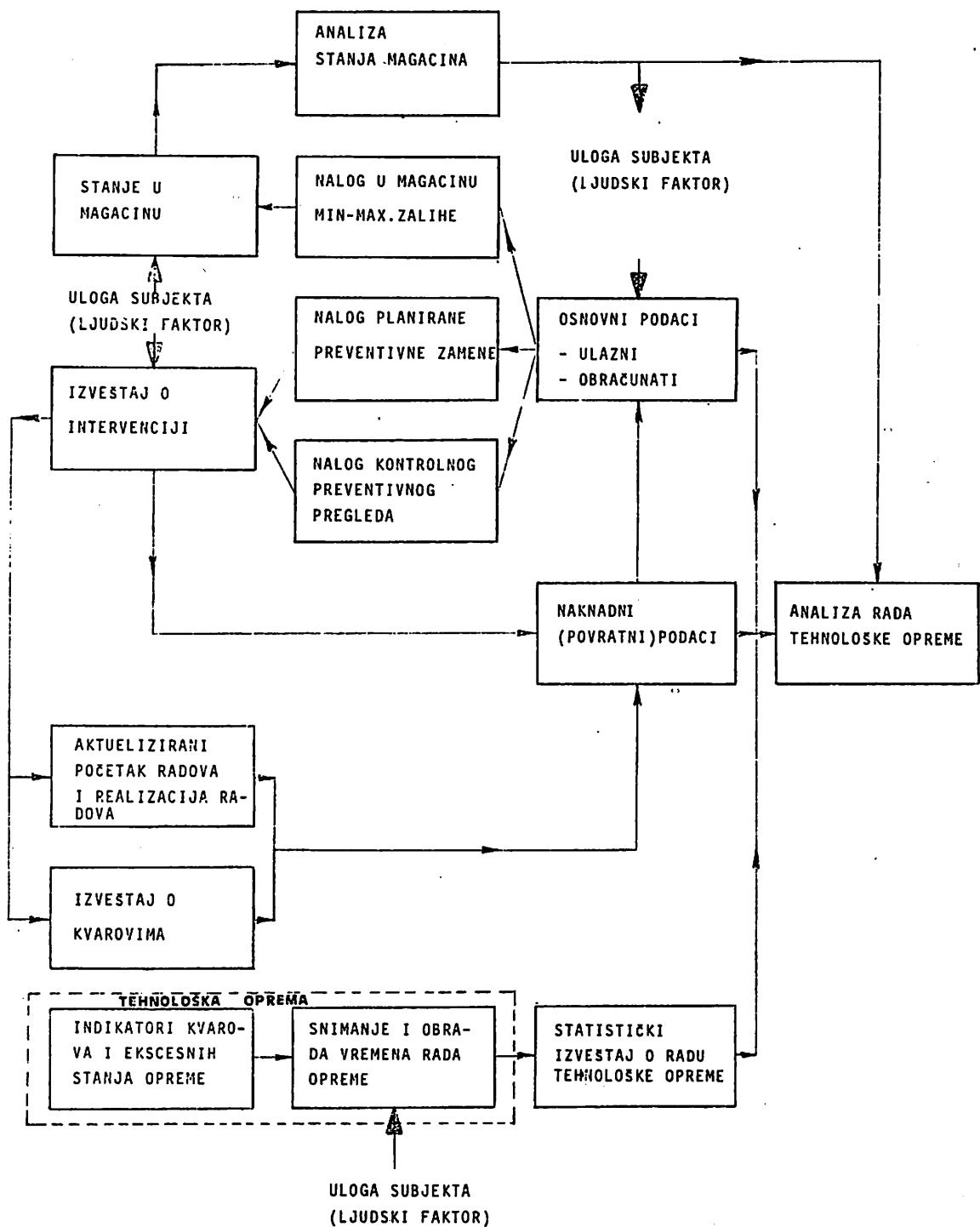
Preventivno održavanje, kao planska kategorija i svesna aktivnost zaposlenih, treba da omogući da se održavanje sve efektivnije formira uz izradu dugoročno važećih, planiranih i realizovanih obima i rokova i u krajnjem slučaju organizuje na bazi normativa. Ono ima veliko mobilizirajuće dejstvo u pogledu efikasnog, racionalnog i produktivnog održavanja nivoa upotrebe vrednosti tehnološke opreme.

Preventivno održavanje ne obuhvata samo održavanje raspoložive instalirane tehnološke opreme, već od njega konstantno polaze impulsi za razvoj i nova konstruktivna rešenja. Prema tome, ono predstavlja integralni deo ukupne reprodukcije osnovnog fonda tehnološke opreme. Konsekventna primena preventivnog održavanja zahteva trajan i temeljit stručni rad, kako bi se svi zaposleni uverili u prednosti koje pruža sistematski i naučni prilaz ovim zadacima. Zato se princip preventivnog održavanja mora uključiti u celokupnu aktivnost upravljanja i nikako ne sme da predstavlja parcijalnu i izdvojenu delatnost.

Sam princip preventivnog održavanja tehnološke opreme realizuje se preko skupa tehničkih i organizacionih mera, koje se unapred planiraju i sprovode sa ciljem da omoguće neprekidan rad opreme u vremenu kada je on i planiran. Očito je da se radi o sistemskom rešenju za čije se ostvarenje zahteva realizacija sledećih planskih procesa:

- određivanje i razvrstavanje radova na održavanju tehnološke opreme i definisanje njihovog sadržaja.
- utvrđivanje organizacione strukture unutar održavanja i obezbeđenja neophodnih resursa (kadrovi, oprema i dr.)
- izrada i razrada planova održavanja i njihovo praćenje tokom realizacije
- propisivanje mera, kontrolisanje pravilne eksploatacije i pravovremeno otkrivanje ekscesnih stanja
- primena savremenih metoda održavanja i savremene tehnologije i njihovo stalno usavršavanje
- izrada adaptibilnog i sveobuhvatnog informacionog sistema
- utvrđivanje vremenskog razmaka između pojedinih radova na održavanju i njihov tok za svu tehnološku opremu imajući u vidu uslove eksploatacije
- organizacija obezbeđenja, skladištenja i izdavanja rezervnih delova
- izrada normativra rada, potrošnje materijala i rezerviranja opreme
- organizacija defektaže, rekonstrukcije i modernizacije tehnološke opreme
- organizacija poslova u vezi prispeća nove opreme.

Treba uočiti da osim interakcijskog delovanja, unutar svakog od pomenutih procesa, postoji, a priori, uslovljena veza prenošenja i vraćanja informacija – tzv. povratna sprega, koja egzistira u različitom obliku zavisno od direktnog ili indirektnog uticaja ljudskog faktora, i zavisno od nivoa postavljenog informacionog sistema. Povratna spre-



Sl. 1 — Šematski prikaz organizacije preventivnog održavanja sa povratnom spregom.

ga u okviru ove aplikacije ima regulacionu ulogu, a njenim se tokom želi da spreči odstupanje pomenutih procesa od daljeg neplaniranog toka. Stoga je razmatranje sistema preventivnog održavanja tehnološke opreme neraskidivo vezano za postojanje povratnog toka informacija, kako je to prikazano na slici 1.

Uticaj pouzdanosti tehnološke opreme na preventivno održavanje

U teoriji pouzdanosti rada tehnološke opreme postoje dva osnovna pristupa.

U prvom pristupu, formulacija problema je sledeća: koje konstrukcione, tehnološke i organizacione mere treba osigurati da bi se u procesu proizvodnje ostvarila tražena standardna pouzdanost tehnološke opreme, instalirane unutar proizvodnih sistema. Rešenje je u:

- izboru odgovarajućeg proizvodnog sistema
- preispitivanju strukture sistema imajući u vidu zahtevanu pouzdanost
- utvrđivanju kvaliteta i operativnih karakteristika elemenata
- pouzdanom proračunu
- proveri radnog veka elemenata i sistema
- kontroli kvaliteta materijala

Što sve čini tek deo problema koji moraju da budu rešeni u vremenu kada se kreira i projektuje proizvodni sistem.

Poznato je, pak, da efikasnost proizvodnih sistema u radu ne zavisi samo od osobina ostvarenih u periodu projektovanja, nego i od kvaliteta rada, održavanja, popravki i slično. Proizvodni sistem sigurno neće raditi efikasno, ako se održavanje predviđa samo u momentima kada dolazi do kvara — ispadanja iz proizvodnje. Otuda i drugi prilaz problemu, nazvan „eksploatacioni“, koji sadrži mere kojima će se omogućiti najbolje moguće radne karakteristike. Veliki je broj pitanja koja se u vezi s tim moraju rešavati: oprema i instalacije konstruisane sa zadatkom da kontrolišu i testiraju parametre kojima se prati funkcionisanje tehnološke opreme; postavljanje metoda i postupaka pomoću kojih će se brzo otkriti mesto kvara sistema u radu; organizovanje paralelnog funkcionisanja drugog sistema — rezerviranje tehnološke opreme — sistema; problem osiguranja rezervnih delova; i na kraju sve što se odnosi na preventivno

održavanje i mera vezane za sadržaj i termine preventivnog održavanja.

Pođe li se od definicije pouzdanosti koja glasi: „Pouzdanost je verovatnoća rada bez otkaza“ kojoj se može dodati „pri normalnoj eksploataciji i održavanju“, zaključak je da pouzdanost tehnološke opreme zavisi od sledećih faktora:

- od kvaliteta postignutog pri izradi i montaži tehnološke opreme, izraženog kroz tehničku usavršenost, podobnost za rad u datim uslovima, robusnost, kvalitet i tip upotrebljenog materijala, termičku antikorozionu i druge zaštite i slično
- od uslova i metoda eksploatacije pri čemu naročito ima udela stacionarnost uslova eksploatacije, pogodnost sirovine, pogodnost sredine, obezbeđenost zadatih i predviđenih radnih uslova, obezbeđenost energije i energofluida i drugo
- od uslova i nivoa održavanja i organizacije održavanja, pogodnosti izabranog režima održavanja, pridržavanja postavljenim programima i planovima, koeficijenta korekcije dobijenih tokom praćenja, planiranja i nabavke rezervnih delova i drugo.

Svaka od ovih grupa faktora utiče kako na pouzdanost tehnološke opreme u celini, tako i na drugu grupu faktora sa kojima je u organskoj i funkcionalnoj vezi.

Sva tehnološka oprema ima svoje konstruktivno dobre i loše strane. Pri njenoj konstrukciji i izradi polazi se od nekih pretpostavljenih približnih uslova u kojima i pod kojima će biti eksploatisana i proizveduti. Tokom eksploatacije može doći do toga, da se neka grupa uticajnih faktora ne javlja, kako je to prilikom konstruisanja i izradi bilo predvideno. Tada će se pojaviti tzv. „slaba mesta“. Blagovremena otkrivanja tih slabih mesta, otkrivanje uzroka, koji ih čine slabim predstavljaju pravi korak u podizanju pouzdanosti tehnološke proizvodne linije. Otkrivanje slabih mesta mora da teče po utvrđenom programu čiji su osnovni postupci:

- detaljno praćenje radnih uslova
- detaljno praćenje svakog pojedinog dela tehnološke opreme tokom vremena
- analiza i provera rezultata praćenja nepovoljnog ponašanja tehnološke opreme
- donošenje odluke o izmeni, popravci, doradi dela koji predstavlja slabo mesto.

Čitav ovaj proces otkrivanja i otklanjanja slabih mesta predstavlja problem koji u osnovi vodi ka promeni konstrukcije što treba imati u vidu pri naručivanju nove tehnološke opreme ili kod kupovine delova i agregata za zamenu.

U toku analiza i praćenja radnih uslova i toka odvijanja procesa može se doći do rezultata, da instalirana tehnološka oprema, iako je kvalitetna i ispravna, ne daje željene rezultate, zbog toga što se ulazno–izlazni parametri ne poklapaju sa pretpostavljenim, ali da to nije rezultat greške u izboru opreme, već nedovoljne pažnje u eksploataciji.

U tom slučaju dužnost je izvršilaca proizvodne delatnosti da se maksimalnom pažnjom i radno–tehničkom disciplinom pridržavaju zahteva koje tehnološka oprema pred njih postavlja, a da bi bila i maksimalno pouzdana i maksimalno efikasna. Naglašeno je i jedno i drugo, zbog toga što će odstupanje nekih faktora od pretpostavljenih smanjiti pouzdanost, a drugih smanjiti efikasnost, što ni jedno ni drugo ne odgovara željenom.

Tokom vremena radne sposobnosti, a samim tim i pouzdanost tehnološke opreme, zbog normalnih istrošenja ili zastoja opadaju. Da bi tehnološka oprema bila pouzdana onoliko koliko zahteva proizvodni proces i da bi davala željene rezultate u prozvodnji treba joj dodatnim intervencijama, izmenom delova i ugradnjom dodatnog materijala održavati željene osobine u previdenim granicama. Taj zadatak imaju održavaoci koji svoje poslove i zadatke obavljaju tako da vrše:

- preventivno–korektivne intervencije
- intervencije na otklanjanju nepredviđenih kvarova.

Radovi na preventivnom održavanju podeljeni su na nekoliko osnovnih aktivnosti:

- evidentiranje trenutka potrebe za intervencijom
- kontrola i evidentiranje uzroka kvara (zastoja)
- rad na opravci
- planiranje, praćenje i evidencija svih podataka u vezi intervencija na tehnološkoj opremi na kojoj je intervencija izvršena
- praćenje potrošnje, planiranja i nabavke rezervnih delova ...
- povratno izveštavanje.

Za željeni nivo pouzdanosti, a samim tim i efikasnost tehnološke opreme, neophodno je posti-

ći zadovoljavajući odnos nepredviđenih prema predviđenim intervencijama, pri kome se ekonomičnost u radu održavalaca, u odnosu na ukupne efekte održavanja tehnološke opreme, postavlja kao limitirajući faktor. Pri planiranju, izvršenju i analizi predviđenih intervencija, treba uzeti u obzir sledeće:

- intervencije ne treba da ometaju proizvodni rad tehnološke opreme
- intervencije se uvek izvode sa minimumom ljudstva
- efekti ovakvog održavanja iskazuju se kroz smanjenje nepredviđenih kvarova sa istovremenim porastom pouzdanosti.

Ciljevi preventivnog održavanja tehnološke opreme

Ciljevi koji opravdavaju uvođenje preventivnog održavanja obuhvataju:

- povećanje potrebne vrednosti tehnološke opreme
- povećanje produktivnosti održavanja
- smanjenje zastoja uslovljenih održavanjem
- dostizanje visokog stepena iskorишћenja tehnološke opreme usaglašavanjem ciklusa proizvodnja–održavanje.

Povećanje upotrebe vrednosti tehnološke opreme

Nadzorom tehnološke opreme, interpretacijom zastoja, istraživanjima habanja i korozije i proračunima efekata, određuju se najpovoljnije metode održavanja i rokovi, ograničavaju kvarovi i štetne posledice i na taj način smanjuje učestalost remonta na ekonomski opravданu meru. Pri tome preventivno održavanje postaje glavni oblik održavanja upotrebe vrednosti tehnološke opreme.

Nastojanja sa ciljem smanjenja obima održavanja takođe vode do većih efekata celokupnih proizvodnih procesa, pri čemu se upotreba vrednost tehnološke opreme povećava, a potrošnja rezervnih delova i materijala smanjuje. Objasnjenje je u sledećem:

Smanjenje obima održavanja usmereno je u pravcu smanjenja broja mera i sadržaja održavanja i njihove učestalosti. To počinje već kod konstruisanja tehnološke opreme, iz razloga što korisnici proizvođačima konstantno postavljaju zahteve u pogledu konstrukcija sa minimalnim održa-

vanjem. Rad korisnika tehnološke opreme usmeren je u pravcu, da se poštuju i primenjuju uputstva za rad, a negom i održavanjem spreče prevremeno habanje, korozija, kvarovi i sl.

Povećanje produktivnosti održavanja

Preventivno održavanje se usmerava u pravcu veće produktivnosti procesa održavanja. Ono je protiv zanatskog rada i nazadnih metoda u radu, te služi odstranjivanju spontanog načina rada kod održavanja i vodi ka razvoju i uvođenju naučnih metoda.

Preventivnim održavanjem omogućava se planiranje obima i zahvata održavanja na višem nivou. Tako se vrši i tehnička priprema u održavanju. Ona deluje u pravcu unapređenja primene naučne organizacije rada, razvoja novih tehnoloških postupaka, primene racionalnih tehnologija i sredstava racionalizacije te primene novih tehnologija transporta i montaže.

Preventivno održavanje stvara važne impuse za koncentraciju i specijalizaciju snaga u održavanju i kapacitetima održavanja, koji predstavljaju značajan predušov za dalje povećanje produktivnosti rada. S tim je povezana izgradnja centralnih remontnih pogona i centralnih radionica, koji se specijaliziraju za održavanje određenih sklopova i postrojenja. Na taj način se omogućava primena viših vrsta izrade nego što je pojedinačna izrada, specijalizacija po procesima zamjenjuje se izradom specijalizovanom po predmetima, i postiže se veće učešće na mehanizovanim i automatizovanim procesima rada.

Iz ovog razvoja proizlaze stalno novi zahtevi upućeni proizvođaču, pa saradnja u pogledu podele rada postaje tešnja. Ona se odnosi na podesne konstrukcije u pogledu održavanja, standardizaciju sklopova, snabdevanje rezervnim delovima i izradom tipiziranih tehnologija održavanja.

Smanjenje zastoja uslovljenih održavanjem

Jedan od glavnih ciljeva preventivnog održavanja je u smanjenju zastoja uslovljenih održavanjem, a time i u smanjenju proizvodnih gubitaka. Smanjenje obima održavanja i povećanje produktivnosti rada u procesu održavanja su za to važni predušlovi.

Radi smanjenja zastoja uslovljenih održavanjem, moraju se posebno koncentrisati mnogo-

brojne potrebne mere održavanja, na što je moguće manje kompleksne zahteve održavanja. Na taj način se osim vremena zastoja štede istovremeno i izdaci za montažu. U tom cilju se zahvati održavanja usaglašavaju u ciklusima održavanja čime se obezbeđuje ritmičko održavanje. Primenom remonta sa zamenom zastoji mogu znatno da se smanje, pa se njima stvarno održavanje sprovodi izvan vremena zastoja. Ovim se postiže da se za vreme stajanja tehnološke opreme, uglavnom sprovode radovi samo na demontaži i montaži. Njena efikasna primena prepostavlja standardizaciju sklopova i predstavlja važnu kariku u lancu koncentracije i specijalizacije održavanja.

Od posebnog značaja za smanjenje zastoja je tehnološka i organizaciona priprema, kao i dugoročno materijalno-tehničko obezbeđivanje zahvata na remontima. Njima treba posvetiti veliku pažnju, kako bi odgovarali karakteru metode brzih remonta, koja pomaže u znatnoj meri smanjenju zastoja. Pri tome treba primeniti tehniku mrežnog planiranja kao sredstva za upravljanje, planiranje, kontrolu i analizu takvih zahvata.

Usaglašenost ciklusa proizvodnja–održavanje

Da bi se smanjili gubici u kapacitetu koji su vezani za održavanje, potrebno je da se svi zahvati održavanja usaglese i koordiniraju sa procesom proizvodnje. Tu spada vremensko usaglašavanje zahvata na održavanju sa zahtevima proizvodnje. Remonti se moraju, pre svega, izvršiti u vremenu kada je ispadanje iz proizvodnje najmanje. Pri tome se zahvati održavanja na raznoj tehnološkoj opremi moraju međusobno tako koordinirati da ispadanja iz proizvodnje u celini ostaju mala. To zahteva da se održavanje na tehnološkoj opremi koje za sobom povlači stajanje ili znatna ograničenja u proizvodnji na drugoj proizvodnim lancem spregnutoj opremi, izvrši istovremeno. Vremensko usaglašavanje zahvata na održavanju sa zahtevima proizvodnje povezano je sa vremenskim bilansiranjem kapaciteta održavanja. Preventivno održavanje menja položaj ljudi u procesu proizvodnje. Činjenica da preventivno održavanje stajanja tehnološke opreme ne određuje oprema (nije iznudeno) već stručni izvršioci, utiče na povećanu svest zaposlenih u pogledu savladavanja postojeće tehnike. Istovremeno se povećavaju zahtevi u pogledu kvalifikacione strukture, pošto se povećava potreba sa jedne strane za stalnim razmatranjem stanja tehnološke opreme, primenom efikasnih metoda održavanja i poboljšanjem tehnologije održavanja,

a sa druge strane za većim zahtevima u pogledu tehničke i organizacione pripreme rada i veće discipline u njihovoj realizaciji.

Zaključak i stanje prakse

Što više postaje tehnološka oprema komplikovanija, javlja se potreba za nalaženjem naročitog organizacionog rešenja, koje bi omogućilo da se iz stanja opreme izvede potreba za radovima na održavanju. Rešenje problema realizuje se kroz preventivnu tehničku kontrolu tehnološke opreme, tzv. „nadzor“. Potom se na dodirnim tačkama zadataka korisnika (proizvodna delatnost) i održavalaca odlučuje kakvim se efektom može sprovođiti i uraditi preventivno održavanje tehnološke opreme.

Teškoće kod pripreme podataka i informacija potrebnih za određivanje parametara funkcije radnog veka sa jedne strane i troškova korišćenja, sa druge strane, predstavljaju jedan aspekt ove problematike. Drugi se pojavljuje kao rezultat stanja tehnološke opreme i planskog utvrđivanja potreba održavanja. „Nadzor“ zbog toga mora da predstavlja sistemsko rešenje sa svim sadržajno metodološkim merama. Zadaci „nadzora“ se sastoje iz:

- sprovođenja preventivnog održavanja, njegovog stalnog kontrolisanja i metodološkog usavršavanja. Stanje prakse na našim površinskim otkopima međusobno se uglavnom ne razlikuje, a dovoljno rečito reprezentovano je u prilozima;
- određivanja učestalosti kvarova tehnološke opreme i parametara troškova, koji zahtevaju stalnu reprodukciju pouzdanosti te tehnološke opreme.

Po pravilu je prilikom obrade zastoja potrebno razgraničenje, jer se pod zastojima podrazumevaju svi planski i neplanski događaji sa ispadanjem iz proizvodnje. Ovo ne isključuje da se i pored svih nastupajućih problema koristi zajednička baza podataka i rezultati obrade zastoja upotrebe za poboljšanje tehnike rada tehnološkom opremom, što se postiže:

- upoređenjem indirektnih parametara sa tehničko-ekonomskim normativima, kojom prilikom se određe slaba mesta tehnološke opreme
- utvrđivanjem optimalnih vremena za preventivno održavanje.

„Nadzor“ tehnološke opreme se, na taj način, između ostalog, bavi i pitanjem određivanja obima

radova i lokacija na kojima su u određenom vremenu potrebne intervencije.

Zadatak da se tehnološka oprema nadzire, sa aspekta organizacije rukovođenja u rudarstvu, se različito rangira. U svakom slučaju mora doći do stvarnog zajedničkog rada svih učesnika. Iskustvo pokazuje da korisnik može kvalitetno rešiti zadatak nadzora tehnološke opreme samo ako je obezbeđena angažovana saradnja izvršilaca održavanja i proizvodnje, bilo u obliku stavljanja na raspolaganje potrebnih podataka, bilo u obliku osnovnih uputstava za rukovanje i održavanje. U svakom slučaju, „nadzor“ tehnološke opreme je integralni sastavni deo rukovođenja proizvodnjom, neophodno potreban radi povezivanja glavnog (proizvodnja) i pomoćnog (održavanja) procesa.

Informacioni sistem namenjen proizvodnji i „obezbeđenju“ proizvodnje, razvijen u Zavodu za informatiku Rudarskog instituta, objedinio je informacije dobijene nadzorom tehnološke opreme i informacije pogonskog komuniciranja, čime je obezbeđena neophodna baza podataka o stanju i radu instalirane opreme. U realizaciji ovog informacionog sistema nadzor tehnološke opreme podrazumeva za sada manuelno, a uz nabavku odgovarajuće opreme računarsko prikupljanje informacija. Proces nadzora uključuje i blagovremene mesečne, kvartalne i godišnje obrade i izračunavanja sa ciljem da se inicira i ostvari pored korektivnog i preventivno dejstvo. Neki, iz mogućeg seta izveštaja, predstavljeni su u prilozima 1 do 4. Analize ovih izveštaja tokom zadnjih godina, aplikiraju tako reći, pionirske korake u izmeni dosadašnje prakse i tretmana održavanja. Evidentno je, da vreme potrebno za preventivno održavanje postaje punopravna planska kategorija vremena, unutar operativnih planova rudarskih, mašinskih i elektroaktivnosti na površinskim otkopima. Takođe se može konstatovati, da je na površinskim otkopima danas još uvek najzastupljenija strategija korektivnog održavanja, koje se izvodi nakon pojave zastoja (kvara). S nastankom kvara—zastoja, jednom rečju otkaza, po pravilu dolazi do trenutnog ispadanja tehnološkog sistema iz rada. Nedostaci ovog načina održavanja se ogledaju kroz:

- tehnološki sistem, odnosno njegovi elementi naglo ispadaju iz rada, a vreme nastanka otkaza se ne može unapred predvideti
- velika je verovatnoća da će doći do dužih zastoja zbog zahvata održavanja koji nisu unapred planirani
- nemogućnost planiranja zahvata održavanja (vreme, sredstva itd.).

Jasno je, da se ova strategija održavanja ne može, a i ne treba, a priori odbaciti. Međutim, navodi teorije i potreba prakse ukazuje da je treba

kombinovati sa strategijom preventivnog održavanja, čime je moguće ostvariti zнатне uštede u rezervnim delovima i ostalim resursima.

V R E M E N S K O I S K U R I S C E N J E S I S T E M A

P O V R S I N S K I O T K O P

J A L O V I N S K I S I S T E M E - 1 3

D E C E M B A R 1 9 8 4 . G O D I N

RED. BROJ	P A R A M E T A R	S I M B O L	O S T V A R E N O		P R C C E N A T A	
			C A S O V A M E S E C K U M U L A T I V	M E S E C K U M U L A T I V	M E S E C K U M U L A T I V	M E S E C K U M U L A T I V
1	K A L E N D A R S K O V R E M E	T K	256.0	5848.0	100.0	100.0
2	P L A N I R A N O N E P R O I Z V O D N O V R E M E	T S P	9.6	1138.8	3.7	19.5
	- ORGANIZACIJA RADA	T S P O	6.5	389.8	2.5	6.7
	- TEHNOLOSKI POSTUPAK	T S P T	3.1	662.9	1.2	11.3
	- ODRZAVANJE MASINSKO	T S P P 1	0.	0.	0.	0.
	- ODRZAVANJE ELEKTRO	T S P P 2	0.	86.1	0.	1.5
	- ODRZAVANJE VULKANIZERSKO	T S P P 3	0.	0.	0.	0.
3	R A S P O L O Z I V O V R E M E	T R	246.4	4709.2	96.3	80.5
4	N E P L A N I R A N O N E P R O I Z V O D N O V R E M E	T S N	87.0	2188.9	34.0	37.4
	- PRIRODNI FAKTORI	T S N P	9.8	151.7	3.8	2.5
	- ORGANIZACIJA RADA	T S N O	14.1	288.2	5.5	4.9
	- TEHNOLOSKI POSTUPAK	T S N T	34.8	867.9	13.6	14.8
	- MASINSKI KVAROVI	T S N K 1	7.0	287.8	5.1	4.9
	- ELEKTRO KVAROVI	T S N K 2	8.1	387.1	3.2	6.6
	- VULKANIZERSKI KVAROVI	T S N K 3	12.7	206.3	4.8	3.5
5	N E P R O I Z V O D N O V R E M E (U K U P N O)	T S	96.6	3327.8	37.7	56.9
6	P R O I Z V O D N O V R E M E	T E	159.4	2520.3	62.3	43.1

PREGLED RADA I UZROČNIKA ZASTOJA NA MASINAMA

ŠIĆURINSKI SISTEM E-12

KUMULATIVNI IzVESTAJ ZA DECEMBAR 1984. GOD.

ELEMENT SISTEMA	SMENA	KALENDARSKO PROIZVODNO VРЕМЕ ЈТК/ VРЕМЕ /ТЕ/			NEPREDVODNO RUDARS/ MASIN/ VULKAN/ ELEKT/ VISA PO DELA SLUŽBA SLUŽBA SILA POMOC NEPODIZVODNO NEHAN/ VREME			NEPREDVODNO VREMENI /TS/ RUDARS/ MASIN/ VULKAN/ ELEKT/ VISA SLUŽBA SLUŽBA SILA POMOC NEPODIZVODNO NEHAN/ VREME		
		CAS	CAS	CAS	CAS	CAS	CAS	CAS	CAS	CAS
ROTOVNI RAGER JR-12	A	2192.0	972.1	75.8	56.0	0.	61.4	0.	0.	0.
	B	2200.0	910.2	71.8	48.0	0.	54.8	0.	0.	0.
	C	2200.0	968.6	96.6	8.0	0.	16.7	0.	0.	0.
	D	2192.0	967.4	97.7	8.0	0.	20.5	0.	0.	0.
	SUHA	8784.0	3818.3	341.9	120.0	0.	153.5	0.	0.	0.
FTAŽNA TRAKA ETJ-II-2	A			122.4	67.1	5.4	29.5	3.2	0.	19.3
	B			86.5	83.0	0.	35.5	21.3	0.	5.3
	C			149.7	71.1	7.4	38.8	19.3	0.	8.3
	D			151.8	74.8	13.3	22.6	4.8	0.	15.0
	SUHA			510.4	295.9	26.1	126.3	48.5	0.	47.8
FTAŽNA TRAKA ETJ-III-2	A	2192.0	482.8	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	B	2200.0	446.3	PLAIRANC	0.5	0.	0.	0.	0.	0.
	C	2200.0	465.2	9.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	D	2192.0	452.8	/ TSP/	0.8	8.0	0.	8.0	0.	0.
	SUHA	8784.0	1847.1	10.3	6.0	0.	8.0	0.	0.	0.
FTAŽNA TRAKA ETJ-III-1	A			NEPLAN.	56.8	11.8	4.3	11.1	0.4	0.3
	B			42.4	1.2	0.7	10.3	0.4	0.	0.
	C			43.7	2.9	0.7	11.1	0.2	0.	0.
	D			69.2	2.8	0.2	9.5	0.5	0.	0.
	SUHA			212.0	18.6	5.1	42.0	0.3	0.3	0.
FTAŽNA TRAKA ZT-1	A	2192.0	972.1	16.4	0.	0.	0.	0.	0.	16.4
	B	2200.0	910.2	PLAIRANC	16.5	0.	0.4	0.	0.	16.9
	C	2200.0	968.6	24.3	0.	0.	1.3	0.	0.	25.7
	D	2192.0	967.4	19.2	8.0	0.	8.0	0.	0.	35.4
	SUHA	8784.0	3818.3	76.4	8.0	0.	9.8	0.	0.	94.2
FTAŽNA TRAKA ZT-2	A			NEPLAN.	44.3	12.3	0.	16.7	6.1	0.
	B			53.1	7.6	0.	20.8	1.3	0.	79.3
	C			57.6	9.5	0.2	20.9	2.8	0.	82.7
	D			73.8	8.9	0.5	14.5	4.6	0.	91.4
	SUHA			228.8	18.3	0.7	72.8	14.8	0.4	102.3
FTAŽNA TRAKA ZT-3	A	2192.0	1160.2	0.5	0.	0.	0.	0.	0.	0.5
	B	2200.0	1059.9	PLAIRANC	0.3	0.	0.	0.	0.	0.3
	C	2200.0	1175.8	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	D	2192.0	1165.0	/ TSP/	1.9	16.0	0.	16.0	0.	0.
	SUHA	8784.0	4570.9	2.7	16.0	0.	16.0	0.	0.	34.7

P R E G L E D R A D A I U Z R O C N I K A Z A S T O J A S I S T E M A

ČOVRINSKI ČIKOP

NEDELJENI IZVESTAJ ZA DECEMBAR 1986. GOD.

S I S T E M	KALJEDARSKO PROIZVODNO VРЕМЕ /TK/ VРЕМЕ /TE/ VРЕМСКА ПОДЕЛА			U K U P N E P R O I Z V O D N O V R E M E /TS/ NEPOIZVODNO RUDARSка MASIN VULK. ELEKT. VISA SLUŽBA SLUŽBA SILA SLOGE MEHAN			POMOC		
	CAS	CAS	CAS	CAS	CAS	CAS	CAS	CAS	CAS
SISTEM E-22 (SITAN UGALJ-ODLAGANJE)	43.3	20.6	PLA MIRANO	5.8	5.8	0.	0.	0.	0.
			NEP LAN.	15.9	11.1	3.0	0.	1.8	0.9
SISTEM E-22 (SITAN UGALJ-UTOVAR)	560.0	252.0	PLA MIRANC	121.3	96.5	0.8	0.	24.1	0.
			NEP LAN.	185.7	127.4	20.6	0.	32.4	1.3
SISTEM E-22 (RĐUVNI UGALJ)	30.7	18.0	PLA MIRANC	4.8	4.8	0.	0.	0.	0.
			NEP LAN.	7.8	6.7	0.6	0.	0.	0.
UGLJENI SISTEM E-22	634.0	290.6	PLA MIRANO	132.0	107.2	0.8	0.	24.1	0.
			NEP LAN.	211.4	145.2	24.2	0.	34.8	2.2
JALOVINSKI SISTEM E-22	110.0	61.3	PLA MIRANC	8.5	5.8	0.	0.	2.8	0.
			NEP LAN.	40.3	20.8	2.6	0.	2.2	0.
SISTEM E-22 UKJPNO	744.0	351.8	PLA MIRANO	140.5	112.9	0.8	0.	26.8	0.
			NEP LAN.	251.7	166.0	26.8	0.	36.9	2.2
SISTEM DEPONije	744.0	202.2	PLA MIRANO	479.6	479.6	0.	0.	0.	0.
			NEP LAN.	62.3	35.4	3.8	0.	0.7	0.9
								21.5	0.

Prilog 3

4 E S E C N I I Z V E S T A J O K V A R O V I N A

PONARSNIČKI ORKOP

ROTORNI ZAGEZ 3R-11

DATUM SENA VIZIV CVARA

LOKACIJA KVARA UZROK KVARA

10.12.84.	A	III	20	OSTECENJE ŽUJKERA
15.12.84.	B	II	200	OSTECENJE ŽUJKERA
16.12.84.	A	I	225	OSTECENJE DELA
17.12.84.	C	I	30	OSTECENJE DELA
20.12.84.	B	II	10	OSTECENJE JREDJAJA ZA CISCE NJE UNUTRŠNJI CISTAC UTOVARE (PRIJEME) KFICKEVEZE, ZOBI, LANCI, NO2)
25.12.84.	C	I	15	OSTECENJE DELA

LOKACIJA KVARA UZROK KVARA

10.12.84.	A	III	25	OSTECENJE ŽUJKERA
15.12.84.	B	II	20	KVAR BLJKADE
16.12.84.	B	I	40	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
17.12.84.	B	I	55	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
18.12.84.	A	II	10	KVAR BLJKADE
18.12.84.	B	II	25	KVAR BLJKADE
18.12.84.	A	II	20	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
23.12.84.	C	II	25	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU

LOKACIJA KVARA UZROK KVARA

DECEMBAR 1984.
MASINJSKI KVAROTI

LOKACIJA KVARA UZROK KVARA

4.12.84.	B	III	25	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
5.12.84.	C	III	20	KVAR BLJKADE
5.12.84.	B	I	40	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
12.12.84.	B	I	55	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
15.12.84.	A	II	10	KVAR BLJKADE
18.12.84.	B	II	25	KVAR BLJKADE
18.12.84.	A	II	20	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
23.12.84.	C	II	25	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU

4.12.84.	B	III	25	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
5.12.84.	C	III	20	KVAR BLJKADE
5.12.84.	B	I	40	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
12.12.84.	B	I	55	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
15.12.84.	A	II	10	KVAR BLJKADE
18.12.84.	B	II	25	KVAR BLJKADE
18.12.84.	A	II	20	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
23.12.84.	C	II	25	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU

ROTORNI ZAGEZ 3R-11

4.12.84.	B	III	25	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
5.12.84.	C	III	20	KVAR BLJKADE
5.12.84.	B	I	40	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
12.12.84.	B	I	55	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
15.12.84.	A	II	10	KVAR BLJKADE
18.12.84.	B	II	25	KVAR BLJKADE
18.12.84.	A	II	20	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU
23.12.84.	C	II	25	KVAR NA KOIAJD.101. JAČJU

SUMMARY

Preventive Principle of Maintenance Organization with Feedback applied for Process Equipment Maintenance

By means of „supervision“ of process equipment in openpit mines, which should be an integral part of production management, it is possible to act permanently in the sense of connecting the principal (production) and auxiliaty (maintenance) processes. In regard with this, past theoretic investigations found only partial application, still having no organized regulatory role, so the state of practice is in great variance with the requirements. This is supported by an adequate number of summary reports.

ZUSAMMENFASSUNG

Vorbeugendes Prinzip von Unterhaltungsorganisation angewandt mit Rückkopplung in der Unterhaltung der technologischen Ausrüstung

Über die Ueberwachung der technologischen Ausrüstung in Tagebaubetrieben, die Integralteil der Führung in der Erzeugung sein sollen, kann man dauernd auf durch im Sinne von Kopplung des Haupt-(Förderung) und Hilfsprozesses (Unterhaltung), einwirken. In dieser Hinsicht haben bisherige Forschungen nur teilweise Anwendung gefunden und spielen noch immer keine organisierte Ergebnisrolle, so dass der Zustand in der Praxis in grossem ungleichem Schritt und Tritt mit den Bedürfnissen einhergeht. Das ist durch entsprechende Anzahl von Summarberichten bekräftigt worden.

РЕЗЮМЕ

Профилактический принцип организации обслуживания с обратной связью, применяемый в обслуживании технологического оборудования

Посредством надзора технологического оборудования в карьерах, которые должны быть интегральной частью управления производством, возможно постоянно действовать в смысле связи главного (производство) и дополнительного (обслуживание) процесса. В этом отношении теоретические исследования до сих пор нашли свое частичное применение и все еще не имеют организованную регулировочную роль, а поэтому состояние практики в большом разнобое с потребностями. Это подтверждается соответствующим числом общих отчетов.

Literatura

1. B a c k m a n n, G., M a r x, D., 1978: Instandhaltung von Anlagen. → VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.
2. K e i m e r, D., 1976: Einsatzmöglichkeiten der Datenverarbeitung im Bereich der Instandhaltung. — IBM.
3. B e i c h e l t, F., 1978: Optimale Instandhaltung. — VEB Verlag Technik, Berlin.
4. B u l a t, V., 1977: Teorija organizacije. — Informator, Zagreb.
5. B u l a t, V., 1976: Organizacija proizvodnih procesa. — Beograd.
6. G e r t s b a k h, I. B., 1977: Models of Preventive Maintenance, North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
7. M a y n a r d, 1980: Savremena organizacija proizvodnje II. — Kulturni centar, Gornji Milanovac.

Autor: dipl.inž. Vladimir Slavković, Zavod za informatiku i ekonomiku, Rudarski institut, Beograd

Recenzent: dr inž. Č. Radenković, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 18.2.1985, prihvaćen 19.3.1985.

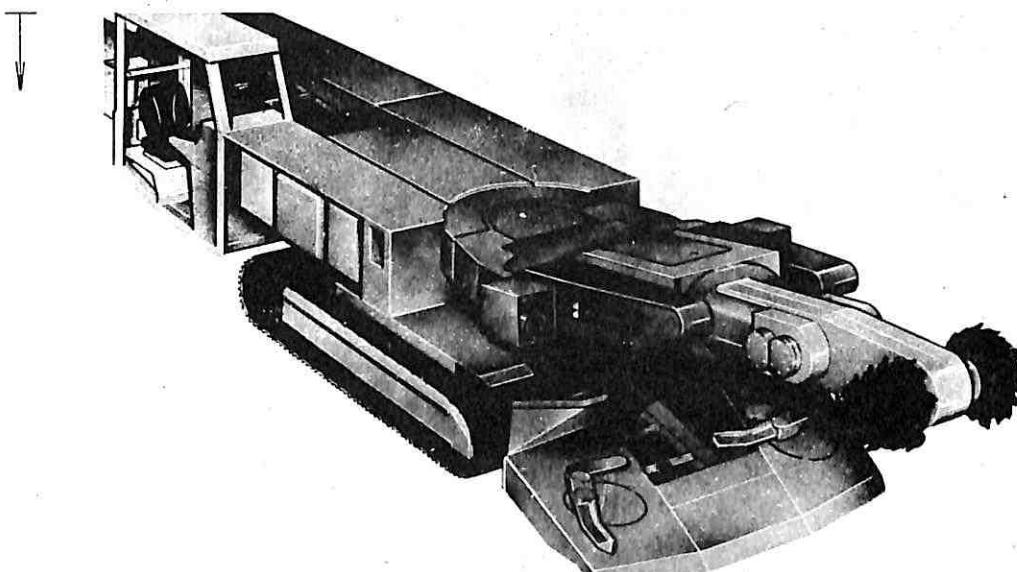
Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Mašina za izradu hodnika sa katarkom ET-110

ET-110 je jedan od najinteresantnijih novih razvoja posle uvođenja mašina za izradu hodnika sa katarkom. Ova mašina, težine 25 tona, je mnogostrana mašina za izradu hodnika za rudarstvo i građevinarstvo. ET-110 reže presek od 5,3 m širine i 4,0 visine iz mesta. U okviru ovog preseka mogući su svi oblici profila i dimenzije do najmanje visine od 2,1 m (krovinska podgrada). Zahvalju-

Uskopne bušilice sa velikim učinkom

Uskopne bušilice HG 330 su konstruisane za bušotine dugačke 500 do 1000 m i za prečnike do 6 m. Mnogostranost bušilice se znatno povećava modularnim sistemom koji omogućuje preradu sa bušenja uskopa na izradu okana. Sa efektivnom dužinom šipke od 3 m i potpunim izdizanjem mašine ima visinu od 7,3 m. Glavne specifikacije mašine za izradu uskopa GH 330 su: obrtni



jući svojoj vučnoj sili od 300 kN i kada je opremljena standardnim guseničarskim sklopom, mašina razvija svoju punu reznu snagu od najmanje 110 kW, čak i na usponima od 20 gona. ET-110 može biti opremljena ili nezapaljivim trafoznim motorom od 110 kW, ili jeftinijim vazdušno hlađenjem standardnim motorom od 110 kW. Motor se može zameniti bez demontaže rezne katarke. Rezna katarka može biti opremljena poprečnim ili pravolinijskim bubnjem, a na raspolaganju je i zglobova rezna katarka koja odgovara svim radnim situacijama. Štaviše, ET-110 se može nabaviti sa tri razna terenski zamenljiva utovarna sistema za sve vrste stene i minerala, odnosno sa obrtnim diskovima, zvezdastim točkovima ili sabirnim kracima. Jednolančani transporter pogoni motor od 30 kW sa maksimalnim transportnim kapacitetom od $450 \text{ m}^3/\text{čas}$. Kontrolna stanica ET-110 se nalazi na sredini ili zadnjoj strani mašine, kontrola može biti ručna ili elektro-hidraulička, ali i putem radija ili daljinskih kontrolnih sistema. Mikroprocesorski kontrolisani profil i poravnanje omogućuju izradu profila hodnika sa preciznošću od ± 50 mm. Još jedna nova karakteristika je centralni podmazni sistem koji smanjuje potrebno održavanje na čisto rutinske provere. Podmazna mesta mašine se snabdevaju mazivom bez pomoći servisnog osoblja. Pored toga, sve glavne funkcije mašine prati dijagnozni sistem.

Mining Reporter, 18

momenat 540 kNm sa hidrauličkim pogonom, brzine od 0 do 48 min^{-1} , momenat lomljenja 648 kNm , pogonska snaga $2 \times 200 \text{ kW}$, vučna sila 8338 kN , posmak 2500 kN , brzina pod punim opterećenjem 10 cm/min . Južnoafrička specijalizovana kompanija Racabor grupe RUC koristiće dve mašine za izradu okana sa prečnikom 6 m na dubinama od 500 do 1000 m tokom narednih pet godina.

Mining Reporter, 35

Transportni lanci za rudarstvo

Jedan proizvođač lanaca ističe da njegovi na habanje otporni okrugli čelični lanci za rudarstvo premašuju DIN normu 22252-2 u visokokvalitetnoj verziji. Ostvareni visoki kvalitet leži u: specijalnom izboru topljenja od modifikovanih visokokvalitetnih čelika vodećih čeličana; izradi na elektronski kontrolisanim automatskim mašinama za savijanje i zavarivanje primenom najnovije tehnologije; specijalnoj termičkoj obradi koja garantuje bolje rezultate pri opterećenju na kidanje, izduženju i vibracijim tokom zamornog opterećenja; na habanje otpornijim beočuzima, većoj otpornosti na savijanje i udar. Sistematska kontrola izrade takođe pruža nepromenljive i uske granice tolerancije koje se kontrolišu kontinualnim grafi-



konima. Ovo je važan preduslov za čvrste lančane tolerancije i precizno održavanje dimenzije beočug do beočuga, čak i kod dugačkih strukova lanaca. Tvrdi se da sistem kontrole kvaliteta, nezavisan od proizvodnje, osigurava kontinuitet visoke vrednosti. Sve ove prednosti zajedno povećavaju kvalitet za 25% kod mehaničkih i dinamičkih osobina. Za težak rad u rudarstvu to znači duži radni vek. Specijalna površinska presvlaka „Corrisit“ daje lancima efikasnu površinsku zaštitu bez ugrožavanja optimalnih tehničkih karakteristika lanaca vrhunskog kvaliteta.

Mining Reporter, 74

Novi kiseonički samospasilac

Glavni inspektorat rudnika Severne Rajne – Vestfalija odobrio je primenu kiseoničkog samospasioca Oxy-SR 15 na radilištima sklonim prodorima gasa. Odobrenju su prethodila obimna ispitivanja i probe koje je vršio Glavni spasički rudarski centar u Esenu. Kod Oxy-SR 15 proizvođač je ispunio zahteve koje je postavila grupa stručnjaka za spasavanje rudara. Kratkotrajni kiseonički samospasilac pruža zaštitu ekipama bušača, dok ne stignu do vanrednih snabdevača vazduhom ili skloništa van uticaja prodora gase. Oxy-SE 15 je konstruisan kao disajn aparat sa zatvorenim kolom. Odvojenost kiseoničke i disajne komore pruža potpunu udobnost nosiocu tokom dužeg vremenskog perioda, a ovo osigurava trenutnu spremnost u svim vanrednim situacijama. Kiseonička boca i ventil su pričvršćeni na leđima u visini pojasa i nivo

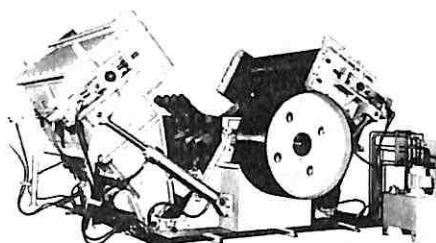


se lako vidi stalno, dok je ventil boce stalno otvoren. Upotrebljivost prestaje kada tekuća potrošnja O_2 premaši dovod kiseonika koji postepeno opada usled pada pritiska u boci. Vreme upotrebe se kreće od 15 minuta (dosta zamorno kretanje) do 30 minuta (čekanje na spasavanje).

Mining Reporter, 149

Mlin čekićar

Udarni usitnjivači (mlnovi čekićari) primenjuju se kod usitnjavanja uglja. Brzi uzastopni udari lome proizvod. Ovo se ostvaruje čekićima sa zamenljivim glavama pričvršćenim na obodu rotora. Čekići imaju radikalni položaj pod centrifugalnom silom. Na rotoru mogu da budu tri, četiri ili šest čekića. Broj redova određuje širina mašine. Zbog velike brzine i velikog broja čekića materijal se usitnjava brzim udarima uzastopno i udaranjem o zidove. Firma pravi razliku između udarnih usitnjivača sa

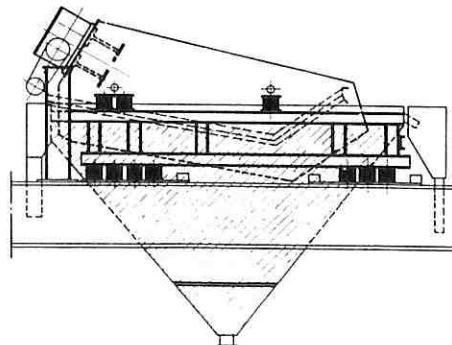


otvorenim izlaznim otvorom i onih sa sitom ili rešetkom, na primer za usitnjavanje uglja za koksovanje, kao i između standardnih udarnih usitnjivača sa mehaničkim pomeranjem zidova i onih sa hidrauličkim vratima i hidrauličkim pomeranjem zidova. Udarni usitnjivač 1212/14 sa prečnikom rotora od 1200 mm i širinom od 1400 mm se, na primer, koristi za desetkovanje ugljenog mulja za termoelektrane na krupnoću ispod 30 mm kapacitetom od 200 t/h i sa pogonskom snagom do 132 kW.

Mining Reporter, 180

UHG podvodno vibraciono sito

UHG sito se dokazalo pri tačnom granulisanju materijala u sitnjim klasama. Vibro sito je linearni vibrator sa

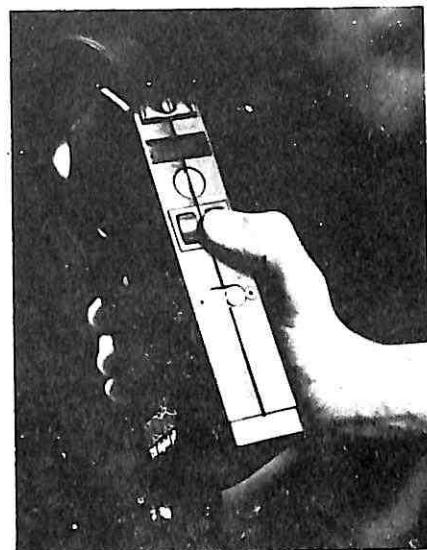


pločom koja je strmo nagnuta na ulaznom kraju, ali uzlazna prema prelivu, a potapa se u rezervoar sa vodom, dok oko dve trećine ploče ne bude pod vodom. Sejni materijal se dodaje u izmešanom stanju sa vodom i suspenduje u potopljenom delu ploče za granulisanje. Granulisani preliv se kreće ka izlaznom kraju vibracijom i odvodnjava na nadvodnom delu ploče. Nadsevni proizvod se odvodi na dalju preradu najčešće trakom. Prosevni proizvod se sifonira na vrhu podvodnog rezervoara i odvodi u pumpni sabirnik.

Mining Reporter, 183

Tindalometar TM digital μ P

Novi tindalometar TM digital μ P je optički instrument za merenje sitne prašine i predstavlja dalji razvoj TM digitalnog fotometra sitne prašine sa rasejanim svetлом. Uređaj omogućuje utvrđivanje sadržaja sitne prašine u vazduhu bez prethodnog odvajanja krupne prašine merenjem sveta rasejanog česticama prašine. Uređaj radi sa infracrvenim svetлом (talasna dužina $0,94 \mu\text{m}$); vidljivo svetlo se odvaja od fotodetektoru optičkim filtrima, tako da uređaj može da radi sa otvorenom mernom komorom. Dodatni elektronski filtri omogućuju tako veliku osetljivost da je donja merna granica $0,01 \text{ mg/m}^3$, dok je moguće merenje koncentracije do 100 mg/m^3 fine prašine. Ugrađeni mikroprocesor omogućuje merenje vremenski određenih koncentracija sitne prašine tokom



svakog mernog perioda od 5 sekundi do 8 časova. Radom na baterije (ugrađene u uređaju) moguća su merna vremena između 8 i 10 časova.

Mining Reporter, 192

Young, G.Y.C., i dr: *Carbon in pulp process for recovering gold from acid plant calcines at President Brand.* — „Mining Eng.“, 1984, str. 257—263.

KOMBINOVANI POSTUPAK IZDVAJANJA ZLATA I SREBRA IZ PULPE CIJANIDACIJE PRIMENOM AKTIVNOG UGLJA I ELEKTROLIZE

Opšti osvrt

U cilju daljeg pojednostavljenja postupka i sniženja troškova izdvajanja zlata i srebra iz cijanidnih rastvora u zadnjim godinama se čine naporci da se u praksi uvede postupak neposrednog izdvajanja plemenitih metala iz pulpe. Ovim bi konvencionalan postupak zgušnjavanja, filtracije, izbistrevanja i taloženja cinkom bio zamjenjen postupkom izdvajanja zlata i srebra aktivnim ugljem neposredno iz pulpe uz primenu elektrolize obogaćenog rastvora dobijenog resorpcijom metala sa površine uglja. Poluindustrijska ispitivanja završena su na južnoafričkom rudniku President Brand, na kome se zlato cijanidnim postupkom rastvara iz ogorebine prženja pirita. Postojeći postupak obuhvata cijanidno luženje u pačuka agitatorima, filtraciju rastvora na trakastim filtrima, izbistrevanje rastvora dodatnom filtracijom i taloženje zlata cink prahom. Filtracija na trakastim filtrima je ograničavajući faktor povećanja kapaciteta prerade, a u njemu se i deo zlatonosnog rastvora gubi. Ova faza procesa zahteva visok stepen održavanja i vezana je sa znatnim troškovima.

U poluindustrijskom postrojenju korišćen je postupak elektrolize koji je razradila istraživačka laboratorija Anglo American Corporation of South Africa Ltd. Tehnološka šema je tako postavljena da osnovne faze: adsorpcija, eluacija (desorpcija), elektroliza i odjeljak regeneracije rade nezavisno jedna od druge tako da obustava rada u jednoj fazi nema većeg uticaja na rad ostalih faza procesa.

Veoma oštiri zahtevi su postavljeni u pogledu garancija iskorišćenja zlata, gubitka uglja, a posebno kapaciteta postrojenja. Osnovni zahtevani parametri za rad poluindustrijskog postrojenja, a koji karakterišu i sam proces, bili su sledeći:

— specifična gustina pulpe	1,33 (varira od 1,25 do 1,36)
— specifična gustina čvrstoga	3,8
— sadržaj čvrstoga u pulpi	28—36
— sadržaj zlata u pulpi, mg/l	4—7
— broj stepena adsorpcije	7
— kontakt uglja i pulpe po svakom stepenu adsorpcije, min	60
— očekivano opterećenje uglja zlatom	10.000 g/t
— koncentracija uglja 24 g/l u 1—4. stepenu adsorpcije;	
32 g/l u 6—7. stepenu adsorpcije	
— granulometrijski sastav uglja	+ 0,85 — 3,0 mm

- efikasnost adsorpcije — 99,6% pri sadržaju zlata u ulaznoj pulpi od 7 mg/l
- šarža uglja po svakom ciklusu adsorpcije 1000 kg
- eluiranje (desorpcija):
- masa uglja koja se po svakom ciklusu eluira 1000 kg

Elektroliza:

- sadržaj zlata u svežem katolitu mg/l 900
- sadržaj zlata u otpadnom katolitu mg/l 20

Opis postupka

Osnovne faze procesa su sledeće:

- prethodno prosejavanje pulpe u cilju uklanjanja čestica nepoželjnih raspona gornje krupnoće i uskladištenja pulpe
- adsorpcija zlata ugljem
- desorpcija (eluacija) zlata iz uglja
- elektroliza zlata iz rastvora — desorpcija.

Uprošena šema procesa prikazana je na slici 1.

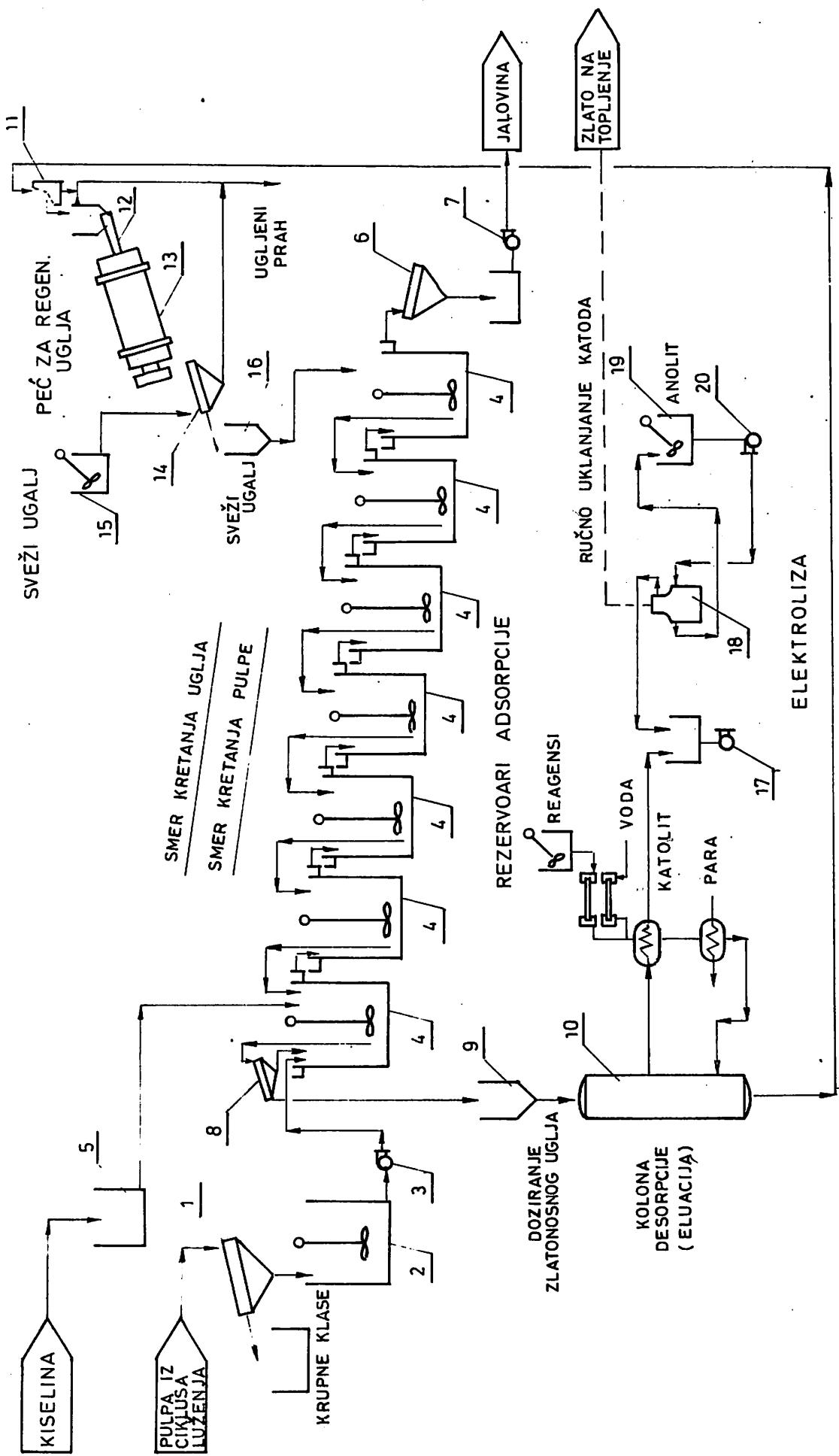
Prethodno prosejavanje i uskladištenje pulpe

Pulpa iz zadnjeg pačuka agitatora gravitacijski doteče na vibro-sito 1. Cilj prosejavanja pulpe je uklanjanje čvrstih čestica krupnijih od 600 µm. Prosejana pulpa usmerava se u prihvati mešać 2, opremljen mehanizmom za mešanje pri manjoj brzini. Iz rezervoara mešaća 2 pumpom 3 prebacuje se pulpa u prvi do sedam mešaća 4 u kojima se na česticama uglja odvija adsorpcija zlata. Alkaličnost pulpe (pH-vrednost) reguliše se dodatkom koncentrovane sumporne kiseline u prvi mešać faze adsorpcije. Kiselina se smešta u rezervoar — 5.

Alkaličnost ulazne pulpe se kreće u opsegu od pH — 8 do pH — 10, koncentracija slobodnog cijanida je 50 mg/l.

Adsorpcija

Adsorpcija zlata ugljem odvija se u sedam mešaća — 4, kaskadno postavljenih tako da pulpa iz jednog doteče gravitacijski u drugi mešać. Mehanizam za mešanje je obložen gumom, a u rezervoaru su postavljene periferne prečage koje potpomažu mešanje pulpe. Na perifernom



prelivu pulpe postavljena je pljena čelična mreža sa kvadratnim otvorom od 850 µm. Ova mreža sprečava migraciju uglja sa prelivnom pulpom. Rezervoari faze adsorpcije su razmešteni u luku od 120° čime se štedi na prostoru, a olakšava prilaz mešaču u slučaju neophodne opravke ili tekućeg održavanja. Visinska razlika između prelivnih organa rezervoara iznosi 1,2 m. Specijalne vazdušne brizaljke (džetovi) sprečavaju začepljivanje perifernih sita tako da se odliv pulpe iz jednog u drugi mešač odvija nesmetano.

Napuštajući zadnji mešač faze adsorpcije pulpa prelazi preko vibro sita – 5 sa pljenom mrežom otvora 600 µm. Ovim sitom se hvataju odbegle degradirane čestice uglja.. Dalja zaštita je bila da se sve oštре ivice mešača prekriju mekanom gumom, čime se sprečava degradacija čestica uglja. Zapaženo je da sveže isporučeni ugalj sadrži deo granula koje se u režimu mešanja pulpe lako degradiraju. Međutim, nakon početnog brzog degradiranja granule se mehanički stabilizuju. Iz tog razloga smatra se da sveži ugalj, pre nego što se doda fazi adsorpcije, treba da se kondicionira u mešaču sa vodom. Nakon ovog kondicioniranja ugalj se prosejava i pere. Posle ovakvog tretmana ugalj se uvodi u proces adsorpcije. U samom postrojenju je velika pažnja posvećena sprečavanju degradiranja granula ugija. Zbog toga su svi cevovodi u ciklusu tretiranja ugija izvedeni sa blagim krivinama, a brzina kretanja suspenzija ugija kroz cevovode je održavana na minimumu.

Pumpom – 7 se jalova pulpa prebacuje na jalovište.

Protivtločno kretanje ugija (suprotno od smera kretanja pulpe) obezbeđeno je specijalno konstruisanim aeroliftovima koji su postavljeni u svaki rezervoar ciklusa adsorpcije. Pulpa sa ugljem se vraća u prethodni rezervoar. Iz čelnog (polaznog) rezervoara pulpa se prebacuje na kružno klateće sito – 8. Očiđeni ugalj gravitacijski otiće u prihvativni rezervoar 9 sistema za eluiranje – desorpciju zlata iz ugla.

Desorpcija zlata iz ugla i regeneracija ugla

Sistem desorpcije (eluiranja) zlata sa ugla razradila je istraživačka laboratorija Anglo American Corporation, Južna Afrika. Zlatnosni ugalj se najpre pere 3% rastvrom hlorovodončne kiseline pri 30–90°C. Cilj ovog pranja je uklanjanje karbonatnih i drugih u kiselini rastvorljivih prevlaka, koje se formiraju na površini granula ugija u toku adsorpcije. Nakon tretmana kiselinom ugalj se podvrgava pranju vodom, koja mora da bude omešana i

oslobođena prirodne tvrdoće. Po pranju vodom ugalj se preliva „kvatiseljem”, mešavinom kaustične sode (1%) i cijanida (5%) pri 90°C. Desorpcija zlata se ostvaruje pri još većoj temperaturi sredine od 110°C, prolaskom kvatiselja kroz šest posteljica ugla formiranih u posudi desorcione kolone – 10. Za zagrevanje sredine u koloni su postavljeni žaketi, a zagrevanje se vrši vodenom parom. Desorpcija se kontroliše programiranim mirkoprocesnim kontrolnim uređajem.

Iz elevatorsa se ugalj, nakon obavljenje desorpcije zlata, hidraulički prebacuje u sistem regeneracije koji se sastoји od lučnog sita – 11 za ceđenje ugla i odbacivanja ugljenog praha. Očiđeni ugalj se stokira u prihvativu posudu sa vibroizvlakčem – 12. Iz prihvativne posude se dodaje u bubnjastu okretnu peć – 13 u kojoj se regeneriše ugalj pri temperaturi od 700°C u inertnoj sredini koja se ostvaruje ubrizgavanjem vodene pare i specijalnim zaptivim sistemom izlaznog otvora peći. U atmosferi peći ne sme sadržaj kiseonika da pređe 40%.

Elektroliza zlata

Pri desorpciji zlata iz ugla „kvatiseljem” formira se „katolit” (bogati elektrolit) koji se pumpom – 17 ubacuje u elektrolitičku čeliju – 18. Čelija ima sepcijalnu konstrukciju i potpuno je hermetički zatvorena zbog oslobađanja otrovnog cijanovodončne kiseline. Prostorija u kojoj su čelije smeštene je potpuno zatvorena i izrađena od armiranog betona. Svi pomoćni uređaji: pumpe, ispravljači i kontrola su van prostorije gde su smeštene elektroličke čelije. U prostoriju elektrolize se ulazi samo kada se skidaju katode zlata, što se obavlja ručno uz odgovarajuće mere sigurnosti. Katode se šalju na topljenje i rafinaciju do željene čistoće. Siromašni izlazni elektrolit ili anolit kruži nazad u elektrolitučku čeliju preko prihvavnog rezervoara 19 i pumpe – 20. Kada se elektroliza završi anolit se kao jak cijanidni rastvor vraća nazad i koristi u procesu agitacionog cijanidiranja. Proces elektrolize se kontroliše unutar čelija primenom takozvanog zatvorenog TV sistema.

Pored vrlo jasne i kompaktne tehnološke koncepcije, za opisani proces može se reći da je perspektivan, ali da još nije dobio pravo primene u praksi. Uočene su brojne slabosti skoro u svim fazama procesa pa se radi na njihovom otklanjanju.

prof. inž. G. o j k o H o v a n e c

Bibliografija

- C l e w s, K. M.: Primena mrežnog planiranja sa korišćenjem elektronskih računara pri razradi dijagrama tehnološkog procesa (Computerized Network Analysis Aids Scheduling)
„World Mining Equip.”, 8(1984)7, str. 88–94, (engl.) .
- T i m o š k o v, A. I.: Usaglašavanje planova razvoja rudarskih radova i normativa za određivanje gubitaka (Soglasovanje planov razvijanja gornih radobit i normativov poter’)
„Bezopasn. truda v prom-sti”, (1984)8, str. 40–41, (rus.) .
- N u r l y b a e v, M. A., B u k e j h a m o v, D. G., i dr.: Određivanje parametara tekućih planova rudarskih radova metodom optimizacije sa više kriterijuma (Opredelenje parametra tekućih planov gornih radobit metodom mnogokriterijalnoj optimizaciji)
„SAPR gornodobov, predpriyati. Tez. dokl. Resp. nauč.-tehn. kon. 14–16 avg. 1984”, Taškent, 1984, str. 194–195, (rus.) .
- T i m o š č u k, N. D., i. I g n a t ’ e v, M. N.: Ocena intenziteta i proizvodne snage rada u uslovima rudarstva (Ocenka intensivnosti i proizvoditel’noj sili truda v usloviyah gornog proizvodstva)
„IVUZ Gornj Ž.”, (1984)9, str. 26–29, (rus.) .
- Z o t o v a, T. P.. i. B o j c o v a, A. I.: Kvantitativna ocena uticaja faktora na formiranje fondova jama u industriji uglja (Količestvennaja ocenka vlijanija faktorov na fondootdaču šaht ugel’noj promyšlennosti)
„Soveršen. hoz. mehanizma v otrasi”, M., 1984, str. 96–100, (rus.) .
- V o r o n k o v, G. Ja., M a r c i n k e v i č, G. I.: Dejstvo adsorpciono-aktivne sredine na ugalj u uslovima složenog naponskog stanja (Vozdejstvie adsorpciono-aktivnoj sredy na ugel’ v usloviyah složnogo naprjažennog sostojanija)
„Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo”, (1984)224, str. 30–35, (rus.) .
- M o h n a č e v, M. P., P r i s t a š, V. V. i S o l o -m i n a, I. A.: Dinamička svojstva stena u zapreminskom naponskom stanju (Dinamičeskie svojstva gornih porod v obemnom naprjaženom sostojaniju)
„Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo”, (1984)224, str. 16–23, (rus.) .
- P l i s c h k e, B.: Interpretacija deformacija stena koje su vezane sa izradom tunela, a koja ima za cilj određivanje mehaničkih karakteristika stenskog masiva i njegovog prvičnog naponskog stanja (Interpretation der mit dem Vortrieb eines Tunnels verbundenen Verformungen und des Primärspannungszustands)
„Veröff. Inst. Grundbau, Bodenmech., Felsmech. und Verkehrswasserbau RWTH Aachen”, (1984)10, 227 str., 48 bibl.pod., (nem.) .
- R a j a r a m, V. i P a r i s e a n, W. G.: Kontrola jamskog pritiska (Ground control)
„Mining Eng.”, (USA), 36(1984)5, str. 464–465, 4 bibl.pod., (eng.) .
- U s a č e n k o, B. M., H o h o l a e v, V. K. i B u l a t, A. F.: Metoda seizmoakustične kontrole naponskog stanja sloja (Metod sejsmoakustičeskogo kontrolja naprjažennogo sostojanija plasta)
„Ugol’ Ukrainy”, (1984)8, str. 30–31, (rus.) .
- G r o t o w s k y, U. i I r r e s b e r g e r, H.: Sistem za kontrolu jamskog pritiska i njegova primena u industriji uglja SR Nemačke (A strata control system and its application in West German Coal mining)
„Int. J. Mining Eng.”, 2(1984)2, str. 119–132, 19 il., 7. bibl. pod., (engl.) .
- N o r o v, Ju. D.: Modeliranje dinamičkog naponskog stanja slojevitog masiva metodama fotomehanike (Modelirovanie dinamičeskogo naprjažennogo sostojanija sloisto-grossa metodama fotomehaniki)
„Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo”, (1984)224, str. 118–122, (rus.) .
- K u r l e n j a, M. V. i M i r e n k o v, V. E.: O naponsko-deformacionom stanju oko dugačke jamske prostorije (O naprjaženo-deformirovannom sostojanii v okrestnosti protjažennoj vyrabotki)
„Fiz.-tehn. probl. razrab. polazn. iskopaemyh”, (1984)5, str. 17–23, 4 il., 4 bibl.pod., (rus.) .
- S m a r t, B. G., D a v i e s, D. O. i. S o m e r -v i l l e, J.: Korišćenje nagiba krovine za proračun sredstava zaštite hodnika lučnog oblika (Application of the roof-strata-tilt approach to pack design in an arch-shaped roadway)
„Mining Eng.” (Gr. Brit.), 144(1984)276, str. 187–191, 7 il., 3 tabl., 1 bibl.pod., (engl.) .
- B u d n i k, V. V., G r i c a j u k, B. I. i B u d n i k, V. M.: Pojava jamskog pritiska ispod moćnih slojeva krečnjaka u Podmoskovskom ugljenom basenu (Projavlenie gornogo davlenija pod moćnymi slojami izvestnjaka v Podmoskovskom ugel’nom bassejne)
„Issled. i razrab. tehn. i tehnol. dobyči uglja na šahtah Podmoskov. bassejna”, Tula, 1984, str. 3–9, 2 il., 2 bibl.pod., (rus.) .
- P l a t e, M.: Ocena stepena opasnosti od gorskih udara postupkom bušenja kontrolnih bušotina, koji je razvijen do nivoa kompleksne metode (Erkennen der Gebirgsschlaggefahr durch Erweiterung des Testbohrens zu einer komplexen Methode)
„Glückauf”, 120(1984)18, str. 1153–1156, 5 il., (nem.) .
- V e l s e n – Z e r w e c k, R. von: Otkopavanje u zonama opasnim na gorske udare (Abbau in Bereichen erkannter Gebirgsschlaggefahr)
„Glückauf”, 120(1984)18, str. 1157–1161, 4 il., 5 bibl.pod., (nem.) .
- H e s s, H.: Osnovni pravci daljeg razvoja metoda sprečavanja opasnih gorskih udara (Zielstellungen für die Weiterentwicklung der Gebirgsschlagverhütung)
„Glückauf”, 120(1984)18, str. 1167–1175, 18 il., (nem.) .

- Nova bušača kolica za brzo bušenje (New crawler drills for speedy drilling)**
„Mining Mag.”, 161(1984)2, str. 126–127, (engl.)
- G o r b u n o v, V. A.: O proračunu drobljenja stena eksplozijom (K rasčetu drobljenja gornih porod vzryvom)**
„Fiz.-tehn. probi. razrab. polezn. iskopaemyh”, (1984)5, str. 43–49, 1 il., 5 bibl.pod., (rus.)
- P š e n i č n y j, V. I., K o r n e e v, A. A. i Č a k - v e t a d z e, R. A.: O racionalnoj raspodeli energije eksplozije minskog punjenja u razaranom masivu (O racionalnom raspredelenii energii vzryva skvazinnyh zarjadov VV v razrushaemom massive)**
„Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo”, (1984)224, str. 109–112, (rus.)
- T a k e l e k o v, K. Ž., U s k o v, A. H. i dr.: Određivanje optimalnih intervala uspoređenja pri razaranju ruda lepezastim bušotinama (Opravlenie optimal'nyh intervalov zamedlenij pri otbojke rudy komplektami veernyh skvazin)**
„Tehnol. shemy razrab. polezn. iskopaemyh”, Karaganda, 1983, str. 116–119, 2 bibl.pod., (rus.)
- E t h i e r, R. J.-M.: Primena milisekundnog miniranja na površinskom kopu u Kanadi (Introduction of sequential blasting at Mines Gaspe Murdochville Quebec)**
„CIM Bull.”, 77 (1984) 876, str. 37–42, 6 il., 4 tabl., 2 bibl.pod., (engl.)
- G a n o p o l's k i j, M. J. i S m o l i n, N. I.: Udarni vazdušni talasi pri milisekundnom miniranju negabarita (Udarnye vozdušnye volny pri korotkozamedlennom vzryvaniy egabarita)**
„Bezopasn. truda v prom-sti”, (1984)9, str. 48–49, 1 tabl., (rus.)
- S e l i v a n o v, A. S., B o l o t k i n, S. N. i dr.: Učvršćivanje stena u pripremnim prostorijama Sokolovskog podzemnog rudnika (Upročenje porod v podgotovitel'nyh vyrabotok Sokolovskogo podzemnogo rudnika)**
„Tehnol. shemy razrab. polezn. iskopaemyh”, Karaganda, 1983, str. 110–112, (rus.)
- Ispitivanje i razrada tehnike i tehnologije dobijanja uglja u jamama Podmoskovskog basena (Issledovanie i razrabota tehniki i tehnologii dobyči uglja na šahtah Podmoskovskogo bassejna)**
Sb. nauč. tr. Podmoskovsk. n.-i. i proekt. —, konstruk. ugol. in-t, Tula, 1984, 126 str., (knjiga na rus.)
- Otkopni kombajn za tankе slojeve (Longwall machine for thethin seams)**
„Colliery Guard.”, 232(1984)7–8, str. 256, (engl.)
- Z y k o v, V. N., D r y g v a l', V. V. i G l a d u š, A. D.: Zahtevi koji se postavljaju pred tehnologiju otkopavanja veoma tankih slojeva u PO Makеevkaugolj (Trebovanija k tehnologiji vremki ves'ma tonkih plastov v PO Makеevkaugol')**
„Razrab. tehnol. i mehaniz. dobyči polezn. iskopaemyh primenitel'no k uslovijam razvivajušč. stran”, M., 1984, str. 84–87, (rus.)
- R a d i o n o v s k i j, V. L., Š e r o n o v, Ju. P. i L o b ž a n i d z e, G. G.: Uticaj složenih rudarsko-geo- loških uslova na tehničko-ekonomske pokazateli rada jama (Vlijanie složnyh gorno-geologičeskikh usloviy na tehničko-ekonomičeskie pokazateli raboty šaht)**
„Soveršen. hoz. mehanizma v otrasi”, M., 1984, str. 76–80, (rus.)
- K r e j č i, B. i M a c h a l e k, B.: Rudnik Hodonin 1 – ocene rezervi lignita (Dul Hodonin 1 – zhodnoceni zasob lignitu)**
„Sb. GPO”, (1984)28, str. 31–44, 3 tabl., 7 bibl.pod., (čes.)
- S a g i n o v, A. S., K v o n, S. S. i G a n ž u l a, A. A.: Problemi povećanja efektivnosti dobijanja uglja u Kara-gandinskem basenu (Problemy povyšenija effektivnosti dobyči uglja v Karagandinskem bassejne)**
„Tehnol. shemy razrab. polezn. iskopaemyh”, Karaganda, 1983, str. 3–9, (rus.)
- F l i n t, J. D., B u c h a n, I. F. i dr.: Parcijalno otkopavanje stubova primenom kontrolisanog obrušavanja stena u otkopanom prostoru u jami Vierfontein (Partial pillar extraction with controlled goafing of the superin-cumbent strata)**
„J.S. Afr. Inst. Mining and Met.”, 84(1984)7, str. 193–199, 12 il., (engl.)
- S i n g h, J. G.: Plan vođenja rudarskih radova kod kom-binovanog otkopavanja kosih slojeva dugim i kratkim čelima (Planning the Longwalling/Shortwalling of an inclined coal seam)**
„Colliery Gurad.”, 232(1984)5, str. 199–201, 7 il., 6 bibl.pod., (engl.)
- T r u e m a n, R.: Ocena sistema otkopavanja tankih slojeva korišćenjem otkopnih mašina kontinualnog dejstva (An evaluation of mining methods using continuous minefs in thin coal seams)**
„J.S. Afr. Inst. Mining and Met.”, 84(1984)7, str. 200–207, 2 il., 11 tabl., 7 bibl.pod., (engl.)
- U l'j a n o v, S. A.: Analiza otkopavanja kosih i strmih slojeva (Analiz razrabotki naklonnyh i krutych plastoў)**
„Razrab. tehnol. i mehaniz. dobyči polezn. iskopaemyh primenitel'no k uslovijam razvivajušč. stran”, M., 1984, str. 95–100, (rus.)
- I m e n i t o v, V. R.: Procesi podzemnih rudarskih rado-vra kod otkopavanja ležišta ruda (Processy podzemnyh gornyh rabot pri razrabotke rudnyh mestoroždenij)**
3–če izd. dopunjeno i prerađeno. Učeb. posobie dlja stud. vuzov obuč. po spec.: Tehnol. i .kompleks. mehaniz. podzemni. razrab. mestorožd. polezn. iskopaemyh, M., Nedra, 1984, 504 str., il., (knjiga na rus.)
- H a m i m o l d a n o v, B., T o k t a m y s o v, M. T. i U t p a g a m b e t o v, M. Ž.: Ispitivanje parametara sistema podetažnih hodnika (Issledovanie parametrov sistemy podetažnyh štrekova)**
„Tehnol. shemy razrab. polezn. iskopaemyh”, Karaganda, 1983, str. 62–64, (rus.)
- H a m i m o l d a n o v, B.: Granični nivo gubitka rude za panelno–stubni sistem otkopavanja (Predel'nyj uroven' rudy dlja panel'no–stolbovoj sistemy razrabotki)**
„Tehnol. shemy razrab. polezn. iskopaemyh”, Karaganda, 1983, str. 46–49, (rus.)

W e r b i g, L., R i c h t e r, E. i dr.: **Usavršavanje sistema otkopavanja u cilju povećanja sigurnosti i produktivnosti rada** (Entwicklung von Abbauverfahren zur Erhöhung der Bergbausicherheit und zur Leistungssteigerung) „*Neue Bergbautechnik*”, 14(1984)8, str. 292–295, 3 il., 2 bibl. pod., (nem.)

A n d r a d e, M. F.: **Primena varijante podzemnog otkopavanja sa obrušavanjem stena krovine kako bi se otpočelo otkopavanje rude iz stubova** (Lavra com abatimento do teto para recuperacao de pilares) „*Miner. met.*”, 47(1984)452, str. 14–20, 5 il., 16 bibl. pod., (portug.)

S z l a z a k, J.: **Pregled korišćenih tehnologija hermetizacije otkopanog prostora posle otkopavanja sloja širokim čelima sa obrušavanjem na ležućih stena** (Przeglad stosowanych technologii uszczelniania zrobów zawałowych scian) „*Wiad. gor.*”, 35(1984)5–6, 8 il., 1 bibl. pod., (polj.)

Š ċ e l k a n o v, V. A., K u ě r j a v e n k o, I. A. i dr.: **Izbor tehnoloških šema radova na zasipavanju pri kombinovanom otkopavanju magnetitnih kvarcita** (Vybor tehnologičeskikh schem zakladčennykh rabot pri kombinirovannoj razrabotke magnetitovych kvarcitov) „*Razrāb. rud. mestorožd.*”, Kiev, (1984)38, str. 49–52, 1 il., 2 bibl. pod., (rus.)

Automatizovani proces montaže ankerne podgrade (Automatic roof bolting moves closer to reality) „*Coal Mining*”, 21(1984)6, str. 49–51, 2 il., (engl.)

K o l o m i j c e v, A. K., L e š ī n s k i j, E. M. i S o s i n s k i j, R. M.: **Aparatura za automatizaciju podgrade KGU–D za strme slojeve** (Apparatura avtomatizacii krepki KGU–D dlja krutyh plastov) „*Ugol' Ukrayny*”, (1984)9, str. 23–25, 3 il., (rus.)

K o r o c i n, A. K., S m i r n o v, K. P.: **Komplet mehanizovane podgrade** (Komplet mehanizirovannoy krepki) Vorošilovgr. fil. Šahtin. n.-i. i proekt.–konstruk. ugol. in–ta, A.s. 1082964, SSSR, prijav. 06.01.83, Nr. 3533954/22–03, objav. u B.I. 1984, Nr. 12. MIK E 21 D 23/00, 5 il., (rus.)

R e d. D. r o n o v, N. V.: **Metode i sredstva površinskog otkopavanja mineralnih sirovina** (Metody i sredstva otkrytoj dobyči poleznyh iskopaemyh) Frunze, Ilim, 1984, 120 str., il., (knjiga na rus.)

S o h n, F.: **Metodska i organizaciona priprema za uvođenje automatizovanih dispečerskih sistema na površinskim kopovima DR Nemačke** (Methodische und organisatorische Erfahrungen bei der Vorbereitung und technischen Realisierung rechnergestützter Dispatchersysteme in Tagebauen der DDR) „*Neue Bergbautechnik*”, 14(1984)9, str. 341–344, 3 il., 2 tabl., 10 bibl. pod., (nem.)

F r e j d i n a, E. V., T e t' j a k o v, A. S. i K o v a l e n k o, A. S.: **Korekcija tekućih planova u automatizovanom sistemu planiranja na površinskim kopovima** (Korrektirovanie tekućih planov v avtomatizirovannom sisteme planirovaniya na kar'erah) „*Fiz.–tehn. probl. razrab. polezn. iskopaemyh*”, (1984)5, str. 60–64, 1 il., 4 bibl. pod., (rus.)

K o v a l e v, M. I.: **Praksa primene mikroračunara u rešenju zadataka u rudarstvu** (Optym primenjenja mikro–EVM v rešenii zadač gornogo dela) „*SAPR gornodobiv. predpriatij. Tez. dokl. Resp. nauč.–tehn. konf. 14–16 avg. 1984*”, Taškent, 1984, str. 74–75, (rus.)

S c h o l z, U.: **Otvaranje polja površinskog otkopa pomoću rotornog bagera sa odlačaćem** (Untersuchungen zur Technologie des scheibenweisen Tagebauaufschlusses durch Schaufelradbagger–Absetzer –Kombinationen) „*Neue Bergbautechnik*”, 14(1984)9, str. 327–333, 5 il., 7 bibl. pod., (nem.)

L j u b i m o v, V. N.: **Uticaj porasta nosivosti kipera na parametre površinskog kopa** (Vlijanie roste gruzopod'emnosti avtosamosavalov na parametri kar'era) „*Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo*”, (1984)226, str. 73–76, 3 tabl., 4 bibl. pod., (rus.)

G o l o s i n s k i, T. S., M c R o b e r t s, E. i G r i m o r e, W.F.: **Razvoj kontinualne tehnologije sa rotornim bagerima na evropskim površinskim kopovima** (Assessment of the european bucket–wheel excavator technology) „*CIM Bull.*”, 77(1984)867, str. 57–66, 13 il., (engl.)

T a s k a e v, A. A.: **Teoretski aspekti selektivnog otkopavanja ruda na površinskim kopovima** (Teoretičeskie aspekty selektivnoj vyemki rud na kar'erah) „*Metody i sredstva otkrytoj dobyči poleznyh iskopaemyh*”, Frunze, 1984, str. 28–35, 1 tabl., 9 bibl. pod., (rus.)

B u k e j h a m o v, D. G., A š a e v, Ju. P. i. A n d r e e v a, G. N.: **Modeliranje kontura i razvoja radne zone površinskog kopa kod automatizovanog projektovanja površinskih kopova** (Modelirovanie konturov i razvitiya rabočej zony kar'era pri avtomatizirovannom proektirovaniyu kar'ev) „*SAPR gornodobiv. predpriatij. Tez. dokl. Resp. nauč.–tehn. konf. 14–16 avg., 1984*”, Taškent, 1984, str. 26–27, (rus.)

M a r g o s o v a, N., N e d j a l k o v, N. i. dr.: **Određivanje stabilnosti radnih ivica površinskih kopova istočno –maričkog basena pomoću elektronskih računara** (Izčisljavanje ustojčivosti na rabotnite bordove na otkritite rudnici u Izočnomariškija basejn s pomočta ba EIM) „*Vglišča*”, 39(1984)7, str. 14–18, 2 il., 1. tabl., 1. bibl. pod., (bugar.)

I l i n, A. I., B u r k o v, V. P. i dr.: **Ispitivanje stabilnosti kosina na površinskim kopovima crne metalurgije** (Issledovanie ustojčivosti otkosov na kar'erah černoj metallurgii) „*Vopr. osvojenija mestorožd. v slož. geol.–gidrogeol. uslovijah*”, Belgorod, 1984, str. 79–84, (rus.)

I s o m o v, R. D.: **Proračun stabilnosti i određivanje zone mogućeg obrušavanja površinskih otkopa metodom konačnih elemenata** (Rasčet ustojčivosti i opredelenje zony vozmožnog obrušenija otkrytyh gornih vyrabotok metodom konečnyh elementov) „*SAPR gornodobiv. predpriatij. Tez. odokl. Res. nauč.–tehn. konf. 14–16 avg. 1984*”, Taškent, 1984, str. 197–198, (rus.)

- H o f m a n n, W. Ch.: Firma Surface Miner za površinske otkope (Surface Miner fur den Tagebau) „Bergbau“ 35(1984)8, str. 371–374, 6 il., 7.bibl.pod., (nem.)
- M e d v e d e v, N. S., P i r o ž k o v, M. P. i dr.: Imitaciono modeliranje rudarsko–transportnih radova na površinskim kopovima (Imitationne modelirovanie gorno–transportnyh rabot na kar'erah) „SAPR gornodobyyv. predpriatij. Tez. dokl. Resp. nauč.–tehn. konf. 14–16 avg. 1984“, Taškent, 1984, str. 191–192, (rus.)
- W e l i k, W. S., L a s m a n o w i c z, A. i R u s i n s k i, E.: Metoda određivanja opterećenja na platformu rotornog bagera u režimima havarije (Metoda wyznaczania awaryjnych obciążen portalni wielonaczynowych koparek kolowych) „Pr. nauk. Inst. konstr. i eksplor. masz. PWrocł.“, (1984)42, str. 73–83, (polj.)
- Nove mogućnosti korišćenja hidrauličkih bagera na površinskim kopovima (Neue Wege im Tagebau mit Grosshydraulikbaggern) „Bergbau“, 35(1984)8, str. 381, 4 il., (nem.)
- Hidraulički bager na površinskom kopu Veličke Britanije (Hydraulic excavator in opencast coal) „Mining Mag.“, 151(1984)2, str. 130, (engl.)
- Gusenični buldozér TD–40 obezbeđuje povećanje kapaciteta i eksploracione sigurnosti (New crawler dozer enhances productivity, serviceability) „Eng. and Mining J.“, 185(1984)7, str. 65, (engl.)
- Š a p a r ‚, A. G., R i p p, L. M. i E r p e r t, A. M.: Optimizacija parametara transportno – pretovarnih kompleksa površinskih otkopa kod kamionsko-konvejernog transporta metodom imitacionog modeliranja (Optimizacija parametrov transportno–peregruzočnyh kompleksov kar'erov pri avtomobil'no–konvejernom transportu metodom imitacionnogo modelirovaniya) „SAPR gornodobyyv. predpriatij. Tez. dokl. Resp. nauč.–tehn. konf. 14–16 avg. 1984“, Taškent, 1984, str. 214–216, (rus.)
- K o l o d i n, I. M.: Imitaciono modeliranje na elektronskom računaru površinskog kopa kod željezničkog transporta (Imitationne modelirovanie na EVM kar'era pri železodorožnom transpore) „SAPR gornodobyyv. predpriatij. Tez. dokl. Resp. nauč.–tehn. konf. 14–16 avg. 1984“, Taškent, 1984, str. 76–77, (rus.)
- B e z o z e r o v, V. I. i L e v č i k, A. P.: Ispitivanje tehničko–ekonomskih parametara rada kiperu naročito velike nosivosti (Issledovanie tekhnico–ekonomičeskikh parametrov raboty avtosamosvalov osobovo bol'soj gruzopod'iemnosti) „Nauč. soobšč. In–t gorn. dela im.A.A. Skočinskogo“, (1984)226, str. 84–89, 1 il., 1 tabl., (rus.)
- D e g t e r e v, V. E., K a g e r m a z o v, A. A.: Karakteristike primene kombinovanog transporta na dubokim horizontima površinskih otkopa Ekibastuza (Osnovnosti primenjenija kombinirovannogo transporta na glubokih gorizontah razrezov Ekibastuza)
- „Nauč. soobšč. In–t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo“, (1984)226, str. 135–143, 1 il., (rus.)
- G r u p p i n g, A. W.: Gasifikacija kamenog uglja u Hollandiji (Sreenkolovergassing in Nederland) „Ingenieur“, 96(1984)9, str. 10–13, 15, (holand.)
- Sačuvati novi put do rudnika – podzemna gasifikacija uglja (A safe new way to mine – in–situ gasification) „World Mining Equip.“, 8(1984)4, str. 48–49, 1 il., (engl.)
- A l l s o p, P. I.: Jamski transport u okrugu Novi Jorkšir (Underground Transport in North Yorkshire Area) „Mining Eng.“, (Gr. Brit.), 144(1984)275, str. 119–126, 7 il., 12 tabl., (engl.)
- I z r a j l e v i č, V. I., D a v i d k o v i č, A. S. i . H i ž n j a k, G. K.: Ispitivanje propusne sposobnosti šema transporta unutar jame (Issledovanie propusknoj sposobnosti shem vnutrišnjog transporta) „Razrab. rud. mestoržd.“, Kiev, (1984)38, str. 63–66, 2 tab., 2 bibl.pod., (rus.)
- K a r e v, A. P., T i s u n o v, Ju. A. i dr.: Automatsko određivanje položaja električnog voza u jami (Avtomatichesko opredelenie mestopolozhenija elektrovoza v šalte) „Mehaniz. i avtomatiz. pr.–va“, (1984)8, str. 20–22, 1 il., (rus.)
- Oprema za rudnički transport koju proizvodi firma Becorit (Becorit → A firm commitment to underground transport) „Mining Eng.“, (Gr. Brit.), 144(1984)275, str. 139–141, 3 il., (engl.)
- P e a r s e, G.: Neke tendencije razvoja konstrukcije konvejernih traka i njihovog spajanja (Conveyor belts – some trends in construction and joining) „Mining Mag.“, 151(1984)2, str. 106–109, 9 il., (engl.)
- Samohodni vagoneti s dizel pogonom (Diesel Ramcars) „Mining J.“, 303(1984)7777, str. 165, (engl.)
- A d a m o v, G. I., A n n u š k i n a, V. A. i dr.: Priručnik za obogaćivanje ruda. Postrojenja za obogaćivanje (Sprovočnik po obogašeniju rud. Obogatiteľ'nye fabriki) 2. prerađeno i dopunjeno izdanje, M., „Nedra“, 1984, 358 str., 246 il., 11 tabl., (knjiga na rus.)
- Obogaćivanje uglja poslednjih 25 godina (Coal preparation – the next 25 years) „Mine and Quarry“, 13(1984)6, str. 26, 28, 30, 32, 2 il., 1 tab., (engl.)
- O n u r s a l, B.: Novo u tehnologiji obogaćivanja uglja (New cleaning technologies advance coal) „Coal Mining“, 21(1984)5, str. 38–41, 54–56, 59, 8 il., 15 bibl.pod., (engl.)
- D a n i l o v i č, L. A.: Neki problemi obračunavanja troškova za obogaćivanje uglja (Nekotorye problemy učeta zatrata na obogašenie uglja) Doneck, un–t. Doneck, 1984, 11 str. (Rukopis deponovan u CNIEIugolj 5. juna 1984, Nr. 3017up–84Dep), (rus.)

- Nove udarne drobilice (New Impact Crushers from France)**
 „Mining J.”, 302(1984)7760, str. 316–317, (engl.)
- A u s t i n, L. G.: Principi tehnološkog projektovanja mlinova (Concepts in Process Design of Mills)**
 „Mining Eng.”, USA, 36(1984)6, str. 628–635, 20 il., 26 bibl. pod., (engl.)
- T i g g e s b a u m k e r, P. i M u l l e r, M.: Uticaj frekvencije rotacije bubenja mlinova sa kuglama na kapacitet i utrošak energije (The influence of ball mill speed on energy expenditure and through put capacity)**
 „Pir and Quarry”, 77(1984)1, str. 56–63, 14 il., 13 bibl. pod., (engl.)
- S u m a s u n d a r a n, P.: Uloga pojave na površini pri obogaćivanju sitnih čestica (Role of Surface Phenomena in the Beneficiation of Fine Particles)**
 „Mining Eng.”, USA, 36(1984)8, str. 1177–1186, 16 il., 2 tabl., 14 bibl. pod., (engl.)
- V’r b a n o v, R.: O mehanizmu selekcije pri flotaciji (Otnosno mehanizma na selekciju pri flotacijata)**
 „Rudodobov”, 39(1984)7, str. 11–14, 1 tabl., 16 bibl. pod., (bugar.)
- M i n g i o n e, Ph. A.: Upotreba dialkil i diaril ditiofosfata kao aktivacionih reagenata pri flotaciji minerala (Use of dialkyl and diaryl dithiophosphate promoters as mineral flotation agents)**
 „Reagents Miner. Ind. Pap. Conf., Rome, 18–21, sept. 1984”, London, 1984, str. 19–24, 3 il., 4 tabl., 3 bibl. pod., (engl.)
- R e z e k K. i V i d l a r, J.: Ispitivanje kolektivne flotacije sa regulisanim sadržajem pirita u koncentratima (Prispevok k vyzkumu kolektivni flotace s riženym obsahem pyritu)**
 „Rudy”, 32(1984)9, str. 253–259, 10 il., 4 tabl., 13 bibl. pod., (čes.)
- R a g h a v a n, S. i L a n d, L.: Faktori koji utiču na flotaciju molibdenita iz bakarnih porfirskih ruda (Factors affecting the flotation recovery of molybdenite from porphyry copper ores)**
 „Int. J. miner. process”, 12(1984)1–3, str. 145–162, 13 il., 11 bibl. pod., (engl.)
- Novi magnetni separator (Novel low. cost magnetic separator)**
 „Mining J.”, 303(1984)7774, str. 112, (engl.)
- A l b a n e s e, T.: Izluživanje sa gomile dragocenih metala iz siromašnih ruda (Heap—Leaching for Low—Grade Precious Metal Deposits)**
 „North. Eng.”, 15(1983–1984)4, str. 30–35, 5 il., (engl.)
- H a d ţ i e v, P. i G r o z e v a — M ţ ţ ţ o v a, K.: Primena polietilenoksida bugarske proizvodnje za odvodnjavanje flotacionog koncentrata gvođa (Primenjenie oksi polietilena proizvodstva NRB pri obezvođanju flotacionnog železnog koncentratata)**
 „Rudodobov”, 39(1984)7, str. 15–18, 5 il., 1. tabl., 9 bibl. pod., (orig. na bugar.)
- I s a e v, E. A. i I v a n o v, S. V.: Izbor metode za perletizaciju koncentrata apatita Kovdorskog ležišta (Vybor metoda okomkovanija apatitovog koncentrata Kovdorskog mestorođenja)**
 „Gornj ž.”, (1984)9, str. 47–49, 4 il., 5 bibl. pod., (rus.)
- H a r l a m o v, M. D. i V a g a n o v, R. A.: Obogaćivanje uglja na površinskom kopu „Korkinskiy” (Obogašenje uglja na razreze „Korkinskiy”). „Uglj”, (1984)10, str. 24–25, 1 tabl., (rus.)**
- A l i e v, E. M.: Prognoziranje kvaliteta koncentrata dobijenog flotacionim obogaćivanjem (Prognoziranje kvaliteta koncentrata flotacionnog obogašenja)**
 „SAPR gornodobov. predpriatij. Tez. dokl. Resp. nauč. –tehn. konf. 14–16 avg. 1984”, Taškent, 1984, str. 155–156, (rus.)
- J a b u k o v, M. S.: Pitanja modeliranja i optimizacije funkcionisanja procesa flotacionog obogaćivanja u više stadijuma (Voprosy modelirovaniya i optimizacii funkcionirovaniya mnogostadijnnykh processov flotacionnogo obogašenija)**
 „SAPR gornodobov. predpriatij. Tez. dokl. Resp. nauč. –tehn. konf. 14–16 avg. 1984”, Teškent, 1984, str. 193, (rus.)
- Automatska regulacija konusne drobilice (Conic Crusher Controller aids efficiency)**
 „Mining J.”, 302(1984)7762, str. 352, (engl.)
- B a b a k, G. A. i K l e p a k o v, I. V.: Ispitivanje i razrada jamskih ventilacionih uređaja (Issledovanie i razrabotka šahtnyh ventiljatornyh ustankov)**
 „Uglj”, (1984)10, str. 39–40, (rus.)
- G u m u l a, S.: Korišćenje osobina vazdušnih vrtloga za projektovanje ventilacije (Wykorzystanie znanych właściwości wirow powietrznych do projektowania wentylacji)**
 „Arch. gorn.”, 29(1984)2, str. 245–251, 10 bibl. pod., (polj.)
- E ř ť o v, N. M. i T i t o v, M. V.: Metodika proračuna prirodnog priručnog utroška vazduha u ventilacionoj mreži rudnika uglja (Metodika rasčeta estestvennogo i priruditel'noho rashoda vozduha v ventilacionnoj seti ugoľnoj šahty)**
 „Sistemy i sredstva avtomatiz. kontrolja i upr. parametrami šaht. atmosf.”, M., 1984, str. 35–47, 2 il., 1. tabl., (rus.)
- N a c z y n s k i, A., S z e w c z y k, M. i dr.: Ventilačna pregrada u uslovima povećanog jamskog pritiska (Tema wentylacyjna dla wyrobisk gorniczych duzym ciśnieniu gorotwór)**
 Kopalnia Węgla Kamiennego „Pokoj”, Patent 123778 NR Poljska, prijav. 30.06.80, Nr. P225334, objav. 31.01.84, MKI E 21 F 1/14, 3 il., (polj.)
- B a k l a n o v, A. A.: Određivanje rasproatiranja primesa u atmosferi površinskog kopa a na osnovu matematičkog modeliranja (Oprdelelenie rasprostranenija primesej v atmosferu kar'era i na osnove matematičeskogo modelirovaniya)**
 „Fiz.-tehn. probl. razrab. polezn. iskopаемых”, (1984)5, str. 73–79, 5 il., 5 bibl. pod., (rus.)

B o b r o v , A. I. i Č e r n i č e n k o , V. K.: O primeni adsorpcionih uređaja za hlađenje za kondicioniranje vazduha u dubokim jama (O primenjenii adsorpcionnykh holodil'nykh mašin dlia kondicionirovaniya vozduha v glubokikh šahtah)
„Ugol' Ukrayny”, (1984)8, str. 129, (rus.)

S u d i l o v s k i j , M. N.: Korišćenje azota u borbi sa endogenim požarima (Ispol'zovanie azota dlia bor'by s endogennymi požarami)
„Bezopasn. truda v prom-sti”, (1984)10, str. 52–55, 4 il., (rus.)

Borba protiv požara u podzemnim rudnicima uglja (Fighting fires in underground mines)
„Colliery Guard.”, 232(1984)7–8, str. 273–275, 2 il., 2 tabl., (engl.)

D a l l e r n y , L. E., C h a i k e n , R. F. i S o r o k a , K. E.: Projekat likvidacije podzemnog požara u staroj jami Calamity Hollow, Deo 3. Aparatura za kontrolu i merenje, regulaciju i registraciju (Calamity Hollow Mine Fire Project. Part 3. Instrumentation for combustion monitoring, process control and data recording)
„Rept. Invest. Bur. Mines U.S. Dep. Inter.”, (1984)8862, 23 str., 12 il., 6 bibli.pod., (engl.)

C h a i k e n , R. F., D i v e r s , E. F. i dr.: Projekat likvidacije podzemnog požara u staroj jami Calamity Hollow. Deo 4. Gašenje požarne zone (Calamity Hollow Mine Fire Project. 4.:Quenching the fire zone)
„Rept. Invest. Bur. Mines. US Dep. Inter.”, (1984)8863, 18 str., 7 il., 2 tabl., (engl.)

V i n s o n , R. P., W i l l i a m s , K. L. i dr.: Uticaj vlažnosti vazduha i sadržaja dispergovane vode u njemu na pokazivanje uređaja za merenje prašine ram-1 – priliminarni podaci (The effect of water vapor and water droplets on the RAM-1 – Preliminary results)
„Rept. Invest. Bur. Mines. U.S. Dept. Inter.”, (1984)8898, 11 str., 8 il., 3 tabl., 5 bibli.pod., (engl.)

K a č u r i n , N. M. i G u s e v , N. D.: Izdvajanje gasa iz ugljenog sloja u pripremne prostorije pri otkopavanju dubokih horizontata (Gazovydelenie iz ugol'nogo plesta v podgotovitel'nye vyrabotki pri razrabotke glubokih gorizontal'nykh)

„IVUZ Gornyj ž.”, (1984)8, str. 62–65, 1 il., 2. tabl., (rus.)

Z a b i g a j l o , V. E. i L u k i n o v , V. V.: Uticaj regionalnih tektonskih procesa na opasnost od izboja (Vlijanie regional'nykh tektoničeskikh processov na vybrosoopasnost')
„Ugol' Ukrayny”, (1984)9, str. 37–38, 1 tabl., 2. bibli. pod., (rus.)

Novi sistem za čišćenje jamskih voda (Clear water dewatering system)
„Mining Mag.”, 151(1984)2, str. 123, 125, (engl.)

K r a v c o v , N. V.: Uporedna ocena podzemnih i površinskih šema čišćenja jamskim voda za ciljeve obaranja prašine (Svravnitel'naja ocenka podzemnyh i poverhnostnyh shem očistki šahtnyh vod dlia celej pylepodavlenija)
„Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo”, (1984)226, str. 99–103, 1 il., 2 tabl., 4 bibli.pod.)

P e t t i t t , M. R. i A l j o e , W. W.: Borba sa bukom pri sečenju uglja (Coal cutting noise control)
„Inf. Circ. Bur. of Mines. US Dep. of the Inter.”, 1984, Nr. 8986, str. 45–65, 21 il., 3.tabl., 12 bibli. pod., (engl.)

B o b i c k , Th. G. i M a d d e n , R.: Borba protiv buke pri radu utovarno-odvoznih mašina (Current status of load-haul-dump machine noise control)
„Inf. Circ. Bur. of Mines. US Dep. of the Inter.”, (1984)8986, str. 90–106, 16 il., 4 tabl., (engl.)

D a n i e l , J. H a r r i s o n : Program rada Bureau of mines – SAD u borbi sa profesionalnom bukom (Bureau of Mines occupational noise control program)
„Inf. Circ. Bur. of Mines. US Dep. of the Inter.”, (1984)8986, str. 14–18, (engl.)

D u k e , E.: Sigurnost i jamski transport (Mines transportation – safety first)
„Colliery Guard.”, 232(1984)9, str. S29–S31, (engl.)

Konferencija o problemima projektovanja sigurne opreme i tehnologije rudarske proizvodnje (Designing for Safety, ABMEC/NCB. Conf. Bredby 25th sept. 1984)
„Colliery Guard.”, 232(1984)9, str. S11–S31, (engl.)

W h e e l e r , A.: Problemi sigurnosti pri izradi jamskih prostorija i konstruisanja opreme za izradu (Designing for safety in development and tunnelling)
„Colliery Guard.”, 232(1984)9, str. S11–S12, 6 il., 1. tabl., (engl.)

M o s e s , K.: Perspektive povećanja sigurnosti u podzemnom transportu (Design for safety in underground transport)
„Colliery Guard.”, 232(1984)9, str. S25–S28, 8 il., 5 tabl., (engl.)

S c h w i n n , R.: Osnove tehničkog opsluživanja (Grundfragen der Instandhaltungsplanung)
„Bergbau”, 35(1984)10, str. 475–480, 3 il., 2 tabl., 15 bibli. pod., (nem.)

B a r t h o l o m a e , R. C. i B o b i c k , Th. G.: Borba protiv buke pri prevozu ljudi (Mantrip noise controls)
„Inf. Circ. Bur. of Mines. US Dep. of the Inter.”, (1984)8986, str. 66–73, 9 il., (engl.)

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

izdaje časopis:

„RUDARSKI GLASNIK“

(izlazi 4 puta godišnje)

Oglašavajte vaše proizvode u časopisu

Cena:

1/1 strana u crno-beloj tehnici 10.000,00 — din.

Redakcija

POSEBNA IZDANJA RUDARSKOG INSTITUTA

Posebna izdanja

- prof. dr inž. Mirko Perišić:
„PRIMENJENA GEOSTATISTIKA“ (knjiga sa priručnikom) 1.000.–
- dr inž. Janoš Kun:
„POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA LIGNITA“ (I i II deo) 1.000.–
- prof. dr inž. M. Grbović – dr mr N. Magdalinić:
„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. Nikola Najdanović – dr inž. Radmilo Obradović:
„MEHANIKA TLA U INŽENJERSKOJ PRAKSI“ 400.–
- „GODIŠNjak o RADU RUDNIKA UGLJA U 1984. godini“
(izlazi u II kvartalu 1985.) 5.000.–
- INFORMACIJA C₁ – Informacija o proizvodnji, zalihami i tržištu uglja
– izlazi mesečno i daje sliku trenutnog stanja (godišnja preplata) 2.500.–

U toku jula 1985. godine izlazi iz štampe

Godišnjak o radu rudnika uglja u 1984. godini

Cena knjige je 5.000,00—dinara.

Zainteresovani je mogu poručiti ili odmah uplatiti na račun 60805-607-8906
SDK Zemun, a Redakciji »Rudarskog glasnika« dostaviti tačnu adresu, na
koju će knjiga biti upućena.

Knjiga se pre uplate ne dostavlja!

Redakcija

PROIZVODAČI OPREME

Dostavite nam prikaze Vaših najnovijih proizvoda kôje ćemo objaviti BES-
PLATNO u rubrici »Nova oprema i nova tehnička dostignuća«.

Članak treba da obuhvati najviše 5 kucanih stranica sa 2—3 fotografije.

Prikaze dostaviti na adresu:

RUDARSKI INSTITUT, Zemun, Batajnički put br. 2

ili Redakcija „Rudarskog glavnika“, Zmaj Jovina 21, 11000 Beograd

Redakcija



Rudarski institut — Beograd/Zemun
prof. dr Radomir Simić
dr Dušan Mršović
mr Vladimir Pavlović

ODVODNJAVANJE POVRŠINSKIH KOPOVA

260 stranica, 230 slika, 16 tablica, 11 priloga, 76 lit.,
cena 800 dinara

— odvodnjavanje PK u SFRJ — hidrologija — hidraulika — hidrologija ležišta — dinamika podzemnih voda — hidraulika bunara — metode rešavanja strujanja podzemnih voda — analiza uslova za odvodnjavanje PK: hidroloških-hidrografskih-hidrogeoloških-hidrodinamičkih stabilnosti — sa apekta rudarske tehnologije — sprečavanja infiltracije povr. voda u podzemlje — metode i sistemi odvodnjavanja — istraženost ležišta i izbor sistema — izbor i dimenzionisanje objekata za odvodnjavanje i zaštitu od površinskih i podzemnih voda — izbor optimalnog načina odvodnjavanja — tablice i obrasci za proračun i projektovanje —

N A R U D Ž B E N I C A

Ovim neopozivo poručujem knjigu prof. dr Radomira Simića, dr Dušana Mršovića,
mr Vladimira Pavlovića

ODVODNJAVANJE POVRŠINSKIH KOPOVA
po ceni od 800 dinara

..... primeraka knjige u ukupnom iznosu od dinara koje
ću po prijemu knjige uplatiti na žiro račun izdavača 60805-607-8906 SDK Zemun,
RUDARSKI INSTITUT, Batajnički put 2, 11080 Zemun.

.....
(prezime, očevo ime i ime — svojeručni potpis)

.....
(broj l. k. — adresa — —)



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

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

Na principu inženjeringu, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
- IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
- IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA

- površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
- oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
- miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromontažne delatnosti i tehničke zaštite

- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVODENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
- REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA
- VRŠI OPTIMIZACIJU KAPACITETA I IZBOR NAJPOVOLJNIJIH VARIJANTI KORIŠĆENJEM SAVREMENIH METODA I MATEMATIČKIH MODELA

Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svetske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti.

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje kvartalni časopis:

RUDARSKI GLASNIK



**RUDARSKI INSTITUT
BEOGRAD - ZEMUN**
Batajnički put br. 2 tel. 195-112; 198-112. telex 11830 YU RI

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR
 - open-cast and underground exploitation of mineral ores
 - mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
 - blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection
- CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS, SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
- RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES
- PERFORMS CAPACITY OPTIMIZATIONS AND SELECTION OF MOST FAVOURABLE ALTERNATIVE BY USE OF MODERN METHODS AND MATHEMATICAL MODELS

Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.

The Institute of Mines editorial activities include the quarterly periodical:
RUDARSKI GLASNIK

- veliki broj stručnjaka
- visok naučni i stručni nivo
- ostvareni naučno-istraživački rezultati primjenjeni u praksi
- iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
- savremena oprema garantuju: BRZE

SAVREMENE
KVALITETNE

usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na:

POSLOVNİCU ZA KONSULTACIJE

I INŽENJERING U RUDARSTVU

Beograd – Zemun, Batajnički put broj 2

Telefon 195-112; 198-112

(Teleks 11830-YU RI) Poštanski fah 116.



- large number of experts
- high scientific and specialized level
- realized scientific-research results applied in practice
- experience and following of scientific — technical achievements throughout the world
- up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-scale plants

guarantee:

**FAST
CONTEMPORARY
HIGH QUALITY**

services in above activities

For the arrangement of complete engineering in the field of mining, refer to the:

**CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE
OF MINING**

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2

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



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

